

소비자 친화형 고품위 소포장 수삼 유통기술개발 및 적용연구

Development of Technology for Quality Enhancement of Fresh Ginseng with Consumer Convenience

세척수삼의 고품위 부여기술연구 (제1세부)

Development of Quality Enhancement Technology for Washed Fresh Ginseng

원료수삼의 품질확보기술연구 (제2세부)

Development of Quality Extension Technology for Fresh Ginseng

세척수삼의 신선도유지 실증 연구 (협동)

Substantiation of Technology Developed for Fresh and Washed Fresh Ginseng

한국식품연구원

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부장관 귀하

본 보고서를 “소비자 친화형 고품위 소포장 수삼 유통기술개발 및 적용연구”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2011년 6월 24일

주 관 연 구 기 관 : 한국식품연구원
총괄연구책임자 : 김 동 만
연 구 원 : 정 문 철
연 구 원 : 홍 석 인
연 구 원 : 최 정 희
연 구 원 : 김 희 수
협동연구기관 : 백제인삼협동조합
협동연구책임자 : 최 상 필
연 구 원 : 박 상 민
연 구 원 : 이 원 만
위탁연구기관 : 덕성여자대학교
위탁연구책임자 : 김 건 희
연 구 원 : 조 순 덕
연 구 원 : 장 민 선

요 약 문

I. 제목

소비자 친화형 고품위 소포장 수삼 유통기술개발 및 적용연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 목적

고품위의 안전한 소포장 세척 수삼을 안정적으로 공급할 수 있는 생산체계 구축하여 식품소재로서 새로운 수요창출과 수삼의 상품 경쟁력 확보 및 부가가치 제고를 목표로, 1) 품질 및 위생 측면에서 소비자의 욕구를 충족시키며, 합리적인 가격으로 유통시킬 수 있도록 원료의 수삼의 안정적 확보관리기술을 개발하고, 2) 이를 사용한 실용적이고, 효과적인 수삼의 위생적 전처리, 탈수, 포장 및 유통의 일관시스템을 개발하며, 3) 소비자 측면에서 소비확대 및 안전성 확보를 위한 연구를 수행하여, 본 과제의 참여기업으로 기존 세척수삼의 가공시설을 운영하고 있으나 기술상 애로를 겪고 있는 참여기업 등 세척수삼가공업체에 개발기술을 지원코자 본 연구를 수행하였다.

2. 필요성

인삼을 소재로 한 제품유형은 홍삼, 백삼, 태극삼 등 1차 가공 인삼류와 1차 가공인삼을 이용한 농축인삼류, 인삼 분말, 인삼차, 인삼음료, 인삼과자, 당침인삼 등이 주류를 이루고 있다. 인삼제품의 수요가 증가함에 따라 국내산 인삼을 이용한 인삼가공제품의 생산 및 수출이 꾸준히 증가함과 더불어 국내 인삼시장의 개방됨에 따라 중국산 등 저가의 인삼제품류가 국내 반입됨에 국내 인삼제품시장이 잠식되어가고 있다. 저가의 외국산 인삼 가공 제품류의 국내 시장 잠식이 급속히 진행된다면 이에 따라 국내 인삼재배 기반이 위축될 가능성이 매우 높는데 수삼의 경우 외형이 유지된 채로 유통됨으로 화기삼 등 수입 산과 차별화가 가능하여 우리 인삼의 경쟁력 제고 측면에서 매우 유리한 특징을 갖고 있다. 수삼량으로 환산한 인삼의 소비량은 수삼이 45%로 가장 높은 비중을 차지하며 홍삼원료 33%, 백삼원료 25%, 태극삼 원료로 2%가 소비되고 있는데, 가공 삼 중 홍삼이 비중이 점차 증가하고 있는 반면 백삼의 량은 감소하고 있다. 그동안 인삼의 소비확대를 통한 인삼산업의 활성화를 위해 홍삼 등 가공 삼에 대한 기술 및 제품개발에 많은 투자가 이루어져왔는데, 소비량 측면에서 큰 비중을 차지하는 수삼의 경우 아직까지도 재래의 전통적인 방식에 의해 거래 유통되고 있음에 따라 수삼의 소비확대를 위한 새로운 접근이 필요하다. 수삼은 67.9%가 포전매매상인 등 인삼전문상인을 통해 유통되고 있으며, 시장이나 조합을 통한 계통출하는 32.1%에 지나지 않으며, 금산 등의 재래식 시장에서 주로 거래되는 수삼은 주관적인 품질판정에 의해 가격이 결정되는 등 유통과정이 매우 불투명한 단계이다. 또한 수삼 유통은 표준규격을 제정 운용하고 있으나, 제정규격이 현장과 큰 괴리가 있으며, 대부분 금산시장을 통하여 연근보다 크기에 따라 10-16개로 세분화된 관행적 유통 방식에 머물러 있다. 수삼은 연근보다 크기에 따라 관행적으로 유통되는 등 수삼품질에 대한 객관적인 규격이 정립되어 있지 않고, 또한 유통기간이 짧고 유통기간 중에 수삼의 부패로 인

하여 품질이 저하되는 유통 상에 문제점이 있어 이에 대한 개선이 요구되고 있다.

최근 경제 수준의 향상과 더불어 건강 증진에 대한 소비자의 욕구가 증가함에 따라 수삼의 수요가 꾸준히 증가하고 있는 추세에 있으며 웰빙 붐은 국내 인삼산업의 활성화를 위해 매우 좋은 기회이므로 소비자들의 욕구에 충족할 수 있는 명품인삼 및 브랜드화는 우리나라 인삼산업의 안정화 및 활성화에 크게 기여할 것으로 판단된다. 이러한 소비환경변화에 있어 수삼은 새로운 건강 지향형 식품 소재로서 수요 증가 가능성이 매우 높다. 따라서 우리 수삼의 소비 확대를 위해서는 단지 삼계탕 소재 등 매우 제한적인 기존의 소비방식을 탈피하여 소비자의 새로운 수요를 창출하기 위하여서는 수삼을 다양한 식품소재로 이용하는 방안이 강구되어야 한다.

수삼의 신선편이제품화는 수삼의 소비촉진 및 신세대의 수삼에 대한 식품소재로서의 재인식을 통해 국민 건강증진에 기여함은 물론 제품 다양화를 통한 저가의 외국산 인삼 가공 제품류의 국내 시장 잠식 방지를 통하여 국내 인삼산업 기반을 강화할 수 있는 새로운 방안으로 판단된다.

수삼의 소비확대에 장애가 되는 요인 중의 하나는 사용 전 세척 등 전처리 등의 번거로움과 필요량만큼 사용할 수 있는 소포장 형태의 제품이 마땅치 않음을 들 수 있는데 최근 이러한 문제를 해소키 위한 방안중의 하나로 세척수삼이 부상되고 있으나, 품질 및 가격 측면에서 개선되어야 할 부분이 많다. 이러한 기술 애로가 해소 된다면 현재로서의 시장규모는 매우 미미하지만 이러한 수삼의 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 최근 소비자의 편의성을 부여한 세척수삼을 유통시키기 위해 일부 인삼협동조합과 동원F&B가 사업에 참여하고 있으나 사업자체는 부진한 실정이며, 동원F&B의 경우 회사의 사정상 세척수삼사업을 중단한 상태이다.

현재 유통되고 있는 세척수삼은 농협 및 업체가 시스템은 거의 유사한 것을 사용하여 생산하지만 각각 나름대로의 별도 처리방법에 의하여 생산, 유통되고 있는데 전반적으로 시스템 및 처리 기술자체가 소비자의 구매욕을 만족시킬 만큼 고품위 상품화를 공급키 위한 가공, 포장 및 유통기술 수준이 매우 낮고, 유통기간이 짧은 문제를 갖고 있는데, 특히 기술 수준이 낮은 인삼협동조합의 경우 주문생산 등에만 의존하는 등 상당한 애로를 겪고 있다. 가격 면으로 보면 시판되는 세척수삼이 흙 수삼에 비해 고가이며 계절별 판매가격의 진폭도 비교적 큰데 이는 세척수삼의 시장 확대에 장애요인으로 작용하고 있다. 아울러 계절별 판매가격의 진폭도 비교적 큰데 이는 원료 수삼의 저장 중 질적 손실발생 등에 의한 가격 인상요인에 기인하는 것으로 판단된다.

수삼의 유통 중 안전성 및 품질 안정성을 확보하기 위해서는 수삼에 적합한 수확 후 전처리, 포장, 유통 등의 일괄 시스템을 확립하여야 한다. 더욱이 소비자의 품질에 대한 의식은 점차 높아지고 있어 고품질, 차별화 등의 신선 유통기술에 의한 상품관리가 절실히 요청되고 있으나, 수삼의 특성에 대한 이해 부족, 세척 및 미생물 제어 기술, 소포장 유통관련 기술 미비 등의 실질적인 문제점들은 이에 부응하지 못하고 있다.

따라서 품질 및 위생측면에서 소비자의 욕구를 충족시키며, 합리적인 가격으로 유통시킬 수 있도록 원료의 수삼의 안정적 확보관리기술과, 이를 사용한 수삼의 세척, 포장 및 유통을 위한 소비자 측면에서의 새로운 유통 관리기술 개발이 필요하다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

세척 수삼제조를 위해 효과적인 전처리, 세척, 탈수, 포장 및 유통기술을 개발 하고 이를 종합한 일관시스템 개발을 시도하였으며, 원료의 수삼의 안정적 확보를 위하여 수삼의 수확단계에서부터 품질을 관리할 수 있는 관리기술을 개발 수행하였다. 이러한 연구는 현장 실용화를 위해 참여기업이며 협동연구기관인 백제인삼협동조합이 개발기술의 효과를 검증하였다. 아울러 세척수삼의 소비자 및 친환경적 측면에서 소비확대 및 안전성 확보를 위한 연구를 실시하였다. 각 분야별 연구목표를 달성하기 위해 실시한 연구 내용 및 범위는 다음과 같다

- 원료수삼의 품질확보기술개발
 - 원료 수삼의 안정적 공급을 위한 채굴현장 포장 및 전처리 기술 연구
 - 원료 수삼의 안정적 공급을 위한 수삼의 수확후 저장 전처리 및 포장 기술 연구
 - 원료 수삼의 안정적 공급 을 위한 수삼의 장기비축 기술 연구
 - 원료 수삼의 포장, 전처리 및 저장기술의 효과 검증

- 세척수삼의 고품위 부여기술개발
 - 수삼의 효과적인 세척, 탈수, 미생물 제어기술 개발
 - 세척수삼의 선도유지를 위한 표면 피막처리기술 개발
 - 세척수삼의 선도유지를 위한 효과적인 포장방법 개발
 - 세척 수삼 처리 단계별 개발기술의 효과 검증

- 원료수삼 및 세척수삼의 신선도유지 실증 시험
 - 수삼의 저장 전처리 및 저장기술적용 실증 시험
 - 표면 세척, 전처리 및 포장 기술의 현장적용 실증 시험
 - 세척수삼제조를 위한 복합 처리기술현장 적용 실증 시험

- 소비자 및 친환경적 측면에서 소비확대 및 안전성 확보를 위한 연구
 - 세척 및 시판수삼의 소비자인식조사 및 유통수삼의 품질평가
 - 소비자의 품질요구분석 및 세척처리가 수삼의 안전성 증진에 미치는 효과 조사
 - 세척수삼의 소비자 만족도 평가와 유통기간설정

Ⅳ. 연구개발 결과

본 연구과제는 세척 수삼 원료의 안정적 확보를 위하여 수삼 채굴현장 포장 및 전처리 기술 연구와 수삼의 수확 후 저장 전처리 및 포장 기술 연구를 연구하였으며 이를 통하여 수삼의 저장기간 연장 등 수삼의 수확단계에서부터 품질을 관리할 수 있는 관리기술을 개발하였다. 아울러 식품 소재로서 수삼의 새로운 수요를 창출하고 수삼의 상품 경쟁력 확보 및 부가가치 제고를 위한 세척수삼의 품질 및 위생측면에서 소비자의 욕구를 충족시키며, 합리적인 가격으로 유통시킬 수 있도록 세척수삼의 효과적인 전처리 및 포장방법을 개발하였으며, 세척 수삼 처리 단계별 개발기술의 효과 실증을 통하여 이를 종합한 일관시스템을 개발하였다.

원료수삼의 품질확보기술개발 및 개발기술 실증

채굴된 수삼은 인력에 의해 수집되어 PE포대에 담겨진 후 인력 혹은 차량으로 선별 장소로 운반되고 있다. PE포대 사용 시 발생하는 손상을 줄이며, 작업의 편이성 및 현장 활용성을 부여하기 위해 형태가 있는 플라스틱 상자가 유리할 것으로 판단하였고, 가격 및 실용성을 고려하여 시중에 유통되고 있는 10, 20 kg 포장용 개(기)공 플라스틱 상자와, 10, 20 kg 포장용 무개(기)공 플라스틱상자를 선별하여 현장 적용에 따른 효과를 분석하였던바 기공 플라스틱상자가 효과적이었다.

수삼은 수확 시 조직의 손상이 발생되기 쉽고, 손상부위에 토양으로부터 *Cylindrocapon destructans*, *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas panacis*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Fsarium oxysporum* 등과 같은 병원균 침투가 용이한데, 수확된 수삼은 흙이 묻은 채로 저장, 유통되기 때문에 이 기간 동안 미생물의 번식으로 인하여 질적, 양적 손실이 많이 발생하고 있다. 이를 억제하기 위해 수삼의 표면의 흙 제거, 물 세척한, 70%에탄올 침지 처리 및 탄산가스 처리를 하였던 바 표면의 흙 제거, 에탄올 처리 및 탄산가스를 처리하는 경우 품질유지에 효과를 보였다.

수삼은 9월부터 11월 말까지 그리고 익년 3월경에 수확하는데 수확시기 지온 및 외기온도에 의해 수삼의 품온이 달라짐에 따라 필요시에는 수확 후 예냉 처리가 필요할 것으로 판단된다. 수삼의 예냉처리 시 냉각속도, 처리 시 수삼의 수분손실 등을 고려하여 각기 다른 형태로 예냉 처리를 하였던바 상자는 기공이 있는 것이, 상자 내부는 PE필름으로 lining처리하는 것이 효과적이었다.

수삼의 수확후 저장 유통에 사용하고 있는 포장형태는 75kg(100차)용 골판지 상자로 취급 시 작업자에게 어려움이 있고, 부주의한 취급으로 포장 내 내용물의 손상이 발생할 수 있으며, 저장고 입고 시 냉각 속도가 느림에 따라 내부의 품질 저하가 발생하고 있다. 아울러 수삼의 현행 포장방법을 보면 골판지상의 뚜껑을 덮을 수 없을 정도로 수삼을 높게 쌓아 포장함으로 저장 시 포장 상자를 바닥에 1 단으로만 쌓아야 함으로 저장고내 공간 활용측면에서도 매우 효율이 낮다. 이에 따라 수삼의 취급, 유통 및 저장 시 편리하고 포장내용물인 수삼의 품질을 안정적으로 유지하기 위해서는 현행 75kg 단위의 수삼 포장방식을 개선할 필요가 있다. 이를 위하여 포장 상자의 크기 및 형태에 따른 냉각속도 및 품질의 상태를 비교하였던 바 20kg 기공 플라스틱 상자가 효과적이며, 특히 저장고 활용측면에서도 유리한 것으로 판단되었다.

수삼의 저장기간 연장을 위하여 채굴시기에 따른 저장성을 비교하였던바 가을 삼이 봄삼에 비해 저장 중 호흡률, 변질발생, 중량감소가 적었으며 관능적 품질도 상대적으로 우수하였다.

수삼 저장고 온도관리 개선 방안을 모색하고자 수삼저장고의 이용 및 온도관리 실태를 조사하였던바 업체의 규모 및 수삼의 저장 목적에 따라 저장고 관리수준이 큰 차이를 보였는데, 저장고 내 수삼 상자의 쌓기, 적정온도 설정, 저장고내 균일한 온도 관리 등 개선할 부분이 많았다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 저장고 관리자의 수확후 관리기술에 대한 교육 및 기술 습득이 필요한 것으로 판단되었다.

수삼의 저장 중 중량감소를 위하여서는 수삼이 저장고내 상대습도에 의한 영향을 최소화하여

야 한다. 이를 위한 보습처리로는 수삼의 저장 시 포장 내 0.07mm 두께의 PE 필름으로 lining 처리후 상부를 밀봉 처리하는 것이 효과적이며, 이러한 처리는 수삼상자 내 MA환경을 조성하는데 효과를 보였다.

수삼의 환경조건에 따른 저장효과 조사로 0.06-0.09mm 두께의 PE필름을 사용하여 MA환경에 따른 저장성을 조사하였던 바 0.07mm의 경우 변질율, 관능적 품질 측면에서 다른 처리구에 비해 우수한 것으로 나타났다.

수삼의 적정저장온도를 확립하기위해 산지에서 적용하는 -3℃와 수삼의 빙결점 부근 온도인 -1.5℃ 및 가장 일반적으로 적용하고 있는 0℃에 수삼을 저장하면서 각각의 온도가 저장 중 수삼의 품질에 미치는 영향을 조사하였던바 저장초기 변질율은 -3℃에 저장하였던 수삼이 가장 낮았으나 12주후에는 다른 온도에서 저장한 수삼에 비해 높았다. 한편 저장 중 온도에 따른 변질의 정도는 12주 후의 경우 0℃에서 저장한 수삼이 가장 높았고, -3℃에서 저장한 수삼이 가장 낮았다. 저장온도에 따른 수삼의 저장 중 표면색도 변화는 -3℃에서 저장한 수삼의 경우 다른 수삼에 비해 컸다.

수삼의 산지 전처리 및 저장기술 적용실험으로 수삼채굴현장에서 포장방법에 따른 포장내 위치별 온도를 비교하였고, 이를 운반하여 저장고 입고 후 냉각처리과정중 포장방법에 따른 부위별 냉각속도를 비교하였던바 개선안으로 제시된 20kg 기공 상자를 사용하여 포장할 경우 채굴 현장에서 저장고까지 이동하는 동안의 상자 내 벽 및 바닥 부분의 품온은 75kg 골판지상자의 경우보다 약간 높게 유지되었지만, 저장고 입고 후 예냉 시 상자 내 냉각 속도는 75kg 골판지상자에 비해 77%정도 향상되었다.

아울러 상기 실험에서 사용하였던 수삼을 이용하여 저장 전 표면처리 및 포장 방법에 따른 효과를 검증하였다. 저장 11주 후 상품성이 있는 수삼의 비율을 조사한 결과 골판지상자 대조군은 61.7%, 플라스틱상자 대조군은 74.2%로 관행적인 방법인 골판지에 저장하는 것보다 플라스틱박스에 저장하는 것이 선도 연장 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 탄산가스를 처리한 수삼의 상품성 비율은 75.6%로 대조군보다 부패억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 솔질 처리군은 81.7%이었고, 솔질 처리한 수삼에 탄산가스로 치환한 처리군은 82.9%로 나타나 관행적인 방법으로 저장한 수삼에 비해 20%이상 선도연장 효과를 보였다.

세척수삼의 고품위 부여기술개발 및 개발기술 효과 실증

수삼의 효과적인 세척 등 전처리기술의 현장 적용시험을 위하여 세척 및 전처리기술의 효과를 분석하였고 분석된 결과 중 처리의 효과 및 실용성을 고려하여 관행대비 개발기술의 품질 유지효과를 비교키 위한 실험을 협동기관 및 세부과제와 연계하여 수행하였다.

세척 처리한 수삼의 부위별 미생물을 조사하였던바 뇌두부위가 가장 많이 존재하는 것으로 나타났으며, 저장실험을 통해 부위별 부패율을 조사하였던 바 뇌두부위의 변질이 가장 심각한 것으로 나타났다. 수삼의 유통 중 미생물에 의한 변질을 억제하기 위한 연구로 처리방법에 따른 미생물 제어효과를 조사하였던바 생균의 경우 에탄올 처리구가 가장 높은 제어율을 보였으며 다음으로는 과산화수소용액 및 전해산화수 처리구순이었으며 차아염소산나트륨용액 처리구가 비교적 낮은 처리효과를 나타내었다.

수삼의 표면세척을 위하여서는 고압살수처리가 실용적이고 효과적인 것으로 조사되었다. 고압살수처리 시 연마제를 첨가하면 세척 효과 및 미생물 제어효과가 향상되고 물만 분사할 때에 비해 낮은 압력에서도 관능적으로 만족할 만한 청결도를 나타내었다. 수삼의 세척 후 표면 수분의 효과적인 제거방법으로 압축공기 또는 원심분리식 탈수가 효과적이었다.

수삼을 고압살수 방법 등으로 세척 처리 시 발생하는 표면 손상 치유를 위해 표면에 5%글리세롤과 0.5% 알긴산염을 수삼 표면에 처리하였던바 선도연장에 효과가 큰 것으로 나타났다.

세척수삼의 선도연장을 위한 표면처리기술 개발을 위하여 수삼의 세척처리 후 에탄올처리, 글리세롤처리, 알긴산을 단독으로 처리하였던바 수삼의 선도 연장에 효과를 보였다. 이와 같은 처리 효과를 보다 향상시키기 위해 수삼을 세척처리한 후 에탄올을 처리하고 이에 글리세롤, 알긴산을 각각 부가적으로 복합 처리하였으며, 더 나아가 알긴산과 글리세롤을 혼합 처리하였던 바 복합처리에 따른 선도연장 상승효과를 미미한 것으로 나타났다.

세척수삼의 현행 포장 방법으로는 진공포장방법을 사용하고 있는데 포장 초기의 품질상태는 비교적 양호하나 일정 시간이 경과하면서 포장 내 진공이 풀리며 이취 및 이미가 발생되어 상품성이 소실되는 문제가 있는 것으로 조사되었다. 세척수삼의 선도 연장을 위한 포장 방법연구로 다양한 포장 재질 및 가스치환 방식을 적용하였던 바 선도유지를 위한 포장방법으로는 PP 재질의 포장용기에 수삼을 포장하고 OPP 재질의 필름을 사용하여 밀봉 포장하는 것이 효과적인 것인 것으로 조사되었으며, 포장 시 용기 내부공기를 질소가스로 100%치환하는 것이 선도유지기간을 연장하는데 상승효과를 보였다.

세척수삼 제조과정 각 단계에서 발생한 연구결과를 현장 적용을 위한 실증시험을 단계별로 실시하였고, 최종적으로는 이를 종합하여 복합적으로 처리 시행하였던 바, 수삼의 세척은 고압살수처리 또는 이에 불용성 연마제를 혼입처리 하는 것이 바람직하며, 뇌두부위는 제거한 후 수삼표면에 에탄올, 글리세롤 및 알긴산염을 단독으로 처리하는 것이 수삼의 유통기간연장 및 외관 등의 품질유지에 효과적인 것으로 조사되었다. 표면 처리가 된 수삼은 PP재질의 포장용기에 담고 OPP 재질의 필름을 사용하여 밀봉 포장하는 데 용기 내부공기를 질소가스로 100%치환하는 것이 선도유지기간 연장에 상승효과를 나타내었다.

이와 같이 처리한 수삼의 소비자 선호도를 조사하였던바 5% glycerol로 코팅된 수삼이 코팅하지 않은 처리구보다 더 높았으며, 또한, 뇌두를 제거한 수삼의 만족도가 더 높았다. 뇌두 제거 후 코팅된 수삼에 대해 63.6%가 매우 만족한다고 응답하였다. 세척수삼을 PP Tray를 이용해 OPP film으로 포장한 형태에 대해서는 매우 만족한다고 응답한 경우가 72.7%였으며, 진공포장의 경우 54.5%가 만족한다고 응답하였다.

세척 수삼의 포장 방법별 유통가능기간을 비교하여 보면 뇌두가 있는 상태의 경우 개발포장방법 적용 시 3점을 기준으로는 기존 진공포장에 비해 0℃에서는 1.7주, 10℃에서는 0.5주, 20℃에서 2.8일 정도 더 상품성이 유지될 것으로 예측된다.

뇌두를 제거할 경우 진공포장의 경우 0℃에서는 9.8주, 10℃에서는 3.3주, 20℃에서는 9.1일정도, 개발 포장 방법을 사용할 경우 0℃에서는 12.5주, 10℃에서는 4.6주, 20℃에서는 13.8일정도 상품성을 유지할 수 있을 것으로 계산되었다.

세척수삼을 글리세롤로 처리한 경우 0℃에서 13.1주, 알긴산을 처리한 경우 13.8주로 표면처리

에 의해 상품성 유지기간이 4.1-4.8주 정도 더 연장되는 것으로 나타났다. 표면처리제 중 글리세롤과 알긴산의 효과를 상호 비교하여보면 0℃에서 유통할 경우 알긴산처리가 더 효과를 보인 반면 10℃에서는 글리세롤처리가 더 효과를 보였다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

개발된 기술은 홍삼제품, 홍삼, 홍삼농축액, 홍삼파우치, 태극삼등을 생산하며 세척수삼제조 유통 사업을 하고 있는 백제인삼협동조합에 제조현장의 애로기술을 해소토록 '세척수삼유통을 위한 처리기술'을 이전하여 하였다. 또한 개발기술은 추후 백제인삼협동조합 이외 필요로 하는 농민 및 생산자 단체 및 기업에 단계적으로 이전할 계획이다.

수삼의 선도 연장기술 및 수삼의 소비 진작 관련 내용의 기술교육을 인삼 재배농민, 유통업자 및 연구자 등을 대상으로 10여회 실시하였다. 또한 참여기업인 백제인삼협동조합을 우선 하여 수삼의 채굴, 포장, 처리 등 대상기관의 애로사항을 해소키 위해 과제 수행 중 수시로 기술을 지원하였고, 금산 소재 수삼의 유통업체, 전북인삼협동조합, KT&G 인삼연구소, 진안홍삼연구소 등에 수삼유통관련 애로 기술을 해소키 위한 기술 지원을 실시한바 있다.

이와 더불어 수삼의 선도연장기술과 관련하여 2009년 10월 한국식품연구원 주관으로 개최된 '제3회 고려인삼의 세계화를 위한 전략수립 및 제품개발 심포지엄'에서 수삼의 수확현장에서부터 유통단계에 이르기까지 현행 문제점과 개선 방안을 제시한 '수삼의 선도유지기술'관련 내용이 10여개의 매체를 통하여 홍보된바 있다.

한편 연구개발을 통하여 얻은 결과 중 산업적으로 의미가 있는 것으로 판단된 수삼표면의 피막 처리방법(출원번호: 10-2010-0034 306)등 2건의 특허를 출원하였다. 또한 연구를 통하여 얻은 학술적 결과를 수삼관련 연구자들과 공유키 위해 '세척처리에 따른 수삼표면의 미생물 제어효과' 등 16편(게재 2편, 게재예정 2편, ISHS 투고 2편, 발표 10건)의 논문 학술지에 게재 및 발표하였다.

그동안 인삼에 관한 연구는 주로 홍삼 등 인삼의 기능성 및 효능평가와 가공기술개발 위주로 수행되었으며, 수삼의 저장 및 유통, 수삼을 원료로 신선가공 제품류에 대한 연구는 극히 한정된 연구진에 의해 일부만 수행되어 왔다. 수삼은 인삼 전체 소비량의 45%로 가장 큰 비중을 차지하며, 다른 농산물에 비해 고가인 경제 작물임에도 불구하고 수삼의 저장 및 유통기술은 매우 타 농산물에 비해 매우 낙후되어 있다. 따라서 인삼산업활성화를 통한 국민 건강증진과 재배농민의 소득증대를 위하여서는 수삼의 활용도 제고를 위한 저장 유통기술의 선진화와 수삼을 소재로 한 가공식품의 개발이 필요한 것으로 판단된다.

SUMMARY

I. Title

Development of Technology for Quality Enhancement of Fresh Ginseng with Consumer Convenience

II. Purpose and Necessity of Research

1. Purpose

The purpose of this study are creation of new demand and enhancing competitiveness of fresh ginseng products as in food through establishing secure and reliable supply system of high quality washed fresh ginseng.

The following technologies were developed to meet consumer needs in terms of quality and hygiene at a reasonable prices

- Development of secure and stable management system of fresh ginseng
- Development of consistent system for effective and hygiene pre-treatment, dehydration, packaging of fresh washed ginseng
- Research for expand and secure the safety in terms of consumer friendly consumption
- To solve technical difficulties of joint company involved in the development of this research project

Necessity

Mainstream of ginseng products were primary process product such as red ginseng, white ginseng and Taegeuk ginseng, and secondary process product such as ginseng extract, ginseng powder, ginseng tea, ginseng drink and sugared ginseng.

With the increasing demand for ginseng products and openness of domestic market, low cost of imported Chinese ginseng and ginseng products became erode domestic ginseng products in domestic market. The rapid erosion of the domestic market due to low cost foreign ginseng products, accordingly domestic ginseng cultivation is very likely to decline. In case of fresh ginseng, distribution is made by maintaining appearance of fresh ginseng, differentiation with imported fresh ginseng has a very favorable characteristic in terms of competitiveness of the domestic ginseng.

Ginseng consumption equivalent to the amount of fresh ginseng, were 45% for fresh ginseng account for the highest percentage, 33% for red ginseng, 25% for white ginseng and 2% for Taegeuk ginseng, respectively. Proportion of red ginseng has been increasing

while amount of white ginseng has been decreasing.

Meanwhile, investment for technology and product development of ginseng processed products such as red ginseng to promote ginseng consumption through the expansion ginseng industry. Playing a large portion in terms of consumption of fresh ginseng is still the case being distributed in the traditional way. Thus, new approach to expand the consumption of fresh ginseng is needed. 67.9% of fresh ginseng is distributed through professional dealers, and system through market is only 32.1%. Fresh ginseng traded in traditional market is priced primarily by the subjective quality of award and distribution process is very vague.

Also, standard for fresh ginseng distribution is managed, but large gap between the filed and established specifications. Most of fresh ginseng is still distributed in the traditional method depending on the size specified 10 to 16 grades than cultivation years. More, fresh ginseng is distributed customary way depending on the size than cultivation years without objective specification, and also has short shelf life due to deterioration during distribution.

Economic level as well as recent improvements in consumer's desire for health increases the demand for fresh ginseng in the trend has been steadily increasing. Well-being trend to enable the domestic ginseng industry is a very good chance to meet the needs of consumers and luxury brands will contribute greatly to the stabilization and activation of ginseng industry.

Fresh ginseng as new health-oriented foods are very likely to increase as the demand in these environmental changes. Therefore, in order to expand consumption of fresh ginseng only very limited food material, creation of new demand in variety of fresh ginseng as various food material should be taken into account. Minimal processing of fresh ginseng will be new way to strengthen the foundation of domestic ginseng industry by contributing to public health as well as preventing erosion of domestic market through a low-cost foreign-made product diversification.

One of the factors disturbing the expansion of fresh ginseng consumption is cleaning before use and absence of retail packaging. Recently, washed fresh ginseng have been emerged as an alternative to solve this problems, but a lot of parts in terms of prices and quality have to be solved. Currently on the market, agricultural cooperative and the companies using the similar system for washed fresh ginseng, but handling separately by their own production and distribution. Overall, the system and process technology itself is not enough to satisfy the consumer's desire for high quality fresh ginseng.

Terms of price point, washed ginseng is more expensive than unwashed ginseng. Amplitude of the seasonal sales price is relatively big due to quality loss during storage and act as barrier to market expansion in addition. To secure stability and quality of fresh ginseng during distribution, postharvest treatment, packaging and distribution should be establish a batch system. Moreover, consumers increasingly becoming conscious about the

quality, differentiated by technology, product management and fresh distribution is urgently requested. However, a lack of understanding about the nature of fresh ginseng, washing and microbial control technology, retail packaging technology is not enough to solve real problems. Therefore, the quality and hygiene in terms of consumer needs, secure management technology, washing, packaging and distribution technology for consumer and environmentally friendly are deemed necessary.

III. Contents and Scope

Consistent system was developed and synthesized by combination of pretreatment, dehydration, packaging and distribution of fresh ginseng. In order to secure fresh ginseng, management system was developed to control the quality from harvest stage.

The effectiveness of this study was verified by joint company. In addition, expansion and ensure safety for consumption in terms of consumer and eco-friendly were conducted.

Research in each area for research conducted in order to achieve the goal and scope are as follows

Development of stable management technology of fresh ginseng

- research of pretreatment and packaging for stable supply of fresh ginseng
- research of post-harvest pretreatment and packaging for stable supply of fresh ginseng
- research of long-term storage for stable supply of fresh ginseng
- research of verification of pretreatment and packaging of fresh ginseng

Development of consistent system of washing, dehydration, packaging and distribution for manufacturing of washed fresh ginseng

- research of washing, dehydration and surface healing of fresh ginseng
- research of packaging method for shelf life extension of fresh ginseng
- verification of developed technology

Research of expansion and safety of fresh ginseng in terms of consumer consumption

- research of consumer awareness and evaluation of fresh ginseng at market
- analysis of the quality requirements of consumers and effect of washing treatments on safety of fresh ginseng
- analysis of customer satisfaction and shelf life set of washed fresh ginseng

IV. Results

In this research, on-site packaging, pretreatment technology, postharvest technology including storage and packaging were studied in order to obtain a stable fresh ginseng as raw materials. Through this study, management techniques such as shelf life extension were

developed to manage the quality of fresh ginseng from the harvest stage.

In addition, effective pretreatment and packaging method were developed to create new demand as a food ingredients and value enhancing in terms of quality and sanitation. Developed technologies were verified step by step and developed a consistent system.

Harvested fresh ginseng was collected by staff packaged in PP bags, then transported to sorting area. In order to minimize damage occurs using PP bags and to reduce on-site usability, plastic box with a form was considered advantageous. Considering price and practicality that is commercially available 10, 20kg box with hole and without hole were selected. After analyzing the effect of hole presence, plastic box with hole was effective in the field.

Harvesting fresh ginseng is very easily damaged on tissue and damaged tissue is contaminated by soil microorganism such as *Cylindrocapon destructans*, *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas panacis*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Fsarium oxysporum*. Fresh ginseng is harvested in the soiled state during storage and distribution, qualitative and quantitative losses during this period due to microbial growth are frequent. To suppress decay by microorganism, removal of surface dirt, water washing, 70% ethanol immersion and carbon dioxide treatment were tried. Remove surface dirt and ethanol processing, and carbon dioxide treatment was effective in maintaining quality of fresh ginseng.

Harvesting season of fresh ginseng is from September until the end of November and around March next year, temperature of fresh ginseng depends on land temperature and ambient temperature at harvest, if necessary, precooling temperature after harvest is considered necessary. It is effective to use box with hole, inside box to the lining of the PE film at precooling.

Currently, box for storage and distribution are 75kg corrugated box, which is difficult to handle and easily damaged by careless handling. In addition, stacking efficiency of corrugated box is very low in terms of space utilization.

To maintain quality of fresh ginseng and promote distribution and storage, it is needed to improve the current way of packaging. To this end, according to the size and shape of packaging, cooling rate, and compare the quality, 20kg plastic box with hole is effective, especially in terms of storage utilization. In order to extend the shelf life of fresh ginseng according to harvest season, fresh ginseng harvested at fall showed low respiration rate, decay ratio and weight loss than harvested at spring, causing relatively good sensory quality.

To find ways to improve temperature management of fresh ginseng, ginseng cellar temperature management were investigated. Depending on the size of company and storage reservoirs, there was a huge difference in management level. In order to solve these problems, post-harvest management technologies in storage manager for the education and

skills was considered necessary.

To reduce weight loss of fresh ginseng during storage, effect of relative humidity to fresh ginseng should be minimized. Using a thickness of 0.7mm PE film in the lining of the upper seal was effective.

The storage effect on the packaging materials, 0.07mm PE film showed excellent results in terms of sensory quality and decay ratio compared to others.

In order to establish proper storage temperature, temperature of -3°C , -1.5°C and 0°C was applied. Beginning of storage, decay rate was lower at -3°C but higher after 12 weeks than other temperatures. Meanwhile, degree of deterioration during storage was highest at 0°C and lowest at -3°C . Surface color changes according to storage temperature was higher at -3°C than other temperatures.

As a results of packaging method at harvesting area, proposed 20kg plastic box with holes showed about 77% precooling efficiency than 75kg corrugated box.

In addition, validation of effect on surface treatment and packaging method using fresh ginseng have been used in the experiment were made.

Investigation of fresh ginseng ratio with merchantability after 12 weeks storage showed 61.7% and 74.2% for corrugated box and plastic box, respectively. Also, fresh ginseng ratio treated with carbon dioxide was 75.6% showed inhibitory effect of decay.

Effect of washing and pretreatment was investigated for field application.

Investigation of microbial count on fresh ginseng parts was made. Head of fresh ginseng appeared to be the highest microbial count and determined the most serious deteriorated part. To inhibit microbial spoilage during distribution, the effect of microbial study was investigated. In order of ethanol, sodium hypochlorite and electrolytic water treatment showed the highest control rate to viable microbe.

For washing surface of fresh ginseng, high pressure water washing turn out to be practical and effective. Addition of abrasive can improve the microbial control and cleaning effect when compared to spray water at low pressure, sensually showed satisfactory results. After washing, removal of surface water by compressed air and centrifugal dehydration was effective.

To heal surface damage by high-pressure spraying, 5% glycerol and 0.5% alginate salts on the surface of fresh ginseng was effective for shelf life extension.

Vacuum packaging is widely used currently, which is relatively good intial quality. Within a certain period of time, vacuum packaging emitted off-flavor and off-taste causing loss of marketability. Various packaging methods were applied to extend the shelf life of fresh ginseng, gas flushing with 100% nitrogen gas of PP container with OPP lid film show best synergistic effect on shelf life extension.

Field test of developed technologies at each step were carried out step by step. As such, investigation of consumer preferences for processed fresh ginseng was carried out. Fresh ginseng coated with 5% glycerol showed higher preference than non-coating ginseng, also, removal of ginseng head showed higher satisfaction. After removal of ginseng head coated with glycerol, 63.6% consumer was satisfied with the treatment.

In case of applying developed packaging method, shelf life of fresh ginseng with head are expected to be 1.7 weeks at 0°C, 0.5 weeks at 10°C and 2.8 days at 20°C, respectively compare to conventional vacuum packaging.

In case of applying developed packaging method, shelf life of fresh ginseng without head are expected to be 12.5 weeks at 0°C, 4.6 weeks at 10°C and 13.8 days at 20°C, respectively compare to conventional vacuum packaging.

In case of surface treatments, shelf life of fresh ginseng were 13.1 weeks for glycerol treatment and 13.8 weeks for alginate treatment at 0°C, which showed retention period was extended about 4.1 to 4.8 weeks by the surface treatment. Cross-comparing the effect of surface treatments, alginate treatment was more effective at 0°C, whereas glycerol treatment was more effective at 10°C.

V. Utilization of Results

Technology developed transferred in 2011 to Baekje Ginseng Cooperative Association which manufacturing and distributing various ginseng products, and used to eliminate the technological bottleneck. In addition, developed technology further transferred to other cooperative and producer group in stages.

Meanwhile, the results obtained through research, which is deemed significant industrial point have 2 patents pending including 'surface coating method of fresh ginseng(application number: 10-2010-0034 306)'. In addition, scientific results obtained from studies related fresh ginseng were published in journal and presented papers such as 'washing treatment effect based on microbial control of ginseng surface' and others.

CONTENTS

Chapter 1 Outline of Research Project	21
Section 1 Purpose of Research	21
Section 2 Necessity of Research.	21
Section 3 Content and Scope of Research	26
Chapter 2 State of Art Report	30
Section 1 Storage and Utilization of Fresh Ginseng	30
Section 2 Quality Control of Fresh-cut Produce	35
Chapter 3 Research Performed and Results	39
Section 1 Experimental Content and Methods	39
Section 2 Storage of Fresh Ginseng	46
1. Improvement of collecting reservoir at field	46
a. Structure of collecting reservoir	46
b. Effects of collecting reservoir on quality	50
2. Pre-treatment of fresh ginseng after harvest	52
a. Surface cleaning treatment.	52
b. Effects of Surface cleaning treatments on quality	56
3. Pre-cooling and packaging of fresh ginseng	65
a. Internal temperature and pre-cooling of fresh ginseng	65
b. Quality of fresh ginseng by pre-cooling treatment	67
c. Effects of pre-cooling treatment at optimal conditions	70
d. Reservoirs of fresh ginseng for storage and its' effects	73
4. Storage of fresh ginseng	79
a. Storability of fresh ginseng by harvesting season	79
b. Temperature distribution in conventional storeroom	86
c. Effects of moistening treatment on quality of fresh ginseng	94
d. Effects of MAP conditions on quality of fresh ginseng.	98
e. Studies on optimal storage temperature of fresh ginseng	106
5. Empirical test of developed pre-treatment and storage technologies	119
a. Effects of developed pretreatment and packaging technology	119
b. Effects of developed storage technology	121
6. Quality of fresh ginseng in market and quality changes of fresh ginseng by temperature	132
a. Quality of fresh ginseng in market	132
b. Quality changes of fresh ginseng by temperature	136

Section 3 Technologies for Washed Fresh Ginseng	143
1. Consumer attitude to washed fresh ginseng	143
a. Intake patterns and consumer attitude to fresh ginseng	143
b. Quality requirement on washed fresh ginseng	150
2. Technologies for Washed Fresh Ginseng.	156
a. Surface treatment for reduction of microorganisms	156
b. Elimination of surface free water	165
c. Curing treatment for extension of freshness.	167
d. Packaging methods for storage of fresh ginseng	185
e. MAP conditions for storage of fresh ginseng	197
f. Complex treatment for extension of freshness	213
3. Empirical test of developed technology for washed ginseng	233
a. Empirical test of pretreatment technology	233
b. Empirical test of packaging method	241
c. Empirical test of complex treatment.	252
4. Quality test of washed ginseng by consumer	262
a. Prefer to washed fresh ginseng and packages	262
b. Quality satisfaction of washed fresh ginseng.	263
5. Factors affected on quality of washed fresh ginseng and shelf-life	264
a. Factors affected on quality	264
b. Shelf-life	269
Chapter 4 Research Attainment and Contributions to Related Field	271
Chapter 5 Application of Research Products	273
Chapter 6 Information from Abroad	276
Chapter 7 References	283

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	2
제 1 절 연구개발의 목적	21
제 2 절 연구개발의 필요성	21
제 3 절 연구개발의 내용과 범위	26
제 2 장 국내외 기술개발 동향	3
제 1 절 수삼관련 국내외 기술개발	30
제 2 절 신선편이식품 관련 국내외 기술개발	35
제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과	3
제 1 절 연구개발 수행내용 및 방법	39
제 2 절 원료수삼의 안정적 비축기술 개발	46
1. 수삼의 채굴 현장 수집용기 개선 연구	46
가. 수집용기 구조연구	46
나. 수집용기별 효과조사	50
2. 수삼의 수확후 전처리기술 연구	52
가. 수삼의 저장 전 소독/세척 처리	52
나. 적정 소독/세척처리의 실증시험 및 효과 분석	56
3. 수삼의 예냉처리 및 포장 연구	65
가. 수확시기에 따른 수삼의 품온과 예냉처리	65
나. 예냉 처리에 따른 수삼의 생리특성 및 품질특성 변화분석	67
다. 적정 예냉처리의 효과 분석	70
라. 수삼의 저장용 포장용기 및 포장방법에 따른 효과	73
4. 수삼의 장기 비축기술 확립	79
가. 채굴시기에 따른 수삼의 저장 안정성 조사	79
나. 저장고내 온도 균일 분포 기술 연구	86
다. 개발포장 기술 및 보습처리에 따른 수삼의 저장효과 분석	94
라. 환경기체조건에 따른 수삼의 저장효과 분석	98
마. 수삼의 적정 저장온도 연구	106
5. 수삼의 산지 전처리 및 저장기술 적용 실증실험	119
가. 전처리 및 포장방법에 따른 효과비교	119
나. 수삼의 안정적 장기 비축기술 적용실증 실험	121
6. 유통수삼의 품질 평가 및 유통온도에 따른 품질 변화	132
가. 유통수삼의 품질 평가	132
나. 유통온도에 따른 품질	136

제 3 절 세척수삼처리기술 개발	143
1. 수삼 및 세척 수삼에 대한 소비자 인식조사	143
가. 수삼의 소비실태 및 수삼에 대한 소비자 인식 조사	143
나. 세척수삼의 품질요구수준 분석	150
2. 세척수삼 제조를 위한 처리기술 개발	156
가. 표면 세척 및 미생물제어 기술연구	156
나. 세척수삼의 표면수 제거기술연구	165
다. 세척수삼의 표면치유 및 보존 처리기술연구	167
라. 세척수삼의 적정 포장용기 연구	185
마. 세척수삼의 포장 내 적정 환경설정 연구	197
바. 수삼의 고품위 복합처리기술개발	213
3. 수삼의 세척, 전처리, 피막처리, 포장처리 개발 기술의 실증시험	233
가. 수삼의 세척 등 전처리 기술 적용 실증 시험	233
나. 세척수삼의 포장방법 적용 실증시험	241
다. 세척수삼 제조를 위한 복합처리기술적용 실증 시험	252
4. 세척수삼의 소비자 품질평가	262
가. 수삼에 대한 세척 및 포장형태의 선호도	262
나. 세척수삼의 소비자 품질만족도 평가	263
5. 세척수삼의 유통 중 품질변화 요인 분석 및 유통기간설정	264
가. 세척수삼의 유통 중 품질변화 요인 분석	264
나. 세척수삼의 유통기간설정	269
제 4 장 목표달성도 및 관련연구 분야에의 기여도	1
제 5 장 연구개발성과 및 성과 활용계획	2
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보	4
제 7 장 참고문헌	283

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

고품위의 안전한 소포장 세척 수삼을 안정적으로 공급할 수 있는 생산체계 구축하여 식품소재로서 새로운 수요창출과 수삼의 상품 경쟁력 확보 및 부가가치 제고를 목표로 품질 및 위생측면에서 소비자의 욕구를 충족시키며, 합리적인 가격으로 유통시킬 수 있도록

- 원료의 수삼의 안정적 확보관리기술을 개발하고
- 이를 사용한 실용적이고, 효과적인 수삼의 위생적 전처리, 탈수, 포장 및 유통의 일관시스템을 개발하고
- 소비자 및 친환경적 측면에서 소비확대 및 안전성 확보를 위한 연구를 수행하여
- 본 과제의 참여기업으로 기존 세척수삼의 가공시설을 운영하고 있으나 기술상 애로를 겪고 있는 참여기업에 개발기술의 지원을 목적으로 본 연구를 수행하였다.

제 2 절 필요성

1. 국내외 인삼의 생산현황

인삼은 위도 34~42° 범위에서 주로 재배되고 있으며 주요재배국은 한국, 중국, 미국, 캐나다로, 생산량은 중국이 가장 많고, 다음으로는 한국, 캐나다, 미국의 순으로 추정되고 있다. 중국 등 주요 인삼 재배국은 우리나라 보다 상대적으로 고위도에 위치하고 있어 여름철 고온장애 및 높은 습도에 의한 피해가 적어 인삼을 재배하는데 유리하다. 특히 중국은 동북 3성중 지린성이 중국 전체 77%에 해당하는 인삼을 생산하는 것으로 알려져 있다. 캐나다의 경우 온타리오주가 전체 생산량의 63%를 차지하며, 콜롬비아주도 36%로 주요산지이다. 미국의 경우 위스콘신주, 버지니아주, 캔터키주, 테네시주, 웨스트버지니아주 등지에서 생산되며, 위스콘신 지역이 전체 생산량의 97%를 차지한다. 세계 인삼 생산량은 정확히 파악되지 않고 있으나, 수출량 등을 감안하여 추정할 때 건삼을 기준으로 연간 40,000톤 내외로 추산되고 있다(Table 1-1).

국내 인삼생산량은 2000년 기준 13,664톤이었고, 생산액은 3,728억원으로 2002년까지 생산량이 급격히 증가되었다가 2003년 이후 다소 감소되는 경향을 보였다. 그러나 2006년 이후 다시 인삼 생산량이 급증하여 2009년 인삼 생산량은 2000년의 약 1.7배에 해당하는 23,285톤이었고, 생산가액은 8,278억원으로 2.2배에 달했다(Table 1-2).

Table 1-1. Cultivating conditions and production of ginseng in major countries

구분	한국	중국	캐나다	미국	
위도	36~38°	40~44°	45~48°	40~45°	
기상여건	재배지의 표고(m)	150~450 중간산지	500~1000 고원 산악 및 구릉지	200~350 산록 구릉지	100~250 준 평야지
	7~8월 강우량 (mm)	620 집중호우	250 비교적 고른 강우	150 고른 강우	180 고른 강우
	최고기온(℃)	29.3~30.0	23.5~25.0	24.5~26.0	25.0~26.5
생산량(톤)	1987년	14,424	13,396 ¹⁾	456	2,356
	1997년	12,259	19,000 ¹⁾	2,950	4,000
	2001년	13,215	52,168	2,483	2,052

¹⁾ 중국의 생산량 중 1987년과 1997년 자료는 견삼으로 추정됨

* Source: 전병선. 고려인삼의 유통현황과 명품화 제품 개발 전략. 제 30차 한국식품저장유통학회 학술발표회. pp. 47-54. 2009, KOTRA 중국 베이징무역과(2003), 미국 위스콘신 주정부, 농수산물유통공사(2003), 중국임업통계연감(2000)

Table 1-2. Statistical data on ginseng production in Korea

구분	2000	2002	2004	2006	2007	2009
재배농가(호)	23,011	23,430	13,797	15,856	19,850	23,285
재배면적(ha)	12,445	12,873	13,081	16,405	17,831	19,702
신규면적	4,216	4,480	4,096	4,496	4,875	4,287
생산량(톤)	13,664	16,662	14,668	19,850	21,818	27,460
수확면적(ha)	2,872	3,593	2,880	3,449	3,801	4,314
생산액(억원)	3,728	5,598	5,681	7,069	7,355	8,278

* Source: 2009 인삼통계자료집, 농림수산물식품부 채소특작과 (2010. 5)

2. 국내·외 인삼의 소비현황

최근 생활수준의 향상으로 인해 건강에 대한 욕구가 높아지면서 인삼에 대한 관심도 증가되고 있으며, 다양한 식품가공기술의 발달과 함께 소비자의 기호에 부응하는 다양한 제품이 개발되어 점차 인삼제품에 대한 수요가 증가하고 있다(1). 연도별 인삼의 수요를 살펴보면 1990년은 총 13,889톤이 소비되었는데 이중 수출물량은 3,844톤이었으며, 국내 소비는 9,924톤이었다. 이후에 1994년까지 꾸준히 소비가 증가하다가 경기침체를 겪은 1995년~1998년에는 인삼 소비량이 크게 줄었다. 1999년~2003년에는 안정적으로 국내 소비가 꾸준히 증가 하였으나 수출물량은 다소 감소하는 추세를 보였고, 2004년 이후 인삼소비량은 국내외에서 다소 안정되었다. 2006년 이후 인삼소비량은 급증하여 2009년 총 소비량은 27,459톤으로 국내소비량은 23,403톤으로 크게 증가하였고, 수출물량도 4,056톤으로 90년 이후 최고치를 갱신하였다(Table 1-3). 국내외에서 소비된 수삼의 형태를 2009년도 소비량(27,460톤)을 기준으로 추정된 자료에 의하면 전체소비량의 45%에 해당하는 12,377톤이 수삼으로 소비되고 있으며, 이는 전량 내수용으로 판매되었다. 홍삼용은 전체의 33%에 해당되는 9,061톤이 소비되었는데 이중 뿌리삼 가공이 2,990톤으로 전체의 33%이었고, 가공 제품류가 6,071톤으로 나머지 67%를 차지하였으며, 수출량과 내수물량의 비율은 비슷한 수준이었다. 태극삼의 용도로 소비된 것은 전체의 2%에 해당되는 549톤으로 이중 81%는 수출되었고, 19%가 내수에서 소비되었다. 백삼용은 전체 소비량의 25%인 5,493톤으로 이중 뿌리삼 가공제품이 전체의 95%를 차지하였으며, 가공 제품류는 276톤으로 5%밖에 되지 않았다. 백삼은 태극삼용과 반대로 내수판매가 5,120톤으로 절대적으로 높았고, 수출은 373톤으로 7%수준이었다(Table 1-4).

Table 1-3. Foreign and domestic market demand of Korean ginseng

구 분	내 수(톤)	1인당소비 (kg/인)	수 출	계
'90	9,924	0.26	3,844	13,889
'92	10,432	0.26	2,909	13,508
'94	11,700	0.28	2,453	14,297
'96	7,698	0.17	2,465	10,200
'98	8,611	0.19	3,001	11,634
'00	12,106	0.26	1,964	14,080
'02	15,657	0.33	1,739	17,428
'04	12,896	0.27	2,601	14,796
'06	18,791	0.39	2,533	21,324
'07	19,958	0.41	2,974	22,932
'09	23,403	0.48	4,056	27,459

① 물동량; 수삼기준

② 수삼환산 제조수율 적용

원형삼 27%, 분말 24%(원형삼의 90%수준), 엑기스 13.5%(원형삼의 50%수준), 차류10%(용량의 10%), 넥타 7%(용량의 7%), 음료류 0.3%(용량의 0.3%).

* Source: 2009 인삼통계자료집, 농림수산물식품부 채소특작과 (2010. 5)

Table 1-4. Types of Korean ginseng product in the market.¹⁾

단위: 톤

용도	총 소비량	수출	내수
수삼	12,377톤(45%)	0 (0%)	12,377 (100%)
홍삼	9,061톤 (33%)	뿌리삼 가공: 2,990 (33%)	897 (30%)
		가공 제품류: 6,017 (67%)	3,643 (60%)
태극삼	549톤 (2%)	뿌리삼 가공:549 (100%)	104 (19%)
백삼	5,493톤 (25%)	뿌리삼 가공: 5,217 (95%)	4,982 (95.5%)
		가공 제품류: 276 (5%)	138 (50%)

¹⁾ 2009년 생산량 기준 농협중앙회 추정자료

* Source: 2009 인삼통계자료집, 농림수산물부 채소특작과 (2010. 5)

3. 수삼유통활성화

인삼을 소재로 한 제품유형은 홍삼, 백삼, 태극삼 등 1차 가공 인삼류와 1차 가공인삼을 이용한 농축 인삼류, 인삼 분말, 인삼차, 인삼음료, 인삼과자, 당침인삼 등이 주류를 이루고 있다. 인삼제품의 수요가 증가함에 따라 국내산 인삼을 이용한 인삼가공제품의 생산 및 수출이 꾸준히 증가함과 더불어 국내 인삼시장의 개방됨에 따라 중국산 등 저가의 인삼제품류가 국내 반입됨에 따라 국내 인삼제품시장이 잠식되어가고 있다. 저가의 외국산 인삼 가공 제품류의 국내 시장 잠식이 급속히 진행된다면 이에 따라 국내 인삼재배 기반이 위축될 가능성이 매우 높는데 수삼의 경우 외형이 유지된 채로 유통됨으로 화기삼 등 수입 산과 차별화가 가능하여 우리 인삼의 경쟁력 제고 측면에서 매우 유리한 특징을 갖고 있다. 수삼량으로 환산한 인삼의 소비량은 수삼이 45%로 가장 높은 비중을 차지하며 홍삼원료 33%, 백삼원료 25%, 태극삼 원료로 2%가 소비되고 있는데, 가공 삼 중 홍삼이 비중이 점차 증가하고 있는 반면 백삼의 량은 감소하고 있다. 그동안 인삼의 소비확대를 통한 인삼산업의 활성화를 위해 홍삼 등 가공 삼에 대한 기술 및 제품개발에 많은 투자가 이루어져왔는데, 소비량 측면에서 큰 비중을 차지하는 수삼의 경우 아직까지도 재래의 전통적인 방식에 의해 거래 유통되고 있음에 따라 수삼의 소비확대를 위한 새로운 접근이 필요하다. 수삼은 67.9%가 포전매매상인 등 인삼전문상인을 통해 유통되고 있으며, 시장이나 조합을 통한 계통출하는 32.1%에 지나지 않으며, 금산 등의 재래식 시장에서 주로 거래되는 수삼은 주관적인 품질판정에 의해 가격이 결정되는 등 유통과정이 매우 불투명한 단계이다. 또한 수삼 유통은 표준규격을 제정 운용하고 있으나, 제정규격이 현장과 큰 괴리가 있으며, 대부분 금산시장을 통하여 연근보다 크기에 따라 10-16개로 세분화된 관행적 유통 방식에 머물러 있다. 수삼은 연근보다 크기에 따라 관행적으로 유통되는 등 수삼품질에 대한 객관적인 규격이 정립되어 있지 않고, 또한 유통기간이 짧고 유통기간 중에 수삼의 부패로 인하여 품질이 저하되는 유통 상에 문제점이 있어 이에 대한 개선이 요구되고 있다.

최근 경제 수준의 향상과 더불어 건강 증진에 대한 소비자의 욕구가 증가함에 따라 수삼의 수요가 꾸준히 증가하고 있는 추세에 있으며 웰빙 붐은 국내 인삼산업의 활성화를 위해 매우 좋

은 기회이므로 소비자들의 욕구에 충족할 수 있는 명품인삼 및 브랜드화는 우리나라 인삼산업의 안정화 및 활성화에 크게 기여할 것으로 판단된다. 이러한 소비환경변화에 있어 수삼은 새로운 건강 지향형 식품소재로서 수요 증가 가능성이 매우 높다. 따라서 우리 수삼의 소비 확대를 위해서는 단지 삼계탕 소재 등 매우 제한적인 기존의 소비방식을 탈피하여 소비자의 새로운 수요를 창출하기 위하여서는 수삼을 다양한 식품소재로 이용하는 방안이 강구되어야 한다. 수삼의 신선편이제품화는 수삼의 소비촉진 및 신세대의 수삼에 대한 식품소재로서의 재인식을 통해 국민 건강증진에 기여함은 물론 제품 다양화를 통한 저가의 외국산 인삼 가공 제품류의 국내 시장 잠식 방지를 통하여 국내 인삼산업 기반을 강화할 수 있는 새로운 방안으로 판단된다.

수삼의 소비확대에 장애가 되는 요인 중의 하나는 사용 전 세척 등 전처리 등의 번거로움과 필요량만큼 사용할 수 있는 소포장 형태의 제품이 마땅치 않음을 들 수 있는데 최근 이러한 문제를 해소키 위한 방안중의 하나로 세척수삼이 부상되고 있으나, 품질 및 가격 측면에서 개선되어야 할 부분이 많다. 이러한 기술 애로가 해소 된다면 현재로서의 시장규모는 매우 미미하지만 이러한 수삼의 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 최근 소비자의 편의성을 부여한 세척수삼을 유통시키기 위해 인삼협동조합(백제인삼조합, 파주김포인삼조합, 안성인삼조합)과 동원F&B가 사업에 참여하고 있으나 사업자체는 부진한 실정이며, 동원F&B의 경우 회사의 사정상 세척수삼사업을 중단한 상태이다.

현재 유통되고 있는 세척수삼은 농협 및 업체가 시스템은 거의 유사한 것을 사용하여 생산하지만 각각 나름대로의 별도 처리방법에 의하여 생산, 유통되고 있는데 전반적으로 시스템 및 처리 기술자체가 소비자의 구매욕을 만족시킬 만큼 고품위 상품화를 공급키 위한 가공, 포장 및 유통기술 수준이 매우 낮고, 유통기간이 짧은 문제를 갖고 있는데, 특히 기술 수준이 낮은 3개 인삼농협의 경우 생산을 중단해야 하는 등 상당한 애로를 겪고 있다. 가격 면으로 보면 시판되는 세척수삼이 흙 수삼에 비해 고가이며 계절별 판매가격의 진폭도 비교적 큰데 이는 세척수삼의 시장 확대에 장애요인으로 작용하고 있다. 아울러 계절별 판매가격의 진폭도 비교적 큰데 이는 원료 수삼의 저장 중 질적 손실발생 등에 의한 가격 인상요인에 기인하는 것으로 판단된다.

수삼의 유통 중 안전성 및 품질 안정성을 확보하기 위해서는 수삼에 적합한 수확 후 전처리, 포장, 유통 등의 일괄 시스템을 확립하여야 한다. 더욱이 소비자의 품질에 대한 인식은 선진국 수준으로 높아지고 있어 고품질, 차별화 등의 신선 유통기술에 의한 상품관리가 절실히 요청되고 있으나, 수삼의 특성에 대한 이해 부족, 세척 및 미생물 제어기술, 소포장 유통관련 기술 미비 등의 실질적인 문제점들은 이에 부응하지 못하고 있다.

따라서 품질 및 위생측면에서 소비자의 욕구를 충족시키며, 합리적인 가격으로 유통시킬 수 있도록 원료의 수삼의 안정적 확보관리기술과, 이를 사용한 수삼의 위생적 전처리, 100% 세척, 연속식 탈수, 기능성 포장 및 유통을 위한 기술을 소비자 및 친환경적 측면에서 새로운 유통관리기술의 개발 노력은 반드시 필요하다고 판단된다. 특히 처리·가공·유통기술 애로로 인하여 설치된 생산시설을 원활히 활용치 못하고 있는 참여기업인 백제인삼협동조합을 비롯한 인삼농협의 가공사업 활성화를 통한 인삼산업기반 강화를 위하여 관련기술의 개발 및 현장실용화가 절실하다.

제 3 절 연구개발의 내용과 범위

세척 수삼제조를 위해 효과적인 전처리, 세척, 탈수, 포장 및 유통기술을 개발 하고 이를 종합한 일관시스템 개발을 시도하였으며, 원료의 수삼의 안정적 확보를 위하여 수삼의 수확단계에서부터 품질을 관리할 수 있는 관리기술을 개발 수행하였다. 이러한 연구는 현장 실용화를 위해 참여기업이며 협동연구기관인 백제인삼협동조합이 개발기술의 효과를 검증하였다. 아울러 세척수삼의 소비자 및 친환경적 측면에서 소비확대 및 안전성 확보를 위한 연구를 실시하였다. 각 분야별 연구목표를 달성하기 위해 실시한 연구 내용 및 범위는 다음과 같다

- 원료수삼의 품질확보기술개발
 - 원료 수삼의 안정적 공급을 위한 채굴현장 포장 및 전처리 기술 연구
 - 원료 수삼의 안정적 공급을 위한 수삼의 수확후 저장 전처리 및 포장 기술 연구
 - 원료 수삼의 안정적 공급 을 위한 수삼의 장기비축 기술 연구
 - 원료 수삼의 포장, 전처리 및 저장기술의 효과 검증

- 세척수삼의 고품위 부여기술개발
 - 수삼의 효과적인 세척, 탈수, 미생물 제어기술 개발
 - 세척수삼의 선도유지를 위한 표면 피막처리기술 개발
 - 세척수삼의 선도유지를 위한 효과적인 포장방법 개발
 - 세척 수삼 처리 단계별 개발기술의 효과 검증

- 원료수삼 및 세척수삼의 신선도유지 실증 시험
 - 수삼의 저장 전처리 및 저장기술적용 실증 시험
 - 표면 세척, 전처리 및 포장 기술의 현장적용 실증 시험
 - 세척수삼제조를 위한 복합 처리기술현장 적용 실증 시험

- 소비자 및 친환경적 측면에서 소비확대 및 안전성 확보를 위한 연구
 - 세척 및 시판수삼의 소비자인식조사 및 유통수삼의 품질평가
 - 소비자의 품질요구분석 및 세척처리가 수삼의 안전성 증진에 미치는 효과 조사
 - 세척수삼의 소비자 만족도 평가와 유통기간설정

연도별 연구 목표, 내용 및 범위

1차년도 (2008)

연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
세부 1) 수삼의 효과적인 세척 탈수, 표면치유기술 개발	○수삼의 표면 세척 및 미생물 제어 기술개발 ○세척수삼의 표면수 제거 기술 연구 ○세척수삼의 표면 치유 및 보존처리기술 연구	○ 수삼의 표면 세척 및 미생물제어 기술개발 -처리 방법별 미생물 제어 효과연구 -세척방법에 따른 품질특성조사 ○ 세척수삼의 표면수 제거 기술 연구 -처리방법별 표면수분제거효과 조사 -처리방법별 품질특성조사 -최적 탈수조건 설정 ○ 세척수삼의 표면 치유 및 보존처리기술 연구 -피막제 처리방법연구 -피막제처리 처리효과조사
세부2) 원료 수삼의 안정적 공급을 위한 채굴현장 포장 및 전처리 기술 연구	○채굴현장 수삼 수집용기 개선연구 ○수삼의 수확후 전처리 기술 연구	○ 채굴현장 수삼 수집용기 개선연구 -채굴수삼 수집용기 구조연구 -수집 용기별 효과조사 ○ 수삼의 수확후 전처리 기술 연구 -소독/세척에 따른 수삼의 생리특성 및 품질특성분석 -예냉처리에 따른 수삼의 생리특성 및 품질특성 변화 분석
협동) 수삼의 효과적인 세척 등 전처리기술 활용체계 구축	○표면 세척 및 전처리 기술 현장적용 실증 시험	○ 표면 세척 및 전처리 기술 현장적용 실증 시험 -개발세척 및 전처리 기술 적용에 따른 품질 특성 분석 -관행적 방식 대비 개발 기술적용에 따른 품질 유지 효과 비교 분석
위탁) 세척 및 시판수삼의 소비자인식조사 및 유통수삼의 품질평가	○소비자들의 수삼에 대한 소비실태 및 인식조사 ○유통 수삼의 품질평가	○ 소비자들의 수삼에 대한 소비실태 및 인식조사 -수삼에 대한 인식 조사 및 분석 -수삼의 소비형태 및 빈도 분석 -세척수삼에 대한 소비자 인식조사대항 조사 수행 ○ 유통 수삼의 품질평가 -포장상태 및 외관평가 -내부 품질 평가 -미생물평가

2차년도 (2009)

연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
<p>세부 1) 세척수삼의 선도유지를 위한 효과적인 포장방법 개발</p>	<p>○세척수삼의 적정 포장용기 연구</p> <p>○세척수삼의 포장 내 적정 환경설정연구</p> <p>○수삼개체의 표면보존처리기술 개발</p>	<p>○ 세척수삼의 적정 포장용기 연구 -수삼의 적정 포장구조 연구 -포장내 보습효과 부여기술연구</p> <p>○ 세척수삼의 포장 내 적정환경설정연구 -MAP처리가 품질에 미치는 영향연구 -MAP처리의 미생물억제에 미치는 영향연구</p> <p>○ 수삼개체의 표면보존처리기술 개발 -단독 및 복합형피막제 처리연구</p>
<p>세부2) 원료 수삼의 안정적 공급을 위한 수삼의 수확후 저장 전처리 및 포장 기술 확립</p>	<p>○수삼의 수확후 저장 전처리 및 포장기술 확립</p>	<p>○ 수삼의 수확후 저장 전처리 및 포장기술확립 -적정 소독/세척 처리의 실증시험 및 효과 분석 -적정 예냉처리의 효과 분석 -저장용 포장용기 및 포장방법 효과 검증</p>
<p>협동) 세척수삼의 선도유지를 위한 포장방법과 원료 수삼의 전처리 및 포장 기술 활용체계 및 구축</p>	<p>○세척수삼의 선도유지를 위한 포장방법 현장 적용 실증 시험</p> <p>○수삼의 저장 전처리 및 저장 기술적용 실증 시험</p>	<p>○ 세척수삼의 선도유지를 위한 포장방법 현장 적용 실증 시험 -개발포장재 및 포장 기술 적용에 따른 품질특성분석 -관행적 방식 대비 개발기술적용에 따른 품질유지 효과 비교 분석</p> <p>○ 수삼의 산지 전처리 및 저장기술적용 실증 시험 -관행적 방식과 개발 기술의 품질유지 효과 비교 분석</p>
<p>위탁) 소비자의 품질요구분석 및 세척처리가 수삼의 안전성 증진에 미치는 효과 조사</p>	<p>○세척수삼에 대한 품질요구 수준 분석</p> <p>○세척처리가 수삼의 안전성에 미치는 영향조사</p>	<p>○ 세척수삼에 대한 품질 요구 수준 분석 -수삼의 외관, 세척도, 포장 등에 대한 품질 요구수준 분석</p> <p>○ 세척처리가 수삼의 안전성에 미치는 영향조사 -원료수삼의 잔류 중금속 및 농약류 분석 -세척처리방법에 따른 잔류 중금속 및 농약류제거효과 조사 -훈삼 및 시판세척 수삼의 잔류 중금속 및 농약류 분석</p>

3차년도 (2010)

연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
<p>세부 1) 세척수삼의 새로운 처리 및 유통기술 확립</p>	<p>○수삼의 고품위 부여 및 선도유지를 위한 복합처리기술 개발</p>	<p>○ 수삼의 고품위 부여 및 선도유지를 위한 복합처리기술 개발 -세척수삼처리를 위한 단계별 최적 조건 설정 및 복합 적용성 평가 -세척수삼처리를 위해 설정된 단계별 최적 조건에서의 품질 평가 및 미생물 제어 효과 확인 -수삼의 유통중 품질 안정성 향상을 위한 최적 MAP 조건 설정 및 적용성 평가 -설정된 최적 MAP조건에서의 품질 평가 및 미생물 억제 효과 확인</p>
<p>부2) 원료 수삼의 안정적 공급을 위한 수삼의 장기비축기술 확립</p>	<p>○수삼의 안정적 장기 비축기술 확립</p>	<p>○ 수삼의 안정적 장기 비축기술 확립 -채굴시기(봄/가을)에 따른 수삼의 저장안정성 조사 -저장고내 온도 균일분포 기술 연구 -개발포장기술 및 보습처리에 따른 수삼의 저장효과 분석 -환경기체조건에 따른 수삼의 저장효과 분석</p>
<p>협동) 세척 수삼의 복합처리 및 신선도유지 기술의 활용 체계 구축</p>	<p>○세척수삼제조를 위한 복합처리기술현장 적용 실증 시험 ○수삼의 안정적 장기 비축기술 적용 실증 시험</p>	<p>○ 세척수삼제조를 위한 복합 처리기술현장 적용 실증 시험 -관행 방식 대비 개발기술 적용에 따른 품질유지 효과 비교 분석 ○ 수삼의 안정적 장기 비축기술 적용 실증 시험 -관행 방식 대비 개발기술 적용 효과 비교 분석</p>
<p>위탁) 세척수삼의 소비자 만족도 평가와 유통기간설정</p>	<p>○세척수삼의 소비자 품질평가 ○세척수삼의 유통 중 품질 변화 요인 분석 및 유통기간설정</p>	<p>○ 세척수삼의 소비자 품질만족도 평가 -세척수삼의 외관, 세척도, 포장 등에 대한 소비자의 관능평가 ○세척수삼의 유통 중 품질변화 요인 분석 및 유통기간설정 -온도에 따른 영향 분석 -유통시기에 따른 영향 -유통기간 설정</p>

제 2 장 국내외 기술개발동향

제 1 절 수삼관련 국내외 기술개발

1. 수삼의 저장

수삼은 수확 후 가공공정을 거치지 않은 인삼으로 이는 모든 인삼제품의 원료가 되므로 원료삼의 저장은 수삼 뿐만 아니라 인삼 가공제품의 품질과도 직결되는 문제로 매우 중요하다.

수삼은 일반적으로 9월~11월에 수확하는데, 수확한 수삼은 그늘진 곳에서 흙을 털어 외관 상태를 기준으로 파삼을 구분하고, 건전한 삼은 크기별로 선별하여 100차(75kg) 포장용 골판지상자에 70~80kg씩 담아 판매되기 직전까지 저온창고에 보관한다(2). 저장된 수삼은 저장 1~2주 이내에 시장에 판매되거나 홍삼 및 백삼 등의 제품으로 가공되는 경우가 대부분이고, 품질이 우수한 수삼은 유통을 목적으로 저장하기도 한다. 일부에서는 수삼의 저장 중 무게손실과 병원균 감염을 방지하기 위한 목적으로 5℃ 이하에서 수냉식 방법이나 강제 통풍식 방법을 이용한 예냉 처리를 권장하고 있으나(2), 일반적으로는 예냉 과정을 거치지 않고 바로 저장한다. 수삼은 저온에 대한 민감성이 다소 낮기 때문에 최대한 저온 저장을 하는 것이 품질유지에 효과적이라는 보고(2)가 있으나 실질적인 수삼의 선도연장을 위한 최적 저장온도에 대해서는 과학적인 연구 자료가 없는 상태이다. 수삼을 10일 정도 단기로 저장할 때는 수분함량의 감소 정도를 고려하여 3~4℃의 냉장저장이 적합하다는 연구결과가 있었으나(3) 장기 저장온도에 대해서는 다양한 조건이 제시되어 있다. '수확 후 관리기술 요람(2)'에 의하면 수삼의 최적 저장온도는 0℃이며, 상대습도는 95% 이상 유지해야 한다고 기술되어 있고, '농업기술종합정보(4)'에서는 수삼의 수확 후 저장온도를 3~8℃로 권장하고 있으나, 금산시장 주변 산지 현장에서는 인삼상인에 의해 자체적으로 0~-2℃에서 저장하고 있다. 수삼의 자료 조사결과 수삼의 저장온도에 대한 명확한 자료가 충분치 않아 국내 유통공급처인 주요 수삼 산지 농협 6곳을 추가로 인터뷰 조사하였던바 수삼의 채굴 후 저장온도를 0~-1℃로 설정하는 농협은 2곳이었으며, -2~-3℃에 저장하는 곳은 4곳이었다. 그러나 지역에 따라 채굴직후와 평상시 저장온도를 다르게 하는 곳도 있었으며, 단기보관과 장기보관의 차등을 두어 관리하는 곳도 2곳이나 있는 것으로 나타났다. 또한 저장온도 설정과 관련된 근거가 있는지 여부에 대해서는 모든 응답자가 수삼의 적정 저장온도에 대한 객관적 증거 없이 관행적으로 저장온도를 설정하는 것으로 응답하였다(Table 2-1). 이밖에 수삼의 선도 연장을 위한 연구에 적용하였던 저장 온도(가속실험 제외)를 조사한 결과 -10℃(3), 0℃(1, 5-7), 2℃(8) 및 4℃(3, 9-11)가 저장온도로 설정되어 이 또한 앞의 조사결과와는 차이가 있다.

Table 2-1. Storage temperature of fresh ginseng applied in the agricultural cooperative's refrigerating system

	저장온도	기타	설정 근거
A 농협	0~-1℃	-	없음
B 농협	-2~-3℃	채굴직후 -1℃ 저장	
C 농협	-3℃	-	
D 농협	0~-1℃	-	
E 농협	-2~-3℃	단기보관 시 2℃ 저장	
F 농협	-2℃	여름: -5~0℃ 저장, 채굴직후 -1℃ 저장	

2. 수삼의 생리적 특성

수삼의 빙점은 -1.8℃이며, 수삼의 호흡속도는 25℃ 상온에서 52.8ml CO₂·⁻¹ kg⁻¹· hr⁻¹이다(2). 수삼의 호흡률은 개체크기가 클수록, 수분함량이 적을수록 낮아지는 경향을 나타내며, 수확계절에 의해서도 다소 영향을 받는다(Table 2-2). 수삼의 호흡률과 관련된 연구로는 김 등(5)은 수삼이 채굴시기에 따른 호흡 특성을 비교하고자 6월부터 이듬해 4월까지 10개월 동안 6차례에 걸쳐 채굴된 수삼의 호흡률을 측정하였던 바, 3월부터 호흡률이 꾸준히 증가하다가 8월에 최고치에 도달한 후 다시 감소하는 경향을 보였으나 호흡계수 산출결과 가을철과 봄철에 채굴한 수삼의 호흡계수는 큰 차이를 보이지 않았다. 크기에 따른 호흡 특성은 개체 당 중량이 증가할수록 호흡률이 감소하는 경향을 나타냈고, 온도에 따른 호흡률은 0℃에 비해 20℃가 약 5~6배 정도 증가하였으며, 증가 추세는 채굴시기에 따라 다소 차이가 있었다. 저장기간에 따른 호흡률은 0℃에서 90일 저장한 경우 초기값의 50% 미만을 나타내었다고 보고하였다. 수삼은 70%의 탄수화물, 8~12%의 조단백질, 1~3% 조지방, 4~6% 회분, 유리당 그 외 미량성분들로 구성되어 있으며(12), 부위 및 채굴시기, 저장 조건에 따라 함량변화가 일어나는 것으로 보고되어 있다(13). 수삼의 조단백질 함량은 지상부 출연기인 4월에 가장 높고, 지상부 전개 완료기인 6월이 가장 낮다. 조지방 및 조섬유 함량은 개화기인 5월에 가장 높고, 유리당 함량은 4월에 최대이고, 5월이 최소이다. 기능성 성분의 함량은 개화기인 5월이 가장 높지만, 기능성 성분 총 함량은 10월이 가장 높고(2), 특히 4년근보다 5, 6년근이 더 많이 함유하고 있는 것으로 보고되어 있다(Table 2-3).

Table 2-2. Respiratory characteristics of ginseng¹ by size and temperature (8)

Temperature (°C)	Respiration rate (CO ₂ ml/kg · hr)				Respiration quotient			
	Large ²		Small		Large ³		Small	
	Nov.	Mar.	Nov.	Mar.	Nov.	Mar.	Nov.	Mar.
0	3.62	2.62	4.72	3.22	1.00	0.97	1.11	1.00
5	4.42	4.52	8.08	6.88	1.09	1.08	1.19	1.07
10	10.66	11.09	17.51	13.62	1.12	1.06	1.11	1.13
20	23.10	23.30	28.70	36.57	1.02	1.09	1.16	1.10

¹ Harvested at Nov. 10, 1996 and Mar. 1997

² Large: 152-197g/root, Small: 65-83g/root

³ Large: 99-141g/root, Small: 62-64g/root

Table 2-3. Saponin contents of Korean ginseng by growing age

(Unit: %/dw)

Growing age	2	3	4	5	6
Total saponin	2.26	3.26	3.33	4.65	4.66
Crude saponin	4.89	6.49	6.54	7.98	7.98

* Source: 고려인삼학회지, 11-1, 1987

3. 수삼의 선도 연장을 위한 연구

수삼에 대한 연구로는 기능성을 다루는 것이 주를 이루며, 수삼의 저장성을 조사한 연구로는 김 등(14)이 수삼표면 흙을 물로 제거한 후, 0℃에서 0.05mm PE film에 넣어 저장한 결과 저장 60일까지 비교적 우수한 품질을 보였으며, 변질률은 9.7%였다는 연구결과가 있었다. 또한 김 등(8)이 수삼의 수확시기에 따른 특성을 연구하고자 각각 10, 11, 12월에 수확한 수삼을 3개월간 저장하여 중량 감소율과 변질률 및 경도를 측정하고 11월에 수확한 수삼의 저장성이 가장 좋고, 10월에 수확한 수삼의 저장성이 가장 낮다는 보고가 있었다.

수삼의 선도 연장을 목적으로 진행된 연구는 CA(Controlled Atmosphere) 및 MA(Modified Atmosphere)저장과 관련된 것이 대부분이다. 윤(1)은 수삼을 CA포장 시 수삼의 부패율 및 중량감소 뿐만 아니라 ginsenoside함량과 전분함량 감소 등의 변화가 적어 효과적이라고 보고하였고, 전 등(15)은 수삼을 4℃에서 MA 저장 시 저장 8주까지 곰팡이가 발생되지 않았으며, 수삼을 PP필름에 넣어 저장한 경우 외관의 변질 없이 12주간 저장할 수 있었다고 보고하였다. 이 등(16)은 수삼을 탄산가스 및 산소 농도가 다른 4개의 CA 처리조건을 적용하여 저장한 결과 수삼의 저장기간 연장 가능성을 제시하였고, 저장온도와 가스 조성비 등의 검토의 필요성을 언급하였다. 또한 전 등(15)은 4℃의 CA조건에서 12주간 수삼을 저장한 결과 CA저장 수삼의 품질이 0.025~0.03mm 두께의 HDPE, CPP 및 OPP포장군 및 냉장 저장 수삼보다 우수하였고 보고하였고, 손 등(10)이 세척한 수삼을 한 뿌리씩 연포장재 필름에 넣어 상압, 진공, 이산화탄소 충전, 이산화탄소 질소혼합 등의 형태로 25℃에서 저장한 결과 이산화탄소-산소-질소(25:5:70)혼합가스 충전 포장군이 외관품질이 가장 양호하다고 보고하였다.

MA 저장 시에도 중량감소와 경도, 전분함량 및 ginsenoside의 변화를 억제시킨다는 보고가 있었는데(17), 포장재의 두께가 두꺼울수록 중량 감소율이 낮은 것으로 나타났으며(8), 특히 0.07mm 두께의 PE필름을 사용한 경우 품질이 양호하였다는 보고가 있다(18). 김 등(8)은 MA 포장에 따른 수삼의 저장 중 품질을 알아보려고 수삼을 2℃에서 0.03mm와 0.05mm, 0.07mm의 PE 및 PP필름을 이용하여 포장한 후 5개월간 저장한 결과 0.07mm 두께의 PP필름 포장군이 중량감소와 경도변화가 가장 적었고, 변질률에 있어서는 0.07mm두께의 PE필름 포장군이 가장 효과적인 것으로 보고하였다. 또한 남궁 등(19)은 빙점강하제로 30% Sorbitol용액에 30분간 침지한 수삼을 -2℃에서 저장할 경우 0℃와 5℃저장에 비해 각각 2배와 3배 정도 저장성을 연장하는 효과를 보였다고 보고하였고, 이외에도 저온저장법(4℃), 급속냉동저장법, 감압저장법, 천연물로부터 수삼변질억제물질을 연구하는 등 수편의 연구가 수행되었지만 실제 냉장저장법과 MA저장법 중 일부만 실용화 되고 있을 뿐, 수삼 저장의 기본이 되는 저장 온도와 관련된 연구는 전무한 상태이다(20-21).

수삼은 저온저장을 하더라도 저장조건에 따라 외관품질이나 관능특성이 크게 달라질 수 있는데, 저온에서 1개월경과 후 수삼의 뇌두와 표면의 손상부위에서 곰팡이가 발생하기 시작하여 수삼의 품질이 크게 저하되었다는 보고가 있다(22). 수삼은 일반적으로 가을에 채굴하여 이듬해 해동기까지 유통되기 때문에 적정저장온도는 수삼의 저장 중 질적, 양적 손실을 감소시키는 데 가장 기본적인 요소이고, 더 나아가 고품질의 인삼 및 가공품의 수출경쟁력을 높이는데 가장 기본적이며, 필수적으로 판단된다. 그러나 현재 수삼은 적절한 저장기술이 확립되어 있지 않은 관계로 수확기에는 홍수 출하가 불가피하며, 단경기에는 질적·양적손실 및 가격변동이 크기 때문에 적절한 저장온도의 확립이 우선되어야 한다.

4. 수삼을 소재로 한 신선편이 식품화 연구

조 등(23)은 수삼에 대한 소비자 인식 조사를 수행하였던바 전 연령층에서 수삼에 대한 선호도가 높았으며 나이가 증가함에 따라 수삼의 선호도가 증가하였다. 수삼은 '삼계탕 등 끓여서'와 '우유와 함께 갈아서' 등의 형태로, 주로 여름과 겨울에 섭취하는 것으로 조사되었고 맛과 향보다는 건강에 도움이 된다는 인식으로 섭취하고 있었다. 수삼의 구입경험에 대한 조사결과, 조사대상자의 66.5%는 구입경험이 '있다'고 응답하였고, 구입 장소로는 대형할인마트를 이용하는 경우가 가장 많았으며, 그 다음으로 산지시장과 재래시장을 고르게 이용하였다. 주요 구입처를 선호하는 이유는 대형할인마트는 '가까워서 편리하기 때문에'라는 응답이 가장 많았으며, 백화점과 산지시장은 70% 이상 많은 소비자들이 '품질을 믿을 수 있어서'라고 응답하는 등 구입처에 따른 선호이유가 차이를 보이지만 대부분이 구매 시 품질을 가장 중요한 고려사항으로 인식하고 있었다. 세척수삼의 구입경험에 대한 조사결과, 먹기 위해 또는 선물하기위해 구입한 경험이 있다고 응답한 소비자는 32.9% 이었으나, 67.1%의 소비자는 구입경험이 없다고 하였다. 수삼 형태에 대한 선호조사에서는 66.8%의 소비자가 '흙 묻은 수삼'을 선택하였으며, 33.2%의 소비자는 '세척 수삼'을 선호한다고 응답하였다. 흙 묻은 수삼의 선호 이유는 '품질을 눈으로 확인하기 쉽기 때문에'라고 하였고, 세척수삼을 선호하는 이유는 '위생적'(40.0%)이고 '보관이 편리해서'(33.2%) 인 것으로 조사되었다. 세척수삼이 판매될 때, 55.0%의 소비자가 구입할 의향이 '있다'라고 응답하였고, '잘 모르겠다'고 응답한 소비자는 27.9%이었다. 수삼을 세척 포장하기 위한 추가비용지불 의향에 대한 조사에서 조금이라도 추가 지불 의향이 있는 소비자는 58.8%였고, 40대 미만의 경우에는 추가지불에 대한 응답이 높았으나, 40대 이상 연령층에서는 동일할 경우 구입하겠다는 의견이 더 높은 것으로 조사되었다.

김 등(24)은 수확직후 흙이 묻은 수삼을 저장·유통시키는 기존방식을 개선키 위한 기초연구로 표면을 세척한 수삼의 저장 중 품질변화를 흙이 묻어 있는 수삼과 비교하였다. 변질률은 세척수삼이 대조구에 비해 낮았는데 10℃에 저장한 대조구의 수삼이 세척 처리하여 20℃에서 동일기간 저장하였던 수삼에 비해 변질이 빨랐다. 10℃에서 45일간 저장하였던 세척수삼의 항목별 관능적 평점은 6.8~8.2점 범위이었던 반면 대조구는 5.7~6.9점 범위를 나타내었다. 세척수삼은 대조구에 비해 생균수는 0.87 log unit, 곰팡이 및 효모는 1.55 log unit, 대장균군의 경우 0.95 log unit 낮은 값을 보였으며 이러한 경향은 저장 기간 동안 유지되었다.

이 등(25)은 인삼의 저장 유통시키는 기존 방식을 개선키 위한 기초 연구로 표면 세척을 한 인삼의 저장 중에 품질변화를 세척 살균수로 저온 냉각수(2℃), 전해수(pH 8.0-8.5, HClO 80 ppm), 이산화 염소수(5 ppm)를 사용하여 품질특성을 비교 하였다. 살균조건별 미생물의 변화는 10, 20℃에서 전해수 80 ppm이 효과적인 것으로 분석되었다. 또한 세척방법에서 이산화 염소수의 경우 전해수 처리구와 비슷한 경향으로 분석되었다. 또한 이 등(25)은 인삼표면세척 시스템 활용을 통하여 선도유지 및 안전성이 확보된 인삼을 이용하고자 연구를 수행하였다. 세척 인삼 품질, 원물 품질 등을 단위 공정 별로 경도, 중량, 온도변화를 비교한 결과 일반인삼의 경우 이송 컨베이어 속도는 1.0 LPM, 수압은 35 kg/cm², 분사각도는 40°, 분사높이는 5 cm, 분사노즐 왕복속도는 1 sec, 탈수풍속은 30 m/sec, 건조온도는 설정온도 35℃에 내부온도 30-35℃ 로 운영조건을 제시하였다. 한편 김 등(26)은 수삼을 세척한 후 포장한 상태로 유통시키기 위한 연구의 일환으로 수삼의 세척처리 방법에 따른 표면세척효과 및 미생물 감균 효과를 조사하였다. 수확 직후 수삼의 부위별 생균수는 5.85~6.63 log CFU/ea범위로 뇌두 부위가 가장

많았고 다음으로는 지근과 주근 순이었다. 부위별 곰팡이 수는 3.67~5.12 log CFU/ea 범위로 뇌두 부위가 많았으며 주근과 지근은 거의 유사한 수준이었다. 수삼표면을 상압살수, 고압살수 및 솔질 처리를 하였던 바 고압살수처리에 의해 세척도가 증가하고, 표면 미생물을 감소시킬 수 있었으나 그 효과는 솔질처리의 경우보다는 낮았다. 세척한 수삼의 표면 미생물 수를 더 낮추기 위해 부가적으로 에탄올용액, 차아염소산나트륨용액, 과산화수소용액, 전해산화수, 오존수 및 중온수를 각각 처리하였던 바 전해산화수 및 에탄올 처리 시 생균수와 곰팡이 수가 세척한 수삼에 비해 각각 0.79 CFU/ea, 0.51 log CFU/ea 정도 감소하여 다른 처리구에 비하여서는 우수하였으나 처리구간의 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

제 2 절 신선편이식품 관련 국내외 기술개발

최근 생활수준의 향상과 더불어 건강에 대한 관심이 커지고 식생활의 다양화와 식품관련 정보 증가 등 식품소비와 관련된 여러 주변 환경이 변화함에 따라 고품질, 안전 농식품 소비가 증대하고 있으며, 식품 소재로도 가공식품 보다는 신선한 과일 및 채소류의 소비가 증가하고 있다(27-30). 이와 같이 소비자들의 식품소비 경향이 기호성·기능성 신선식품과 과채류의 소비 증가로 나타남에 따라 식품 제조 및 가공에도 많은 변화를 가져오고 있으며, 유통업체나 외식업체 등 식자재 공급시장이 확대되면서 신선편이식품 시장이 급성장할 것으로 예상된다(31-33). 따라서 향후 농산물의 유통은 소비자가 사용하기 편리하고 안전하며 신선한 형태가 그 중심을 이룰 것이다.

신선편이식품은 1990년대 초부터 미국, 영국, 프랑스 등에서 급성장하였다(34-35). 미국에서는 2000년대에 들어 소비되는 모든 신선과일, 채소류 상품의 약 10% 이상을 신선편이식품이 차지하였고, 2005년도에 이르러서는 신선편이식품의 판매율이 4배가량 증가하였으며(36), 그 시장 규모는 향후 5년간 해마다 10~15% 가량 확대될 것이라고 예측되고 있다(37). 국내에서도 핵가족화, 맞벌이 확대 및 소득증대 등은 소비의 편의성을 추구하게 되었고, 이러한 시장의 요구에 따라 신선편이식품이 크게 증가하였다. 이는 식품의 생산과 유통 방식을 변화시키고 있으며, 식품안전관리의 대상과 방법의 변화를 수반하게 된다(38). 신선편이식품은 특별한 가열공정이 없기 때문에 미생물의 오염 및 증식에 있어 잠재적 위험성을 내재하고 있다. 이와 관련하여 현재 우리나라에서는 즉석섭취 편의식품류를 포함하는 신선편이식품이 식품공전상 새로운 유형으로 고시되어 미생물기준규격이 중점 관리되고 있으며, 외국에서도 고위험 식품으로 분류되고 있다(39-40).

신선편이식품은 절단, 박피 등 가공방법에 의해서 식품 조직 내 상처로 인한 호흡률 및 효소활성을 변화시켜 품질에 영향을 줄 수 있으며(41), 가공 및 유통과정을 거치면서 병원성 미생물에 오염될 가능성을 내재하고 있다(33, 42). 신선편이식품의 미생물오염 정도는 제품 생산단계 보다는 세척 및 포장단계에서 큰 영향을 받는 것으로 추측되며(33), 이러한 미생물로 인한 품질저하를 예방하기 위해서 halogen 화합물, 산화제 등을 이용하여 화학적 살균처리하거나 자외선(UV)조사, 오존(O₃)(43), 전해산화수(44-45) 및 열수(Hot water)(46) 등의 방법이 이용되고 있다. 또한, 처리공정의 청결유지를 위한 CIP(Clean In Place) 및 위해 가능성이 있는 요소를 찾아 분석 평가하며 그 위해성을 제거하고 안전성을 확보하기 위하여 중점적으로 관리하는

HACCP(Hazard Analysis Critical Control Points) 등에 관한 연구가 진행되고 있다(47-48).

과채류의 표면에 오염되어 있는 대부분의 미생물학적 위해요소들은 수돗물을 이용한 간단한 세척과정으로는 제거되지 않기 때문에 이러한 위해요소를 저감화하기 위한 보다 안전하고 효과적인 살균소독방법에 관심이 높아지고 있다(49-50). 신선편이식품은 가공 중 세척공정을 통해서 표면으로부터 흙과 미생물 등을 제거하게 되는데(51), 세척공정에서는 주로 살균소독제를 이용하여 신선편이식품 내에 병원균을 제거한다. 현재 살균소독제로는 100~200 ppm 농도의 염소가 가장 많이 이용되고 있다(52). 염소는 효과적이고 경제적인 살균소독제로 세균, 바이러스, 곰팡이 등의 병원성 미생물이나 부패균을 사멸시키는 능력이 있어 과일 및 채소에 대해 효과적이다. 염소수의 항균 활성은 세척수 내 유기물에 의해 감소되므로(53), 세척수가 재사용되는 경우, 높은 유기물 함량에 의해 염소의 활성이 감소되거나 신선편이식품의 오염 가능성을 증가시킬 수 있다(54). 물의 온도, pH, 처리시간, 산물의 형태 및 시료에 대한 물의 비율 등도 채소 오염 제거를 위한 세척효과에 영향을 줄 수 있다(55-56). 최근에는 염소가 유기물과 반응하여 THMs(Trihalomethanes)과 chloramines 같은 발암 물질을 형성한다는 보고에 따라 오존(O₃), 이산화염소(ClO₂) 등 염소를 대체할 수 있는 방법에 대한 연구가 수행되고 있다(57-58). 미국 식품의약품안전청에서는 과일과 채소를 소독하기 위해 80 ppm을 초과하지 않은 농도에서 peroxyacetic acid의 세척수 이용 및 500~1200 ppm 범위에서의 acidified sodium chlorite 사용을 승인하였다(55, 59).

1. 신선편이식품 가공공정

신선편이식품은 단순히 세척, 절단된 것으로 보일 수 있으나 실제 위생적인 가공시설을 갖추고, 고도의 선도유지 기술을 이용하여 제조되고 있다. 신선편이식품의 일반적인 제조과정은 원료 수확 후 필요에 따라 예냉 및 저온저장을 실시한 후 선별, 다듬기 등 전처리 과정을 거치게 되고, 3~4회 세척, 탈수, 포장, 출하 등으로 이루어진다. 가공과정 중 세척은 원료의 흙이나 해충 등 이물을 제거하며 미생물 제거를 목적으로 실시되는 공정으로 최종제품의 미생물적 안전성을 높이는 가장 중요한 방법이다(60). 신선편이식품의 포장은 이들 제품을 생산하는 마지막 공정으로 선택적 기체투과성이 있는 LDPE(Low Density Polyethylene), HDPE(High Density Polyethylene), PP (Polypropylene), EVA(Ethylene Vinyl Acetate) 등이 포장재로 사용되고 있다(61). Modified atmosphere(MA) 포장은 신선편이식품의 산소(O₂) 농도를 감소시키고, 이산화탄소(CO₂) 농도를 증가시키는 방법으로 저장유통 중 품질유지를 위해 사용되어 왔다(62). 또한, 신선편이식품의 저장성을 높이기 위해 기능성 포장방법이 적용되기도 하는데, 이에 사용되는 기능성 물질들은 sachet 형태로 포장내부에 밀봉하거나 포장재 자체에 혼입하여 사용할 수 있다(63).

2. 신선편이식품의 품질특성 및 변화

신선편이식품의 저장성을 높이기 위해서는 물리적, 생화학적 변화를 추적하고 제어하는 기술이 필요하다. 신선편이식품의 주요품질변화는 갈변, 조직연화 및 미생물 오염이다. 신선편이식품에 대한 연구는 박피 및 절단처리 시 발생하는 변색을 억제하기 위한 연구가 많으며, 미생물로 인한 위해를 방지하기 위한 길항성 유기물(antagonistic organism), 천연적인 항미생물 화합물

(antimicrobial compounds)나 천연 식물성 휘발성분 등을 신선편이식품 제조 및 포장단계에 첨가하여 미생물로 인한 위험성 및 부패를 방지하기위한 연구가 보고되고 있다. 많은 관련 연구 및 기술개발이 시도되는 것에 비해 실제 품질안전성 확보를 위한 가공업체의 관련시설 및 기술은 매우 미흡한 단계로, 제품의 품질 및 위생수준도 업체별로 큰 차이를 보이고 있어 소비자 신뢰도도 높지 않은 실정이다.

가. 신선편이식품의 갈변

갈변의 원인은 매우 다양한데, 특히 PPO(polyphenoloxidase)라 불리는 효소반응은 갈변의 주요 요인이다(64-65). Phenol 성분은 1차적으로 quinone을 생성하며 반응이 진행됨에 따라 quinone이 중합 혹은 공중합 산화를 거쳐 갈색 색소인 melanine을 생성하고 이러한 갈색화 반응과정 중에 여러 가지 종류의 이화학적 특성 변화가 일어난다(66). 효소적 갈색화 반응의 최종 물질인 melanine은 indole-5,6-quinone monomeric subunits로 이루어진 규칙적인 중합체로 이 중합체는 tyrosinase에 의해 tyrosine 또는 DOPA(dihydroxyphenylalanine)의 산화과정을 경유해서 형성된다(67). PPO 활성과 polyphenol 총합량은 갈변현상에 관여 하는 주요인자로(68), 신선편이식품의 효소적 갈변현상은 주로 PPO에 의해 식물에 내재된 phenol의 산화 및 형성된 quinone이 melanine으로 되는 비효소적인 중합이 이루어지게 된다(69). PPO는 분자상 O₂를 소비하면서, 두 가지 다른 반응을 촉매하며, diphenols를 연속해서 quinone으로 산화시키는 반응을 촉매한다(70). Quinone은 갈변 반응 중 불안정한 hydroxy quinone을 형성하며 쉽게 산화, 중합되어, 암갈색 또는 난용성의 중합물을 생성하여 비효소적 산화가 빠르게 진행되며, 이 quinone 화합물은 amine과 쉽게 반응 한다. 이 반응 생성물은 glycine의 탈아미노화에 관계되는 중간 생성물이며, 암색색소 형성과 관련이 있다(70). PPO는 식품의 종류 및 품종에 따라 기질 특이성이 다른 것으로 알려져 있으며 이는 생육시기, 저장조건 및 기타 처리방법 등에 따라 달라진다. Coultate 등(71)은 감자의 주된 기질이 chlorogenic acid이며 양파 PPO의 주된 기질은 protocatechuic acid라 하였고 사과, 배에서는 chlorogenic acid라 하였다. 이러한 갈변을 억제하기 위해서는 온도관리를 통해 저온저장을 유지하여 호흡속도를 감소시켜 숙성 및 노화를 지연시키거나 적절한 상대습도로 조절하여 수분손실을 방지 하는 것이 필요하다. Ascorbic acid와 같은 항산화제나 첨가물을 사용하거나, 절단 후에는 신속한 세척 및 포장작업을 실시하거나, 적절한 포장재 사용이나 MA(modified atmosphere) 포장을 통해 갈변을 억제할 수 있다. 또한 유발적인 갈변 원인을 방지하기 위해 기계적 손상을 최소화하며, 저장성의 침지용액에 포장하는 방법도 있다.

나. 신선편이식품의 조직연화

신선편이식품의 연화는 세포벽 및 세포막에서 일어나는 생화학적 반응에 의한 것으로 pectic enzymes, polygalacturonase(PG) 및 methylesterase 등의 효소 활성에 의해 일어난다(Fig. 2)(72). 연화를 방지하기 위해서 CaCl₂ 등을 이용하거나, pectinesterase(PE)를 활성화시키고, PG를 불활성화시키는 예열처리방법 등을 이용한다. 과일 및 채소에서 Ca²⁺은 pectic acid와 반응하여 calcium pectate를 형성하고 세포 조직을 단단하게 하여 세포의 막투과성 유지에 중요한 역할을 한다(73). 이때 이용되는 주된 화합물은 CaCl₂이다. 신선편이 과일 및 채소는 신선도 유

지를 위해 주로 저온 유통되는데 이때 냉장처리는 조직의 발달을 지연시키고 노화과정을 늦추어 생육과 호흡을 지연시키지만, 냉장된 조직에서도 효소와 기질의 접촉으로 변화가 생길 수 있으므로 주의가 필요하다(74).

다. 신선편이식품의 미생물오염

신선과채류의 소비가 증가됨에 따라 미생물 원인에 의한 식중독 발생도 함께 증가하고 있어, 식중독을 일으키는 미생물학적 위해요소를 저감화하기 위한 제조단계에서의 안전관리방안 추진되고 있으며 특히, 세척 및 살균 공정 조건 확립 방법에 대한 관심이 높아지고 있다. 신선편이식품은 가열과정 없이 단순 처리만으로 제조되기 때문에 원재료에 비해 유통기간이 짧으며, 유통 중 변질, 부패의 위험성이 매우 높아지는 문제점을 가지게 된다. 신선편이식품은 절단, 박피, 등의 처리과정에 의해 조직 내의 상처로 인한 호흡 및 효소활성의 변화가 초래되며, 가공 및 유통과정을 거치면서 병원성 미생물에 대한 오염 가능성을 내재하고 있다. 채소류는 본질적으로 여러 미생물을 함유하고 있으며 Gram 음성 간균으로서 슈도모나스(녹농균, *Pseudomonas*), 엔테로박터(*Enterobacter*) 등으로 $10^5 \sim 10^7$ CFU/g 정도 오염되어 있다. 리스테리아(*Listeria*), 예시니아(*Yersinia*), 살모넬라(*Salmonella*)와 같은 일부 병원균은 저온에서 생육될 수 있으므로 냉장 유통되는 신선편이식품에서 이들 병원성 미생물이 존재할 수 있다(75-76). 신선편이식품 가공 시 세척과 함께 살균, 냉장(4°C 이하)이 동시에 이루어지게 된다. 보통 차아염소산나트륨은 원수 수량에 비례하여 공급하고 식품첨가물로서 허가된 초산, 염산, 구연산 등을 목표 pH 까지 주입하게 되어 있다. 최근에는 잔류염소의 과잉반응을 억제하고 채소의 분해에 의한 품질 저하를 완화하기 위하여 활성수를 사용하기도 한다. 현재 비용이나 사용의 편리 측면에서 국제적으로 가장 보편적으로 사용되고 있는 살균제는 차아염소산나트륨으로, 미국 Centers for Disease Control and Prevention(CDC) 및 Environmental Protection Agency(EPA)는 과채류 세척에 50~200 ppm의 염소용액(1~2분간 처리)을 사용할 것을 권장하고 있다. 염소수 대체제로 품목에 따라 전해산화수, 오존수(Ozone water) 등을 이용하기도 한다. 세척시 화학제를 사용하는 것은 약품 잔류로 인한 또 다른 식품 위해요소가 될 수 있으므로, 신선편이식품의 세척 처리에 따른 위해도를 평가하여 세척제의 적정 사용량 및 사용방법 등에 있어 과학적 근거에 기초한 관리방안이 필요할 것이다.

신선편이식품 가공에서 세척의 목적은 표면에 부착된 이물질, 농약 등의 제거와 함께 균수의 저감화 및 선도유지에 있다. 보통 세척공정은 세척과 함께 살균, 냉장(4°C 이하 저온냉각수 이용)이 동시에 이루어지게 된다. 또한, 세척의 단계에서는 단순 물세척이 아닌 채소용세척제, 과염소산나트륨, 오존수(Ozone water), 식초희석액 등 살균효과가 있는 보조제를 효율적으로 사용함으로써 토양 등에 의해 오염된 채소를 최대한 위생적으로 세척하여 식중독 위험을 낮추어야 한다(77). 일반적으로 과채류의 세척방식은 침지식, 유수식 및 분사식으로 나누며, 단순 침지식의 효율성을 높이기 위하여 와류 및 공기분사 등의 물리력을 부가시키거나 상부에서 세정수를 살수하는 방식을 혼합하여 사용하고 있다(45). 식중독 원인균의 증식억제 및 제거방법으로는 열수처리와 potassium sorbate, benzoic acid, acetic acid 등의 유기산, 염소(chlorine), ethanol, 과산화수소(H_2O_2 , Hydrogen peroxide) 등과 같은 살균제를 이용한 화학적 방법과 고전압 펄스, 진동 자기장, 초고압, 초음파, 마이크로웨이브 등을 이용한 물리적 방법이 활용되고 있다(43).

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1절 연구개발 수행 내용 및 방법

1. 세척 및 시판수삼의 소비자인식조사 및 세척수삼의 품질평가

생활수준의 향상에 따른 수삼의 연중 소비추세를 반영하고, 수삼의 고품질화에 대한 소비자의 욕구를 충족시키기 위해서 기본적인 수삼에 대한 소비자 인식 조사를 기초로 수행하여 기존의 인식을 분석하고 이를 바탕으로 소비자관점에서의 문제점을 도출하고 소비자가 원하는 제품의 품질요인을 도출을 시도하였다. 이를 위하여 유통되고 있는 수삼을 수거하여 품질평가포장 상태, 내부 품질, 미생물 수준을 평가하여 기존 유통 수삼의 소비자 불만 사례를 분석하여 세척수삼의 상품화를 위한 기술 개발 자료로 활용하였다. 세척 수삼의 소비자의 품질요구분석으로 외관, 세척도, 포장 등에 대한 품질요구수준 분석을 분석하고, 수삼의 안전성 평가로 세척처리에 따른 잔류 중금속 및 농약류제거효과 조사를 원료 수삼 기존 세척 수삼과 비교하였다. 세척수삼의 소비자 만족도평가로 세척수삼의 외관, 세척도, 포장 등에 대한 소비자의 관능평가를 실시하였으며 세척수삼의 유통 중 품질변화 요인 분석을 분석하였고, 유통온도 및 유통시기에 따른 유통기간을 설정하였다.

2. 세척 및 전처리 기술연구

세척 수삼의 유통에 있어 중요한 세척 등 전처리기술 개발로 수삼의 표면 세척 및 미생물제어를 위하여 고압 분사 세척 방법과 분무 세척수에 미립소자 혼합처리효과를 조사하였다. 수삼의 표면 세척 시 표면 미생물 제어를 위하여 전해산화수, 오존수, 70%에탄올 등을 처리하여 미생물 제어 효과를 조사하였고, 효과를 보다 증진시키기 위해 이들의 복합처리효과를 조사하였다. 세척한 수삼의 표면에 잔존하는 수분을 제거하기 위해 송풍식 표면 건조방법과 원심분리식 탈수방법 및 압축공기를 이용한 탈수방식의 효과를 비교하였다. 수삼의 세척 시 발생하는 손상된 표면으로부터 유통 중 미생물 증식 및 변색을 방지하고, 표면으로부터 수분 손실을 억제키 위해 가식성 필름소재인 알긴산 나트륨과 표면 보호제인 글리세롤 처리 효과를 분석하였고, 이들의 복합처리를 통한 상승효과를 조사하였다. 최종적으로 세척수삼처리를 위한 각 단계별 최적조건 설정하고 각 처리기술의 복합 적용성을 품질 평가 및 미생물 제어 효과 실험을 통하여 확인하였다.

3. 세척수삼의 포장 기술연구

현행 적용하고 있는 수삼의 소포장은 진공 포장을 주로 적용하고 있는데, 수삼을 진공 포장할 경우 외관 등 상품성 측면에서 매우 부적합하며, 출하 즉시 소비가 되지 않을 경우 수삼의 호흡으로 인한 이취발생 등 품질저하와 조직의 붕괴현상이 발생한다.

따라서 본 연구에서는 수삼의 품위를 부여하며 취급 및 유통 중 물리적 손상이 발생치 않을 최적 포장 구조를 연구하였으며 유통 중 수삼의 표면 건조 및 미생물 발생을 억제할 수 있는 포장 내 보조제 개발을 시도하였다. 아울러 세척 수삼의 유통 중 품질저하 및 미생물 증식을 억제키 위한 효과적인 능동형 MAP포장 기술을 연구로 고 탄산가스 및 고 질소가스 등의 처리 효과를 분석하고 적정 처리조건을 조사하였다.

수삼의 유통 중 품질 안정성 향상을 위한 최적 능동형 MAP 조건 설정하고, 설정된 조건에서 적용성 평가를 위하여 품질 평가 및 미생물 억제 효과를 확인하였다. 아울러 수삼의 포장 유통 중 과습으로 인한 미생물 번식을 억제하기 위해 효과적인 제습방법을 적용한 포장 내 습도조절방안을 강구하였다. 이와 더불어 소비자의 수요를 고려하여 소비자조사를 통한 적정 소포장 단위를 검토하였다.

4. 원료 수삼의 안정적 비축 기술연구

수삼은 수확 시 PP포대를 이용하여 수집, 운반되며 발 옆에 임시로 만들어진 간이 작업장에서 포대에 담긴 수삼을 쏟아 붓은 후 선별을 실시하고 있다. 이 경우 세균 등 측지가 절단되는 등 상처가 쉽게 발생하며, 수확 후 선별장소로 반입하는 과정에서 취급상 부주의로 뿌리가 부러지는 등 산물관리가 제대로 되지 못하고 있다. 따라서 수삼을 백삼 및 홍삼 등으로 가공치 않고 수삼으로 유통시킬 목적으로 저장할 경우 수확현장에서 부터의 선도유지를 위한 처리 기술의 적용이 필요한 것으로 판단되었다. 이를 위해 본 연구에서는 수삼의 수집 시 조직손상 등 품질 손상이 발생치 않고 취급이 편리한 용기에 대한 연구로 용기별 품온, 손상 발생률 등을 조사하였다.

선별된 수삼은 관행적으로 골판지상자에 수삼을 과도하게 적입함으로써 포장 작업 시 압상에 의한 물리적인 상처 발생 우려가 높다. 포장상자의 크기를 고려치 않고 최대한 많은 물량을 담음에 따라 수확 후 초기품질을 유지하는 기능은 거의 없고, 압상에 의한 뿌리 상처나 절단 등의 손실이 발생한다. 이에 본 연구에서는 취급 및 포장 내 수삼자체 및 호흡열 제거 등 저장에 적합한 포장구조 및 포장재 선정을 시도하였다. 또한 수삼 표면에 묻어 있는 흙에 존재하는 부패 미생물은 저장 중 수삼의 품질저하를 일으키는 주요인으로 작용함으로써 이를 방지하기 위해 수삼의 저장 전 적정 소독처리 및 세척기술 적용 효과를 분석하였다.

한편 관행적으로 수삼은 내부에 PE필름으로 lining 처리한 75kg 용 골판지상자 담긴 후 상부를 완전히 밀봉하여 0~3℃에서 장기 저장하고 있다. 통상적으로 가을철에 수확하여 이듬해 수삼의 출하시기까지 수개월 동안 저장하나, 포장단위가 크기에 따라 내부 수삼의 냉각속도가 늦고, 포장상자 내부에서 발생하는 수삼의 호흡열로 인해 온도 상승, 미생물에 의한 부패 발생 우려가 높다. 따라서 수삼의 포장 구조 개선과 더불어 수삼의 예냉처리 효과를 조사하였다. 아울러 포장 내 온도는 포장단위와 밀접한 관계가 있으므로 수삼의 장기 비축을 위한 적정 포장 방법을 검토하였다. 또한 수삼은 호흡률이 비교적 낮고, 고 탄산가스/저 산소 조건에 저장 시, 선도 유지효과가 있는 것으로 보고되어 있음에 따라 이러한 특성을 이용하여 MAP 및 가스치환처리효과를 조사하였다.

한편 수삼의 적정 저장온도가 설정되어 있지 않아 업체별 각자의 경험 및 정보 등에 따라 저장온도를 0℃~-5.0℃로 설정하고 있다. 적정 저장온도 설정을 위하여 수삼을 0℃, -1.5℃ 및 -3.0℃에 저장하면서 저장온도에 따른 품질을 평가하였고, 이 조건에서 저장하였던 수삼의 유통 시 품질 변화 조사로 각각의 수삼을 10℃에서 방치하면서 변질발생 및 관능적 품질차이를 분석하였다.

5. 세척 수삼의 복합처리 및 신선도유지 기술의 활용 체계 구축

세부 1과제의 수행 연구결과를 적용하여 소비자용 소포장 세척 수삼의 유통을 위한 세척처리, 신선도 유지 복합처리, 포장기술의 활용체계를 구축하기 위해 세척 및 미생물 제어처리, 표면

보존처리, 탈수 및 포장처리기술에 대한 실증시험을 행하였고, 품질유지효과를 기존 처리방식과 비교하였다. 또한 원료수삼 비축기술 개발을 위한 세부 2과제의 저장 전 표면처리, 적정 포장 단위 및 포장방법 등 개발기술의 활용을 위한 실증실험을 대 포장 단위로 실시하였으며, 그 효과를 기존 75kg 단위의 포장처리 결과와 비교하였다.

각 연구내용을 크게 원료수삼의 안정적 비축기술 개발과 세척수삼처리기술 개발로 구분하여 연구를 위해 적용하였던 재료 및 방법은 아래와 같다.

6. 재료 및 방법

가. 원료수삼의 안정적 비축기술 개발

1) 수삼 시료

실험에 사용된 수삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 2008~2011년 부여 및 금산 소재 인삼포에서 채굴된 4년 근으로, 주로 개체 당 무게가 $55\pm 5g$ 인 것을 선별하여 수확직후 실험에 사용하였다.

2) 시료 처리

본 실험에서 적용하였던 유통실태 조사, 채굴현장 용기 개선, 예냉처리, 소독 및 세척 등 전처리, 포장, 저장 및 현장 실증실험 등을 위한 처리는 매우 다양하게 적용하였음에 따라 각 부분별 연구결과의 설명에 앞서 연구 내용 및 방법을 기술하였다.

3) 분석

- 변질률 및 변질정도

전체시료를 대상으로 수삼 표면에 곰팡이 및 조직의 연화 발생 유무를 뇌두, 주근, 지근 및 세근부위로 분류하여 육안으로 판정한 후 전체 시료에 대한 변질된 시료 개수의 백분율(%)로 나타내었다. 변질정도는 변질이 발생한 수삼 중 변질된 부위의 면적이 시료 수삼 전체 면적 중 차지하는 비율로 산출하였다.

- 중량감소율

단위별로 '실험시작 시 칭량한 중량'과 '품질 평가 시점에서 칭량한 중량'의 차이 값에 대한 '실험 시작 시 칭량한 중량'의 비율을 백분율(%)로 나타내었다.

- 호흡률

일정량의 수삼을 호흡률 측정용 밀폐용기에 넣고 일정시간 방치하면서 주기적으로 용기 내 탄산가스 농도를 Gas Chromatography(GC-14A, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석한 후 이를 이용하여 호흡률을 산출하였다. GC의 분석조건은 detector: TCD, Column: CRT-I(Alltech Co., column temp.: $35^{\circ}C$, injector temp.: $60^{\circ}C$, detector temp.: $60^{\circ}C$, carrier gas: He(50mL/min)이었다.

- 포장 내 가스 환경

포장 내 가스 농도를 Gas Chromatography (GC-14A, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석한 후, 이를 환산하여 CO_2 와 O_2 함량을 산출하였다. GC의 분석조건은 호흡률 측정 시 적용하였던 조건과 동일하였다.

- 수분함량

수삼을 0.5cm 두께의 편으로 썰어 5g의 무게를 잰 후 Dry Oven(JSO-N-100, JSR Inc., Korea) 105℃ 상압가열건조법으로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

- 표면색도

표면 색도전체시료를 대상으로 표면이 거칠지 않고, 지근이 자라지 않은 수삼 주근부위 표면의 색상을 Chroma meter (CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc, Japan)로 측정하였고, L, a, b값을 이용하여 ΔE 값을 산출하였다.

- 요오드 발색

전분함량의 변화를 요오드 반응에 의한 비색방법으로 관찰하기 위해 시료의 주근의 정 가운데 부분을 두께 3cm 정도 절단하여 요오드용액에 담가 1분간 염색시킨 후 표면의 요오드액을 제거하고 중심부분의 색상을 Chroma meter(CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc, Japan)로 중앙, 중간, 껍질과 가까운 바깥 부위로 구분하여 L, a, b 값을 측정하여 이들 각각의 값 평균하여 표시하였고 각 평균값을 이용하여 ΔE 값을 구하였다.

- 경도

표면이 거칠지 않고, 세근이 자라지 않은 수삼의 주근 정 가운데 부위를 택하여 Puncture test (Texture Analyzer, TAXT@, Stable Micro System, England)방법(18)에 준하여 경도를 측정하였다. 측정에 사용한 plunger의 직경은 3mm이고, 90% stain을 적용하였다. 측정치는 수삼 내부 조직의 특성을 고려하여 plunger가 측정부위 표면으로부터 내부로 침투 시 나타낸 첫 번째 peak값과 두 번째 peak값 및 세 번째 peak값으로 나타내었다.

- 가용성 고형분 함량

수삼 전 부위를 분쇄(SQ-205, Iljin Electronics, Korea)한 후 3점의 거즈로 착즙하여 굴절계(PR-32a, Atago Co. Ltd., Japan)를 사용하여 가용성 고형분 함량을 측정하였다.

- 조 사포닌 함량

조 사포닌 함량은 Ando 등(77) 과 Namba 등(78)의 방법에 준하여 분석하였다. 수삼을 동결 건조한 후 분쇄하여 이중 5g을 추출수기에 옮겨 담고 50ml의 수포화부탄올을 첨가하여 80℃에서 3시간 동안 3회 반복 추출한 후 여과지(Whatman No.2, Whatman International Ltd, England) 로 여과하였다. 여액은 250ml 분액여두에 옮기고 50ml의 증류수를 가한 후 미리 함량을 측정된 농축수기에 증류수를 제외한 부탄올 층을 옮겨 담아 감압 농축하였고, 이에 50ml 에테르를 가하여 36℃에서 30분간 추출하였다. 추출 후 농축수기의 잔사를 105℃에서 30분간 건조한 후 얻어진 건고물의 중량을 측정하여 조사포닌 함량으로 하였다.

- 미생물 수준

멸균 팩(Whirl-Pack Co., USA)에 봉투 당 수삼 3개체씩을 취하여 동량의 0.85% 생리식염수를 가하고, 1분간 좌우상하로 각 100회씩 교반한 후 이것을 단계적으로 희석하여 배지에 접종하였다. 일반세균은 Petrifilm™ aerobic count(3M, St. Paul, USA)에 무균적으로 1 ml 씩 접종하여 35℃에서 48시간 배양시킨 후 colony수를 측정하였고, 대장균군은 Petrifilm™ coli form(3M, St. Paul, USA)에 무균적으로 1 ml 씩 접종하여 35℃에서 24시간 배양시킨 후 colony수를

측정하였으며, 곰팡이는 Petrifilm™ mold and yeast count(3M, St. Paul, USA)에 무균적으로 1 ml 씩 접종 후 25℃에서 72시간 동안 배양한 후 colony 수를 측정하여 log colony forming unit (CFU/ea) 또는 log colony forming unit (CFU/g)으로 나타내었다.

- 관능적 품질

수삼의 상품적 가치를 판단하는 주요 외적 품질 인자인 곰팡이 발생 및 조직의 손상 여부, 건조 상태 등 외관 상태를 위주로 '전반적인 품질' 및 '부위별 품질'(뇌두, 주근, 지근, 세근), '고유의 향'과 '고유의 맛'으로 구분하여 5점 척도(5점: 매우 좋음, 4점: 좋음, 3점: 보통, 2점: 나쁨, 1점: 매우 나쁨)를 사용하여 6~8명의 사전 훈련된 패널이 평가하였다.

- 통계 처리

수삼의 각 항목별 분석 결과는 최소 3회 이상의 반복 실험을 통하여 얻은 분석치의 평균값 및 표준 편차 값으로 나타내었으며, 관능검사 결과의 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System, SAS Institute Inc, USA)로 ANOVA 검정과 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 평균값 간에 유의성을 유의수준 $p < 0.05$ 에서 검정하였다.

나. 세척수삼처리기술 개발

1) 수삼 시료

실험에 사용된 수삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 2008~2011년 부여, 금산 소재 인삼포에서 채굴된 4년 근으로 개체 당 무게가 주로 $55 \pm 5g$ 인 것을 선별하여 수확직후 실험에 사용하였다.

2) 시료의 처리 및 저장

본 실험에서 적용하였던 소비자 조사, 전처리, 포장, 저장, 현장 실증 실험 및 유통기한 설정 등을 위한 처리는 상황에 따라 매우 다양하게 적용하였음에 따라 각 부분 별 연구결과의 설명에 앞서 연구 내용 및 방법을 기술하였다.

3) 분석

- 변질률

전체시료를 대상으로 수삼 표면에 곰팡이 및 조직의 연화 발생 유무를 뇌두/주근/지근/세근부위로 분류하여 육안으로 판정한 후 전체 시료에 대한 변질된 시료 개수의 백분율(%)로 나타내었다.

- 중량감소율

단위별로 '실험시작 시 칭량한 중량'과 '품질 평가 시점에서 칭량한 중량'의 차이 값에 대한 '실험시작 시 칭량한 중량'의 비율을 백분율(%)로 나타내었다.

- 호흡률

일정량의 수삼을 호흡률 측정용 밀폐용기에 넣고 일정시간 방치하면서 주기적으로 용기 내 탄산가스 농도를 Gas Chromatography(GC-14A, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석한 후 이를 이용하여 호흡률을 산출하였다. GC의 분석조건은 detector: TCD, Column: CRT-I(Alltech

Co., column temp.: 35°C, injector temp.: 60°C, detector temp.: 60°C, carrier gas: He(50mL/min)이었다.

- 포장 내 가스 환경

포장 내 가스 농도를 Gas Chromatography (GC-14A, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석한 후 이를 환산하여 CO₂와 O₂함량을 산출하였다. GC의 분석조건은 호흡률 측정 시 적용하였던 조건과 동일하였다.

- 청결도

수삼의 청결도(%)는 동일한 수삼을 사용하여 주근 부위의 표면색을 세척 전, 세척 후 그리고 이를 다시 솔질로 세척 처리하면서 단계별로 Chroma meter (CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc, Japan)로 측정하여 얻은 각각의 L값을 아래와 같은 식에 적용하여 산출하였다.

청결도 (%)=(세척후 L값-대조구 L값 / 완전세척 L값-대조구 L값)×100

여기서 '완전세척 L값'은 동일한 수삼을 최종 솔질 처리하여 얻은 L값을, '대조구 L값'은 세척 전 흠이 묻어 있는 상태의 수삼 표면을 측정하여 얻은 L값이다.

- 탈수정도

수삼의 표면을 흐르는 수도수에서 브러쉬로 세척한 후 플라스틱바구니에 담아 표면의 물을 흐르지 않을 정도로 제거한 후, 통풍건조(0°C, 87.0±6.5% RH, 공기순환 0.98±0.05 m/s), 압축공기 처리(5kg/cm²)처리, 원시분리처리((W-100T, Hanil Co., Korea)하면서, 시간 경과에 따른 중량변화를 측정해 표면수분잔량(%)를 계산하였다.

- 수분함량

수삼을 0.5cm 두께의 편으로 썰어 5g의 무게를 잰 후 Dry Oven(JSON-100, JSR Inc., Korea)105°C 상압가열건조법으로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

- 표면색도

표면 색도전체시료를 대상으로 표면이 거칠지 않고, 지근이 자라지 않은 수삼 주근부위 표면의 색상을 Chroma meter (CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc, Japan)로 측정하였고, L, a, b값을 이용하여 ΔE값을 산출하였다.

- 경도

표면이 거칠지 않고, 세근이 자라지 않은 수삼의 주근 정 가운데 부위를 택하여 Puncture test (Texture Analyzer, TAXT®, Stable Micro System, England)방법(18)에 준하여 경도를 측정하였다. 측정에 사용한 plunger의 직경은 3mm이고, 90% stain을 적용하였다. 측정치는 수삼 내부 조직의 특성을 고려하여 plunger가 측정부위 표면으로부터 내부로 침투 시 나타낸 첫 번째 peak값과 두 번째 peak값 및 세 번째 peak값으로 나타내었다.

- 가용성 고형분 함량

수삼 전 부위를 분쇄(SQ-205, Iljin Electronics, Korea)한 후 3겹의 거즈로 착즙하여 굴절계 (PR-32a, Atago Co. Ltd., Japan)를 사용하여 가용성 고형분 함량을 측정하였다.

- 미생물 수준

멸균 팩(Whirl-Pack Co., USA)에 봉투 당 수삼 3개체씩을 취하여 동량의 0.85% 생리식염수를 가하고, 1분간 좌우상하로 각 100회씩 교반한 후 이것을 단계적으로 희석하여 배지에 접종하였다. 일반세균은 Petrifilm™ aerobic count(3M, St. Paul, USA)에 무균적으로 1 mL 씩 접종하여 35℃에서 48시간 배양시킨 후 colony수를 측정하였고, 대장균군은 Petrifilm™ coli form (3M, St. Paul, USA)에 무균적으로 1 mL 씩 접종하여 35℃에서 24시간 배양시킨 후 colony수를 측정하였으며, 곰팡이는 Petrifilm™ mold and yeast count(3M, St. Paul, USA)에 무균적으로 1 mL 씩 접종 후 25℃에서 72시간 동안 배양한 후 colony 수를 측정하여 log colony forming unit (CFU/ea) 또는 log colony forming unit (CFU/g)으로 나타내었다.

- 잔류 농약 및 무기질 중금속 함량 검사

식품공전(80)에 준하여 잔류농약은 GC-ECD를 이용하여 총102종의 분석하였고, 무기질 및 중금속 함량은 ICP-AES로 분석하였다.

- 관능적 품질

수삼의 상품적 가치를 판단하는 주요 외적 품질 인자인 곰팡이 발생 및 조직의 손상 여부, 건조 상태 등 외관 상태를 위주로 '전반적인 품질' 및 '부위별 품질'(뇌두, 주근, 지근, 세근), '고유의 향'과 '고유의 맛'으로 구분하여 5점 척도(5점: 매우 좋음, 4점: 좋음, 3점: 보통, 2점: 나쁨, 1점: 매우 나쁨)를 사용하여 6~8명의 사전 훈련된 패널이 평가하였다.

- 통계 처리

수삼의 각 항목별 분석 결과는 최소 3회 이상의 반복 실험을 통하여 얻은 분석치의 평균값 및 표준 편차 값으로 나타내었으며, 소비자 설문 조사의 통계처리는 SPSS (version 12.0)를 이용하여 분석하였다. 각 조사항목에 따라 빈도수, 백분율, 평균을 구하고 각 문항의 변인과 상관성은 카이제곱검정을 실시하여 유의성을 검증하였다.

제 2 절 원료수삼의 안정적 비축기술 개발

수삼의 채굴 시기는 9월~11월로 이때 채굴한 수삼은 이듬해 3월까지 저장하며, 이듬해 3월에 수확한 수삼은 다음 수확기까지 유통을 위하여 저장하고 있다. 가을철에 수확된 수삼은 주로 홍삼 및 백삼 등 가공용으로 이용되고, 일부는 수삼자체로 유통되거나, 일정기간 저장 후 수요 발생 시 반출하여 유통되고 있다. 수삼은 가격 면에서 다른 농산물에 비하여 고가인 품목인데도 불구하고 수확 및 수확 관리기술은 매우 취약한 단계에 있다.

현행 수삼의 수확작업체계는 인삼재배포장에 설치되었던 해가림 시설을 제거한 후, 인력이나 트랙터를 이용하여 채굴하고, 채굴된 수삼은 인력에 의해 수거하며, 수거된 수삼은 현지 간이 선별작업장에서의 인력에 의해 선별 및 포장하는 단계로 이루어져 있다. 채굴현장에서 작업자는 PP재질의 포대를 이용하여 수삼을 수거하고, 포대 내에 수거된 수삼이 어느 정도 쌓이면 포대를 근처에 대기 중인 소형화물차에 적재하며, 적재 물량이 쌓이면 차량이 간이 선별장으로 이동한다. 선별장에서 포대에 담긴 수삼을 쏟아 부으면 수삼의 등급별 선별 담당자에 의해 해당 등급의 수삼이 선별되며 나머지는 다음 등급의 선별자에게 연속적으로 이동된다. 선별이 된 수삼은 PE필름 자루가 들어있는 75kg 들이 상자에 차곡차곡 담겨지며 포장 내 수삼이 75kg정도 쌓이면 수삼 윗부분을 신문지 등으로 덮은 후 포장 내 PE 필름자루의 윗부분을 포개어 덮고, PP 끈을 이용하여 완전 밀봉한다. 이 작업이 끝나면 수삼이 포장된 상자는 수삼채굴작업이 종료될 때까지 적당한 그늘 밑에 보관한 후 저장고나 임시 보관소에 보관된다.

이와 같은 수확 및 수집, 선별 포장 과정은 작업의 편이성 및 수삼의 품질 측면에서 개선할 부분이 많은데도 불구하고 그동안 관행적인 방법에만 의존하고 있는 실정이다.

특히, 채굴시 작업효율을 고려하여 인력 대신 트랙터를 주로 사용하고 있는데 작업 시 기계에 의한 수삼의 손상이 많이 발생함에 따라 이를 개선할 수 장치개발이 필요한 것으로 판단된다. 또한 채굴된 수삼의 수집 시 PP 포대를 사용하고 있는데 이 경우 수집된 수삼의 지근부위 절단 및 손상 발생이 발생하고, 수집 후 포대가 차량에 실려 운반되는 과정 및 선별장 도착 후 선별 대기 및 선별을 위한 산물 상태로의 취급 등으로 인해 중량감소 및 품질 손상이 발생함에 따라 이에 대한 개선 방안이 필요하다. 선별된 수삼은 현행 75kg(100차)을 기준으로 포장되고 있는데 작업자의 노령화와 작업의 편이성, 포장 작업 후 수송, 저장 유통 시 작업의 효율성 및 품질 유지의 효과성 등을 고려하여 합리적으로 포장 단위를 개선하는 노력이 필요하다. 이에 본 연구에서는 수삼의 채굴현장에서 사용하고 있는 수삼 수집 및 포장 용기의 개선과, 수삼의 저장 및 유통 중 품질 저하를 억제키 위한 전처리 기술, 그리고 수삼의 유통기간 연장을 위한 장기 비축기술 개발을 수행하였다.

1. 수삼의 채굴 현장 수집용기 개선 연구

가. 수집용기 구조연구

수삼은 수확 시 PP포대를 이용하여 수집, 운반되며 간이 작업장에서 마대에 담긴 수삼을 쏟아 붓은 후 선별을 실시하고 있다. 이때 세근 및 지근의 측지가 절단되는 등 상처가 쉽게 발생하며, 수확 후 선별장소로 반입하는 과정에서 취급상 부주의로 뿌리가 부러지는 등 산물관리가 제대로 되지 않고 있다. 따라서 수삼을 백삼 및 홍삼 등으로 가공치 않고 수삼으로 유통시킬

목적으로 저장할 경우 수확현장에서 부터의 선도유지를 위한 처리 기술의 적용이 필요하다. 또한 선별된 수삼은 관행적으로 골판지상자에 약 75kg 정도의 수삼을 과도하게 적입함으로써 포장 작업 시 압상에 의한 물리적인 상처 발생 우려가 높다. 이는 포장상자의 크기를 고려치 않고 최대한 많은 물량을 담아 물류비용을 절감하려는 의도가 있으나, 수확 후 초기품질을 유지하는 기능은 거의 없어 압상에 의한 뿌리 상처나 절단 등의 손실이 발생하고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 수삼의 수집 시 조직손상 등 품질 손상이 발생치 않고 취급이 편리토록 용기에 대한 연구를 시도하였다.

수삼의 채굴은 농촌 현지 인력의 부족 및 고령화와 성력화로 인력을 이용하기 보다는 대부분 기계를 사용하고 있으며, 채굴된 수삼은 인력에 의해 수집되어 PE포대에 담겨진 후 인력 혹은 차량을 이용하여 선별 장소로 운반되고 있다. 이에 따라 채굴시 수삼의 부위별 기계적 손상이 많이 발생하고 수집용기 자체도 PE포대를 이용함으로써 이에 따른 손상이 가중되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 PE포대를 대체하여 이와 같은 손상을 줄이며, 작업의 편의성 및 현장 활용성을 부여키 위해 형태가 있는 플라스틱 상자가 유리할 것으로 판단하였고, 가격 및 실용성을 고려하여 시중에 유통되고 있는 10, 20 kg 포장용 개(기)공 플라스틱 상자와, 10, 20 kg 포장용 무개(기)공 플라스틱상자를 선별하여 현장 적용에 따른 효과를 분석하였다(Fig. 2-1). 수삼의 채굴 시 외기의 조건과 수집 용기별 내부의 온습도를 조사하였던바 외기는 16.7 - 23.9℃ 범위였고, 상대습도는 38-72% 범위였는데 PE포대안의 환경은 18.1 - 24.6℃, 49-99%로 초기에는 낮은 값을 보이다 일정시간이후에는 고른 온도 및 상대습도를 유지하는 것으로 나타났다. 기공이 있는 플라스틱상자의 외부는 19.1-23.5℃, 39-75%로 외기의 변화에 따라 온습도의 변화가 크게 발생하였으며, 내부는 16.1-23.7℃, 43-99%로 초기에는 낮은 값을 보였으나 이후에는 일정한 온습도를 유지하였다. 기공이 없는 플라스틱상자의 경우 내부 빈 공간은 16.6-22.0℃, 41-99%로 온습도의 변화가 내부에 비하여 다소 발생하였고, 내부는 19-24.5℃, 50-99%로 상자 내 빈 공간의 경우에 비하여 안정된 상태를 유지하였다(Fig. 2-2). 이로서 수삼의 채굴시 수집 용기의 온습도 측면에서는 PE 포대도 기공이 없는 플라스틱 상자 못지않게 수삼의 품질 유지에 바람직한 환경을 유지하는 것으로 조사되었으며 기공이 있는 플라스틱상자의 경우 채굴 수삼의 품질유지를 위한 환경 조성측면에서는 바람직하지 않는 것으로 판단되었다.



1



2



3



4



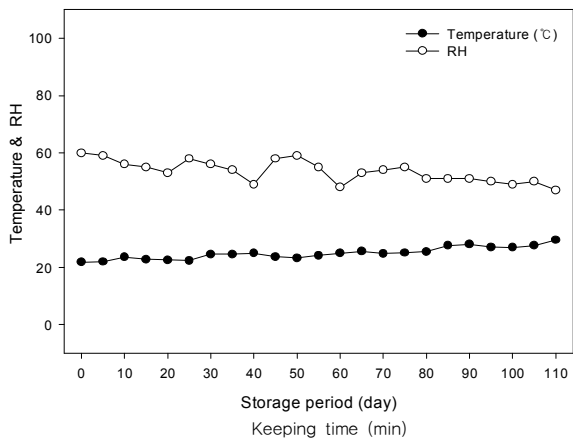
5



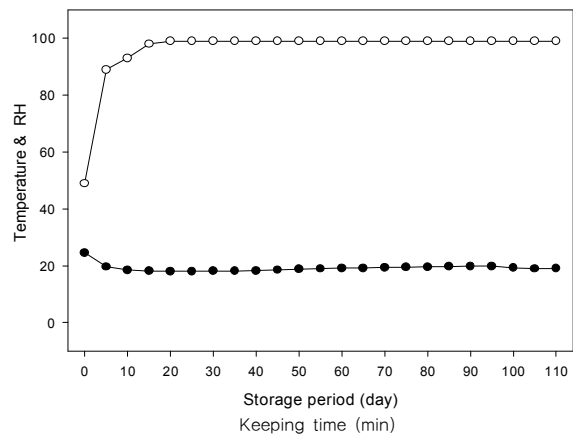
6

Fig. 2-1. Using of ginseng pouch in the field and trials to replace the pouch

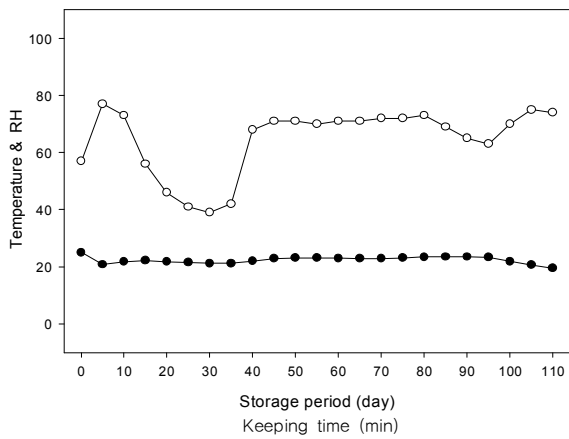
1. Collection of fresh ginseng after digging in the field
2. Transportation of the ginseng pouch from field to sorting place
3. Ginseng broken from field to sorting area
4. Testing boxes for replacing the pouch of ginseng
5. Testing boxes with holes for replacing the pouch of ginseng
6. Testing boxes without hole for replacing the pouch of ginseng



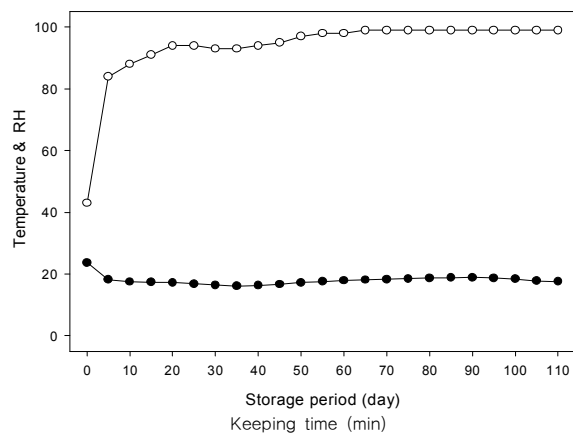
1



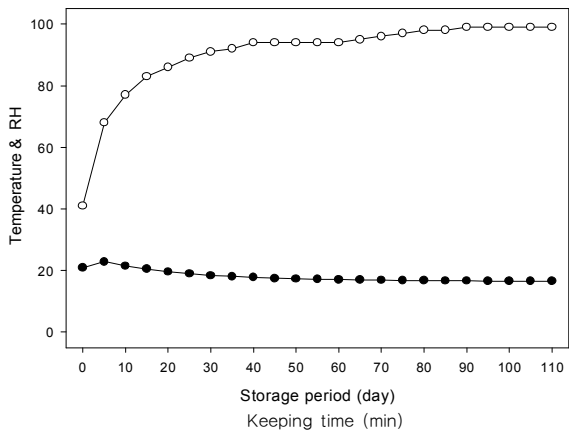
2



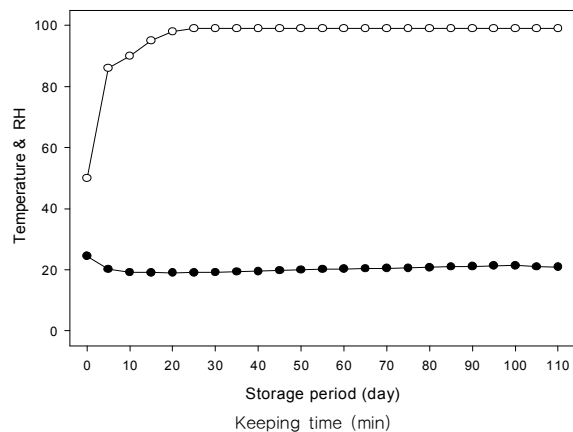
3



4



5



6

Fig. 2-2. Changes in Temperature and relative humidity of environment and in the boxes during collection of fresh ginseng in the filed

* 1; ambient condition, 2; in the pouch, 3; in the top of the box with holes, 4; in the middle of the box with holes, 5; in the top of the box without holes, 6; in the middle of the box without holes

나. 수집용기별 효과조사

수집용기에 따른 효과는 중량 감소율로서도 확인 할 수 있었는데 채굴현장에서 수삼의 수집부터 선별 직전까지의 시간을 최대 2시간으로 가정하여 각 용기에 따른 수삼의 중량감소를 측정하였던 바 PE포대에서는 0.89%가 발생하였고, 기공이 없는 플라스틱상자의 경우 이보다 낮은 0.41%가 발생하였으나 수삼이 외부의 환경에 노출된 기공이 있는 플라스틱상의 경우 6.72%가 발생하는 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 기공이 있는 플라스틱상자의 경우 외부와 닿는 부위와 상자 내부의 차이가 클 것으로 판단되며, 수삼의 채굴시 수집시간이 길어질수록 수삼표면과 외부의 상대습도 차이로 인하여 수삼의 중량감소가 크게 발생할 수 있을 것이라고 판단되어 이에 대한 고려도 필요한 것으로 사료된다(Fig. 2-3).

채굴단계에서 수삼의 수집용기에 따른 손상발생 정도를 분석하였던바 현재 관행적으로 사용되는 PE포대의 경우 21.7%의 손상이 발생하는 것으로 나타났으며, 이를 대체하여 기공이 있는 플라스틱 상자를 사용할 경우 14.2%, 기공이 없는 플라스틱 상자를 사용할 경우 15.3% 발생하는 것으로 조사되었다. 플라스틱 상자를 사용할 경우 수삼의 손상율이 14.2-15.3% 발생한 것은 채굴 수삼의 수집 후 상자 내에서 발생한 손상이라기보다는 주로 채굴시 기계에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 이러한 결과로 채굴시 발생하는 기계적 손상은 14.2-15.3%수준으로 유추할 수 있으며, 수집용기에 따른 손상발생정도 차이는 6.4-7.5%정도인 것으로 판단된다. 수삼의 수집용기에 따른 손상발생 정도를 수삼의 부위에 따라 분석하였던 PP포대의 경우 세근의 손상이 가장 컸고, 다음으로는 지근, 뇌두, 주근 순이었으며, 플라스틱상자를 사용한 경우 지근, 뇌두, 지근 세근 순이었다(Fig. 2-4).

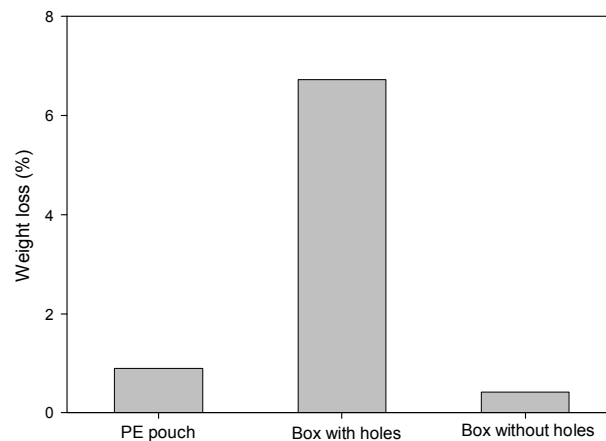
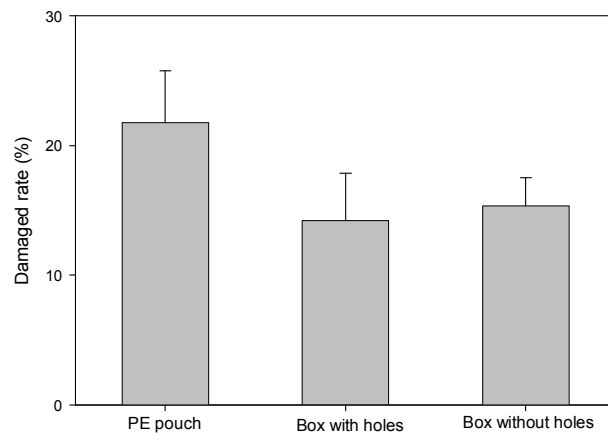
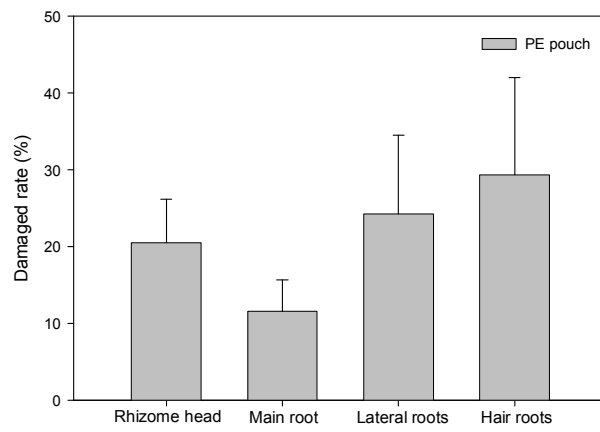


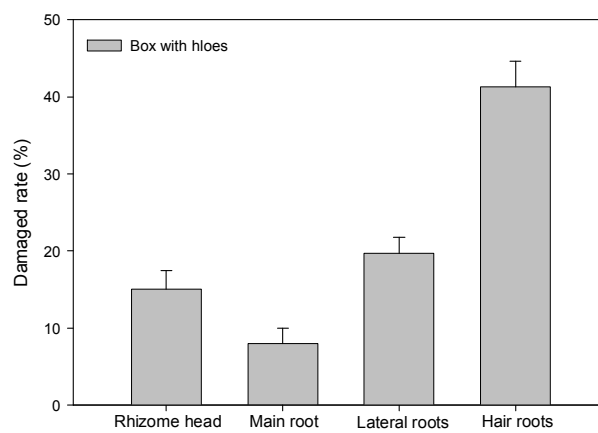
Fig. 2-3. Weight loss of fresh ginseng by collecting reservoir during harvest in the field



by collecting reservoir



by portion in pouch



by portion in box

Fig. 2-4. Weight loss of fresh ginseng by collecting reservoir and portion in pouch and box during harvest in the field

2. 수삼의 수확후 전처리기술 연구

가. 수삼의 저장 전 소독/세척 처리

수삼을 식품소재로서 안정적으로 공급하기 위해서는 수삼의 장기간 품질 유지가 필요하며 특히, 수삼을 신선편이 식품화하여 처리 유통시키기 위해서는 원료의 안정적 확보가 필수적이다. 수삼은 수확 시 조직의 손상이 발생되기 쉽고, 손상부위에 토양으로부터 *Cylindrocapon destructans*, *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas panacis*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Fsarium oxysporum* 등과 같은 병원균 침투가 용이한데, 수확된 수삼은 흙이 묻은 채로 저장, 유통되기 때문에 이 기간 동안 미생물의 번식으로 인하여 질적, 양적 손실이 많이 발생하고 있다.

이에 원료 수삼의 저장 중 곰팡이 등 미생물 증식 및 외관변화를 억제키 위한 전처리로 봄에 수확한 수삼을 이용하여 저장 전처리를 2회에 걸쳐 시도하였다.

1차 처리에서는 습식 방법과 건식방법을 사용하였으며, 습식처리 방법으로는 수삼을 물 세척, 70%에탄올 용액처리를 하였고, 건식 처리방법으로 압축공기를 이용한 에어샤워 처리와 100% 탄산가스를 각각 처리하였다. 처리된 수삼은 0.06mm PE필름자루에 넣고 밀봉 포장하여 0℃에 저장 하면서 그 효과를 조사하였다.

수삼표면의 총균 수를 보면 처리를 하지 않은 대조구는 6.22 log CFU/ea 이었고, 압축 공기를 이용하여 표면을 처리한 경우는 6.50 log CFU/ea로 대조구와 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 수삼을 고농도 탄산가스에 일정시간 노출시켰던 수삼은 5.40 log CFU/ea 로 대조구나 압축공기 처리구에 비해 균수가 감소하였고, 물로 수삼을 세척 처리한 경우도 5.40 log CFU/ea 로 탄산가스처리구와 유사한 수준을 보였으며, 에탄올에 일정시간 침지 처리한 수삼의 경우도 3.7 log CFU/ea 로 매우 낮은 값을 보였다.

한편 저장 중 처리에 따른 총균 수의 변화를 보면 대조구의 경우 일정한 수준을 유지하고 있으며, 물세척, 탄산가스 처리 및 압축공기 처리구의 경우 초기 약간의 감소가 보였으나 일정시간 후 다시 증가하여 대조구와 유사한 수준을 보였다. 에탄올 처리구의 경우도 역시 저장 중 총균수의 증식이 없어 처리 초기의 값과 유사한 수준이었다.

곰팡이 수의 경우 수삼의 저장 중 변질에 큰 영향을 미치는 미생물로 아무런 처리를 하지 않은 대조구는 저장초기 4.20 log CFU/ea이었고, 압축 공기를 이용하여 표면을 처리 시 4.10 log CFU/ea 로 대조구와 차이를 보이지 않았다. 수삼을 고농도 탄산가스를 처리한 수삼은 4.17 log CFU/ea, 물로 세척 한 수삼의 경우 4.05 log CFU/ea 로 대조구나 압축 공기 처리구와 유사한 수준이었다. 한편 에탄올에 일정시간 침지 처리한 수삼의 경우 3.0 log CFU/ea 로 다른 처리구에 비해 매우 낮은 값을 보였다. 저장 중 처리에 따른 곰팡이수의 변화를 보면 대조구의 경우 일정한 수준을 유지하고 있으며, 물 세척, 탄산가스 처리 및 압축공기 처리구 역시 대조구와 유사한 수준을 보였다. 한편 에탄올 처리구는 저장 8일 후에는 검출되지 않았다가 16일 후에는 다시 증가하였는데 이 수준은 초기 값에 비해서는 낮았다.

대장균군의 경우 대조구는 저장초기 3.8 log CFU/ea 이었고 압축 공기를 처리한 수삼은 3.6 log CFU/ea 로 대조구와 차이를 보이지 않았다. 또한 고농도 탄산가스를 처리한 수삼, 물로 간단히 세척 한 수삼의 경우 대조구나 압축 공기 처리구와 차이를 보이지 않았다. 그러나 에탄올을 처리한 수삼의 경우 2.6 log CFU/ea 로 다른 처리구에 비해 매우 낮은 값을 보였다. 저장에 따른 대장균군의 수를 보면 대조구의 경우 일정한 수준을 유지하고 있으며, 물 세척,

탄산가스 처리 및 압축공기 처리구 역시 대조구와 유사한 수준을 보이고 있다. 한편 에탄올 처리구의 경우 곰팡이에서와 같이 저장 8일 후에는 검출되지 않다가 16일 후에는 초기치 보다 낮은 수준이었으나 다시 증가하였다(Fig. 2-5).

수삼의 처리에 따른 품질 특성 조사로 품질 인자 중 중요한 비중을 차지하는 경도를 분석하였다. 시료로 사용한 수삼의 초기 경도는 수삼의 내부가 바깥 부위에 비해 조직이 연한 것으로 나타났다. 저장 중 처리에 따른 경도를 보면 첫 번째 피크 및 두 번째 피크 모두 처리 간에 약간의 차이를 보이지만 거의 유사한 경향으로 감소하였다(Fig. 2-6).

처리에 따른 저장 중 품질을 수삼의 부위별로 관능 평가한 결과 뇌두부위의 경우 압축공기를 처리구를 제외하고서는 양호한 상태의 품질이 유지되었으나 저장 16일 후에는 처리구간에 약간의 차이를 보였다. 주근 부위의 경우 처리 후 전반적으로 양호한 상태를 유지하였으나 지근의 경우 저장 중 품질저하가 빠르게 나타나 것으로 조사되었으며, 특히 압축공기를 처리한 경우 심하였다. 이와 같은 결과는 압축 공기 처리 시 물리적 충격으로 인한 수삼 지근 부위의 조직이 잠재적으로 손상을 받았고, 이러한 손상이 저장 중 발현되었기 때문으로 판단된다(Table 2-1).

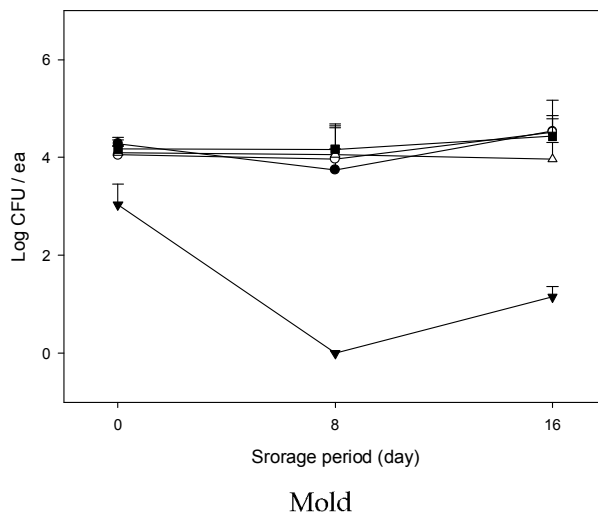
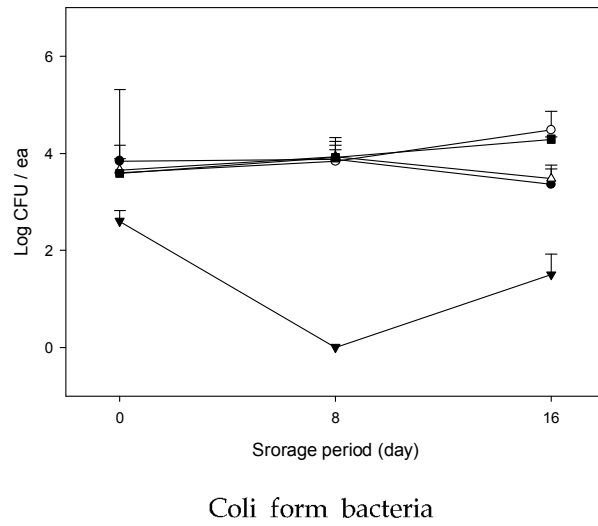
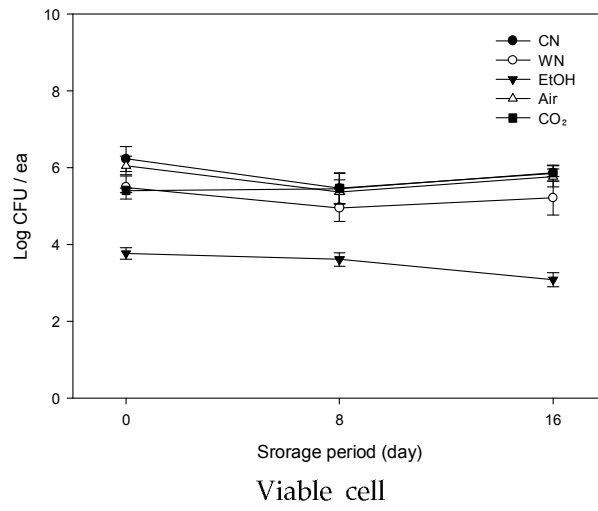
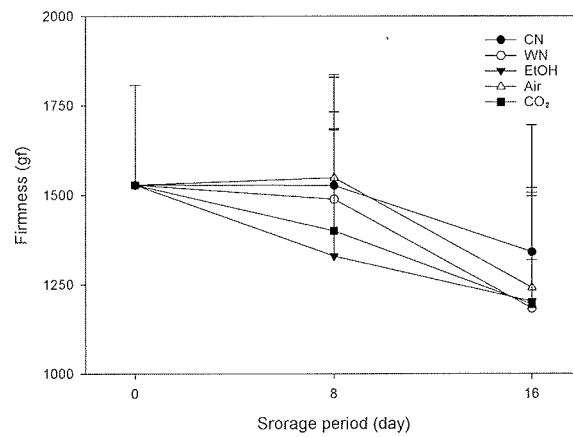
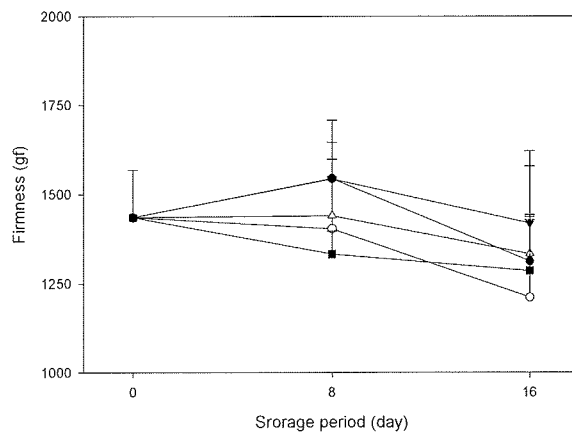


Fig. 2-5. Changes in microorganisms on surface of fresh raw ginseng treated by different methods during storage



1st peak



2nd peak

Fig. 2-6 Changes in firmness of fresh raw ginseng treated by different methods during storage

Table 2-1. Changes in external quality of fresh raw ginseng treated by different methods during storage

Treatment	Day	Rhizome head	Main root	Lateral root
Control	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0
	8	5.0±0.0	5.0±0.0	4.7±0.6
	16	5.0±0.0	5.0±0.0	4.7±0.6
Water	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0
	8	4.5±0.8	5.0±0.0	4.3±0.6
	16	4.5±0.8	4.7±0.6	4.3±0.6
80% Ethanol	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0
	8	5.0±0.0	5.0±0.0	4.7±0.6
	16	4.7±0.6	5.0±0.0	4.3±0.6
Air shower	0	4.3±0.6	5.0±0.0	4.3±0.6
	8	4.3±0.6	5.0±0.0	4.0±0.0
	16	4.0±0.0	5.0±0.0	4.0±0.0
100% CO ₂	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0
	8	5.0±0.0	5.0±0.0	4.3±0.6
	16	4.0±0.0	4.7±0.6	4.3±0.6

나. 적정 소독/세척처리의 실증시험 및 효과 분석

2차 세척 및 소독처리는 1차 실험 결과를 바탕으로 수삼의 표면의 흙을 브러쉬로 제거한 구, 물로 세척한 구, 70%에탄올에 침지 처리한구 및 탄산가스 처리구로 구분하였다. 이와 같이 처리한 수삼 시료 일정량을 PE 0.08mm 필름을 사용하여 포장하였으며, 0℃저장고에서 5개월간 저장하면서 1개월 주기로 품질변화를 측정하였다.

구분	처리방법	건조 여부	포장처리방법
CN	대조구 (무)	무	PE 0.08mm
Wt	수도수 사용하여 1분간 세척(호스로 분사)	상온 1시간 건조	PE 0.08mm
Et	70% 에탄올에 30초간 침지	상온 30분 건조	PE 0.08mm
CO ₂	수삼을 포장 내에 넣고 포장 내에 100% 탄산가스를 1분간 주입하여 공기 완전 치환	무	PE 0.08mm
Brush	흙삼을 솔(13.5*5.5*3cm, 솔 길이 1.5cm)을 이용하여 개체 당 1분간 솔질	무	PE 0.08mm

· 포장 내 가스조성

저장기간 중 수삼의 포장 내 가스조성을 1개월 간격으로 총 3개월간 걸쳐 GC를 이용하여 분석하였다. 초기 시료의 처리 후 포장 시 탄산가스 처리 삼을 제외한 나머지 처리군은 공기치환을 하지 않아 CO₂ : O₂ : N₂ 의 비율이 0: 21: 79 수준이었으며, 탄산가스 처리구의 경우 CO₂ : O₂ : N₂ 의 비율이 100: 0: 0이었다.

저장기간이 경과함에 따라 탄산가스 처리군을 제외한 모든 처리군에서 CO₂농도는 증가하였고, O₂ 농도는 감소하였는데 그 결과가 유의적이지는 않았다. 그러나 탄산가스 처리군의 경우 저장 1개월에 96.09%의 CO₂농도와 1.88%의 O₂ 농도를 보였으나, 저장 2개월에는 2.71%의 CO₂ 농도와 11.28%의 O₂ 농도를 보여 저장 2개월부터 포장 내 가스조성이 급격히 변화된 것을 알 수 있었다. 저장 3개월에는 2.45%의 CO₂ 농도와 14.68%의 O₂ 농도를 나타냈다. 탄산가스 처리군을 제외한 다른 처리군에서는 일반적으로 저장 1개월에 1.4~1.5%의 CO₂와 17~18%의 O₂함량을 나타내다가 저장 3개월에는 3.27~4.75%의 CO₂농도와 4.2~11.07%의 O₂ 농도를 나타냈다. 저장 3개월에 CO₂농도와 O₂ 농도를 살펴보면, 대조군은 4.75%와 4.26%이었으며, 물 세척 처리군은 3.68%와 7.37%로 나타났으며 에탄올처리군은 3.28%와 6.61%이었다. 저장종료시점인 저장 5개월 후에 대조군과 물 세척 처리군의 CO₂농도는 각각 4.82%와 5.29%로 지속적으로 증가하였고, 에탄올 처리군은 3.15%로 저장 3개월과 유사한 수준이었으며, 탄산가스 처리군과 솔질처리군은 각각 3.44%와 4.08%로 저장 3개월보다 다소 증가하였다. O₂ 농도는 전반적으로 감소하는 경향을 보여 대조군과 물 세척처리군은 각각 4.59%와 2.04%로 감소하였고, 에탄올처리군도 3.20%로 감소하였으며, 탄산가스 처리군과 솔질처리군도 각각 8.68%와 4.24%로 저장 3개월보다 0.5~7.0%가량 감소하였다.(Fig. 2-7)

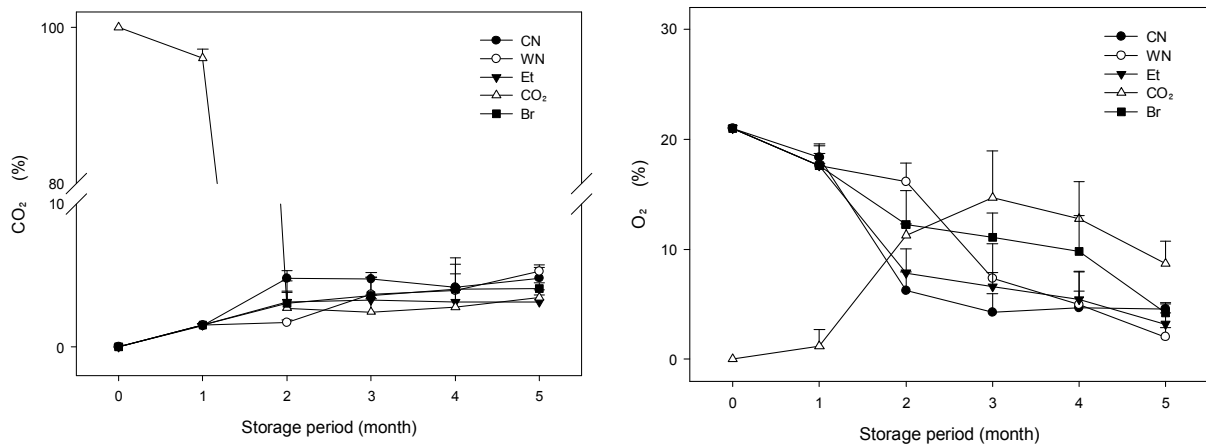


Fig. 2-7 Changes in CO₂ and O₂ concentration in packages of raw fresh ginseng pre-treated with different methods for sanitation during storage

· 변질율

저장 중 처리 방법에 따른 수삼의 변질율 보면 초기 0.2~0.0±0.1의 변질율을 보였던 시료들은 저장기간이 경과됨에 따라 변질율이 증가하는 양상을 보였다. 전체 처리군 중 가장 낮은 변질율을 보인 시료는 탄산가스 처리군으로 나타났으며, 가장 높은 변질율을 보인 시료는 에탄올 처리군이었다. 시료별로 살펴보면, 대조구의 경우 초기 0.2±0.1%의 변질율을 보이다가 점차 뇌두와 주근 및 세근에 고르게 곰팡이가 발생되어 저장 3개월 후에는 4.7±0.8%의 변질율을 나타냈으며, 부위별로는 뇌두 부위가 1.7%였고, 주근부위는 1.7%였으며, 지근 부위의 변질율은 0%이었고 세근에서 1.4%의 변질율을 보였다. 저장종료 시점인 저장 5개월 후에는 81.5%의 변질율을 보였는데 이중 뇌두부위가 55.5%로 가장 높았고, 주근 및 세근에서도 각각 25.9%의 변질율을 보였으며, 지근은 3.7%가 변질되었다. 물을 분사하는 방식으로 처리하였던 처리군의 경우 초기 0.0%의 변질율을 보였으나, 점차 저장기간이 경과됨에 따라 저장 3개월에는 3.3±0.5%까지 변질율이 증가되었으며, 부위별로 살펴보면 뇌두 부위가 0.6%, 주근부위는 1.1%, 지근부위는 0.3%, 그리고 세근부위의 변질율이 1.4%로 가장 높게 나타났다. 저장 5개월에 변질율은 77.8%로 증가되었고, 부위별로는 각각 11.1%와 3.7%인 뇌두와 지근에 비해 주근 및 세근이 각각 28.5%와 37.0%로 변질이 많이 발생되었다.

에탄올 처리군의 경우 초기 0.2±0.1%의 변질율을 보였으나, 저장 3개월에는 3.9%로 비교적 처리군 중 높은 변질율을 보였다. 부위별로는 뇌두가 2.8%로 압도적으로 높았으며, 주근과 지근이 각각 0.3%였고, 세근의 변질율도 0.6%로 나타났다. 이는 에탄올 처리로 인해 뇌두부분의 연한 조직이 연화되어 변질이 빠르게 진행되는 원인이 된 것으로 사료된다. 이후 저장 4개월부터 에탄올 처리삼의 100%가 변질되었는데, 뇌두와 세근이 각각 66.7%와 55.6%로 변질의 대부분을 차지하였고, 주근과 지근은 각각 16.7%와 5.6%로 낮은 수준이었다. CO₂ 처리군의 경우 전체 처리군 중 가장 낮은 1.4±0.3%의 변질율을 나타냈는데, 부위별로는 뇌두가 0.3%, 주근과 세근이 0.6%였으며, 지근의 경우는 변질율이 없었다. 저장 5개월 후 탄산가스 처리군의 변질율은 44.4%로 가장 낮은 수준이었고, 주요 변질 발생부위는 22.2%인 세근인 것으로 나타났으며, 뇌두와 주근 및 지근은 11.1% 이내로 낮은 수준이었다.

솔질처리군의 경우 초기 0.0%의 변질율에서 저장기간이 경과함에 따라 저장 3개월에 $2.8 \pm 0.4\%$ 의 변질율을 보였다. 부위별로는 뇌두가 1.1%로 가장 높았고, 그 다음으로 주근 0.8%와 세근 0.6% 및 지근 0.3% 순서로 나타났다. 이후 지속적으로 변질율이 증가하여 저장 5개월에 66.7%가 변질되었는데 이중 뇌두부위 변질이 33.3%로 가장 많았고, 주근과 세근의 변질도 각각 27.8%와 22.2%로 높은 수준이었다(Fig. 2-8).

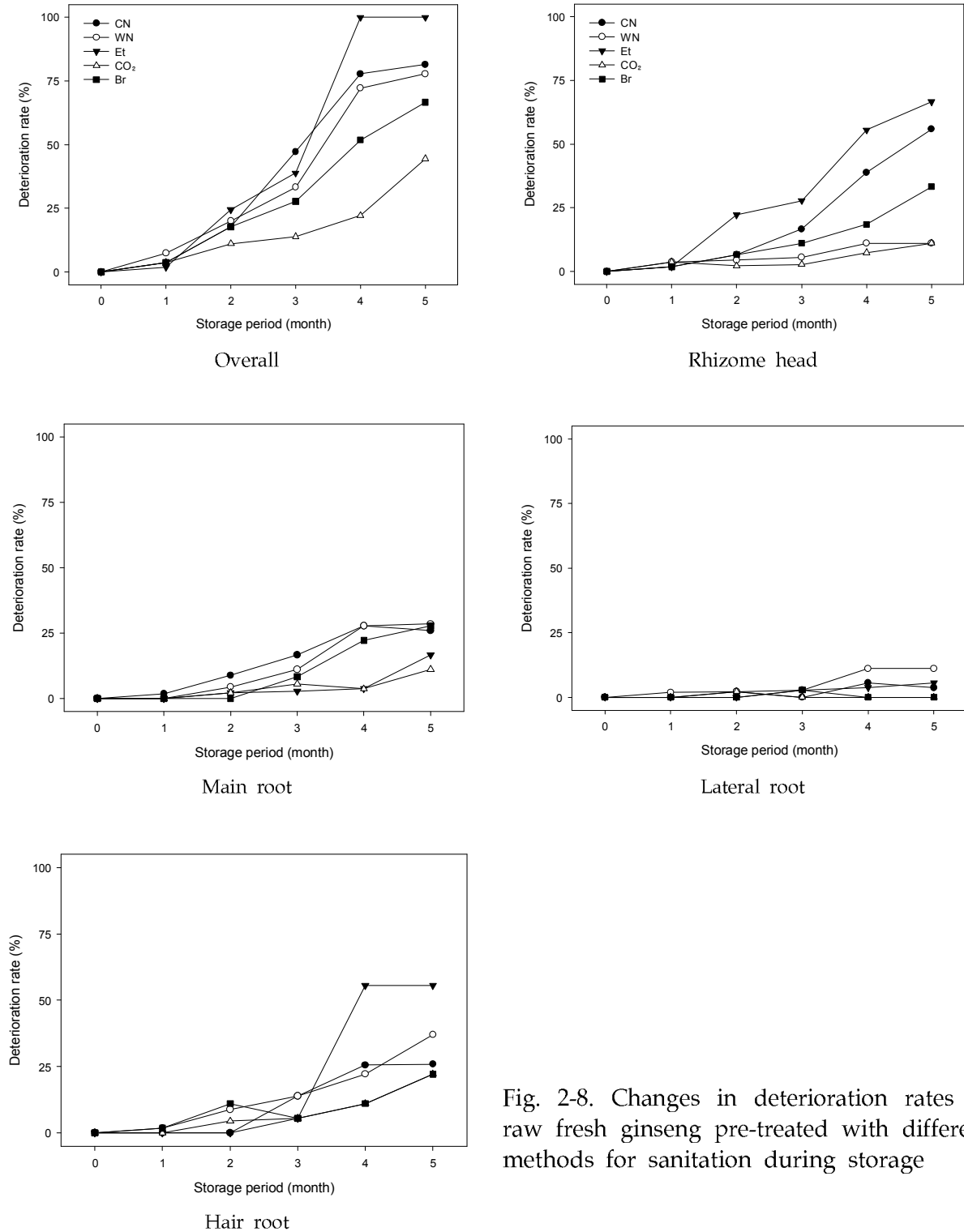


Fig. 2-8. Changes in deterioration rates of raw fresh ginseng pre-treated with different methods for sanitation during storage

· 중량 감소율

처리방법에 따른 수삼의 저장 중 중량 변화를 보면 대체적으로 저장기간이 경과함에 따라 시료의 중량은 감소되는 추세를 보였으며, 처리군에 따라 중량 감소율이 0.2~2.5%까지 차이가 났다. 저장 종료시점인 저장 5개월 후 가장 중량 감소율이 적은 시료는 에탄올 처리군으로 $0.61 \pm 0.27\%$ 였고, 대조군과 물세척 처리군은 $0.70 \sim 0.74\%$ 이었으며, 솔질처리군은 $0.81 \pm 0.08\%$ 로 이보다 높은 수준이었다. 마지막으로 탄산가스 처리군은 $3.03 \pm 0.79\%$ 로 가장 중량감소율이 높게 나타났다. 전반적으로 저장 1개월에는 $1.55 \pm 0.42\%$ 로 나타난 탄산가스 처리군을 제외한 다른 처리군에서 $0.70 \sim 0.26\%$ 의 중량 감소율을 보였으며, 저장 3개월에는 $2.47 \pm 0.58\%$ 를 나타낸 탄산가스 처리 군을 제외하고는 $0.20 \sim 0.34\%$ 의 감소율을 보였다. 이는 저장 1주차부터 탄산가스 처리군의 경우 가스가 주입되었음에도 불구하고 진공포장의 형태로 포장 내 형태가 변형된 것도 주요 원인이라 사료된다(Fig. 2-9).

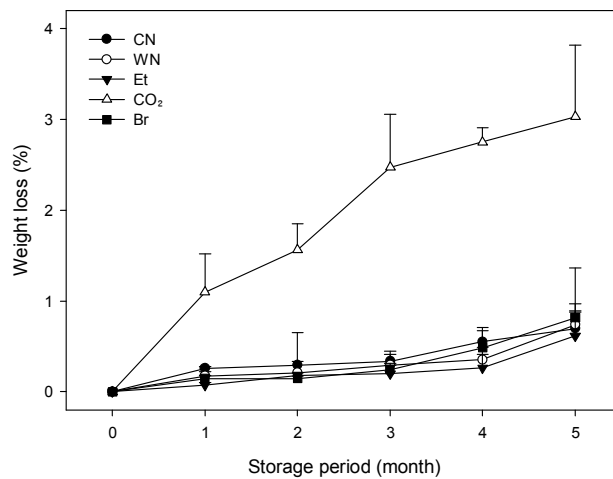


Fig. 2-9. Changes in weight loss of raw fresh ginseng pre-treated with different methods for sanitation during storage

· 경도

전체적으로 처리군에 따른 저장기간 중의 경도 변화는 peak 1과 3은 저장 기간이 경과함에 따라 다소 증가하는 경향이었고, peak 2는 처리에 따른 차이가 있는 것으로 나타났다.

껍질부위인 Peak 1의 경우 초기 경도는 $3265.4 \sim 3551.6$ g·f의 경도 값을 보였으나 저장기간이 경과됨에 따라 증가하는 경향을 보여 저장 5개월에는 $3593.0 \sim 3810.3$ g·f로 저장 초기에 비해 약 $200 \sim 500$ g·f 증가하였으나 탄산가스 처리군은 40 g·f만 증가하여 가장 변화가 적은 것으로 나타났다.

나이테부분인 peak 2의 초기 경도는 $2845.0 \sim 3328.0$ g·f의 경도 값을 보였으나, 저장 기간이 경과됨에 따라 저장 3개월에는 $3098.7 \sim 3305.2$ g·f의 경도를 나타내 약간 감소하거나 증가한 것으로 나타났다. 저장 5개월에는 초기보다 $100 \sim 300$ g·f 가량 증가한 물세척 처리군과 에탄올 처리군을 제외한 처리군은 약 $300 \sim 400$ g·f 감소하였다. 과심부분인 peak 3의 초기값은 $2755.7 \sim 3140.5$ g·f의 경도를 나타냈으나, 저장 3개월에는 $3162.9 \sim 3577.2$ g·f로 전반적으로 증가하였고, 저장 5개월에도 $3320.1 \sim 3633.9$ g·f로 증가하였다(Fig. 2-10).

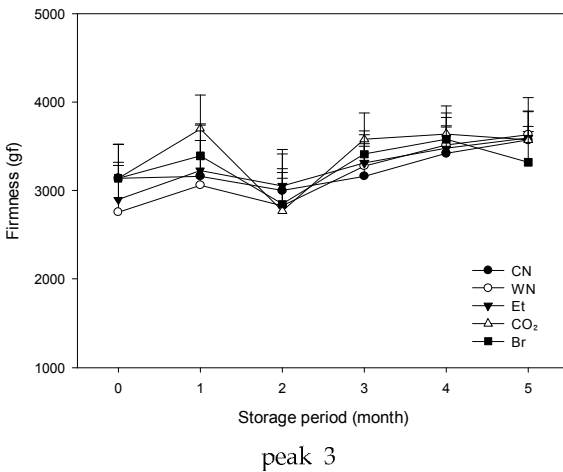
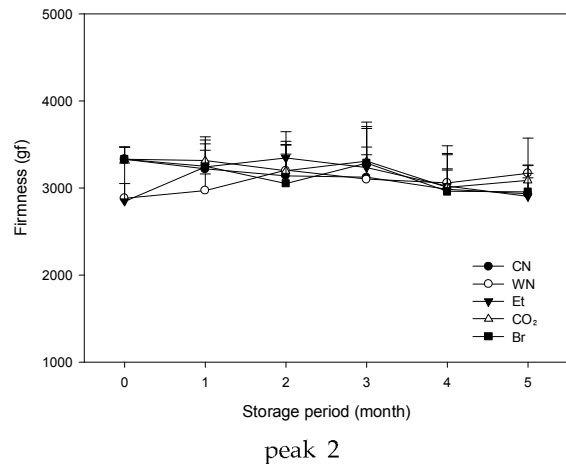
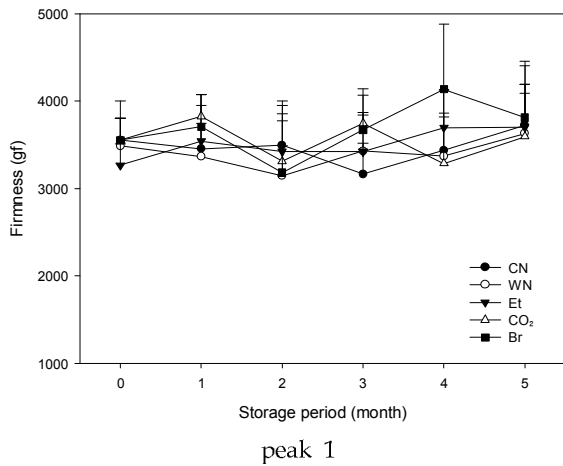


Fig. 2-10. Changes in firmness of raw fresh ginseng pre-treated with different methods for sanitation during storage

· 요오드 발색에 의한 전분 함량

수삼의 저장 중 전분함량의 변화를 요오드 반응에 의한 비색방법으로 관찰하기 위해 시료의 주근의 정 가운데 부분을 두께 3cm 정도 절단하여 요오드용액에 담가 1분간 염색시킨 후 표면의 요오드액을 제거하고 중심부분의 색상을 중앙, 중간, 껍질과 가까운 바깥 부위로 구분하여 L, a, b 값을 측정하여 이들 각각의 값 평균하여 표시하였고 각 평균값을 이용하여 ΔE 값을 구하였다(Fig. 2-11). 저장 중 색상 변화를 보면 전반적으로 L 값 및 b값의 변화가 a값에 비하여 비교적 뚜렷하게 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 수삼을 저장함에 따라 전분이 분해되고 이에 따라 요오드의 색도가 짙어 짐에 따라 밝기를 나타내는 L값이 낮아지고 청색이 짙어 짐에 따라 b값 (+ b, 노란색)이 -쪽(-b: 청색)으로 이동되었기 때문으로 판단된다. 그러나 수삼의 저장기간이 길어짐에 따라 L값과 b값이 감소는 하였지만 포장처리구간의 차이는 뚜렷하지 않았다. a값 경우 저장중 변화가 없는 것으로 나타났다. ΔE 값의 경우 L값과 b값이 감소함에 따라 증가하는 경향을 보였는데 처리구간의 차이는 명확치 않았다. 이와 같은 결과로 요오드반응은 수삼의 저장 중 전분변화를 간접적으로 간단히 판단할 수 편리한 방안으로 사료되나 보다 명확한 관계를 규명하기 위하여서는 보다 깊은 연구가 필요할 것으로 판단된다.

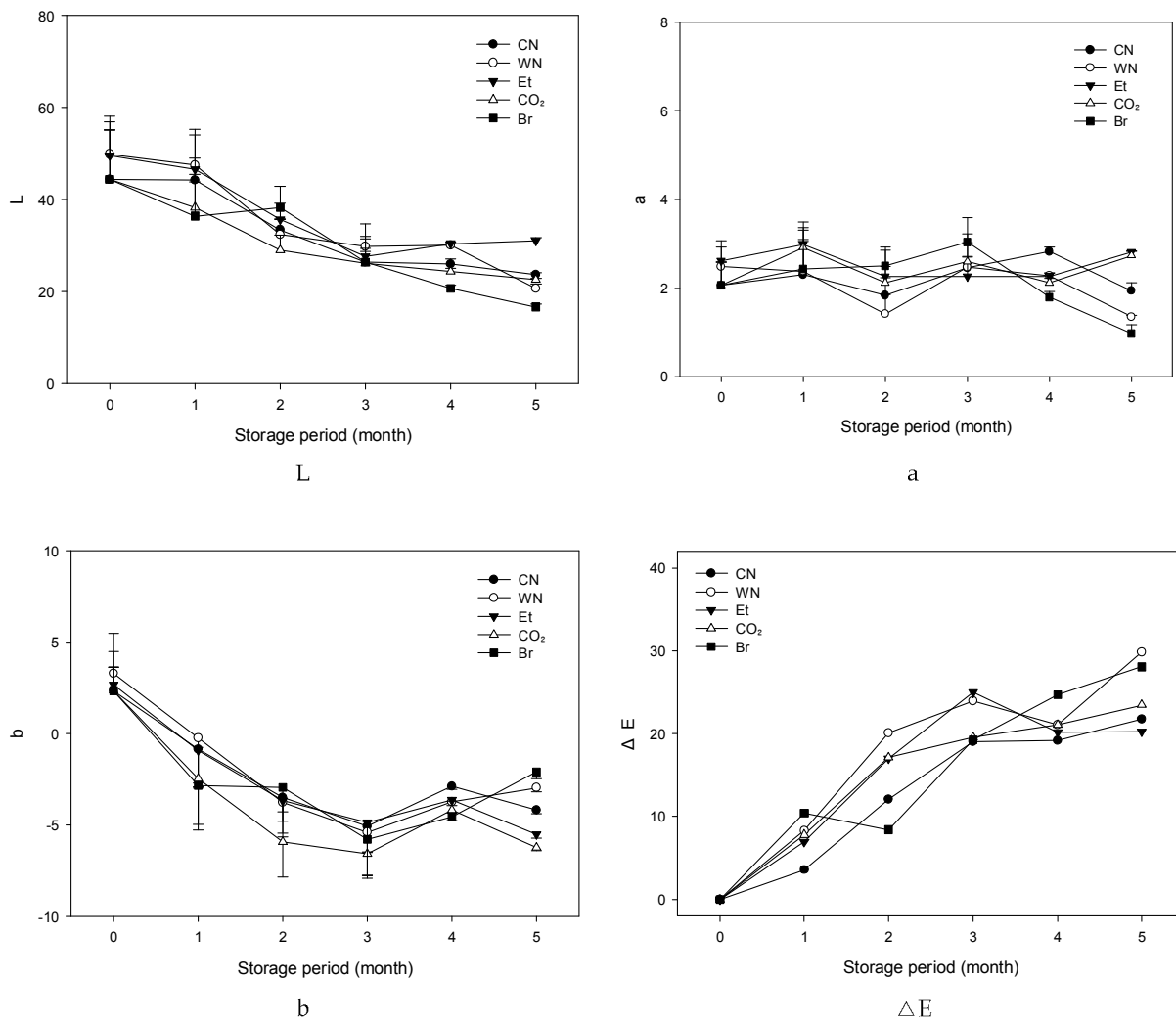


Fig. 2-11. Changes in flesh color by iodine reaction of raw fresh ginseng pre-treated with different methods for sanitation during storage

· 미생물 수준

전반적으로 총균 및 곰팡이 수는 저장기간이 경과함에 따라 증가되는 추세를 보였다. 초기 효과를 시료별로 살펴보면, 에탄올 처리군이 처리직후 초기 미생물 수가 총균 5.18 log CFU/g, 곰팡이 수는 2.06 log CFU/g로 나타나 가장 낮았고, 다음은 술질 처리군으로 총균 수와 곰팡이 수가 각각 5.33 log CFU/g와 4.11 log CFU/g였다. 물 세척 처리군의 경우 초기 곰팡이 수가 3.87 log CFU/g로 두 번째로 낮았으며, 총균수는 5.42 log CFU/g로 나타났다. CO₂ 처리군의 경우 초기 총균 수와 곰팡이 수는 각각 5.45 log CFU/g와 4.11 log CFU/g였고, 대조군의 경우는 5.45 log CFU/g와 4.21 log CFU/g로 나타났다.

저장 기간이 경과됨에 따른 총균 수와 곰팡이 수의 변화를 살펴보면, 미생물 제어에 가장 효과적으로 나타난 처리군은 술질 처리군으로 나타났으며, 총균 수와 곰팡이 수가 각각 5.42 log CFU/g와 3.88 log CFU/g로 나타나 가장 낮은 미생물 수준을 보였다. 다음으로는 물세척 처리군과 에탄올 처리군으로 각각의 총균 수와 곰팡이 수가 물세척 처리군은 5.81 log CFU/g와 4.54 log CFU/g였으며, 저장 4주차에 급격한 미생물 수준이 증가한 에탄올 처리군은 5.94 log CFU/g와 4.61 log

CFU/g로 나타났다. CO₂처리군의 미생물 수는 평균 수가 6.13 log CFU/g, 곰팡이 수는 3.92 log CFU/g로 곰팡이 제어에 비교적 효과가 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 대조군의 평균 수와 곰팡이 수는 각각 6.31 log CFU/g과 5.25 log CFU/g로 나타나 처리군 중 가장 높은 미생물 수준을 보였다(Fig. 2-12).

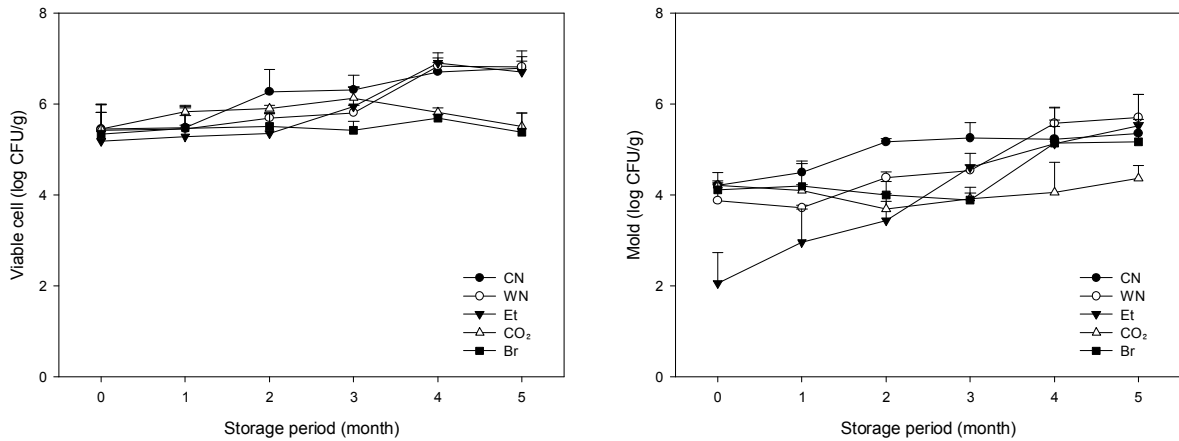


Fig. 2-12. Changes in microbial population on surface of raw fresh ginseng pre-treated with different methods for sanitation during storage

· 관능적 품질

소독 및 세척 처리에 따른 수삼의 저장기간 중 관능적 품질변화를 조사하였던 바 뇌두부위를 제외하고는 저장 3개월 후까지 맛, 향 및 조직감과 색 항목에서 전반적으로 외관상태가 양호한 것으로 나타났다. 뇌두부위의 경우 3점대를 받은 세근 및 지근 항목에 비해 2점대로 나타나 저장기간에 따른 품질저하가 가장 심한 것으로 사료된다(Fig. 2-13).

저장 주기별로 살펴보면 초기 외관은 전체적으로 4.33~4.56으로 매우 상태가 양호하였고, 뇌두 및 주근, 지근, 세근을 포함한 전체적인 평가항목에서 4.11~4.89로 높은 점수로 평가되었다. 그러나 저장 1개월부터 전반적인 상태에서 3.56~3.78점으로 저장 초기보다 다소 관능적 품질이 저하되었으나, 주근 및 지근의 상태는 4점대로 비교적 품질이 양호한 것으로 나타났다. 그러나 물 세척처리군 및 에탄올처리군의 뇌두 부위 상태가 3.44점으로 나타났으며, 다른 처리군에서도 뇌두부위의 점수가 3.56점으로 품질저하가 다소 발생된 것으로 나타났다.

저장 2개월 후부터는 전반적으로 모든 평가항목에서 품질의 저하가 발생되었다. 특히 뇌두부위의 품질이 2.44~2.89로 나타났다. 이외에도 전체적인 외관항목에서 3.56~3.67로 나타났고, 주근 및 지근, 세근에서는 3.22~4.00으로 비교적 품질상태는 양호한 것으로 나타났다. 저장 3개월에는 저장 2개월과 비교하여 세근부위의 품질저하가 발생되었고, 이외의 모든 항목은 저장 2개월과 유사하거나 약간 저하된 것으로 나타났다. 전체 항목을 합산하여 평균을 낸 값으로 비교해보면, 관능적으로 탄산가스 처리군이 3.85, 술질처리군은 3.80으로 비교적 높은 점수를 얻었으며, 에탄올 처리군의 경우도 3.77로 뇌두부위를 제외하고는 비교적 높은 점수를 얻었다(Fig. 2-14)

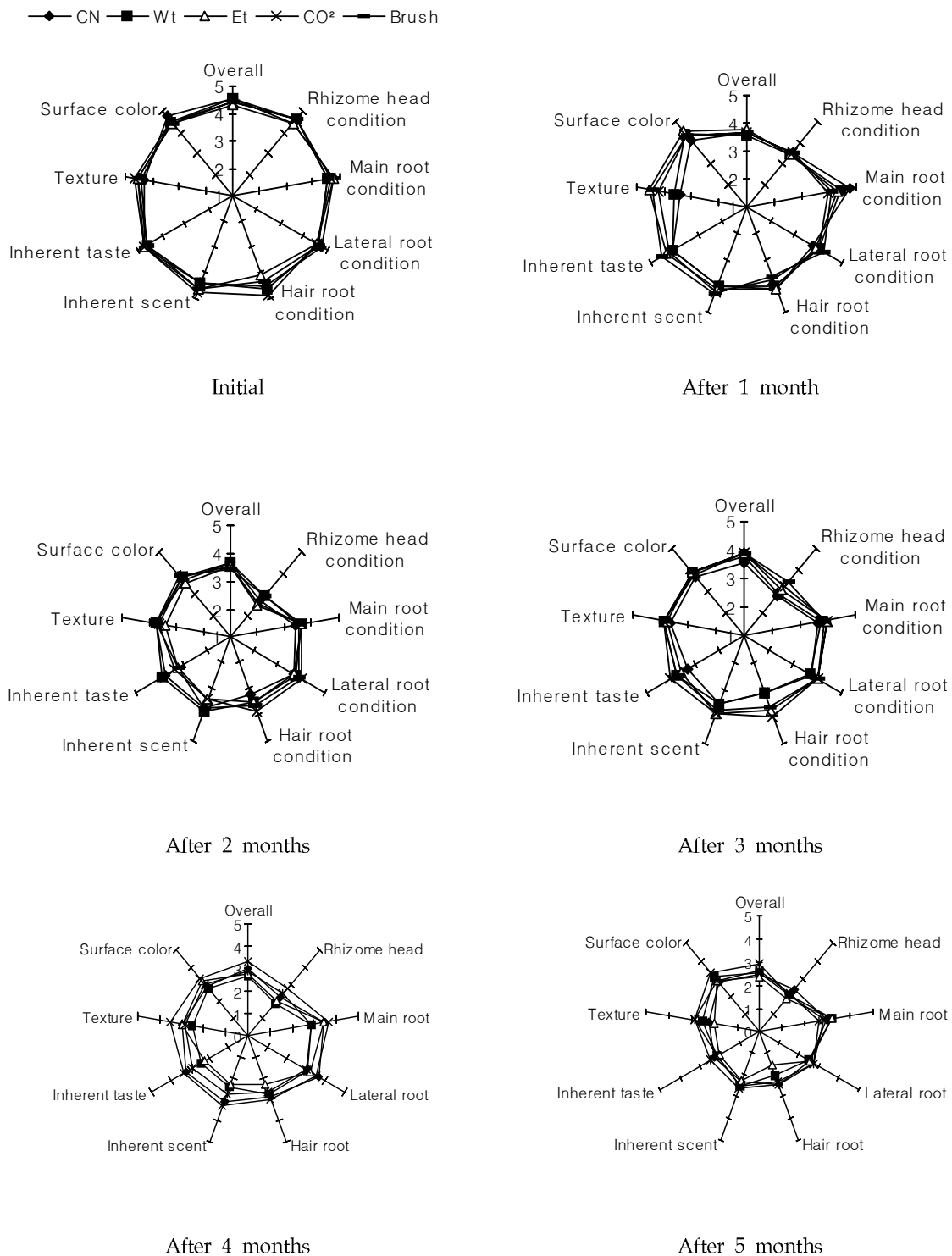


Fig. 2-13. Organoleptic quality of raw fresh ginseng pre-treated with different methods for sanitation during storage

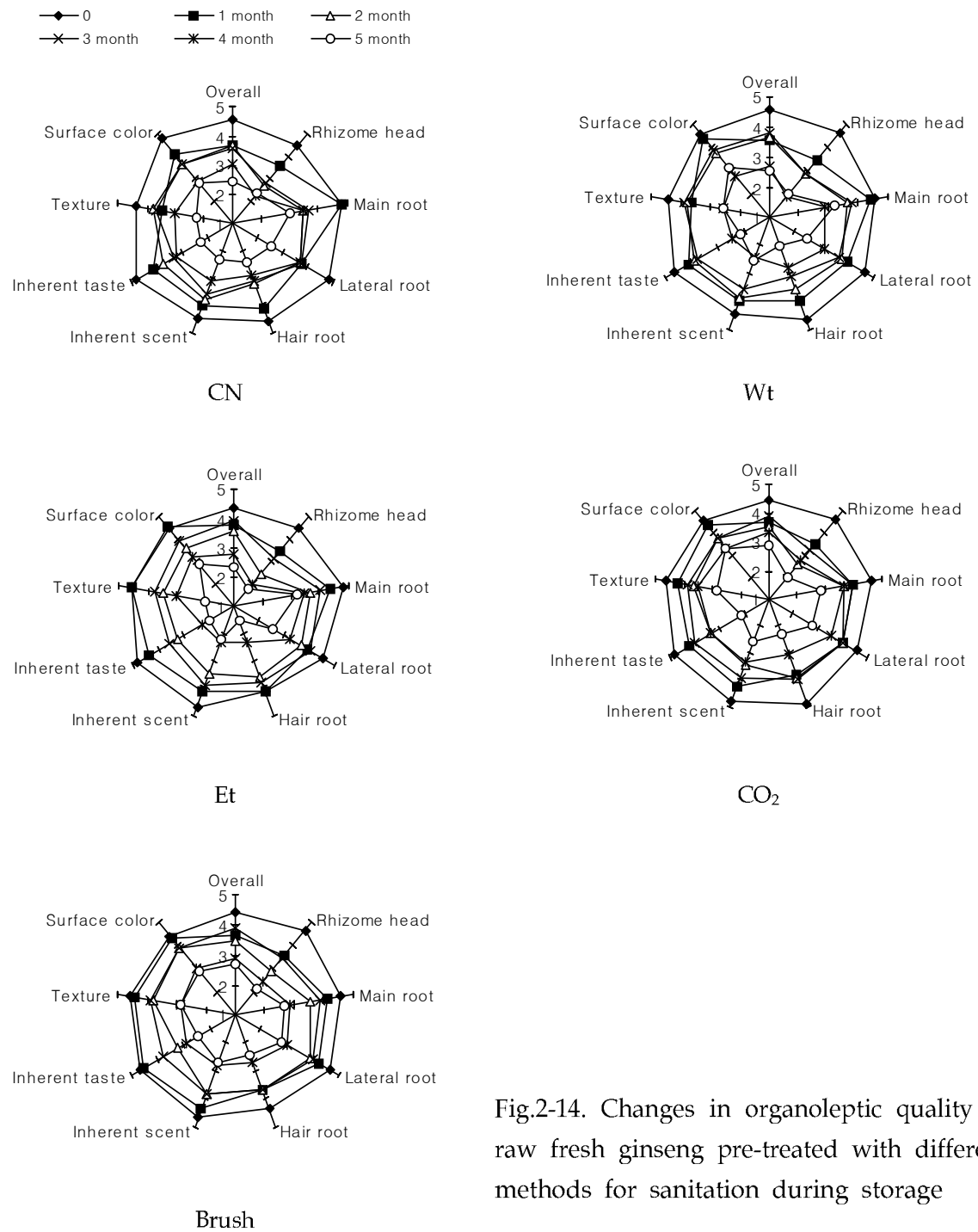


Fig.2-14. Changes in organoleptic quality of raw fresh ginseng pre-treated with different methods for sanitation during storage

3. 수삼의 예냉처리 및 포장연구

가. 수확시기에 따른 수삼의 품온과 예냉처리

수삼을 신선한 상태 또는 세척 수삼으로 가공 처리하여 유통시키기 위해서는 원료가 되는 수삼을 안정적으로 수급할 수 있는 방안이 강구되어야 하며 이를 위해서는 수삼의 직후부터 품질유지를 위한 수확 후 관리기술의 적용이 필요하다. 수삼은 9월부터 11월 말까지 그리고 이듬해 3월경에 수확하는데 수확시기 지온 및 외기온도에 의해 수삼의 품온이 달라짐에 따라 필요시에는 수확 후 예냉 처리가 필요할 것으로 판단되어 수확시기에 따른 예냉의 필요성을 확인하고자 수삼의 주요 산지인 강화, 금산 풍기 지역의 수확시기 별 지중 50cm 지점의 온도와 외기 온도를 기상청 자료를 사용하여 분석하였다.

수삼 주요산지의 9월 지중 50cm의 온도는 23.1-25.1℃, 10월은 18.6-19.3℃, 11월은 12.4-12.9℃로 비교적 높은 편이며, 3월의 경우 역시 6.0-7.0℃ 수준이었다. 월별 지면온도를 보면 지역에 따라 약간의 차이는 있으나 9월의 지면 온도는 19.9-20.5℃, 10월은 13.5-14.5℃, 11월은 5.8-6.8℃이며 3월의 경우 4.4-5.5℃을 나타내고 있다. 9월 및 10월의 지온과 지면온도는 각각 18.6-25.1℃, 13.5-20.5℃ 범위로 이 시기에 실험을 위해 채굴한 수삼의 품온도 지온과 거의 유사한 것으로 조사됨에 따라 수확 후 품온을 빠르게 낮추어 주기 위한 예냉 처리 등 온도관리가 필요한 것으로 판단된다. 11월의 경우 지온은 12.4-12.9℃범위로 비교적 높으나 외부의 온도가 5.8-6.8℃로 낮기 때문에 예냉의 필요성이 없을 것으로 생각할 수 있으나, 수삼의 품온을 저장에 적합한 온도로 낮추지 않고 저장할 경우 품온 및 자체 호흡에 의해 발생하는 열이 포장 내 축적되어 품질의 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다(Fig. 2-15).

특히 수삼의 경우 저장 중 수분손실을 방지하고 품질을 유지하기 위해 PE필름을 이용한 MA저장을 함에 따라 냉장 저장하는 다른 과일과 달리 수삼포장 내 축적된 열의 제거가 용이치 않음에 따라 예냉 처리가 더욱 필요하다. 이듬해 3월에 수확한 수삼의 경우 11월에 수확한 수삼에 비해 지온 및 지온온도가 낮더라도 호흡에 의해 발생하는 열과 자체의 열 제거를 통한 저장 중 품질 유지를 위해서는 예냉을 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다(Fig. 2-16).

이와 관련하여 수삼의 수확 후 품온에 따른 예냉 시 품온 변화를 개체 단위에서 조사하였던바 수확 후 품온이 높을수록 저장온도에 적합 수준으로 저하되는데 소요되는 시간이 길어지는데 품온이 25℃인 경우 0℃로 저하되는데 400분 정도 소요되는 것으로 나타났다. 수삼을 저장할 경우 MAP상태로 하여 저장하는데 MAP 상태의 수삼을 예냉 처리할 경우 포장재에 의한 열 차단 효과에 의해 품온 저하에 소요되는 시간이 포장을 하지 않은 수삼에 비하여 훨씬 길어지는 것으로 나타났다. 예로서 MAP 처리한 수삼의 품온이 25℃일 경우 이를 0℃로 저하되는데 소요되는 시간은 940분 정도로 포장하지 않았던 수삼에 비해 2.35배 정도 더 소요되었다(Fig. 2-17).

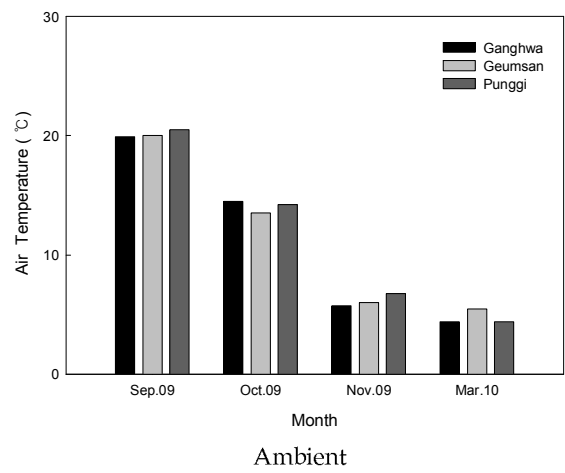
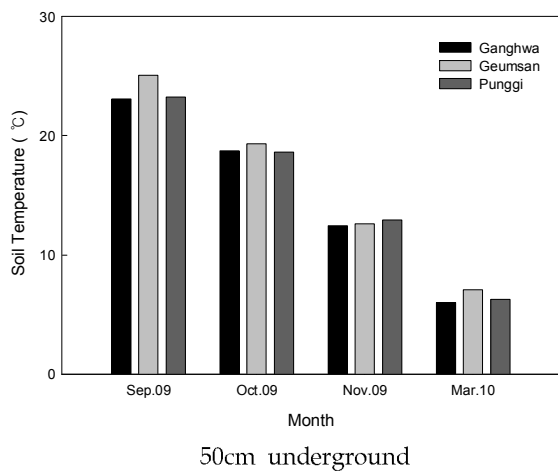


Fig. 2-15. Soil and ambient temperature at main ginseng producing areas depending on the month



Fig. 2-16. Treatment for measuring internal temperature of packaged and non packaged ginseng

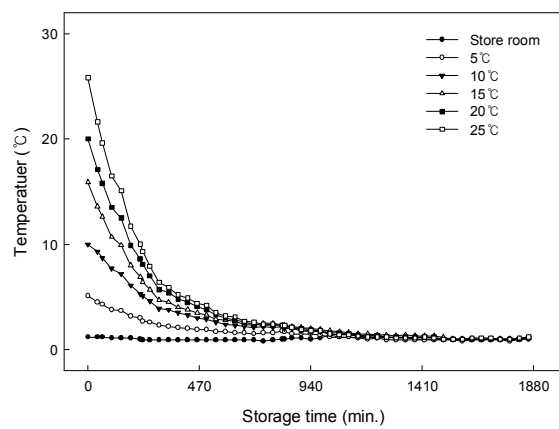
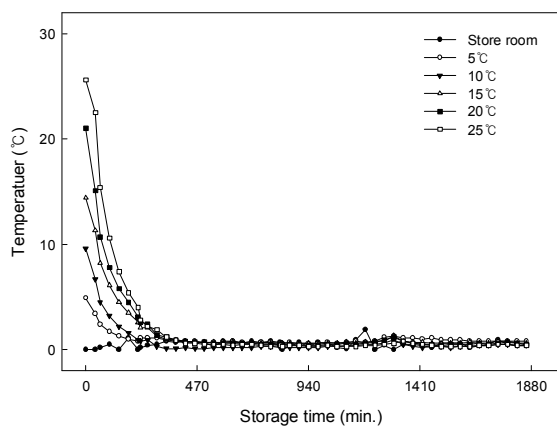


Fig. 2-17. Changes in internal temperature of fresh ginseng during precooling at 0°C from different internal temperatures

나. 예냉 처리에 따른 수삼의 생리특성 및 품질특성 변화분석

세척 수삼을 가공처리하게 위해서는 원료가 되는 수삼을 안정적으로 공급할 수 있도록 할 필요성이 있다. 이에 본 연구에서는 수확 직후의 수삼의 저장 중 품온 관리를 위하여 예냉 처리를 시도하였다. 현행 수삼의 저장은 수삼을 채굴현장에서 선별하여 75kg 골판지 상자에 담아 $-2\sim-3^{\circ}\text{C}$ 에 저장하고 있는데 수삼의 빙결온도가 -1.8°C 부근인 점을 비추어 볼 때 이러한 조건은 세척 수삼용 수삼으로 적합하지 않으나 저장성 부여를 위하여 관행적으로 이루어지고 있다. 이와 같은 온도 조건에서 수삼을 저장하더라도 75kg 골판지 상자 중심부의 온도가 수삼의 품질 유지에 적합한 온도에 도달하는 데는 저장 후 상당기간이 필요하며 이에 따른 품질 저하가 발생하고 있다. 이에 수삼의 예냉 처리를 시도하였는데 처리방법으로는 수삼을 외부공기에 직접 노출 시 지근 및 세근 등에서 표면 건조가 매우 빠르게 일어나며 이에 따라 상품성에 큰 영향을 미치기 때문에 수삼의 예냉 방법으로는 차압식 예냉보다는 정치식 예냉이 적합할 것으로 판단된다. 차압 예냉의 적용 시 열교환은 일어나나 수삼으로부터 수분 손실을 방지하기 위해 상자 내에 수삼을 PE필름으로 lining 하여 예냉을 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단되나 이러한 자료는 전무하다. 이에 수삼의 예냉과 관련하여 본 연구에서는 수삼의 생리, 품질특성 변화를 조사하기 위해 채굴된 수삼을 기공 PE상자, 0.1 mm PE film 대로 내포장한 기공 PE상자, 0.1 mm PE film대로 내포장한 골판지 상자, 밀폐형 PE상자에 약 20kg씩 넣어 0°C 의 예냉실에 보관하면서 상자 내 온습도 변화를 측정하였고, 처리별 중량감소 및 처리 후 생리특성조사로 호흡률을 조사하였다. 예냉 처리를 위하여 예냉실의 온도를 0°C 로 설정하였는데 예냉 처리 중 예냉실의 초기온도는 예냉 처리를 위한 작업 등으로 인하여 9.3°C 를 나타냈으며 일정시간이 경과한 후 0°C 부근을 유지하였다. 또한 예냉실 안의 상대습도는 내부 작업 및 제상 등으로 인하여 71-90% 수준을 유지하였다.

상자별로는 밀폐형 골판지 상자의 경우 상자 내 온도 변화가 매우 완만하여 20°C 부근의 품온을 5°C 까지 떨어뜨리는데 약 50시간이상이 소요되었으나 통기구가 있는 포장상자의 공기접촉면은 초기온도 20°C 에서 5°C 까지 저하되는 데 약 1시간 정도 소요되었다. 그러나 골판지 상자의 상대습도는 90%이상을 유지한 반면 통기구가 있는 상자의 경우 상자 내 상대습도가 밀폐포장된 다른 상자의 경우에 비해 매우 낮으며 불안정하여 수삼의 예냉 처리 중 중량 손실발생이 클 것으로 추정되었으며 이러한 결과는 실측치와 같았다. 또한 통기구가 있는 플라스틱 상자에 PE필름으로 수삼을 내포장한 경우 온도 저하는 필름 내 포장을 하지 않았던 경우 비하여 완만하였지만 포장 내 상대습도는 수삼의 저장에 적합한 수준인 90%이상을 지속적으로 유지하였다. 한편 통기구가 없는 플라스틱 상자의 경우 내부 품온 저하 속도가 통기구가 있으며 내부에 PE필름을 처리한 경우에 비하여 느린 것으로 나타났다(Fig. 2-18).

예냉 처리 중 포장 방법에 따른 수삼의 중량변화를 보면 기공 PE 플라스틱상자에 담아 예냉 처리한 수삼의 경우 60분 처리 후 0.84%가 감소하였으며, 예냉 처리시간이 경과함에 따라 거의 직선적으로 중량이 감소하는 것으로 나타났다. 0.08 mm PE 필름으로 수삼을 내포장한 기공PE 상자, 0.08 mm PE 필름 봉지로 내포장한 골판지 상자, 반밀폐형 PE상자의 경우 처리 180분 후까지는 1.4-1.6% 정도 감소하였으며, 처리 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이러한 경향은 처리 240분 후부터 달라져 골판지 포장 상자가 다른 포장구에 비해 다소 큰 변화를 보였고, 다음으로는 기공 상자 내부에 0.08 mm PE 필름봉지에 수삼을 포장한 경우 순이었으며, 기공이 없는 밀폐형 플라스틱상자의 경우 가장 적은 변화를 보였다. 이와 같은 결과를 토대로 수삼의

예냉처리 시에는 수삼을 외부공기에 직접 노출 시 지근 및 세근 등에서 표면 건조가 매우 빠르게 일어나며 이에 따라 상품성에 큰 영향을 미치기 때문에 수삼으로부터 수분 손실을 방지하기 위해 상자 내에 수삼을 PE필름으로 lining 하여 예냉을 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다(Fig. 2-19). 한편 예냉 처리가 종료된 후 각 포장별 수삼의 호흡률을 측정하였던 바 호흡률은 0.3-2.2 CO₂ml/kg/hr로 골판지 상자의 경우 가장 높은 호흡률을 보인 반면 밀폐형 플라스틱 상자의 경우 가장 낮은 값을 보였다(Fig. 2-20).

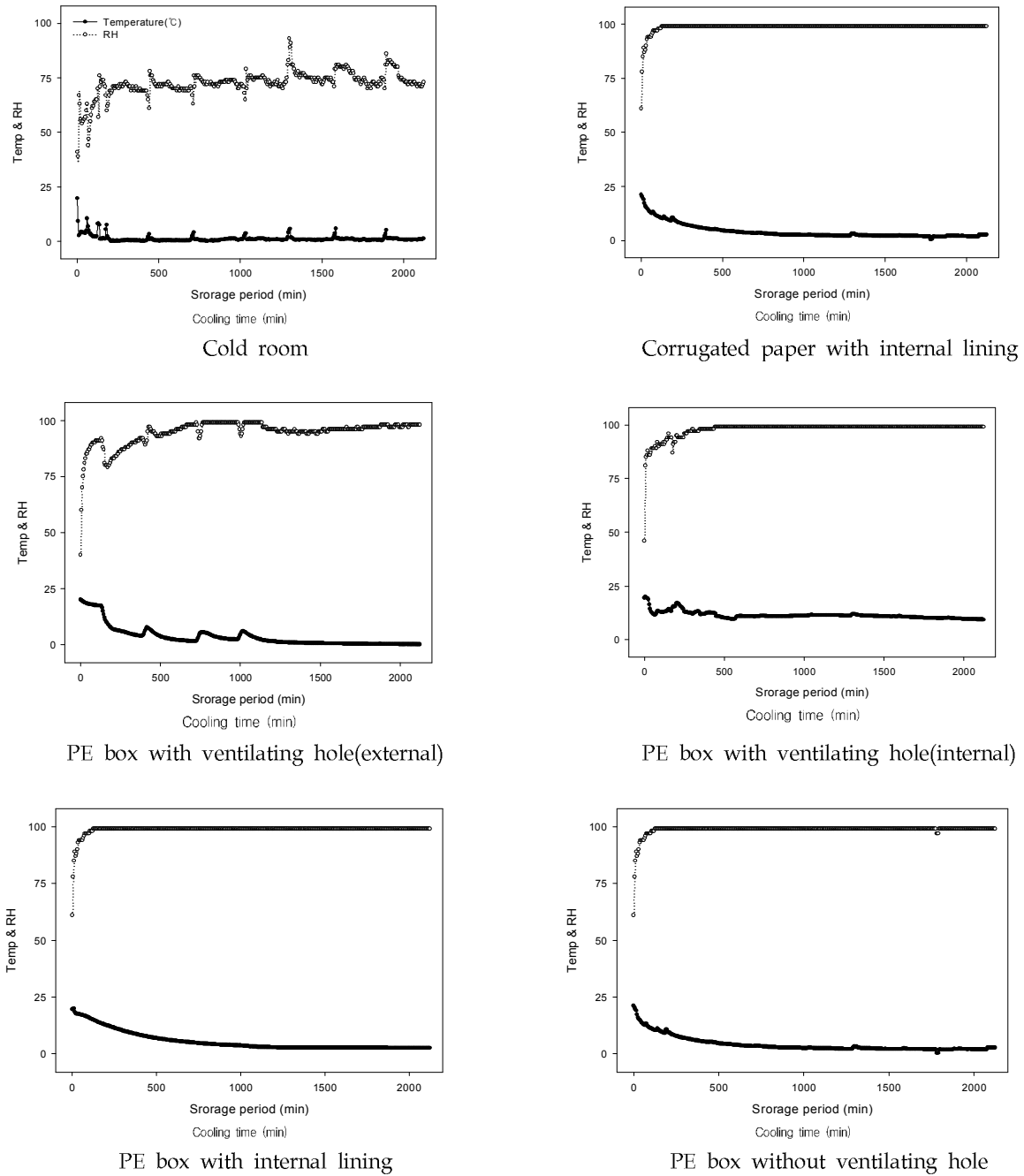


Fig. 2-18. Changes in temperature and relative humidity in different boxes during pre-cooling of fresh ginseng

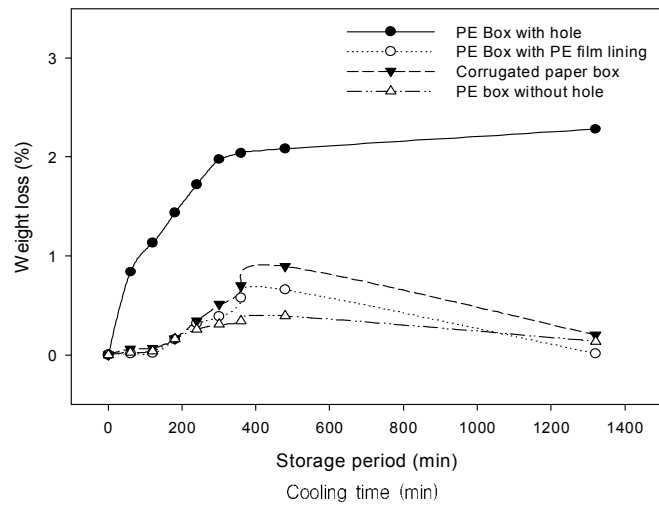


Fig. 2-19. Changes in weight loss of fresh raw ginseng packed in different conditions during precooling

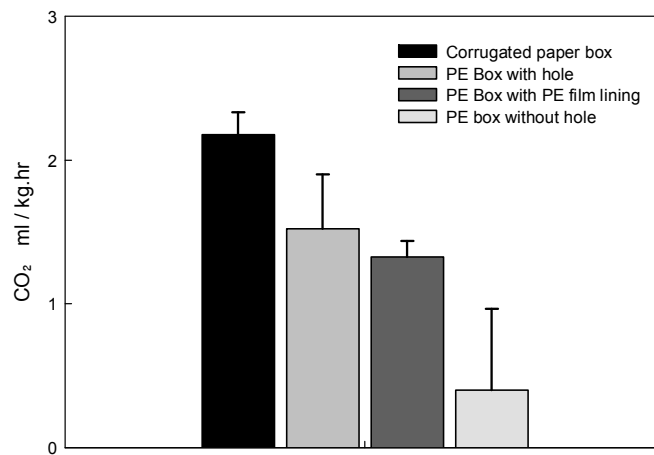


Fig. 2-20. Changes in respiration rate of ginseng packaged with different types of boxes during precooling.

다. 적정 예냉처리의 효과 분석

현행 수삼의 저장은 채굴현장에서 수삼을 선별하여 내부에 PE필름이 lining된 75kg 골판지 상자에 담아 $-2\sim-3^{\circ}\text{C}$ 에 저장하고 있는데 이와 같은 온도 조건에서 수삼을 저장하더라도 75kg 골판지 상자 중심부의 온도가 수삼의 품질 유지에 적합한 온도에 도달하는 데는 저장 후 상당기간이 필요하며 이에 따른 품질 저하가 발생하고 있다. 특히 9월, 10월 및 11월 초순 수확하는 수삼의 경우 수확직후 품온과 외부온도가 비교적 높기 때문에 수삼의 품질유지를 위해서는 예냉 등 온도관리가 필요한 것으로 판단된다. 1차 실험을 통하여 수삼의 예냉 처리를 시도하였던 바 일반적인 포장 방법적용 시 수삼이 외부공기에 직접 노출됨에 따라 지근 및 세근 등에서 표면 건조가 매우 빠르게 일어나며, 이에 따라 상품성에 큰 영향을 미치는 것으로 조사되어 수삼으로부터 수분 손실을 방지하기 위해서는 상자 내에 수삼을 PE필름으로 lining 하여 예냉을 실시하는 것이 바람직 한 것으로 판단되었다.

이와 더불어 수삼의 예냉을 위하여서는 수삼의 포장용기에 대한 고려가 절실하며, 이는 수삼의 저장 시 취급 및 온도관리 측면과 연계하여 개선되어야 할 사항으로 판단된다. 이에 수삼의 예냉, 저장, 취급 등의 효율성을 고려하여 용기의 형태별 예냉 시 온도 변화를 조사하였고 예냉 처리 후 포장방법에 따른 수삼의 증량감소를 분석하였다.

이를 위하여 채굴된 수삼을 기공 PE상자, 0.08 mm PE film으로 내포장한 기공PE상자, 0.08 mm PE film으로 내포장한 골판지 상자, 크기는 기공 PE상자의 2배 정도 되는 반밀폐형 PE상자에 약 10kg씩 넣어 0°C 의 예냉실에서 냉각처리 하면서 상자 내 온도 변화를 측정하였다(Fig. 2-21).

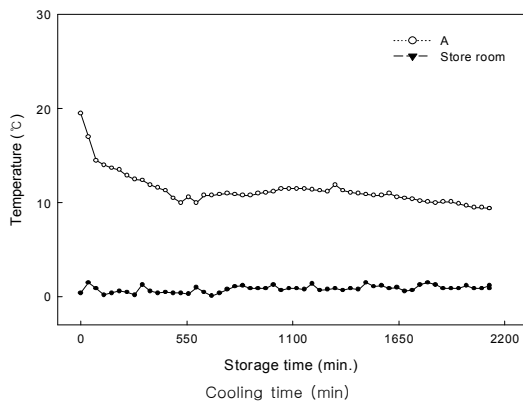


Fig.2-21. Different types of ginseng boxes for measuring temperature during precooling

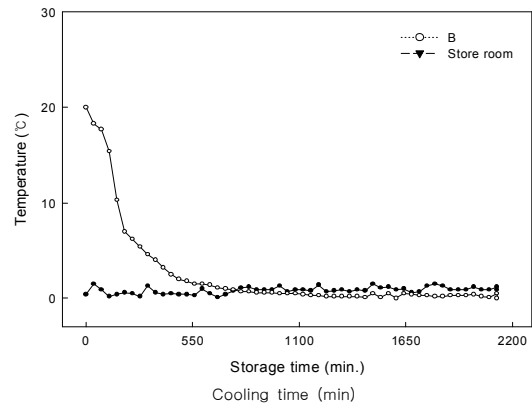
상자별 온도변화를 보면 밀폐형 골판지 상자의 경우 상자 내 온도 변화가 매우 완만하여 20°C 부근의 품온을 10°C 까지 떨어뜨리는데 약 8시간이상이 소요되었으나 이 이후부터는 상자 내 온도 변화가 매우 완만하였다. 통기구가 있는 기공 PE 포장상자의 공기접촉면은 초기온도 20°C 에서 10°C 까지 저하되는 데 약 3시간 정도 소요되었으며 13시간 후에는 저장고 온도와 유사한 수준에 도달하였다. 그러나 골판지 상자의 상대습도는 95%이상을 유지한 반면 통기구가

있는 기공 PE 포장상자의 경우 상자 내 상대습도가 밀폐 포장된 다른 상자의 경우에 비해 매우 낮고 불안정하여 수삼의 예냉 처리 중 중량 손실발생이 클 것으로 추정되었으며 이러한 결과는 실측치와 같았다. 또한 통기구가 있는 기공 PE 플라스틱 상자에 PE필름으로 수삼을 내포장한 경우 온도 저하는 필름 내 포장을 하지 않았던 경우 비하여 완만하였지만 포장 내 상대습도는 수삼의 저장에 적합한 수준인 95%이상을 지속적으로 유지하였다. 한편 통기구가 없는 반 밀폐형 플라스틱 상자의 경우 내부 공기 교환 공간은 크지만 내부 품온 저하 속도가 통기구가 있으며 내부에 PE필름을 처리한 경우에 비하여 느린 것으로 나타났다(Fig. 2-22).

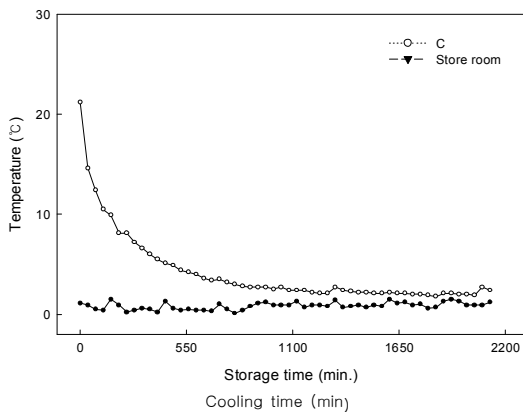
예냉 시간이 경과함에 따른 수삼의 중량변화를 조사하였던 바 1차 실험의 결과에서와 같이 기공 PE플라스틱상자에 담겨진 수삼의 중량감소가 골판지 상자, 밀폐형 플라스틱상자 및 기공 플라스틱상자에 PE필름을 덧댄 경우에 비하여 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로 수삼의 예냉 시에는 밀폐형 골판지 상자나 통기구가 있지만 반 밀폐형 플라스틱 상자형태의 구조 보다는 통기구는 있지만 내부에 얇은 필름을 덧대어 열전도율은 높이고 상자 내 상대습도를 수삼에 적합토록 유지할 수 있는 구조가 바람직한 것으로 판단되었다(Fig. 2-23).



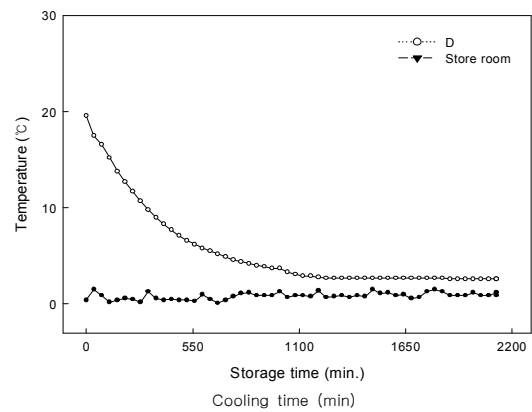
Corrugated paper box



PE box with Ventilating hole



PE box with ventilating hole and PE film lining



PE box without hole

Fig. 2-22. Changes in inner temperatures of fresh ginseng packed in different types of box during precooling at 0°C

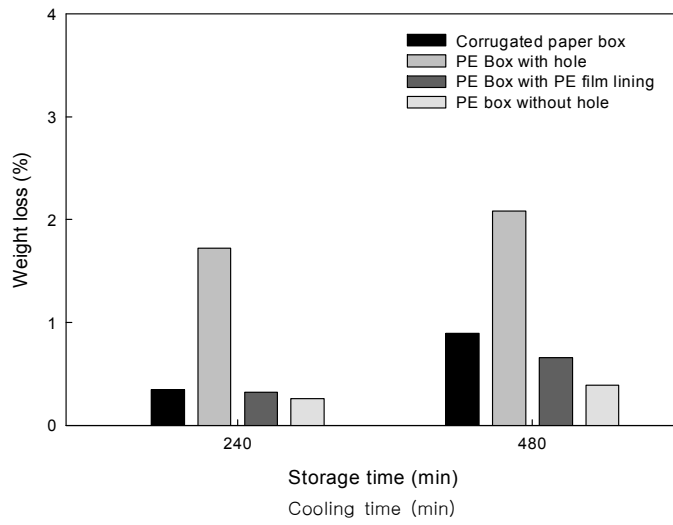


Fig. 2-23. Changes in weight loss of ginseng packaged with different types of boxes during precooling

라. 수삼의 저장용 포장용기 및 포장방법에 따른 효과

수삼의 포장형태를 보면 채굴현장에서 수삼을 선별하여 75kg(100차)용 골판지 상자단위로 담아 포장한 후 유통 시장에서 판매에 이용되거나 저장고에 입고된다. 수삼의 단위포장으로 75kg 크기의 상자를 선별단계에서부터 운송 저장 출하 판매 단계에 이르기까지 사용함에 따라 우선적으로 취급 시 작업자에게 어려움이 있고, 이에 따라 부주의한 취급으로 포장 내 내용물의 손상이 발생할 수 있다. 판매장에서의 경우 단위포장 크기가 75kg이다보니 매장에 진열 후 판매 시간이 경과함에 따라 판매 중 품질저하가 발생할 수 있다. 현재 관행적인 방법에 의한 수삼의 저장은 수확 후 예냉처리 없이 $-2\sim-3^{\circ}\text{C}$ 로 유지되는 저장고에 바로 입고되어 저장하고 있는데 수삼의 빙결온도가 -1.8°C 인 점을 비추어 볼 때 이러한 조건에서 저장 시 수삼포장 상자 내 포장재와 접한 부위의 수삼은 동해가 발생할 수 있다. 또한 이와 같은 온도 조건에서 수삼을 저장하더라도 75kg 골판지 상자 중심부의 온도가 수삼의 품질 유지에 적합한 온도에 도달하는 데는 저장 후 상당기간이 필요하며 이에 따른 품질 저하가 발생하고 있다.

한편 수삼의 현행 포장방법을 보면 골판지상의 뚜껑을 덮을 수 없을 정도로 수삼을 높게 쌓아 포장하고, 이로 인하여 저장 시 포장 상자를 바닥에 1단으로만 쌓아야 함으로 저장고내 공간 활용 측면에서도 매우 효율이 낮다. 따라서 수삼의 취급, 유통 및 저장 시 편리하고 포장내용물인 수삼의 품질을 안정적으로 유지하기 위해서는 현행 75kg 단위의 수삼 포장방식을 개선할 필요가 있다. 특히 수삼은 외부공기에 직접 노출 시 지근 및 세균 등에서 표면 건조가 매우 빠르게 일어나며 이에 따라 상품성에 큰 영향을 미치기 때문에 수삼으로부터 수분 손실을 방지하기 위해 상자 내에 수삼을 PE필름으로 lining된 포장방법을 적용하고 있는데 이 lining처리가 포장 내 열의 제거에 영향을 미치며 이에 따라 저온 저장을 하더라도 품온 강하에 영향을 미치게 된다(Fig. 2-24). 이러한 문제점을 개선하기 위하여 우선적으로 포장 내 PE필름 lining이 예냉처리 시 수삼의 품온 강하에 미치는 영향을 수삼 개체 단위에서 조사하였던바 수확 후 품온이 높을수록 일정 저장온도에 적합 수준으로 저하되는데 소요되는 시간이 길었는데 품온이 25°C 인 경우 0°C 로 저하되는데 400분 정도 소요되는 것으로 나타났다.

수삼을 저장할 경우 PE필름으로 lining하여 저장하는데 PE필름으로 lining한 상태의 수삼을 저장 전 예냉할 경우 PE필름에 의한 열 차단 효과에 의해 예냉에 소요되는 시간이 포장을 하지 않은 수삼에 비하여 훨씬 길어지는 것으로 나타났다. 예로서 PE필름으로 lining 처리한 수삼의 품온이 25°C 일 경우 이를 0°C 로 저하되는데 소요되는 시간은 940분 정도로 포장하지 않았던 수삼에 비해 2.35배 정도 더 소요되는 것으로 나타났다.



채굴현장 선별포장



채굴현장집하



채굴현장 상차



유통시장으로 운송



유통시장에서 하차



판매장



간이지장



냉장저장

Fig. 2-24. Usage of 75kg corrugated paper box for ginseng from field to market

이러한 결과를 바탕으로 수삼의 예냉, 저장, 취급 등의 효율성을 고려하여 용기의 형태별 예냉 시 온도 변화를 조사하였던바 기존 밀폐형 골판지 상자의 경우 상자 내 온도 변화가 매우 완만하여 20℃ 부근의 품온을 10℃까지 떨어뜨리는데 약 8시간이상이 소요되었으며, 이 이후부터는 상자 내 온도 변화가 매우 완만하여 36시간 후에도 거의 10℃ 수준을 하였다. 반면에 통기구가 있는 기공 PE 포장상자의 공기접촉면은 초기온도 20℃에서 10℃까지 저하되는 데 약 3시간 정도 소요되었으며 13시간 후에는 저장고 온도와 유사한 수준에 도달하였다. 또한 통기구가 있는 기공 PE 플라스틱 상자에 PE필름으로 수삼을 내포장한 경우 온도 저하는 필름 내 포장을 하지 않았던 경우 비하여 완만하였지만 포장 내 상대습도는 수삼의 저장에 적합한 수준인 95%이상을 지속적으로 유지하였다. 한편 통기구가 있지만 반 밀폐형 플라스틱 상자의 경우 내부 공기 교환 공간은 크지만 내부 품온 저하 속도가 통기구가 있으며 내부에 PE필름을 처리한 경우에 비하여 느린 것으로 나타났다. 예냉 처리 중 포장 방법에 따른 수삼의 중량변화를 보면 기공 PE 플라스틱상자에 담아 예냉 처리한 수삼의 경우 240분 처리 후 1.72%가 감소하였으며 예냉 처리시간이 경과함에 따라 거의 직선적으로 중량이 감소하여 480분후에는 2.08%에 달하였다. 0.08 mm PE 필름으로 수삼을 내포장한 기공PE상자, 0.08 mm PE 필름 봉지로 내포장한 골판지 상자, 반밀폐형 PE상자의 경우 처리 240분 후까지는 0.26-0.35% 정도 감소하였으며, 처리 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이러한 경향은 처리 480분 후부터 달라져 골판지 포장상자가 다른 포장구에 비해 다소 큰 변화를 보였고, 다음으로는 기공 상자 내부에 0.08 mm PE 필름봉지에 수삼을 포장한 경우 순이었으며, 반밀폐형 플라스틱상자의 경우 가장 적은 변화를 보였다(Fig. 2-25, 2-26).

이와 같은 결과를 확인키 위하여 수삼의 현행 포장단위인 75kg골판지 상자과 취급 및 저장 등 현장 활용성이 높은 15kg 단위의 기공 플라스틱상자를 사용하여 예냉 실험을 실시하였다(Fig. 2-27). 예냉에 앞서 시료의 품온을 일정하게 조정한 후 각각의 포장상자에 0.08mm 두께의 PE 필름으로 lining 한 후 골판지 상자에는 75kg, 기공플라스틱상자에는 15kg를 담고 상자 상층부의 PE필름을 밀봉하였다. 포장 전 시료의 품온은 13.5℃이었고 예냉실 온도는 0℃이었으며 예냉 중 상자 내 온도는 상자 중심의 시료에 열전대를 꽂아 16일간 측정하였다. 예냉 중 각 상자 내 온도 변화를 보면 예냉 시작 후 30시간까지는 상자간의 차이를 보이지 않고 온도가 저하되었는데 이는 포장 처리 시 포장내의 공기와 시료간의 온도평형이 이루어지지 않아 시료공극내 공기가 식어감에 따라 나타난 현상으로 판단된다. 이 이후 15kg단위의 포장에서는 75kg 포장단위에 비해 온도가 급속히 떨어져 5℃에는 71.3시간, 2.0℃에는 92시간 후 도달하였으며, 200시간 후에는 거의 예냉실 온도와 유사한 수준에 도달하였다. 75kg포장단위의 경우 5℃에는 122.7시간 후, 2.0℃에는 355.3시간 후에 도달하였다. 상자의 크기에 따른 동일온도에 도달하는 소요시간을 비교하여보면 5℃에서는 15kg단위의 포장의 경우 75k포장단위에 비해 1.72배, 2℃에서는 15kg단위의 포장의 경우 75kg포장단위에 비해 3.86배 빨리 도달하였다. 포장 내 시료의 품온이 예냉실 온도와 가까워질수록 온도저하 속도는 크게 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 2-28).

이와 같은 결과를 토대로 하여 수삼 저장용 포장용기로서는 기공이 있는 플라스틱 상자의 사용이 적합할 것으로 판단되는데 현행 생산되고 있는 농산물 포장용 플라스틱 상자를 보면 철 손잡이를 부착하여 상자간 적재가 가능하고, 사용을 하지 않을 경우 철 손잡이를 제거한 후 꺾착이 가능토록 고안된 형태(A-C)와 상자 상부 및 하부의 제원을 동일하게 고안된 형태(D)로 구분할 수 있다. 철끈 부착형 상자의 경우 42ℓ, 77ℓ 및 136ℓ 등 용량이 다양한데 취급의 편

이성 등을 고려하면 42ℓ 및 77ℓ 가 적합할 것으로 판단된다(Fig. 2-29). 이 상자들의 압축 하중은 각각 450kg 및 700kg정도로 비교적 낮고 구조상 팔레트에 여러 단으로 적재 시 상자의 안정성이 떨어지며, 적재효율이 낮은 점이 단점이다. 상자 상부 및 하부의 제원을 동일하게 고안된 형태(D)의 상자는 용량이 53ℓ로 철근형 상자(A)와 상자(B)의 중간정도 되고 구조의 특성상 압축강도가 1,800kg으로 철 손잡이형 상자에 비해 높다. 또한 이 상자는 상부와 하부의 제원이 동일하여 팔레트 위에 상자 적재 시 상자 상호간에 맞물림 정도가 높아 다단 적재 시에도 안정도가 높으며 특히 T11 팔레트의 적재효율이 99.8% 달하여 저장고 내부공간의 활용측면에서도 유리하다. 따라서 수삼의 저장용 포장용기로는 D 형태의 플라스틱 상자의 사용이 바람직한 것으로 판단된다(Table 2-2).



Collection for sorting



Collection for processing

Fig.2-25. Ginseng boxes for collection before sorting and processing



Harvesting



Pre-cooling and storage

Fig.2-26. Box recommended for storage of ginseng



Fig. 2-27. Treatments for temperature measuring in ginseng boxes during precooling (Corrugated box: 75kg, Plastic box: 15kg)

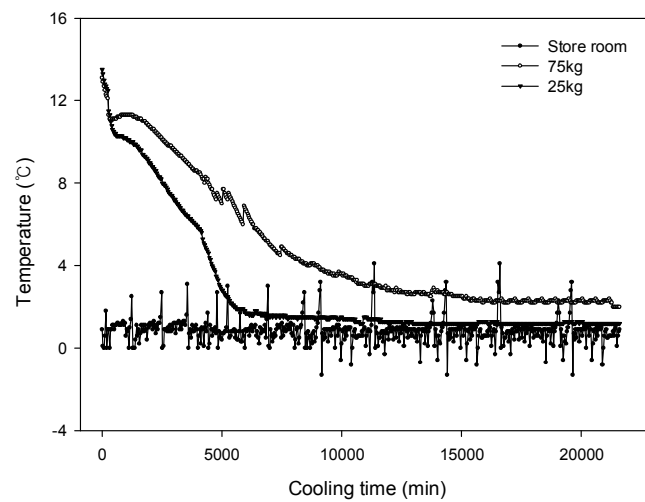


Fig. 2-28. Changes in temperature in boxes packaged with ginseng during precooling



Fig. 2-29. Ready made plastic boxes for agricultural products

Table 2-2. Specification of multi-usage box recommended for ginseng from harvesting to storage

Item	Specification
Dimension (outer, LxWxH, mm)	550x366x325
Dimension (inner, LxWxH, mm)	520x336x314
Volume (l)	53
Capacity (kg)	20
Loading rate (T11 pallet, %)	99.8
Total perforating rate (%)	22.52
Weight (kg)	2.35kg

4. 수삼의 장기 비축기술 확립

가. 채굴시기에 따른 수삼의 저장 안정성 조사

수삼의 주요 채굴 시기는 9월~11월로 이 시기에 채굴된 삼은 수삼으로의 판매 뿐 아니라 주로 홍삼 및 백삼 등의 가공용으로 사용되고, 3~4월에 채굴한 삼은 주로 저장하면서 햇삼이 나오는 가을까지 수삼으로 유통된다. 가을삼과 봄삼의 가장 큰 외관적 차이는 뇌두의 형태이다. 가을삼은 뇌두조직이 외부에 노출되어 있지 않고, 뇌두의 크기가 작은데 반해 봄삼은 대부분 뇌두가 노출되어 있고, 뇌두의 크기가 매우 크며, 싹이 올라온 형태를 띠는 것도 있다(Fig. 2-30). 수삼의 채굴시기에 따른 저장안정성을 2차에 걸쳐 조사하였다. 1차 조사는 포장 단위를 15kg 단위로, 2차 조사는 소포장 단위를 적용하여 저장 중 품질 차이를 분석하였다.



Fig. 2-30. 채굴시기에 따른 수삼 뇌두의 형태 (상: 가을삼, 하: 봄삼)

1차 수삼의 채굴시기에 따른 저장 안정성을 조사하고자 3월과 11월에 각각 금산에서 채굴한 4년근으로 실험을 진행하였다. 채굴시기에 따른 수삼을 각각 종이상자 안에 내포된 PE 0.06mm 필름 봉투에 수삼 15kg를 넣고 봉투입구를 loose하게 묶은 것으로 일반적으로 수삼의 포장형태로 관행적으로 사용되는 방법을 적용하였고, 0℃에서 120일간 저장하면서 품질변화를 조사하였다. 채굴시기에 따른 수삼의 외관 상태는 저장기간이 경과함에 따라 점차 낮아지는 경향을 보였고, 가을삼이 봄삼에 비해 저장 중 외관 상태가 양호하였다. 초기 외관상태 100%를 기준으로 조사한 결과 저장 60일 후 봄삼의 외관 상태는 60.0%이었고, 가을삼은 이보다 높은 85.1%로 나타났다. 이후 꾸준히 감소하여 저장종료시점인 120일 후의 외관 상태는 봄삼의 경우 20.0%로 매우 상태가 불량하였으나 가을삼은 70.3%로 양호한 수준인 것으로 나타났다. 수삼의 변질정도 또한 채굴시기에 따른 차이가 있었는데, 전반적으로 봄에 수확한 수삼이 가을에 수확한 수삼보다 변질정도가 큰 것으로 나타났다. 저장 60일 후 봄삼의 변질정도는 14.8%로 비교적 높은 수준이었으나 가을삼은 약1/3에 해당하는 5.7%정도의 변질을 나타냈다. 이는 저장 120일 후에도 유사한 경향으로 봄삼의 변질정도는 29.6%로 높은 수준이었고, 가을삼은 5.7%로 약1/6 수준이었다. 수삼의 저장 중 중량 감소율은 채굴시기에 따른 차이가 미미한 것으로 나타났는데, 저장 60일까지는 각각 0.4%로 차이가 없는 것으로 나타났고, 저장 120일 후에는 봄삼이 0.8%이었고, 가을삼은 0.9%로 유사한 수준이었으나 가을삼의 봄삼에 비해 0.1% 높은 것으로 나타났다(Fig. 2-31).

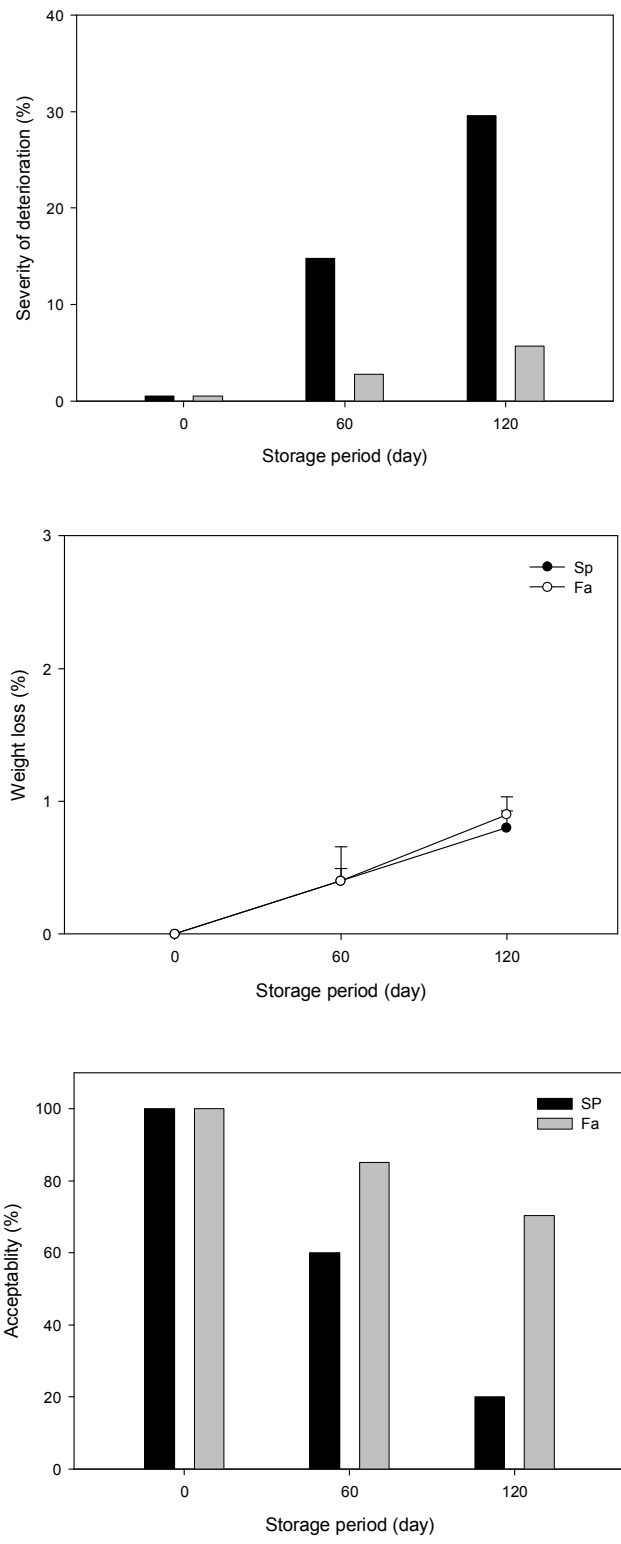


Fig. 2-31. Changes in deterioration severity weight loss and acceptability of ginseng harvested in fall and spring during storage

2차 조사는 2010년 3월말에 채굴한 수삼과 2010년 10월 말에 채굴한 4년근으로 개체 당 무게가 $55\pm 5\text{g}$ 의 수삼을 3개체씩 PE 필름 0.06mm 봉투에 담아 각각 표준 온도인 0°C 와 업계에서 관행적으로 적용하고 있는 저장온도인 -3°C 에서 6주간 저장하면서 저장 중 품질을 조사하였다. 수삼의 변질율은 저장기간이 경과할수록 증가하였고, 봄삼이 가을삼에 비해 저장 중 변질율이 높은 것으로 나타났다. 저장 기간별로는 봄삼은 0°C 와 -3°C 저장수삼 모두 저장 2주 후부터 0.52%의 변질이 발생되었고, 가을삼은 저장 4주 후부터 변질이 발생되었으며, 0°C 와 -3°C 에서 저장한 수삼이 각각 1.14%와 0.64%의 변질율을 보였다. 이후 변질율이 꾸준히 증가하여 저장 종료시점인 저장 6주 후의 변질율은 봄삼은 0°C 에서 저장한 수삼이 4.21%로 -3°C 에서 저장한 수삼의 3.52%보다 높았고, 가을삼은 0°C 에서 저장한 수삼이 3.64%로 -3°C 에서 저장한 수삼의 1.43%보다 높았다. 가장 낮은 변질율을 보인 시료는 -3°C 에서 저장한 가을삼인 것으로 나타났다(Fig. 2-32).

채굴시기에 따른 수삼의 중량 감소율은 저장기간이 경과함에 따라 소폭 증가하는 경향을 보였고, 봄삼이 가을삼보다 중량감소가 큰 것으로 나타났다. 저장온도별로는 봄삼과 가을삼 모두 0°C 에서 저장한 수삼이 -3°C 에서 저장한 수삼보다 중량감소가 컸으며, 특히 봄삼이 가을삼보다 저장온도별 차이가 큰 것으로 나타났다. 저장 종료시점인 저장 6주 후의 중량 감소율은 봄삼의 경우 0°C 에서 저장한 수삼이 0.83%로 가장 높았고, -3°C 에서 저장한 수삼은 0.67%이었으며, 가을삼의 경우 0°C 와 -3°C 에서 저장한 수삼이 각각 0.64%와 0.63%로 나타났다. 따라서 가을삼이 봄삼보다 중량 감소율이 낮고, 저장온도별로는 -3°C 에서 저장한 수삼이 0°C 에서 저장한 수삼보다 중량 감소율이 낮은 것으로 나타났다.

수삼의 수확시기에 따른 저장 중 호흡률 변화를 조사한 결과 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 보였고, 저장 온도별로는 0°C 에서 저장한 수삼이 -3°C 에서 저장한 수삼보다 호흡률이 높은 것으로 판단되었다(Fig. 2-33).

수삼의 초기 호흡률은 봄삼의 경우 0°C 에서 저장한 수삼이 $0.26\text{ ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이었고, -3°C 에서 저장한 수삼은 $0.17\text{ ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 로 나타났는데 이는 0°C 와 -3°C 에서 저장한 가을삼의 호흡률이 각각 $0.44\text{ ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 와 $0.34\text{ ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 인 것과 비교할 때 낮은 수준이었다. 이후 저장기간이 경과함에 따라 꾸준히 감소하는 경향을 보여 봄삼의 저장 6주 후 0°C 에서 저장한 수삼의 호흡률이 $0.21\text{ ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이었고, -3°C 에서 저장한 수삼은 $0.13\text{ ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이었다. 가을에 수확한 수삼은 저장 6주 후 0°C 에서 저장한 수삼의 호흡률은 $0.35\text{ ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이었고, -3°C 에서 저장한 수삼은 $0.26\text{ ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 로 감소하였다(Fig. 2-34).

수삼의 저장 시 호흡 및 빙결점과 밀접한 관련이 있고, 관능적으로는 맛과 향, 가공 시 품질 및 수율에 영향을 미치는 가용성 고형분 함량이 수확시기 및 저장온도에 따라 변화되는 양상을 조사한 바 봄삼은 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하는 경향을 보였고, 가을삼은 저장기간에 따른 가용성 고형분 함량의 변화가 미미한 것으로 나타났으며, 저장온도에 따른 큰 차이는 없었으나 0°C 에서 저장한 수삼이 -3°C 에서 저장한 수삼보다 $0.3\sim 0.5^{\circ}\text{Brix}$ 정도 높았다. 봄삼의 초기 가용성 고형분 함량은 14.9 로 16.3°Brix 인 가을삼에 비해 낮았으나 이후 꾸준히 증가하는 경향을 보여 저장 종료시점인 저장 6주 후 0°C 에서 저장한 수삼이 23.6°Brix 이었고, -3°C 에서 저장한 수삼은 22.3°Brix 이었다. 가을삼의 저장 중 가용성 고형분 함량 변화는 0.5°Brix 이내로 거의 유사한 수준으로 저장 종료시점인 저장 6주 후 0°C 에서 저장한 수삼은 16.8°Brix 이었고, -3°C 에서 저장한 수삼은 16.7°Brix 로 나타났다(Fig. 2-35).

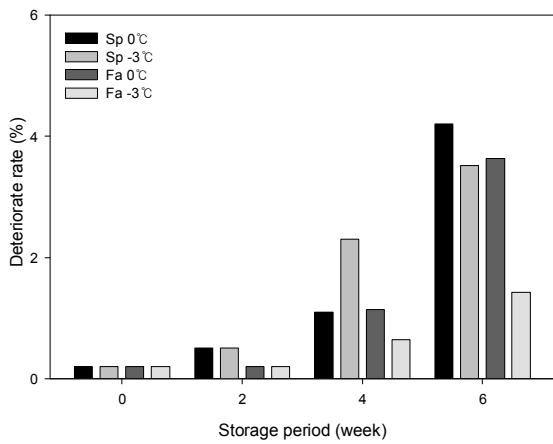


Fig. 2-32 Changes in deterioration rate of ginseng harvest in fall and spring

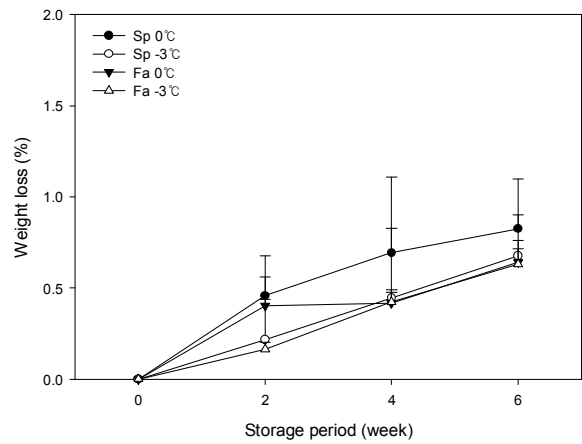


Fig. 2-33. Changes in weight loss of ginseng harvest in fall and spring

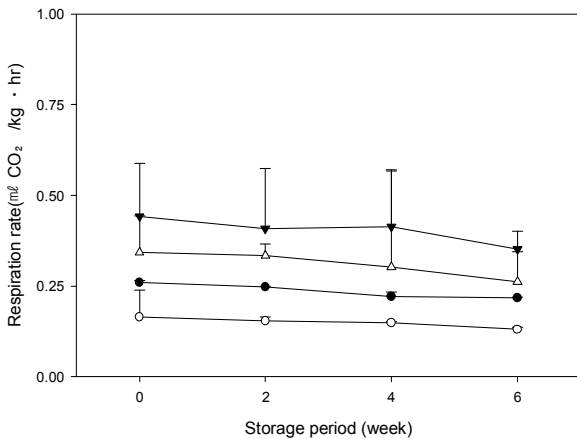


Fig. 2-34. Changes in respiration rate of ginseng harvest in fall and spring

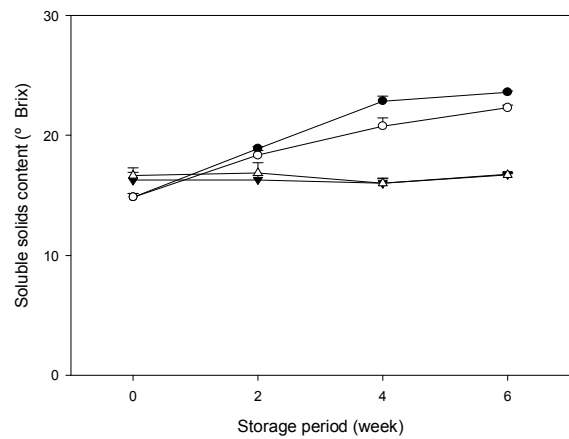


Fig. 2-35. Changes in soluble solids content of ginseng harvest in fall and spring

수삼표면의 변색정도를 조사하고자 표면색도를 조사한 결과 초기 L값은 80.67~8.00으로 채굴 시기에 따른 큰 차이가 없었으나 이후 봄삼은 저장기간이 경과함에 따라 명도가 다소 저하되는 경향을 보여 저장 종료시점 0°C에서 저장한 수삼은 78.42이었고, -3°C에서 저장한 수삼은 77.98이었다. 반면에 가을삼은 저장 종료시점에도 80.13~81.05로 초기와 유사하거나 다소 증가한 수준이었다. a값의 초기값은 -1.66~-1.51로 채굴시기에 따른 큰 차이는 없었으나 이후 저장기간이 경과함에 따라 봄삼의 a값은 감소하는 경향으로 저장 종료시점 -1.06~-1.27이었고, 가을삼은 다소 증가하는 경향을 보여 저장 종료시점 -1.67~-1.76이었다. 초기 b값은 봄삼이 19.38이었고, 가을삼은 22.53으로 이보다 높은 수준이었으나 이후 봄삼은 저장기간이 경과함에 따라 b값이 증가하여 저장 종료시점 23.4~23.3이었고, 가을삼은 소폭 감소하는 경향을 보여 저장 종료시점 21.2~21.6이었으며, 봄삼과 가을삼 모두 저장온도에 따른 색상 차이는 미미한 것으로 나타났다(Fig. 2-36).

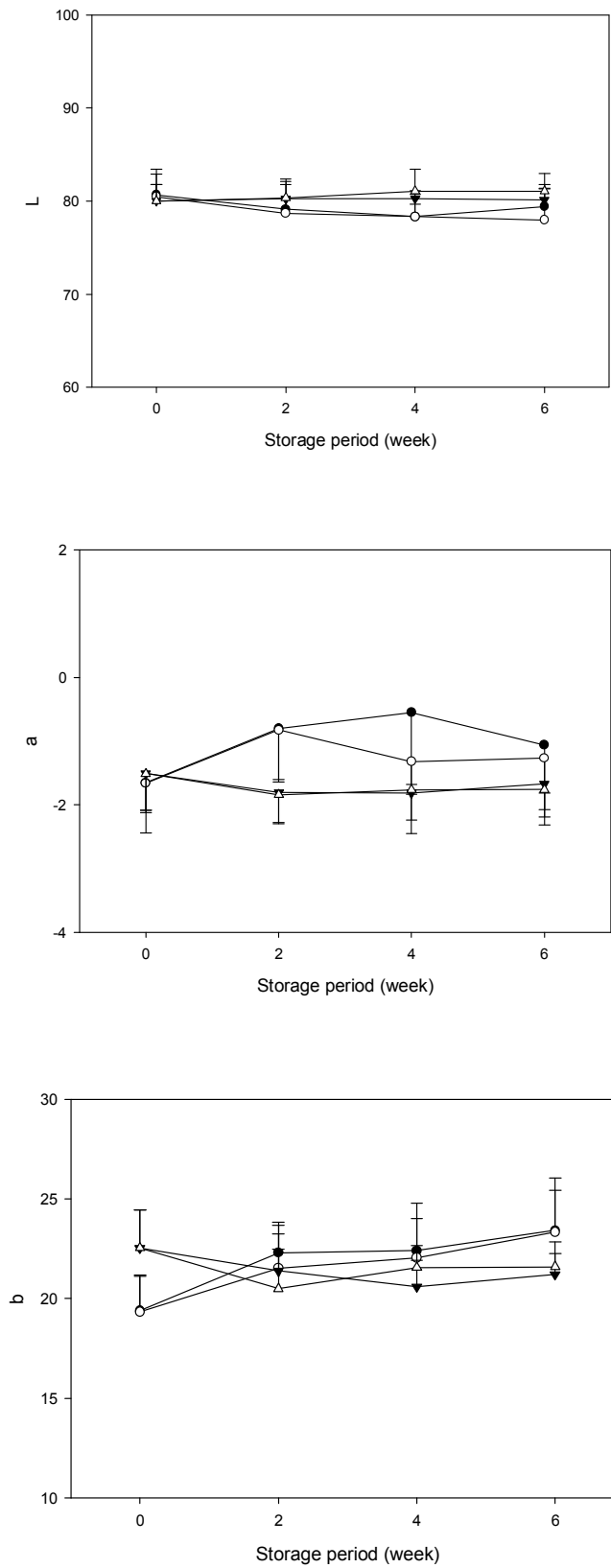
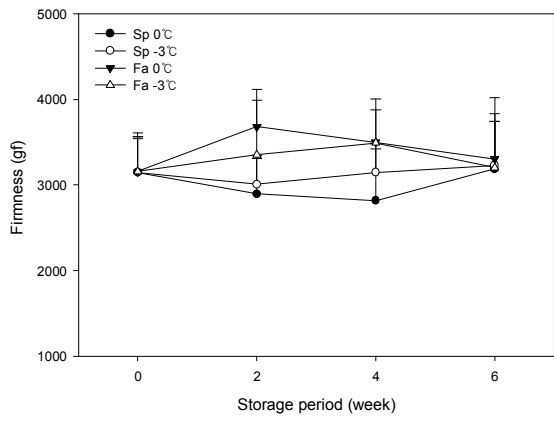


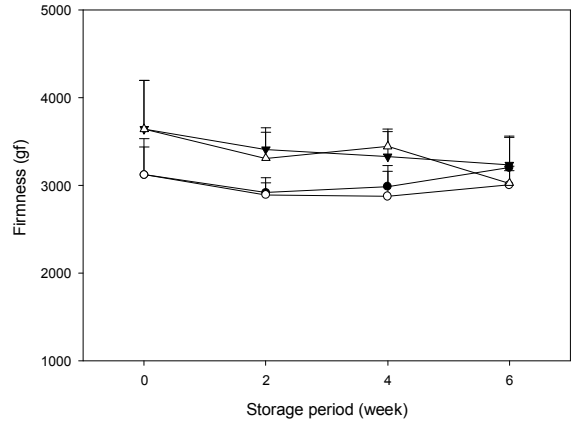
Fig. 2-36. Changes in surface color of ginseng harvest in fall and spring

채굴시기에 따른 저장 중 수삼의 경도를 측정하고자 수삼의 주근 및 지근의 한가운데 부위를 Texture analyser의 plunger를 표면으로부터 중심부까지 관통시켰던바 총 3개의 peak가 나타났는데, 첫 번째 peak는 plunger가 측정부위 표면으로부터 내부로 침투 시 표피층을 관통 할 때, 두 번째 peak는 주근내부의 형성층을 관통 할 때, 세 번째 peak는 주근 중심부에 도달 했을 때 각각 나타났다. 전반적으로 첫번째 peak를 제외한 peak 2와 peak 3은 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향이었고, 채굴시기별로는 봄삼보다 가을삼의 경도가 높았고, 저장 중 경도의 증감도 가을삼이 봄삼보다 적었다. 첫 번째 peak의 초기값은 봄삼이 3147 g·f이었고, 가을삼은 3155 g·f로 유사하였다. 이는 저장기간이 경과함에 따라 점차 증가하는 경향을 보였으나 초기 값보다 약 600 g·f 증가한 0℃에서 저장한 가을삼을 제외하고는 대체로 초기 보다 50~100 g·f 로 소폭 증가한 수준이었다. 두 번째 peak의 초기값은 봄삼이 3118 g·f이었고, 가을삼은 이보다 높은 3641 g·f이었다. 이는 저장기간이 경과함에 따라 봄삼 중 0℃에서 저장한 수삼은 초기 값과 유사한 수준을 유지하였고, -3℃에서 저장한 수삼은 110 g·f가 감소하였다. 가을삼은 0℃ 와 -3℃에서 저장한 수삼 모두 감소하는 경향이었는데, 이중 -3℃에서 저장한 수삼의 감소폭은 600 g·f로 0℃에서 저장한 수삼의 400 g·f보다 높은 수준이었다. 세 번째 peak는 전체 peak 중 가장 경도가 높았는데, 초기값은 봄삼이 3570 g·f이었으며, 가을삼은 3812 g·f로 수준이었다. 봄삼은 저장기간이 경과함에 따라 180~190 g·f 감소하였고, 가을삼은 이보다 낮은 80~100 g·f 감소하였다(Fig. 2-37).

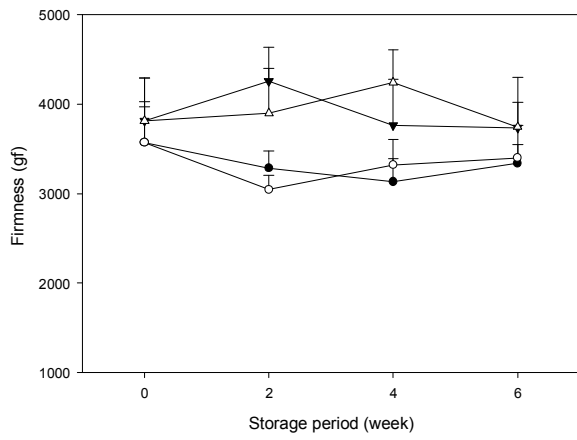
수삼의 관능적 품질은 저장기간이 경과함에 따라 일부 곰팡이 발생 및 변색에 의해 품질이 저하되는 경향을 보였으나 전반적으로 저장 종료시점까지 관능적 품질은 양호하였고, 저장 초기 와 유사하게 봄삼 보다는 가을삼의 관능적 품질이 좋은 것으로 나타났다(Table 2-3).



Peak-1



Peak-2



Peak-3

Fig. 2-37. Changes in firmness of ginseng harvest in fall and spring

Table 2-3. Changes in sensory quality of ginseng harvested in fall and spring during storage

Storage period (week)		Overall	Rhizome head	Main root	Lateral root	Hair root	Inherent odor	Inherent taste
0	Sp 0℃	4.20±0.42	3.70±0.48	4.60±0.52	4.60±0.52	4.20±0.42	4.50±0.53	4.40±0.70
	Sp -3℃	4.20±0.42	3.70±0.48	4.60±0.52	4.60±0.52	4.20±0.42	4.50±0.53	4.40±0.70
	Fa 0℃	5.00±0.00	4.88±0.35	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	4.88±0.35
	Fa -3℃	5.00±0.00	4.88±0.35	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	4.88±0.35
2	Sp 0℃	4.00±0.41	4.17±0.41	4.00±0.00	4.17±0.41	3.50±0.55	3.67±0.52	4.00±0.41
	Sp -3℃	4.00±0.41	3.83±0.41	4.00±0.41	4.00±0.00	3.67±0.52	3.67±0.52	3.83±0.41
	Fa 0℃	4.88±0.35	4.63±0.52	5.00±0.00	5.00±0.00	4.75±0.46	5.00±0.00	4.50±0.35
	Fa -3℃	4.88±0.35	5.00±0.00	4.88±0.52	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	4.33±0.35
4	Sp 0℃	3.67±0.52	3.50±0.63	3.83±0.41	3.67±0.52	3.00±0.63	3.17±0.41	3.50±0.55
	Sp -3℃	3.50±0.55	3.17±0.52	4.00±0.00	3.83±0.41	3.17±0.75	3.17±0.41	3.50±0.55
	Fa 0℃	4.50±0.53	3.53±0.35	5.00±0.00	5.00±0.00	4.50±0.53	4.75±0.46	4.00±0.76
	Fa -3℃	4.25±0.46	3.63±0.52	4.38±0.35	4.75±0.46	4.00±0.76	4.75±0.46	4.25±0.46
6	Sp 0℃	3.17±0.41	3.38±0.53	4.00±0.41	3.33±0.52	3.00±0.00	3.17±0.41	3.67±0.52
	Sp -3℃	3.00±0.63	3.00±0.55	3.67±0.52	3.67±0.52	3.17±0.41	3.17±0.41	3.67±0.52
	Fa 0℃	3.88±0.35	3.50±0.53	4.13±0.35	4.00±0.00	3.75±0.46	3.88±0.35	4.00±0.00
	Fa -3℃	3.38±0.52	3.00±0.76	4.00±0.00	3.88±0.35	3.25±0.46	3.88±0.35	3.88±0.35

나. 저장고내 온도 균일 분포 기술 연구

수삼저장고의 이용 및 온도관리 실태를 조사하고 이를 통하여 저장고 온도관리 개선 방안을 모색하고자 저장고의 운용실태를 고려하여 생산자 및 수집상이 자체 운영 중인 중형저장고와 최근 상업용 규모로 축조 운용중인 대형 대형시설을 선정하여 저장고내 온도 분포를 조사하였다. 현재 수삼의 저장은 금산 현지 업체에 의해 자체 개발된 저장온도인 -3℃에서 저장하고 있으며, 이는 수삼 주요 산지 농협 및 각종 중대형 수삼 저장창고에서도 관행적으로 널리 적용되고 있다. 그러나 저장고 운용 시 저장고내의 온도는 유닛 쿨러의 용량, 저장고 운영자의 운용 기술 및 경험 등에 따라 저장고내의 온도편차가 매우 큰 것으로 조사되었다. 특히 개인이나 단체가 운영 중인 저장고의 경우 상업용 냉장 저장고에 비해 훨씬 낮으며 온도편차가 매우 큰 것으로 조사되었다. 저장고의 온도를 수삼의 빙결점보다 낮은 온도로 저장 중 미생물 번식 억제 및 선도 연장 등의 효과를 기대할 수 있으나 경우에 따라서는 수삼에 비가역적인 결빙이 발생하는 경우도 있다. 수삼의 결빙은 저장 위치 또는 포장 내 위치에 따라 수삼전용 포장용기인 100차 골판지박스 기준 약 1/5~1/7에 해당되는 양의 수삼에서 발생되며, 이는 저장고의 공기 순환 방식 및 수삼 박스의 적재 형태 등에 영향을 받기도 한다(Fig. 2-38). 결빙이 발생한 수삼은 상대적으로 높은 온도 조건에 방치 될 때 냉해가 발현되며, 유통 중 급속히 품질저하가 발생하는 문제가 있다. 따라서 수삼의 저장고 내 온도 분포를 조사하여 이러한 수삼의 결빙현상을 최소화하고 하고자 수삼의 주요 산지 생산자의 수삼 저장고와 최근에 축조 운용중인 상업용 수삼저장고의 온도분포를 조사하였다(Fig. 2-39, 2-40, 2-43, 2-44).



Fig. 2-38. Frozen fresh ginseng during storage in refrigerator

생산자가 운용중인 저장고의 외관 및 내부는 그림과 같이 출입구에 에어커튼이 설치되어 있었고, 저장고 내의 가로x세로는 약 5x6m이었으며, 저장고의 설정온도는 -3℃이었다(2-41). 저장고 내 온도 분포 조사 시 저장고에서는 가운데 부분에만 100차 수삼박스가 12박스 저장되어 있었고, 좌우 선반에 저장하고 있는 수삼은 없었으며 생산자의 저장고 위치별 온도 조사는 그림에서와 같이 A-H구역으로 구분하여 실시하였다. 측정결과 구역과 높이에 따라 저장고 내의 온도는 -9~ -3.8℃로 온도차가 크게 발생하는 것으로 나타났는데 유닛 쿨러의 냉기를 직접 받는 상층부의 온도가 대체로 하층부보다 낮은 것으로 나타났고, 수삼상자가 많이 적재되어 있던 H구역의 온도 조절이 잘되지 않는 것으로 나타났다. 또한 B구역, C구역 및 G구역의 경우 설정온도보다 낮은 것으로 나타나 냉해가 우려되었다. 좀 더 정밀한 분석을 위해 저장고 내 각 위치에 온도기록계를 설치하여 온도를 조사한 결과는 Fig 2-42와 같다. 조사결과 H위치가 평균 $-2.13\pm 0.37^{\circ}\text{C}$ 로 가장 높은 온도를 유지하였고, A와 I위치는 이보다 약간 낮은 $-2.98\pm 0.59^{\circ}\text{C}$ 수준이었으며, F와 G 및 D위치의 경우 $-3.76\pm 0.64^{\circ}\text{C}$ 로 가장 낮은 온도 분포를 나타냈다.



Fig. 2-39. Inside views of fresh ginseng storeroom operated by producer

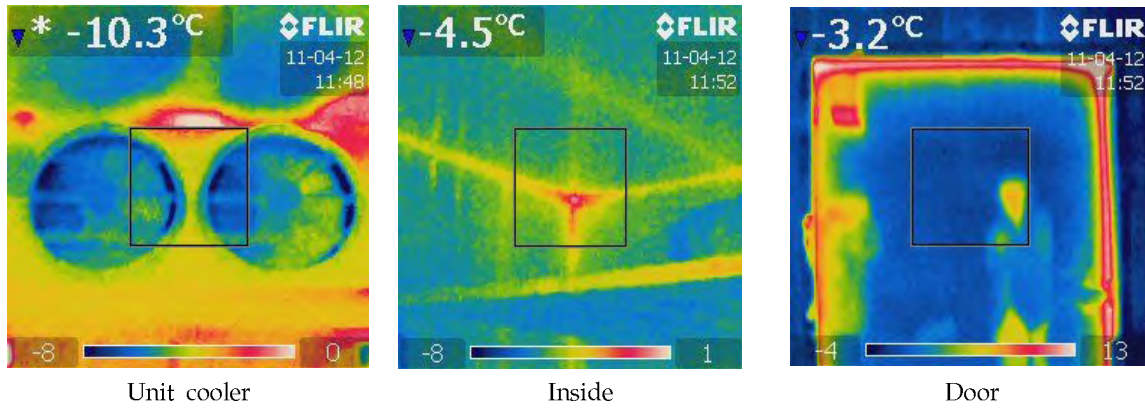


Fig. 2-40. Thermovision of fresh ginseng storeroom operated by producer

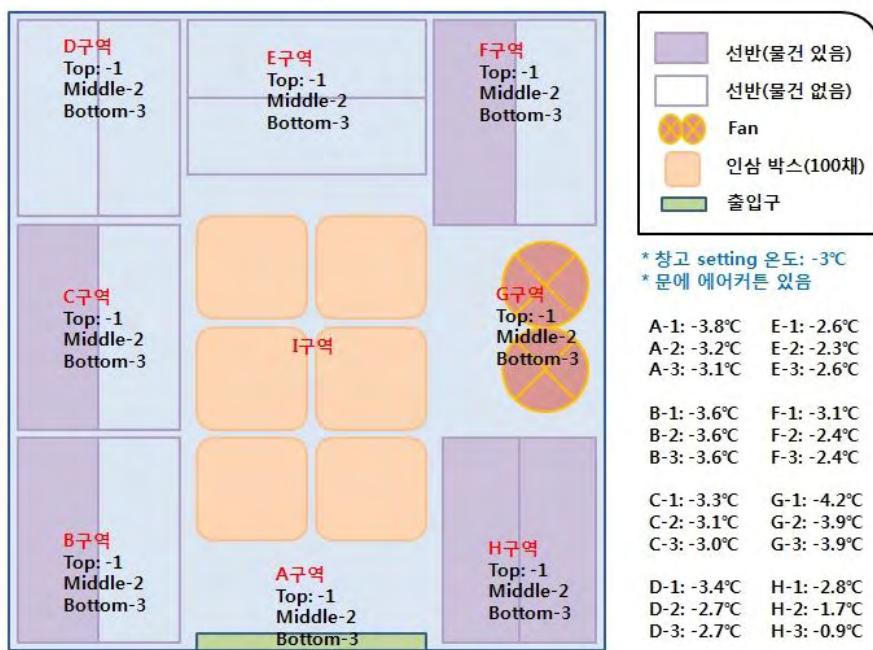


Fig. 2-41. Schematic diagram of fresh ginseng storeroom operated by producer and temperature checking points

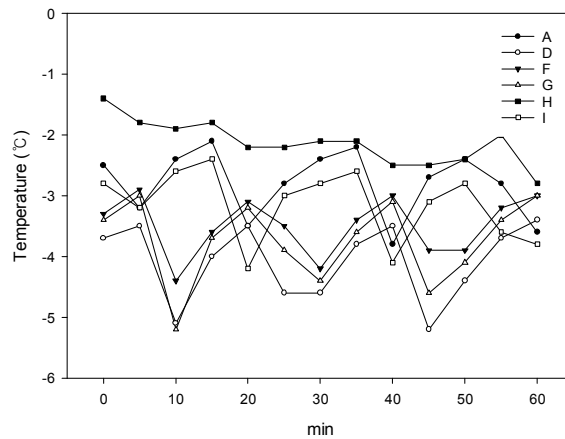
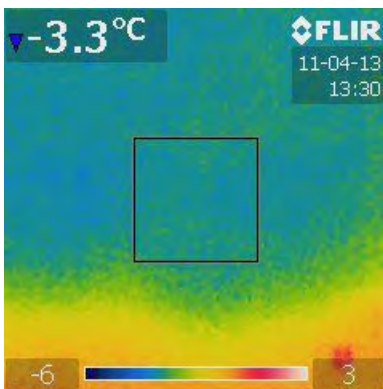


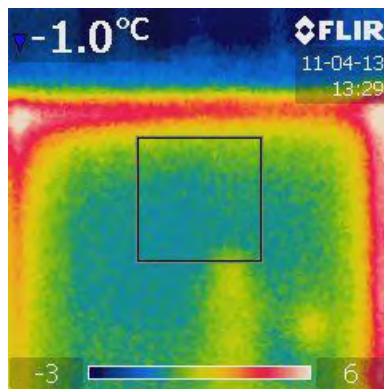
Fig. 2-42. Temperature profile by location in fresh ginseng storeroom operated by producer



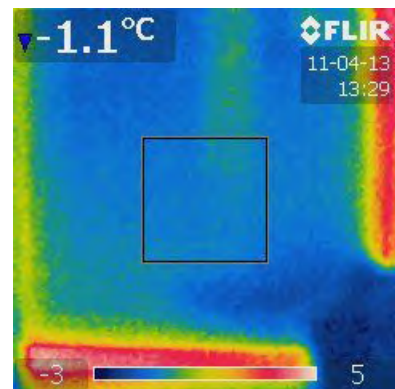
Fig. 2-43. Inside views of fresh ginseng storeroom operated by middleman



Unit cooler



Door



Inside

Fig. 2-44. Thermovision of fresh ginseng storeroom operated by middleman

상업용 수삼 저장고의 가로x세로는 약 6x15m이었고, 출입구에 에어커튼이 설치되어 있었으며, 저장고의 설정온도는 -3℃이었다. 저장고는 5층 높이의 선반이 설치되어 있었고, 원활한 공기순환을 위해 각 층에 각각 두 개의 수삼 박스만 1단으로 저장하고 있었다(Fig. 2-45, 2-46).

저장고 위치 및 높이별 온도는 -0.3~-1.7℃로 결과 매우 대형 저장고임에도 불구하고 위치에 따른 온도차가 크지 않은 것으로 나타났고, 상층부와 하층부의 온도 차도 비교적 적은 것으로 나타났다(Fig. 2-47). 좀 더 정밀한 분석을 위해 저장고 내 각 위치에 온도기록계를 설치하여 유닛쿨러 작동 시 온도를 조사한 결과는 다음과 같다. 조사결과 출입문이 설치되어 있는 G위치가 평균 $-1.69\pm 0.55^{\circ}\text{C}$ 로 가장 높은 온도를 유지하였고, B와 C 및 E는 이보다 약간 낮은 $-2.39\pm 0.19^{\circ}\text{C}$ 수준이었으며, 가장 안쪽인 A위치가 $-2.80\pm 0.24^{\circ}\text{C}$ 로 가장 낮은 온도 분포를 나타냈다(Fig. 2-48).



Fig. 2-45. outside and inside views of fresh ginseng storeroom operated by middleman

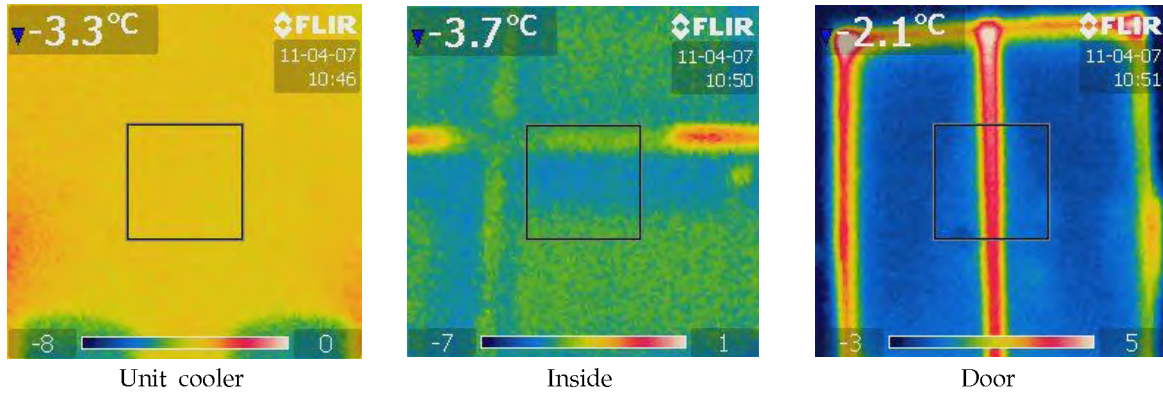


Fig. 2-46. Thermovision of fresh ginseng storeroom operated by commercial refrigerating company

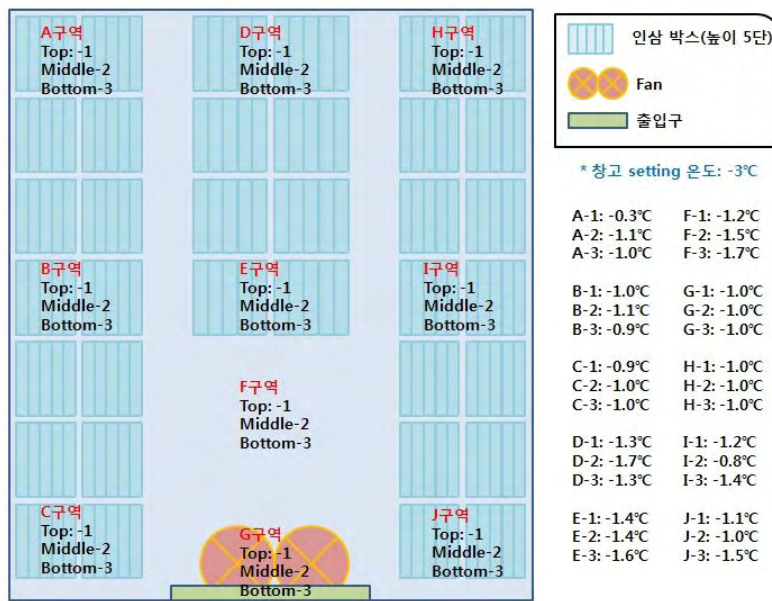


Fig. 2-47. Schematic diagram of fresh ginseng storeroom operated by commercial refrigerating company

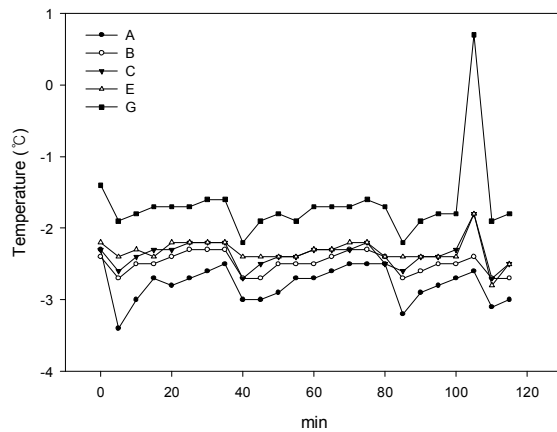


Fig. 2-48. Temperature profile by location in fresh ginseng storeroom operated by commercial refrigerating company

수삼 저장고내의 온도분포 조사결과 저장고내 설정온도는 생산자 및 수집상이 자체 운영 중인 중형저장고와 최근 상업용 규모로 축조 운용중인 대형 냉장고 모두 -3.0°C 이었지만 실제 저장고내의 측정온도는 저장고에 따라 큰 차이를 보였으며 구역 및 높이에 따라 온도편차가 큰 것으로 조사되었다. 특히 생산자 및 수집상이 자체 운영 중인 중형저장고의 경우 저장이라기보다는 보관정도의 의식으로 수삼의 판매당시 변질이 발생치 않는 것이 주목표이기에 저장고의 온도를 가능한 낮게 유지하는 것으로 판단되었다. 저장고의 시설차체는 냉정시설 및 냉장고내 선반 등은 모두 갖추고 있으나 저장고내 수삼상자의 적재방법에 있어서는 저장고 운용 주체에 따라 차이가 컸다. 상업용 냉장고의 경우 수삼상자를 계획적인 적재방법에 의해 정리되어 있는 반면 생산자 및 수집상이 운용중인 저장고의 경우 비계획적으로 입고 및 축적함에 따라 유닛 쿨러에서 나오는 냉기가 저장고내 고루 분산되지 못함에 따라 저장고의 구역 및 높이에 따라 온도편차가 크게 발생하는 것으로 판단되었다. 또한 각 저장고내 유닛 쿨러의 용량 및 구조가 저장고 내 입체적 구조 및 크기에 적합하도록 계산 적용되어있지 않음에 따라 저장고내 온도 편차가 크게 발생하는 원인으로 작용하고 있다. 특히 저장고의 운용이 저장고 관리자의 운용기술 및 경험 등에 따라 큰 차이를 보임에 따라 개인이나 단체가 운영 중인 저장고의 경우 상업용 냉장 저장고에 비해 훨씬 낮으며 온도편차가 매우 큰 것으로 판단됨에 따라 저장고 관리자의 의식 및 관리기술 개선이 필요한 것으로 판단되었다.

다. 개발포장 기술 및 보습처리에 따른 수삼의 저장효과 분석

수삼은 다른 신선 농산물의 경우에서와 같이 중량단위로 거래되며 특히, 가격이 고가임으로 중량의 손실은 품질의 저하를 초래할 뿐만 아니라 1차적으로 취득가격의 손실을 발생시킨다. 수확 후 수삼의 중량감소가 발생하는 단계를 보면 채굴 후 선별과정, 선별 후 포장단계 및 저장 단계를 들 수 있다. 수삼의 중량감소 원인으로서는 호흡에 의한 포도당 등 호흡기질의 손실과 처리 및 저장단계에서 수삼을 에워 쌓고 있는 환경의 상대습도차이에 의한 증산작용에 의한 손실로 구별할 수 있다. 이중 호흡기질의 손실에 의한 중량 감소는 수삼의 취급 및 저장온도를 관리함으로써 최소화할 수 있고, 증산작용에 의한 중량 감소는 수삼을 둘러싸고 있는 환경과의 상대습도차이를 줄여줌으로써 최소화할 수 있으며 필요시 수삼주변의 상대습도를 높여 주기 위한 처리도 중량감소를 억제할 수 있는 방안으로 판단된다. 이를 위한 처리방법으로는 저장고 내의 상대습도를 가능한 높게 유지함은 물론 수삼으로부터 수분이동을 차단할 수 있는 포장방법의 적용이 필요하다. 이에 개발포장 기술 및 보습처리에 따른 수삼의 저장효과 분석을 본 연구에서 수행하였던 각종 처리에 따른 수삼의 저장 중 중량의 감소정도를 비교한 연구결과를 바탕으로 하였다.

수삼의 세척 및 소독처리효과를 조사하기 위해 실시한 2차 실험에서 수삼의 표면의 흙을 브러쉬로 제거한 구, 물로 세척한 구, 70%에탄올에 침지 처리한구 및 탄산가스 처리구로 구분하여 소포장 규모의 시료 일정량을 PE 0.08mm 필름으로 밀봉 포장한 후 0℃저장고에서 3개월간 저장하면서 1개월 주기로 중량 변화를 측정하였는데 대조군으로는 아무런 처리 없이 시료 일정량을 PE 0.08mm 필름으로 밀봉 포장한 것으로 하였다.

실험결과 대체적으로 저장기간이 경과함에 따라 시료의 중량은 감소되는 추세를 보였으며, 처리군에 따라 중량 감소율이 0.2~2.5%까지 차이가 났다. 저장 3개월 후에는 2.47%로 나타난 탄산가스 처리군을 제외한 다른 처리군에서 0.20~0.34%의 중량 감소율을 보였으며, 저장 5개월 후 가장 중량 감소율이 적은 시료는 에탄올 처리군으로 0.61%였고, 솔질처리군도 0.81%로 비교적 낮은 편이었다. 물 세척 처리군의 경우 0.70%였고, 대조군의 경우 0.74%로 나타났다. 마지막으로 탄산가스 처리군으로서 저장 5개월의 중량 감소율이 3.03%로 가장 높게 나타났다. 이와 같이 수삼에 무리한 영향을 미치지 않는 범위에서는 처리의 유무와 무관하게 수삼의 중량 감소가 매우 낮은 것으로 나타났다(Fig. 2-49).

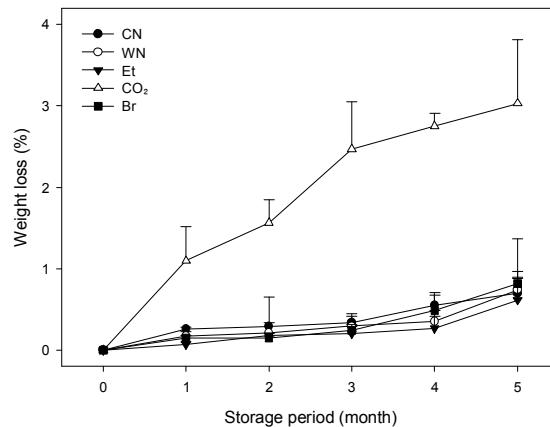


Fig. 2-49. Changes in weight loss of raw fresh ginseng pre-treated with different methods for sanitation during storage

수삼의 포장 단위도 중량감소와 상관성을 보였는데 수삼의 채굴시기에 따른 저장 안정성 조사로 3월과 11월에 각각 금산에서 채굴한 4년근 수삼을 각각 종이상자 안에 내포된 PE 0.06mm 필름 자루에 수삼을 15kg씩 넣고 수삼의 관행적 포장 방법과 같이 자루입구를 loose하게 묶은 후, 0℃에서 120일간 저장하면서 중량변화를 조사하였다.

수삼의 저장 중 중량 감소율은 채굴시기에 따른 차이가 미미한 것으로 나타났는데, 저장 60일까지는 각각 0.4%로 차이가 거의 없었으며, 저장 120일 후에는 봄삼이 0.8%이었고, 가을삼은 0.9%로 유사한 수준으로 가을삼의 봄삼에 비해 0.1% 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 전술한 소포장 단위의 경우에 비해 중량감소가 적었으며, 이로서 포장단위가 클수록 포장 내 수삼의 수분손실이 적은 것으로 판단된다(Fig. 2-50).

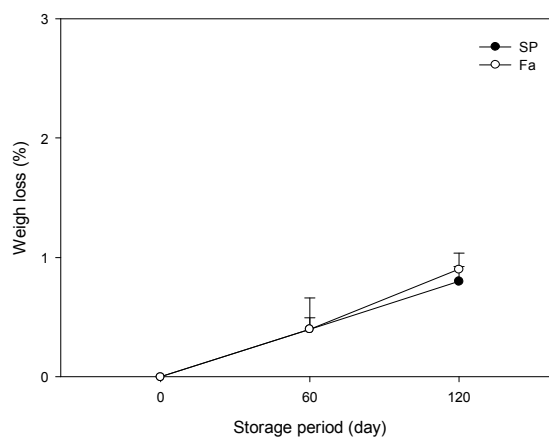


Fig. 2-50. Changes in weight loss of raw fresh ginseng harvested in fall and spring during storage

수삼의 저장온도도 중량변화에 영향을 미치는데 수삼의 채굴시기에 따른 저장 안정성에 관한 2차 조사로 2010년 3월말에 채굴한 수삼과 2010년 10월 말에 채굴한 4년근으로 개체 당 무게가 55±5g의 수삼을 3개체씩 PE 필름 0.06mm 봉투에 담아 각각 표준 온도인 0℃와 업계에서 관행적으로 적용하고 있는 저장온도인 -3℃에서 6주간 저장하면서 저장 중 중량변화를 조사하였다.

채굴시기에 따른 수삼의 중량 감소율은 저장기간이 경과함에 따라 소폭 증가하는 경향을 보였고, 봄삼이 가을삼보다 중량감소가 큰 것으로 나타났다. 저장온도별로는 봄삼과 가을삼 모두 0℃에서 저장한 수삼이 -3℃에서 저장한 수삼보다 중량감소가 컸으며, 특히 봄삼이 가을삼보다 저장온도별 차이가 큰 것으로 나타났다. 저장 종료시점인 저장 6주 후의 중량 감소율은 봄삼의 경우 0℃에서 저장한 수삼이 0.83%로 가장 높았고, -3℃에서 저장한 수삼은 0.67%이었으며, 가을삼의 경우 0℃와 -3℃에서 저장한 수삼이 각각 0.64%와 0.63%로 나타났다(Fig. 2-51).

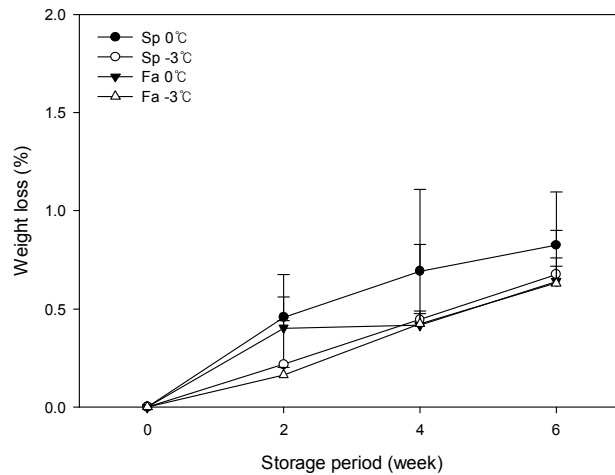


Fig. 2-51. Changes in weight loss of raw fresh ginseng harvested in fall and spring during storage at 0°C and -3°C

한편 저장온도가 수삼의 중량 감소율에 미치는 영향을 조사한 또 다른 실험으로 수삼을 PE 필름으로 소포장하여 0°C, -1.5°C 및 -3°C에 저장하면서 중량변화를 조사하였던 바 그 결과는 Fig. 2-52와 같다. 저장 중 중량 감소율은 초기부터 저장 종료시점까지 꾸준히 감소하였으며, 저장온도에 따른 차이를 보였다. 수삼의 중량 감소율을 저장기간에 따라 비교하면 저장 4주 후 -3°C에서 저장한 수삼의 중량 감소율은 0.42%이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 0.12%와 0.40%로 -1.5°C에서 저장한 수삼의 중량감소가 가장 적었다. 저장 8주에는 -3°C에서 저장한 수삼의 중량 감소율이 0.80%이었고, -1.5°C에서 저장한 수삼은 0.36%이었으며, 0°C에서 저장한 수삼은 0.84%로 증가하였다. 저장종료시점인 저장 12주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼의 중량 감소율이 1.38%이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 0.51%와 1.33%이었다.

이와 같은 결과는 전술한 실험결과와는 다소 차이를 보이는 것으로 -3°C에서 저장한 수삼의 경우 호흡에 의해 발생한 수분이 포장지 내벽에 결빙됨에 따라 포장 내부의 상대습도가 낮아지고 이로 인하여 수삼으로부터의 수분 이동이 컸기 때문으로 판단된다. 또한 0°C에서 저장한 수삼의 경우 이보다 낮은 온도에서 저장하였던 수삼에 비해 호흡량이 비교적 컸기 때문인 것으로 판단되는데 이러한 차이에 대한 규명을 위해서는 추후 연구가 필요한 것으로 사료되었다.

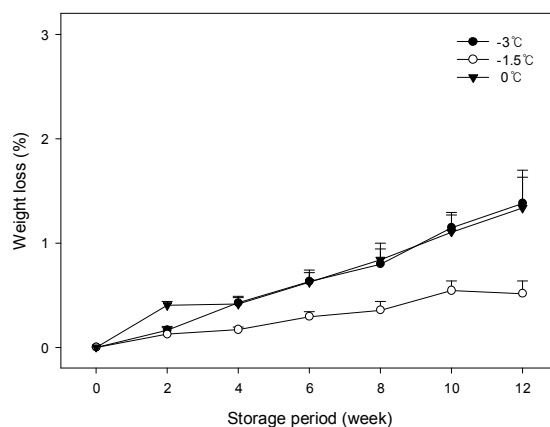


Fig. 2-52. Changes in weight loss of fresh ginseng during storage at different temperatures.

이와 같은 결과를 바탕으로 2010년 3월에 수확 후 20kg 기공 플라스틱 상자에 PE필름자루를 lining 한 후 수삼을 넣고 밀봉하여 예냉 처리를 마친 것을 시료로 사용하였다. 예냉을 마친 시료는 아래와 같이 처리한 후 0.06mm의 PE Film에 담고, 이를 다시 20kg 기공 플라스틱 상자에 넣었는데 대조구로는 무처리 수삼을 사용하였고, 흡삼-가스처리구는 수삼을 담은 포장 내에 CO₂ 가스를 주입하여 약 20분간 포장 내 가스를 치환하는 작업을 거쳤다. 술질처리구는 수삼을 하나씩 술질하여 흙을 제거하였고, 술질-가스처리구는 술질하여 흙을 제거한 수삼을 담은 포장 내에 CO₂ 가스를 주입하여 약 20분간 포장 내 가스를 치환하는 작업을 거쳤으며, 모든 처리구는 0°C 저장고에서 20주간(5개월) 저장하였다.

처리에 따른 중량 감소율은 대조군과 술질 처리군이 각각 0.26%와 0.36%로 적은 수준이었고, 흡삼-가스처리군은 0.53%이었으며, 술질-가스처리군은 0.66%로 가장 컸다(Fig. 2-53).

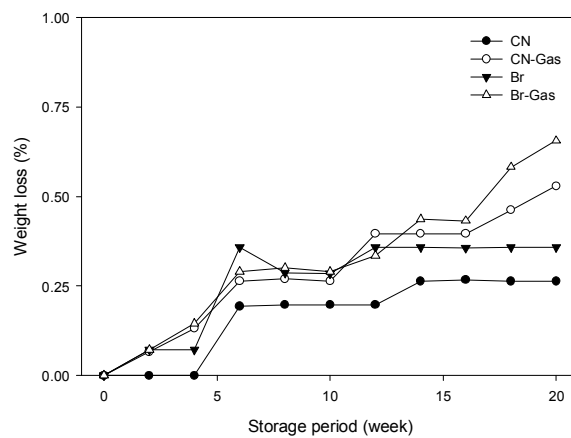


Fig. 2-53. Changes in weight loss of raw fresh ginseng during storage after pre-treatment with selected methods for sanitation

결론적으로 수삼의 저장 중 수분이동으로 인한 중량 감소는 처리방법에 따라 다소의 차이를 보이지만 저장 5개월 후 0.66%의 미미한 정도의 변화를 보임에 따라 수삼의 중량변화의 억제를 위해서는 PE필름을 이용하여 적절히 밀봉 처리함과 아울러 포장단위는 어느 정도 규모화하는 것이 필요한 것으로 판단되었다.

라. 환경기체조건에 따른 수삼의 저장효과 분석

수삼의 환경조건에 따른 저장효과 조사로 PE필름의 두께를 달리하여 밀봉 포장 시 조성되는 MA환경에 따른 저장성 조사와 용기 내 탄산가스와 산소의 농도를 달리한 조건에서의 수삼의 저장성 조사를 수행하였다.

1차적으로 PE 필름의 두께에 따른 MA 저장효과 조사로 수확 후 0℃에서 2주간 저장한 수삼을 0.06mm(PE-0.06mm), 0.07mm(PE-0.07mm), 0.08mm(PE-0.08mm) 및 0.09mm(PE-0.09mm)PE 필름으로 밀봉 포장하였으며 대조군으로는 수삼을 0.06mm두께의 PE필름 4cm² 당 지름 0.3mm 정도의 구멍을 낸 필름으로 포장한 후 0℃에서 방치하면서 저장 30일 및 100일 후 품질을 평가하였다. 저장 중 PE필름 두께별로 수삼의 변질 정도를 부위별로 조사하였던바 너두의 변질이 주근이나 지근에 비해 심각하게 발생되었다.

저장기간에 따른 변질율을 보면 저장 30일 후 0.50-4.99%로 그 정도가 낮았지만 저장100일후에는 크게 증가하여 PE-0.07mm에서 15.54%로 가장 낮은 수준이었고, 대조군이 59.94%로 가장 높았다. 주근의 경우 저장 100일후의 대조군이 64.38%의 변질이 발생하였던 반면 MA 처리군은 0.37-1.11% 수준 이었다(Table 2-4).

이와 같이 MA 포장처리군의 저장 중 변질율이 낮은 것은 포장 내 가스조성과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되는데, MA 처리군의 포장 내 탄산가스 농도는 저장초기 1.59-2.11%이었고, 저장기간이 증가 함에 따라 증가하여 저장100일 후에는 4.00-4.97%로 포장재의 두께가 증가할 수록 높은 값을 나타내었다.

Table 2-4. Changes in deterioration severity index of fresh ginseng kept in MA conditions by different thickness of PE film during storage

Severity Index(%)		Storage period (day)		
		0	30	100
Con	Rhizome head	0	2.22	59.94
	Maim root	0	0	64.38
	Lateral root	0	0	39.96
PE-0.06mm	Rhizome head	0	2.22	19.73
	Maim root	0	0	0
	Lateral root	0	0	0
PE-0.07mm	Rhizome head	0	4.99	15.54
	Maim root	0	0	1.11
	Lateral root	0	0	0
PE-0.08mm	Rhizome head	0	0.56	31.57
	Maim root	0	0	1.48
	Lateral root	0	0	0
PE-0.09mm	Rhizome head	0	0.5	29.6
	Maim root	0	0	0.37
	Lateral root	0	0	0

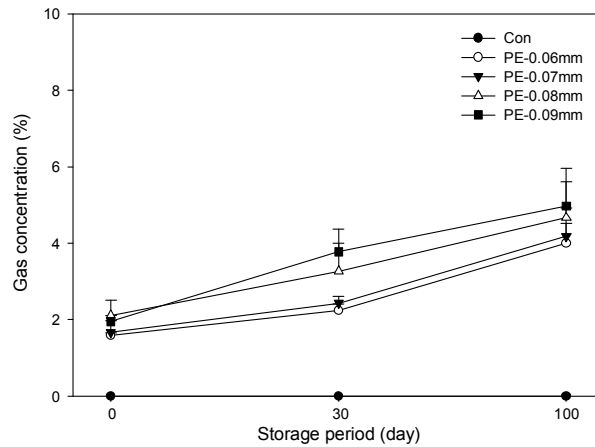
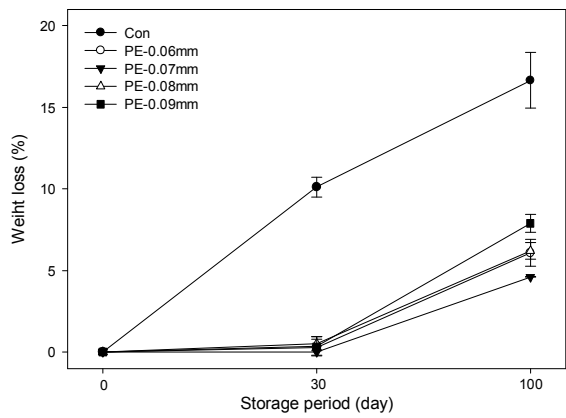


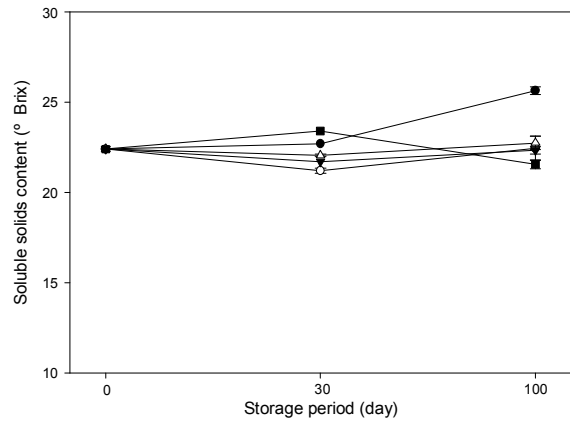
Fig. 2-54. Changes in CO₂ concentration in the MA packages with different thickness of PE film for fresh ginseng during storage

저장 30일 후 중량 감소율을 보면 대조군이 10.12% 이었던 반면 처리군은 이보다 낮은 0.28-0.51%이었다. 가용성 고형물 함량은 저장 초기 22.4 °Brix 이었는데 저장 30일 후에는 21.20-23.40 °Brix로 대조군과 처리군 간의 차이를 보이지 않았다. 저장 초기 수삼표면부위의 경도는 내부 부위에 비하여 높은 값을 보였는데 저장 중 이 부위의 경도 변화를 보면 저장 30일 후 대조군의 경우 표면 건조 등으로 인하여 3,626gf로 처리군보다 높은 값을 보였으나 저장 100일 후에는 처리군과의 차이가 뚜렷하지 않았다. 저장 중 표면의 총균 수는 MA처리군에 비하여 대조군이 약간 낮은 수준을 보였고, 표면의 곰팡이 수는 저장 100일 후 대조군이 5.28 log cfu/g이었으며, PE-0.06mm 및 PE-0.07mm의 경우 4.26 log cfu/g 및 4.30 log cfu/g로 대조군보다 낮았으나 나머지 처리군은 오히려 대조군보다 약간 높은 수준을 나타내었다(Fig. 2-54).

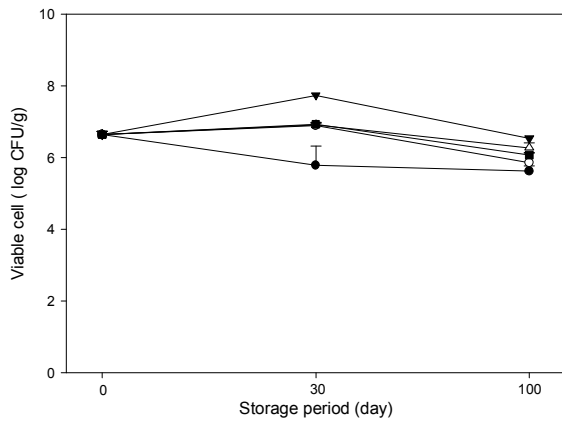
MA처리군의 저장 중 관능적 품질을 평가하였던바 저장 30일 후 대조군은 외관 및 조직감이 3.0점 및 1.7점 정도로 낮게 평가된 것에 비하여 MA 처리군은 각각 4.8점 정도로 높게 품질이 유지된 것으로 평가되었다. 저장 100일 후의 경우 MA처리군 상호간의 관능적 품질을 비교하여 보면 외관 및 수삼고유의 향미는 처리군 간에 거의 유사하였지만 인삼고유의 맛과 조직감은 PE-0.07mm가 다른 처리군에 비해 다소 우수한 것으로 평가 되었다(Fig. 2-55).



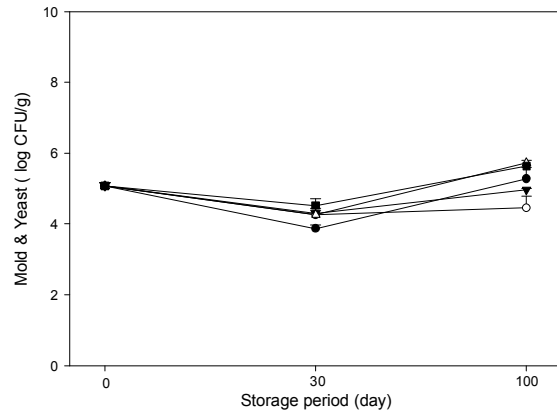
Weight loss



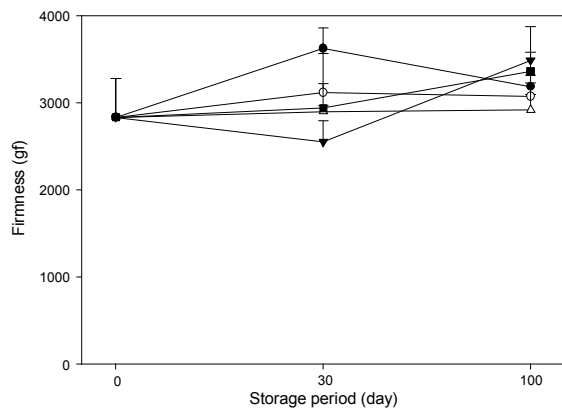
Soluble solids content



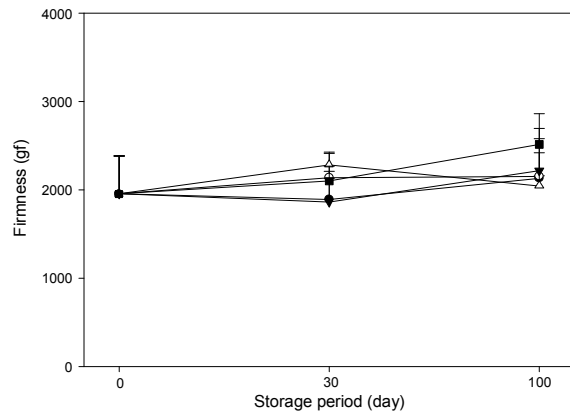
Viable cell



Mold



Firmness, Max. peak



Firmness, Min. peak

Fig. 2-54. Changes in quality indices of fresh ginseng kept in MA conditions by different thickness of PE film during storage

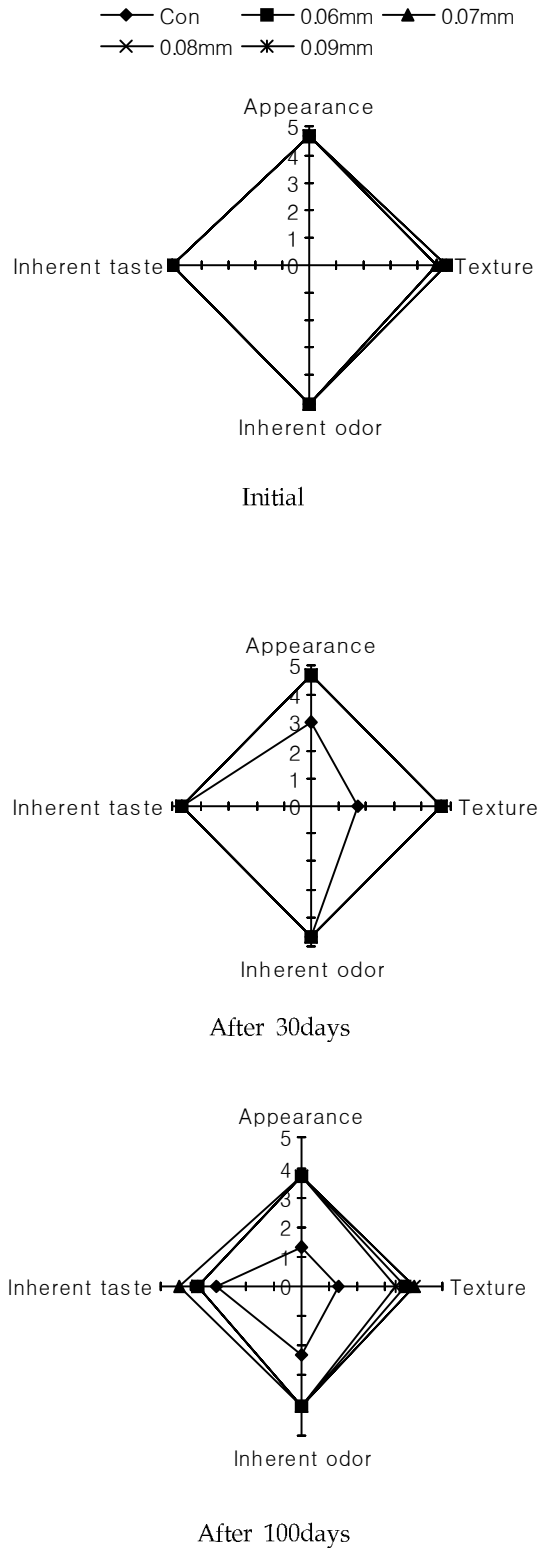


Fig. 2-55. Changes in sensory quality of fresh ginseng kept in MA conditions by different thickness of PE film during storage

한편 예비실험결과 고농도 탄산가스에 대한 수삼의 내성이 높은 것으로 조사되어 저장초기 active packaging 방법을 이용한 수삼의 선도 연장을 목적으로 고농도 탄산가스조건하에서 산소농도에 따른 수삼의 저장성을 평가하였다. 이를 위하여 저장온도인 0°C에서 충분히 냉각한 후 0.8mm 두께의 PE필름에 수삼을 일정량씩 넣고, 탄산가스 농도를 80%로 고장한 후 산소와 질소농도를 조절한 혼합가스를 포장 내 주입한 뒤 밀봉하였다. 실험에 적용하였던 혼합가스의 종류로 산소 4% 처리군은 CO₂:O₂:N₂ 비율이 80: 4: 16이었고, 산소 6% 처리군은 80: 6: 14이었으며, 8% 처리군은 80: 8: 12, 10% 처리군은 80: 10: 10이었다. 대조군으로는 수삼을 0.08mm 두께의 PE필름 4cm² 당 지름 0.3mm 정도의 구멍을 낸 필름으로 포장하였다. 이와 같이 처리한 시료는 0°C에서 저장하면서 처리에 따른 품질을 비교하였다.

저장 중 포장 내 가스조성을 조사하였던바 저장 초기의 탄산가스는 80%이었고, 포장구별 산소농도는 각각 4%, 6%, 8%, 10%이었으나 저장 15일 후 포장 내 탄산가스 농도는 급격히 감소하여 9.6%~11.08% 범위로 처리군 간의 차이가 매우 작았으며, 이후 포장 내 탄산가스 농도는 처리군 간의 차이가 거의 없이 유사한 수준을 유지하였다. 포장 내 산소의 농도 역시 저장 15일 후 급격히 감소하여 0.01% 및 0.04% 수준을 나타내었으며, 이 이후 포장 내 산소 농도는 저장 초기 나타내었던 농도의 차이를 보이지 않고 거의 유사한 수준을 유지하였다. 이와 같은 결과는 포장에 사용하였던 필름의 가스 투과성으로 인해 나타난 결과로 판단된다(Fig. 2-56).

수삼의 저장 중 중량 감소율을 보면 저장 15일후 대조군의 경우 3.05%이었던 반면 가스치환군은 0.15~0.42%범위였으며, 이중 O₂ 6% 처리군이 가장 낮은 감소율을 나타내었다. 저장 45일 후 대조군의 중량은 3.97%가 감소하였던 반면 처리군은 0.42~1.39%범위가 감소하였고, 그 중 O₂ 4% 처리군이 가장 낮은 감소율을 나타내었다(Fig. 2-57).

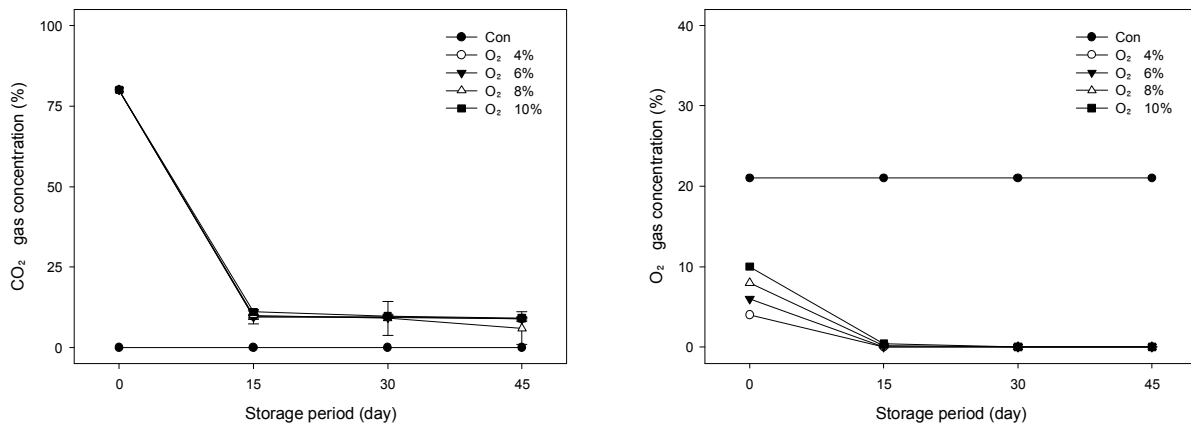


Fig. 2-56. Changes in gas concentrations in active packages replaced with different gas combinations during storage

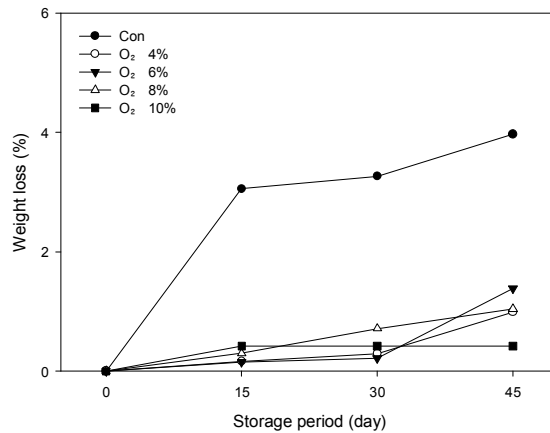
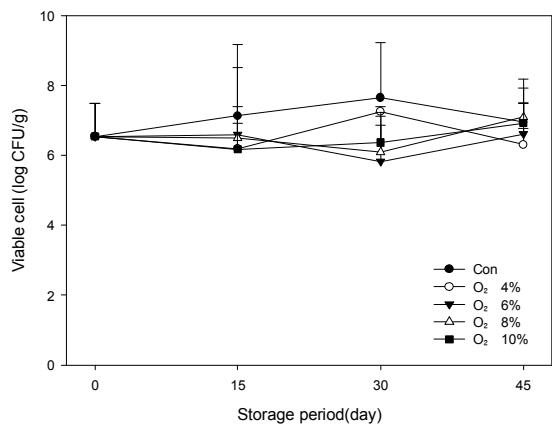


Fig. 2-57. Changes in weight losses of fresh ginseng kept in active packages replaced with different gas combinations during storage

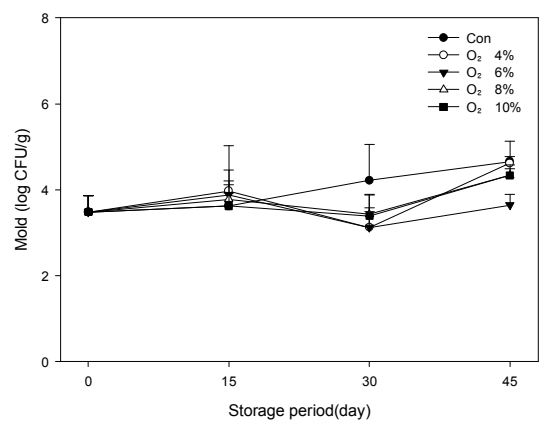
저장 중 표면의 총균 수를 뇌두, 주근 및 지근으로 구분하여 조사하였던바 대조군 뇌두의 경우 저장초기 6.54 log cfu/ea이었고, 저장 30일 후 까지는 MA 처리군에 비하여 높은 수준을 보였으며, 저장 45일후에도 O₂ 8% 처리군을 제외한 환경가스치환군에 비하여 높았다.

주근의 경우 역시 가스치환군의 총 균수가 전반적으로 대조군보다 적었다. 지근의 경우도 이와 유사한 경향이 유지되는 것으로 조사되었다. 뇌두에 존재하는 곰팡이의 경우 저장 초기 3.48 log cfu/ea이었으며 저장기간이 경과함에 따라 그 수가 증가하였으며 가스치환군이 대조군에 비해 낮았는데 특히, O₂ 6% 처리군이 저장 기간 중 전반적으로 대조구 및 다른 처리군에 비해 낮았다. 주근의 곰팡이 수는 저장 초기 2.08 log cfu/ea이었으며 저장기간이 경과함에 따라 그 수가 증가하였으며 가스치환군이 대조군에 비해 낮았는데 특히, O₂ 10% 처리군이 전반적으로 대조구 및 다른 처리군에 비해 낮았다. 지근의 경우 저장 초기 3.25 log cfu/ea이었으며 저장기간이 경과함에 따라 그 수가 증가하였지만 가스치환군이 대조군에 비해 낮았는데 특히, O₂ 10% 처리군이 전반적으로 대조구 및 다른 처리군에 비해 낮았다(Fig. 2-58).

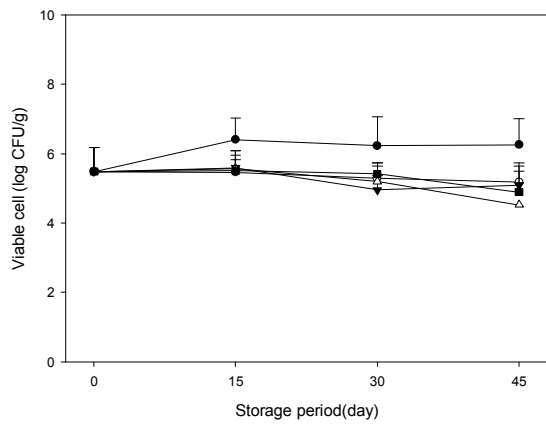
포장 내 환경가스 치환조건에 따른 수삼의 저장 중 품질을 관능적으로 평가하였던바 저장 15일 까지는 처리구와 무관하게 매우 양호한 상태를 유지하였으나, 저장 30일 이후부터는 평가항목 중 외관을 제외하고는 처리군 별로 차이를 보였다. 이중 특히 차이를 보인 항목은 수삼 고유의 향과 맛으로 O₂ 6% 처리군이 대조구 및 다른 처리군에 비해 비교적 양호한 결과를 보였다(Fig. 2-59).



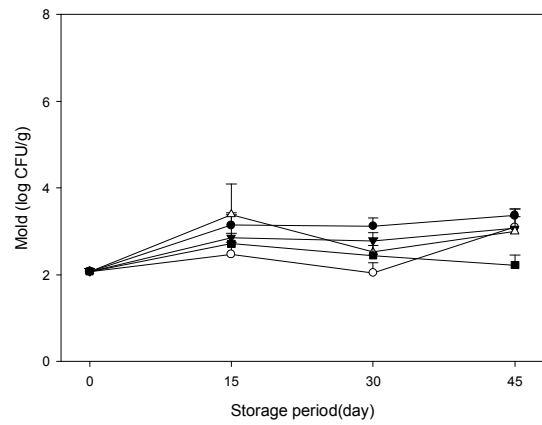
Rhizome head



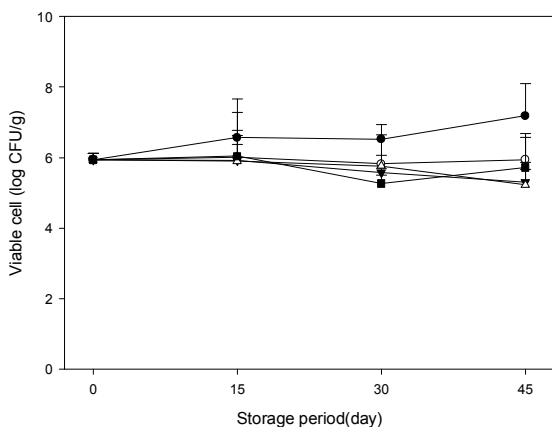
Rhizome head



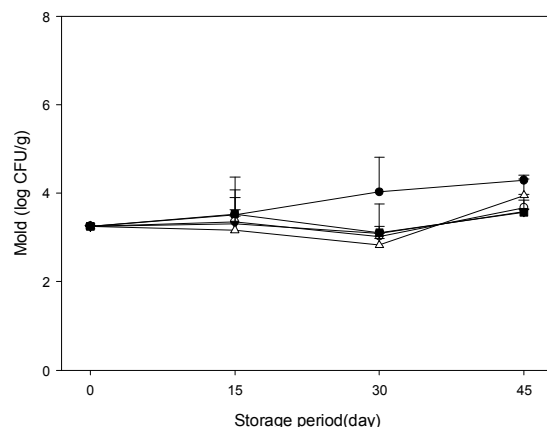
Main root



Main root



Lateral root



Lateral root

Viable cell

Mold

Fig. 2-58. Changes in populations of microorganism on surface of fresh ginseng kept in active packages replaced with different gas combinations during storage

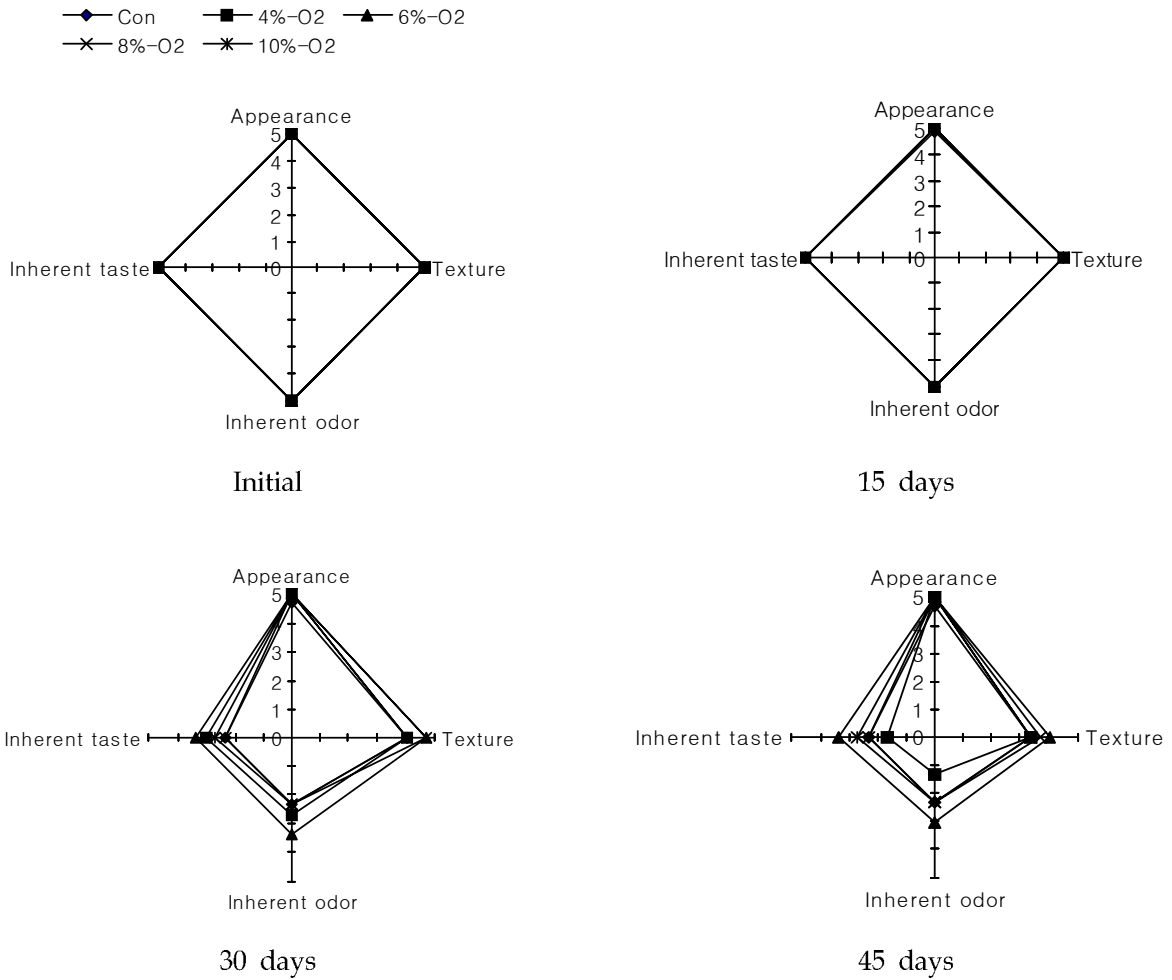


Fig. 2-59. Changes in sensory quality of fresh ginseng kept in active packages replaced with different gas combinations during storage

마. 수삼의 적정 저장온도 연구

수삼은 주로 가을 및 봄에 채굴하여 연중 유통되는 작물로 고품질 수삼의 안정적 유통을 위해서는 수삼의 품질 및 생리적 특성을 고려한 적정 저장온도 확립이 가장 기본적인 요건이다. 이에 수삼의 선도연장을 위한 연구에 적용된 저장온도를 조사하였던 바 -10°C , -2°C , 0°C , 2°C 및 4°C 이었고, 농업기술에 대한 정보를 제공하는 지침서인 '수확 후 관리기술 요람'과 '농업기술종합정보'에서는 각각 0°C 와 $3\sim 8^{\circ}\text{C}$ 를 권장하고 있었으며, 실제 수삼을 저장하고 있는 수삼의 주요 산지 저장업체 및 농협을 조사하였던 바 $0\sim -1^{\circ}\text{C}$ 또는 $-2\sim -3^{\circ}\text{C}$ 로 설정하고 있었다.

이처럼 수삼의 저장온도는 연구자 및 업체에 따라 큰 차이를 보임에 따라 본 연구에서는 수삼의 적정저장온도를 확립하기위해 산지에서 적용하는 -3°C 와 수삼의 빙결점 부근 온도인 -1.5°C 및 가장 일반적으로 적용하고 있는 0°C 에 수삼을 저장하면서 각각의 온도가 저장 중 수삼의 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

· 변질률

수삼의 저장온도에 따른 변질률 조사로 포장 내 수삼을 개체별로 뇌두, 주근, 지근, 세근으로 분류하여 변질 발생여부를 경시적으로 판단한 후 백분율로 나타낸 바 그 결과는 Fig. 2-60 및 Fig. 2-61과 같다. 전반적으로 수삼의 변질은 저장기간이 경과됨에 따라 증가하였고, 부위별로는 뇌두의 변질이 가장 심한 것으로 나타났다.

수삼의 변질을 저장기간 별로 비교하면 저장 2주까지는 변질이 발생되지 않았으나 저장 4주 후부터 변질이 발생되어 -3°C 저장 수삼이 0.7%의 변질률을 보였고, -1.5°C 저장 수삼은 0.6%이었으며, 0°C 저장 수삼은 이보다 높은 1.1%이었다. 이후 변질률이 지속적으로 증가되어 저장 8주 후 -3°C 저장 수삼의 5.0%이었으며, -1.5°C 와 0°C 에서 저장한 수삼은 각각 6.2%와 7.3%로 -3°C 저장 수삼보다 높은 수준이었다. 그러나 저장 10주 후 -3°C 에서 저장한 수삼의 변질이 급격히 진행되어 변질률이 27.0%에 달하였고, -1.5°C 와 0°C 에서 저장한 수삼은 각각 15.5%와 15.8%로 -3°C 의 수삼에 비하여서는 낮은 수준이었으나 저장 8주에 비해서는 2배 이상 높았다. 저장종료시점인 12주 후에는 -3°C 저장한 수삼의 변질률이 28.6%이었으며, -1.5°C 저장 수삼이 24.0%이었으며, 0°C 저장 수삼은 20.8%로 -3°C 에서 저장한 수삼의 변질률이 가장 높았다.

저장온도에 따른 변질률을 부위별로 비교하여 보면 저장온도별 변질양상이 뚜렷이 나타나기 시작한 10주 후의 경우 뇌두부위의 변질은 10.8~12.5%범위로 -3°C 에서 가장 많이 발생하였고, -1.5°C 및 0°C 는 유사한 수준이었다. 주근의 경우 -3°C 및 -1.5°C 에서는 변질이 발생치 않았으나 0°C 의 경우 2.5%의 변질률을 나타내었다. 지근은 저장 10주 후에도 변질이 발생치 않았으나 세근은 전체 변질률이 0~1.67%범위로 이를 저장온도별로 구분하여 보면 -3°C 에서 가장 심하였고, 다음으로는 0°C 및 -1.5°C 순이었다.

저장 12주 후에는 뇌두부위의 변질이 10.8~23.8%범위로 나타났는데 이중 0°C 가 발생률이 가장 낮았고, 다음이 -1.5°C 이었으며, -3°C 가 가장 많이 발생하였다. 주근의 경우 -3°C 에서는 변질이 발생하지 않았으나 -1.5°C 와 0°C 에서 각각 1.0%와 4.2%의 변질률을 나타내었다. 지근의 경우 1.0~3.3%의 변질이 발생되었는데 -1.5°C 가 가장 낮았고, 그 다음이 -3°C 이었으며, 0°C 에서 저장한 수삼의 변질률이 가장 높았다. 세근의 변질률은 0~2.5%범위로 -1.5°C 에서는 변질이 발생하지 않았고, -3°C 와 0°C 는 유사한 수준이었다.

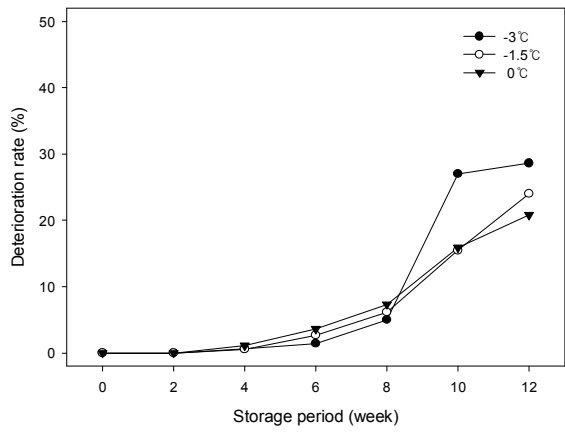


Fig. 2-60. Changes in total deterioration rate of fresh ginseng during storage at different temperatures.

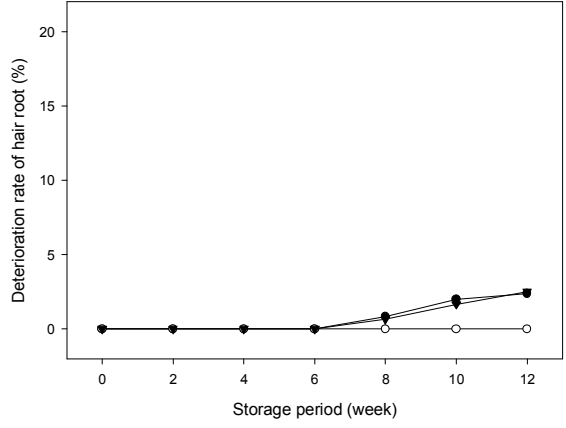
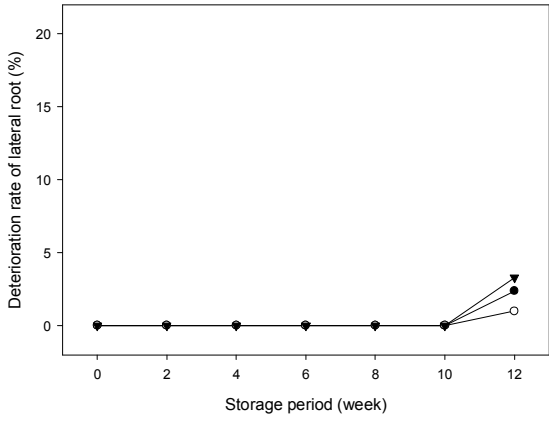
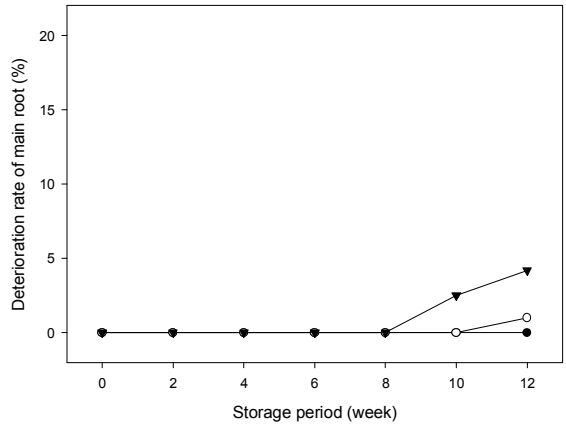
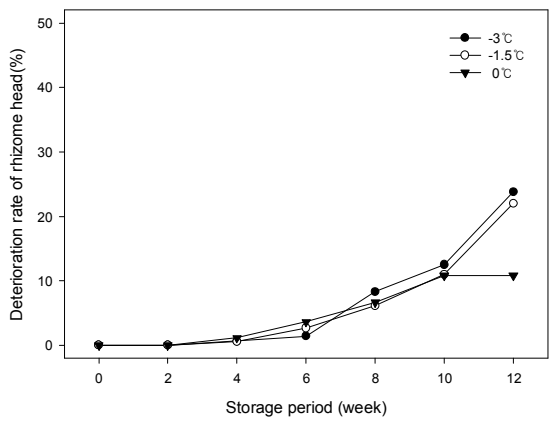


Fig. 2-61. Changes in deterioration rate of fresh ginseng by part during storage at different temperatures.

한편 변질률과는 별도로 변질이 발생한 각 수삼의 변질정도를 수삼 전체 면적에서 차지하는 발생 부위의 면적을 비율로 산출하였던바 저장 10주 후의 경우 0℃에서 저장한 수삼이 33.5%로 가장 높았고, -1.5℃와 -3℃에서 저장한 수삼은 각각 7.3%와 3.7%로 이보다 낮은 수준이었다. 12주 후의 경우 0℃에서 저장한 수삼이 39.6%로 가장 높았고, -1.5℃와 -3℃에서 저장한 수삼은 각각 22.7%와 13.7%로 이보다 낮은 수준이었다. 이러한 결과는 -3℃에서 저장한 경우 변질이 발생한 수삼의 비율 즉, 변질률이 가장 높았지만, 실제 변질이 발생된 면적을 기준으로 보면 0℃에서 저장한 수삼이 더 많이 발생한 것을 뜻한다(Fig. 2-62).

위의 결과를 종합하면 수삼은 저장 4주부터 변질이 발생하기 시작하여 저장 8주까지는 -3℃에서 저장한 수삼의 변질률이 가장 낮았으나 이 이후 변질률이 급증하여 저장종료시점인 저장 12주 후에는 -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼보다 -3℃에서 저장한 수삼이 3~8% 더 높았으며, 주요 변질 부위는 뇌두인 것으로 나타났다. 반면에 변질된 정도를 저장온도별로 구분하여 비교하여 보면 0℃에서 저장한 수삼의 변질정도가 가장 심하였고, 그 수준은 저장 12주를 기준으로 -1.5℃와 -3℃에서 저장한 수삼의 1.8~2.9배에 해당하였다.

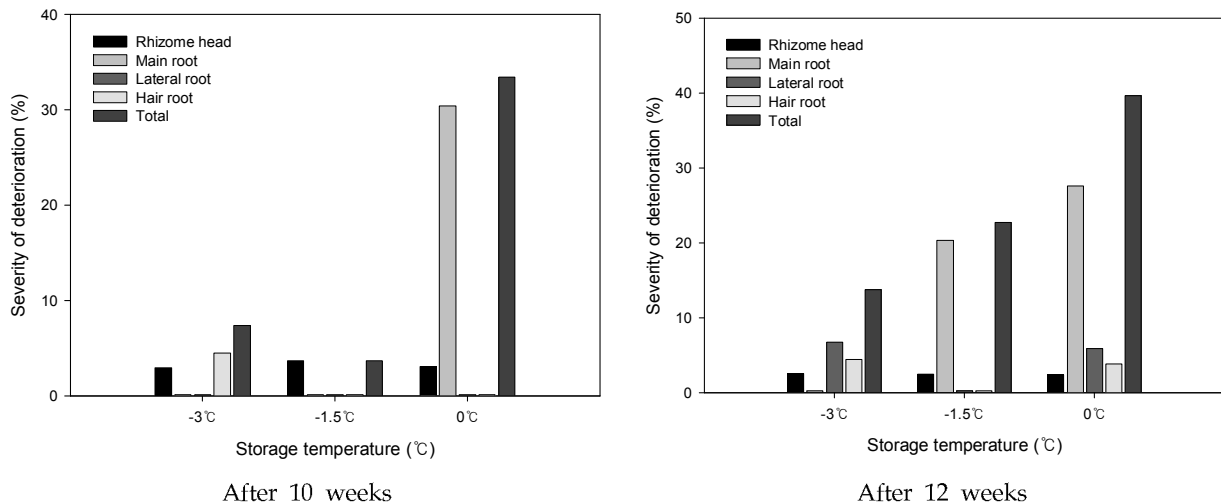


Fig. 2-62. Changes in deterioration severity of fresh ginseng during storage at different temperatures.

· 중량 감소율

수삼의 저장 중 온도에 따른 중량 감소율을 조사한 결과는 Fig. 2-63에서와 같이 저장 초기부터 저장 종료시점까지 꾸준히 감소하였으며, 저장온도에 따른 차이를 보였다.

이를 저장기간에 따라 비교하면 저장 4주 후 -3℃에서 저장한 수삼의 중량 감소율은 0.37%이었고, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 각각 0.17%와 0.43%로 -1.5℃에서 저장한 수삼의 중량감소가 가장 적었다. 저장 8주에는 -3℃에서 저장한 수삼의 중량 감소율이 0.70%이었고, -1.5℃에서 저장한 수삼은 0.36%이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 0.83%로 증가하였다. 저장 12주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼의 중량 감소율이 1.02%이었고, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 각각 0.51%와 1.27%이었다. 저장종료시점인 저장 16주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼의 중량 감소율이 1.43%이었으며, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 각각 0.68%와 1.58%이었다.

전반적으로 온도에 따른 저장 중 중량 감소는 -1.5°C 에서 저장한 수삼이 가장 적었고, 다음은 -3°C 에서 저장한 수삼이었으며, 0°C 에서 저장한 수삼이 가장 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 -3°C 에서 저장한 수삼의 경우 호흡 등에 의해 발생한 수분이 포장지 내벽에 결빙됨에 따라 포장 내부의 상대습도가 낮아지고 이로 인하여 수삼으로부터의 수분 이동이 컸기 때문으로 판단된다. 또한 0°C 에서 저장한 수삼의 경우 이보다 낮은 온도에서 저장하였던 수삼에 비해 호흡량이 비교적 컸기 때문인 것으로 판단되며 이러한 차이에 대한 구명을 위해서는 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

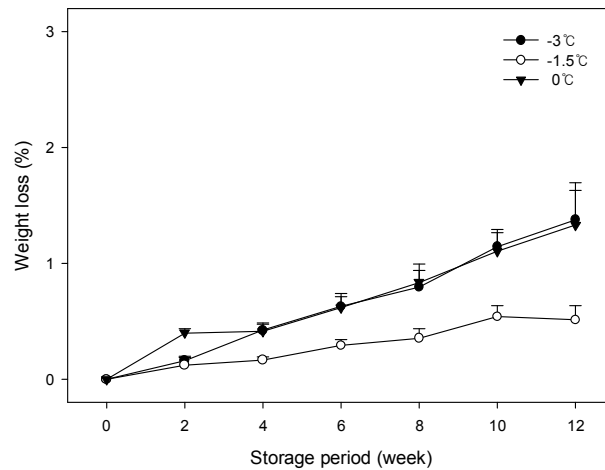


Fig. 2-63. Changes in weight loss of fresh ginseng during storage at different temperatures.

· 호흡률

온도에 따른 저장 중 수삼의 호흡률을 측정한 바 그 결과는 Fig. 2-64와 같다. 실험결과 호흡률은 저장 초기에 급격히 감소한 후 저장기간이 경과함에 따라 완만하게 감소하는 경향을 나타냈다.

수확직후 수삼의 호흡률은 $2.96\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이었으나 저장 1주후 -3°C 에서 저장한 수삼의 경우 $0.61\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이었고, -1.5°C 와 0°C 에서 저장한 수삼도 각각 $0.69\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 와 $0.58\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 로 급격히 감소하였다. 이후 호흡률은 서서히 감소하여 저장 4주후에는 -3°C 에서 저장한 수삼의 호흡률이 $0.34\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이었고, -1.5°C 에서 저장한 수삼은 $0.39\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이었으며, 0°C 에서 저장한 수삼은 $0.41\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 수준으로 저장온도가 낮을수록 호흡률이 낮은 경향을 보였다. 저장 8주 후 호흡률은 -3°C 와 -1.5°C 저장수삼이 각각 $0.21\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 과 $0.22\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 로 유사한 수준이었고, 0°C 에서 저장한 수삼은 $0.25\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 로 -3°C 와 -1.5°C 저장수삼보다 약간 높은 수준이었다. 저장종료시점인 12주에는 -3°C 에서 저장한 수삼의 호흡률이 $0.16\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이고, -1.5°C 에서 저장한 수삼은 $0.18\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 이며, 0°C 에서 저장한 수삼은 $0.13\text{ml CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$ 으로 유사한 수준이었다.

이러한 결과를 요약하면 수확직후에는 수삼의 호흡이 왕성하였으나 저장 1주 이내에 급격히 감소하였고, 이는 저장기간이 경과할수록 감소하였으며, 저장초기에는 저장온도가 낮을수록 호흡률이 낮은 경향을 보였으나 저장 10주 이후부터는 저장온도에 따른 큰 차이를 보이지 않았다. 수삼의 호흡이 저장 1주 후부터 급격히 감소된 원인으로서는 0°C 이하의 낮은 저장 온도로

인해 수삼의 호흡이 억제되었기 때문이고, 저장 중 수삼의 호흡률이 감소하는 원인은 수확직후에는 수확이전의 호흡패턴이 유지되었으며, 취급 중 물리적 스트레스에 대응하여 체내 대사 작용이 활발하였으나 저장기간이 경과할수록 대사 작용이 안정화되어감에 따라 생체유지를 위해 필요한 에너지 수준이 낮아졌기 때문인 것으로 사료된다.

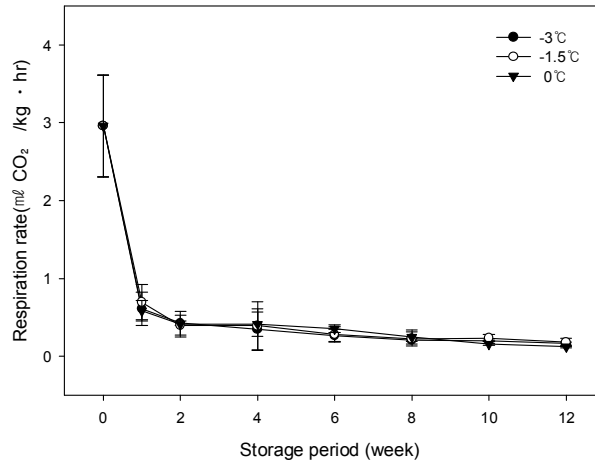


Fig. 2-64. Changes in respiration rate of fresh ginseng during storage at different temperatures.

· 표면색도

수삼의 저장 중 표면색도 변화를 조사한 결과는 Fig. 2-65에서와 같이 수삼표면의 밝기를 나타내는 L값은 초기 80.0이었으며 저장 6주 후까지는 저장온도에 따라 약간의 차이는 있었지만 거의 일정한 수준을 유지하였으나 저장 8주 후에는 -3°C에서 저장한 수삼의 경우 79.1로 다른 온도에서 저장한 수삼에 비해 크게 감소하였다. 저장종료시점인 저장 16주 후에는 0°C와 -1.5°C에서 저장한 수삼의 L값은 각각 79.3이었으며, -3°C에서 저장한 수삼은 78.9로 비교적 낮았으나 그 차이는 크지 않았다.

전반적인 색도 변화를 나타내는 ΔE값은 저장기간이 경과됨에 따라 점차 증가하는 경향을 보였으며, 저장 12주 후부터는 거의 일정 수준을 유지하였다. 저장 온도에 따른 ΔE값의 변화를 보면 저장 4주 후 -3°C에서 저장한 수삼의 ΔE값은 1.49이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 0.49와 0.41이었다. 저장 8주 후 -3°C에서 저장한 수삼의 ΔE값은 1.58로 증가하였고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 0.64로 -3°C에서 저장한 수삼에 비해 낮은 수준이었다. 저장 12주 후에는 ΔE값이 급격히 증가하여 -3°C에서 저장한 수삼은 2.61을 나타내었고 -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼도 각각 2.58과 2.43에 달하였으며, 이 이후부터 저장 16주까지는 저장 12주후의 ΔE값과 거의 유사한 수준을 유지하였다.

이러한 결과를 요약하면 저장온도에 따른 수삼의 저장 중 표면색도 변화는 -3°C에서 저장한 수삼의 경우 다른 수삼에 비해 컸고 0°C와 -1.5°C에서 저장한 수삼의 경우 거의 유사한 수준을 유지하였다.

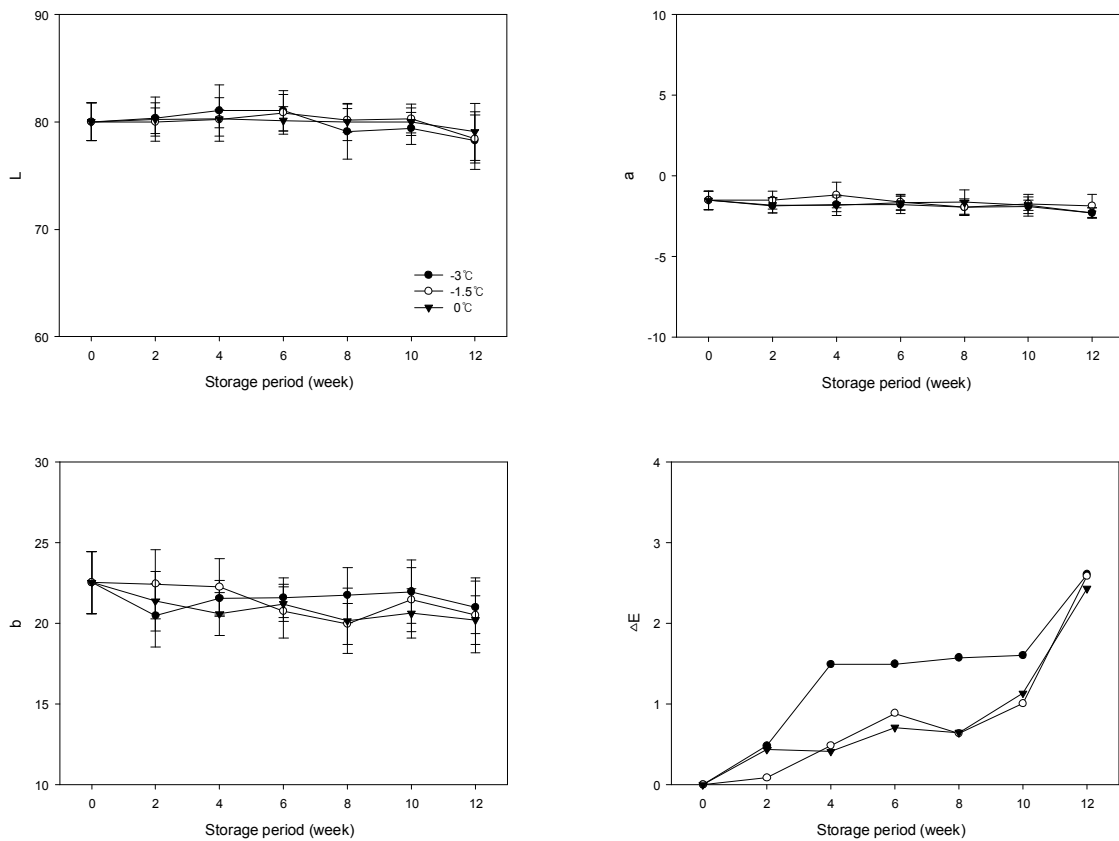


Fig. 2-65. Changes in Hunter color values of fresh ginseng during storage at different temperatures.

· 요오드 발색에 의한 전분 함량

수삼에 함유된 전분함량은 수삼의 가공 및 유통 중 품질에 미치는 중요한 인자로, 이를 정량하기 위해서는 다량의 시료와 복잡한 처리 과정을 거쳐야 함에 따라 장시간이 필요로 된다. 이에 본 연구에서는 수삼의 저장 중 전분함량의 변화를 전분-요오드 반응을 이용하여 정성적으로 조사하였다. 이를 위하여 수삼의 주근 일정 부위를 절단하여 요오드-요오드화칼륨 용액에 침지 발색시킨 후, 중심, 형성층, 피층으로 나누어 색도를 측정하였던 바 그 결과는 Fig. 2-66~2-68과 같다. 요오드 발색 후 측정된 수삼의 저장 중 색상변화를 보면 L값은 저장 초기부터 감소하다가 저장 4주 이후 다시 증가하는 경향을 보였고, a값은 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 감소하였으며, b값은 전반적으로 증가하였다. ΔE값의 경우 4주까지는 모든 부위에서 그 값이 급격히 증가하였으나 이후 부위별로 차이를 보여 피층과 가까운 부위는 일정 수준을 유지하였으나 조직 내부인 형성층과 중심부위는 그 값이 감소하는 경향을 보였는데 특히 형성층의 경우 변화의 폭이 컸다.

저장온도에 따른 부위별 색상 변화는 중심부위의 경우 0°C에서 저장한 수삼이 가장 컸고, -3°C와 -1.5°C 저장 수삼은 이보다 작았다. 형성층의 경우 -3°C에서 저장한 수삼의 변화가 가장 컸고, 다음은 0°C이었으며, -1.5°C에서 저장한 수삼이 가장 작았다. 피층의 색상변화는 0°C에서 저장한 수삼이 가장 컸고, 다음은 -1.5°C에서 저장한 수삼이었으며, -3°C에서 저장한 수삼이 가장 작았다. 이와 같은 결과를 전반적으로 보면 저장기간에 따른 색상변화는 저장 4주까지 급격히 색도가 변하였으나 이후 저장종료시점까지 안정화 되는 경향을 나타냈다(Fig. 2-69).

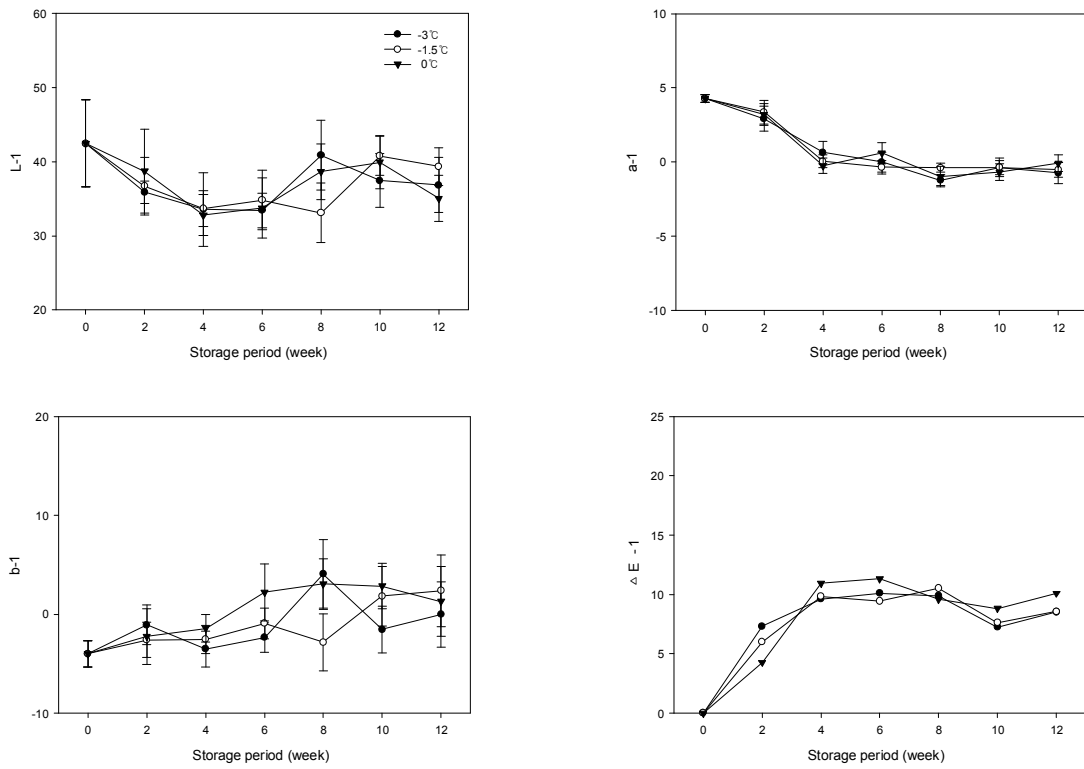


Fig. 2-66. Changes in iodine-stained color values of main root(center) of fresh ginseng during storage at different temperatures.

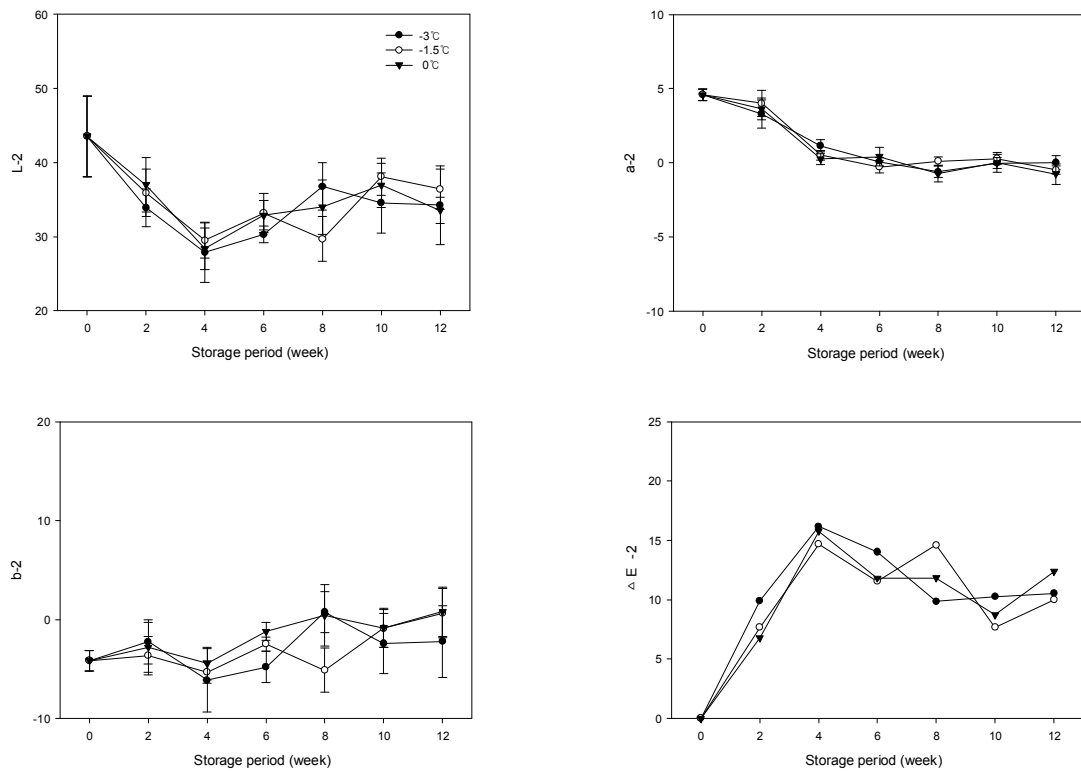


Fig. 2-67. Changes in iodine-stained color values of main root (cambium) of fresh ginseng during storage at different temperatures.

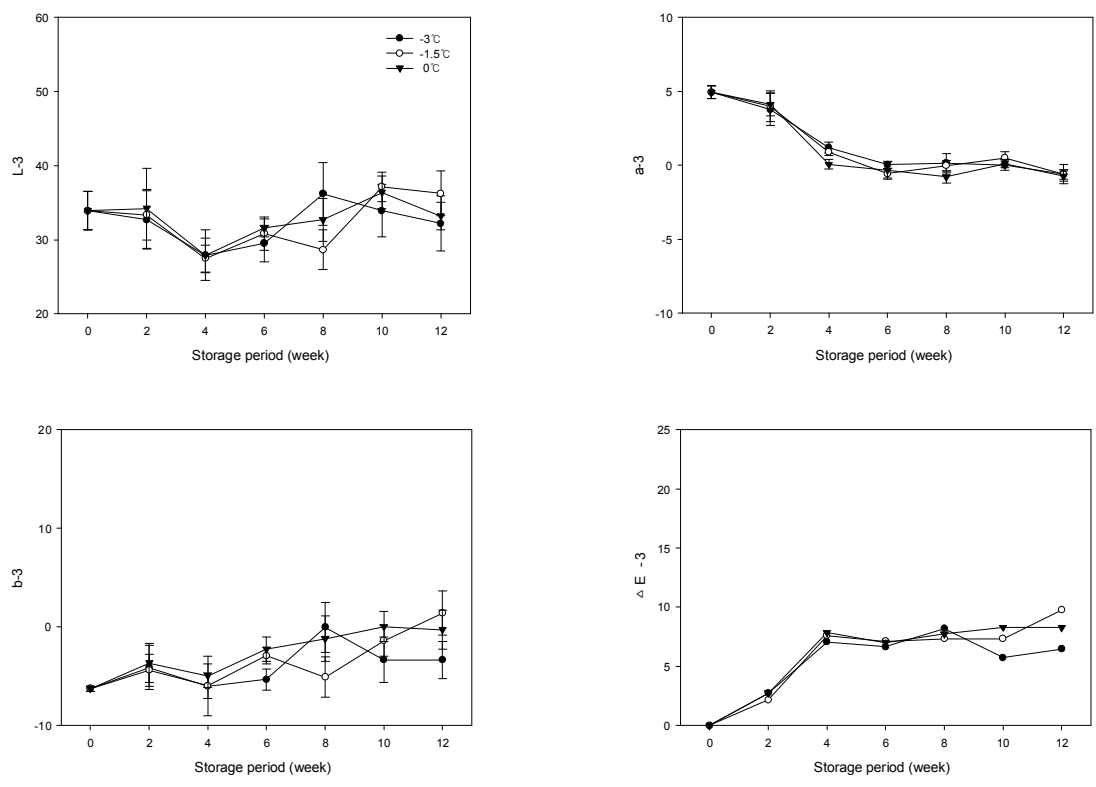


Fig. 2-68. Changes in iodine-stained color values of main root(cortex) of fresh ginseng during storage at different temperatures.

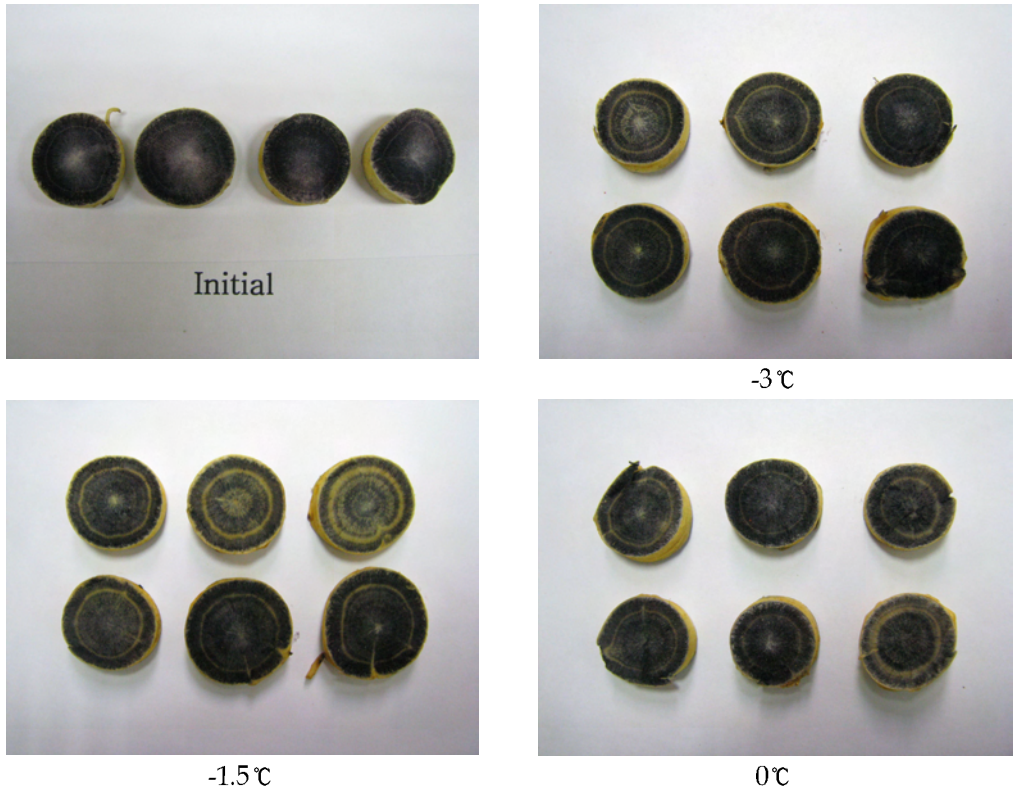


Fig. 2-69. Comparison in iodine-stained color of fresh ginseng after storage for 12 weeks at different temperatures.

· 경도

수삼의 주근 한가운데 부위를 Texture analyser의 plunger로 표면에서부터 중심부까지 관통시켜 표피층과 형성층 및 중심부에서 나타난 peak값의 변화를 나타낸 바 그 결과는 Fig. 2-70과 같다. 수삼의 초기 경도는 표피층에서부터 중심부로 들어갈수록 높은 경향을 보였는데, 수삼의 저장 중 전반적인 경도의 변화를 보면 수삼의 표면부위 경도는 증가하였고, 수삼의 표피층과 중심부의 중간부위는 일정 기간까지 감소한 후 다시 증가하는 경향을 보였으나 초기치 보다는 낮은 수준이었으며, 중심부위는 전반적으로 감소하는 경향을 보였다.

수삼의 경도를 peak 별로 비교하면 표피층에서 나타난 첫 번째 peak의 경우 초기 경도는 3,155gf이었으나 저장기간이 경과함에 따라 점차 증가하여 저장 4주후 경도는 3,491~3,537gf이었으며 저장온도에 따른 차이를 보이지 않았다. 이후 지속적으로 증가하는 경향은 보였으나 저장 종료시점인 16주후 저장온도에 따른 차이는 미미하였다. 수삼의 표피와 중심부 중간에 나타난 두 번째 peak의 초기경도는 3,641gf이었으나 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향으로 저장온도별 차이는 저장종료시점인 16주후 -3℃에서 저장한 수삼의 경도가 3,391gf이었고, -1.5℃에서 저장한 수삼은 3,305gf이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 3,498gf로 유사한 수준이었다. 중심부위에서 나타난 세 번째 peak의 초기 값은 3,812gf이었으나 이후 지속적으로 감소하여 실험종료시점인 저장 16주후 -3℃에서 저장한 수삼은 3,492gf이었고, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 각각 3,565gf와 3,445gf로 감소하였다. 전반적으로 수삼의 경도는 저장온도에 따라 차이는 보이지 않았으나 저장기간이 경과됨에 따라 표피층에서 나타나는 첫 번째 peak는 증가하는 경향을 보였는데, 이는 수삼의 저장 중 표면 부위의 수분 손실로 인한 표면 경화가 발생하였기 때문이며, 형성층에서 나타나는 두 번째 peak와 중심부의 세 번째 peak는 감소하였는데 이는 저장 중 전분 및 세포벽을 이루는 성분의 변화에 기인하였기 때문인 것으로 판단된다.

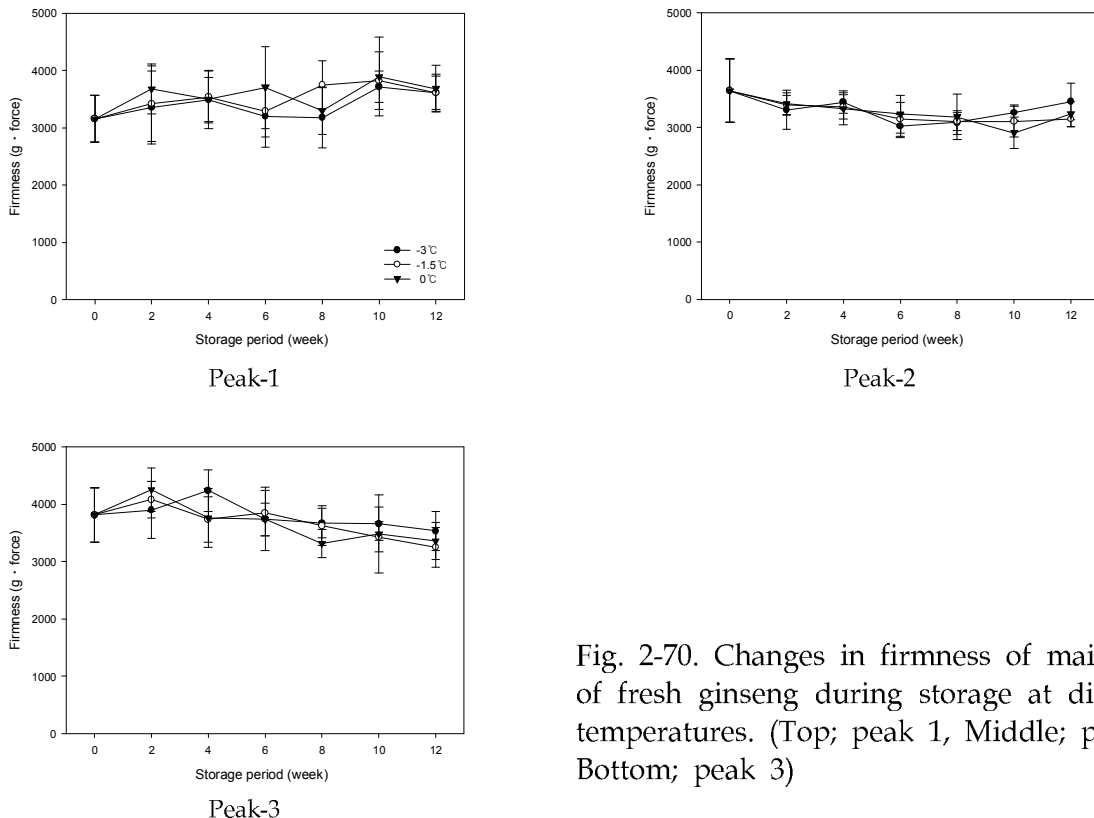


Fig. 2-70. Changes in firmness of main root of fresh ginseng during storage at different temperatures. (Top; peak 1, Middle; peak 2, Bottom; peak 3)

· 가용성 고형분 함량

수삼의 저장 시 호흡 및 빙결점과 밀접한 관련이 있고, 관능적으로는 맛과 향, 가공 시 품질 및 수율에 영향을 미치는 가용성 고형분 함량이 저장온도에 따라 변화되는 양상을 조사한 바 그 결과는 Fig. 2-71과 같다. 저장 중 수삼의 고형분 함량은 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 일정기간까지 증가하다가 이후 완만해지는 경향이였다.

저장기간에 따른 가용성 고형분 함량변화를 비교하면 초기 함량은 14.9°Brix이었으나 저장기간이 경과됨에 따라 증가하여 저장 4주 후 -3℃와 -1.5℃에서 저장한 수삼은 각각 20.7°Brix와 20.8°Brix이었고, 0℃에서 저장한 수삼은 22.9°Brix이었다. 저장 8주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼의 가용성 고형분 함량은 22.9°Brix이었고, -1.5℃에서 저장한 수삼은 24.4 °Brix이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 23.4°Brix로 증가하였다. 저장 종료시점인 저장 12주 후 -3℃에서 저장한 수삼의 가용성 고형분 함량은 21.0°Brix 로 다소 감소하였고, -1.5℃에서 저장한 수삼도 23.4°Brix로 감소하였으나, 0℃에서 저장한 수삼은 23.6°Brix로 저장 8주와 유사하였다.

위의 내용을 요약하면 가용성 고형분 함량은 저장 초기에 급격히 증가하다가 저장 6주 이후부터 변화추세가 완만하였으나 저장 10주 후 다소 감소하는 경향을 보였고, 저장 온도에 따른 가용성 고형분 함량은 -3℃에서 저장한 수삼의 변화가 가장 적은 것으로 나타났다.

· 조 사포닌

수삼의 주된 약리효능을 나타내는 성분인 인삼사포닌의 저장온도에 따른 저장 중 함량 변화를 조사한 바 그 결과는 Fig. 2-72와 같다. 조 사포닌 함량은 저장기간이 경과함에 따라 다소 증가하는 경향을 보였다. 초기 수삼의 조 사포닌함량은 건물 당 3.68%수준이었으나 저장 4주 후, -3℃에서 저장한 수삼의 조 사포닌 함량은 3.76%이었고, -1.5℃에서 저장한 수삼은 4.09%이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 4.02%로 증가하였다. 저장 8주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼의 조 사포닌 함량이 4.31%이었고, -1.5℃에서 저장한 수삼은 3.95%이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 3.93%이었다. 실험 종료시점인 저장 12주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼의 조 사포닌 함량이 4.21%이었고, -1.5℃에서 저장한 수삼은 4.04%이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 4.11%로 저장기간이 경과함에 따라 다소 증가하는 경향을 나타내었다.

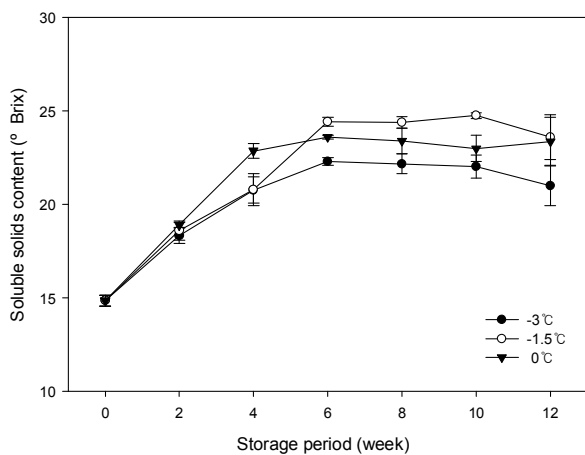


Fig. 2-71. Changes in soluble solids content of fresh ginseng during storage at different temperatures.

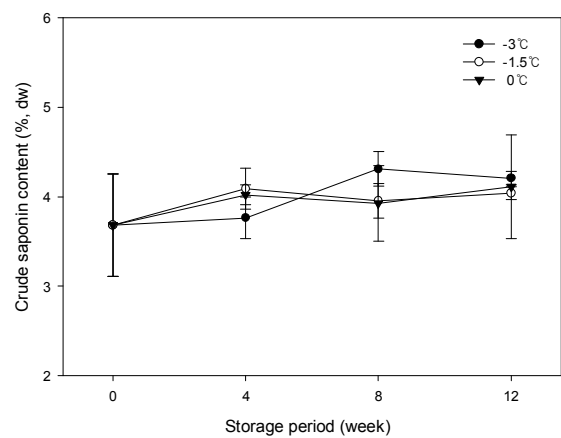


Fig. 2-72. Changes in crude saponin content of fresh ginseng during storage at different temperatures.

· 미생물 수준

저장온도가 저장 중 수삼의 미생물 수에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 2-73에서와 같이 기간이 경과함에 따라 총균 및 곰팡이 수가 증가하였는데, 이러한 증가 추세는 저장 초기부터 일정기간까지는 저장온도가 낮을수록 완만하였으나 그 이후부터는 온도별 차이가 뚜렷하지 않았다. 이를 더 상세히 설명하면 총균 수는 저장초기 5.70 log CFU/g이었으나 꾸준히 증가하여 저장 6주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼은 6.16 log CFU/g, -1.5℃에서 저장한 수삼은 6.35 log CFU/g, 0℃에서 저장한 수삼은 6.45 log CFU/g로 온도가 낮을수록 미생물 수가 적었으며, 이러한 경향은 저장 12주까지 지속되었다. 그러나 저장 14주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼의 총균 수가 급격히 증가하여 0℃에서 저장한 수삼의 총균 수인 6.77 log CFU/g와 유사한 수준을 나타내었다. 실험 종료시점인 저장 16주 후 각각의 온도에서 저장한 수삼의 총균 수는 6.74~6.75 log CFU/g로 저장온도에 따른 차이는 없었다.

곰팡이는 저장 초기 3.86 log CFU/g이었으나 지속적으로 증가하여 저장 6주 후 -3℃와 -1.5℃에서 저장한 수삼의 곰팡이 수는 각각 4.50 log CFU/g와 4.55 log CFU/g이었고, 0℃에서 저장한 수삼은 4.86 log CFU/g이었다. 저장 12주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼이 4.84 log CFU/g이었고, -1.5℃에서 저장한 수삼은 4.86 log CFU/g 이었으며, 0℃에서 저장한 수삼은 5.02 log CFU/g로 온도가 낮을수록 그 수가 적었으나 저장 14주 후부터 -3℃에서 저장한 수삼의 곰팡이 수가 급격히 증가되어 실험 종료시점인 저장 16주에는 -3℃에서 저장한 수삼이 5.28 log CFU/g이었고, -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 이보다 적은 4.88 log CFU/g이었다.

이러한 결과를 전반적으로 고찰하여 보면 저장온도에 따른 저장 중 미생물 수는 저장 12주까지는 저장온도가 낮을수록 저장 중 미생물 수가 적은 것으로 나타났으나 저장 14주 이후에 -3℃에서 저장한 수삼의 미생물 수준이 급격히 증가되어 총균 수준은 0℃와 -1.5℃에서 저장한 수삼과 유사한 수준이었고, 곰팡이 수준은 오히려 높은 것으로 나타났다.

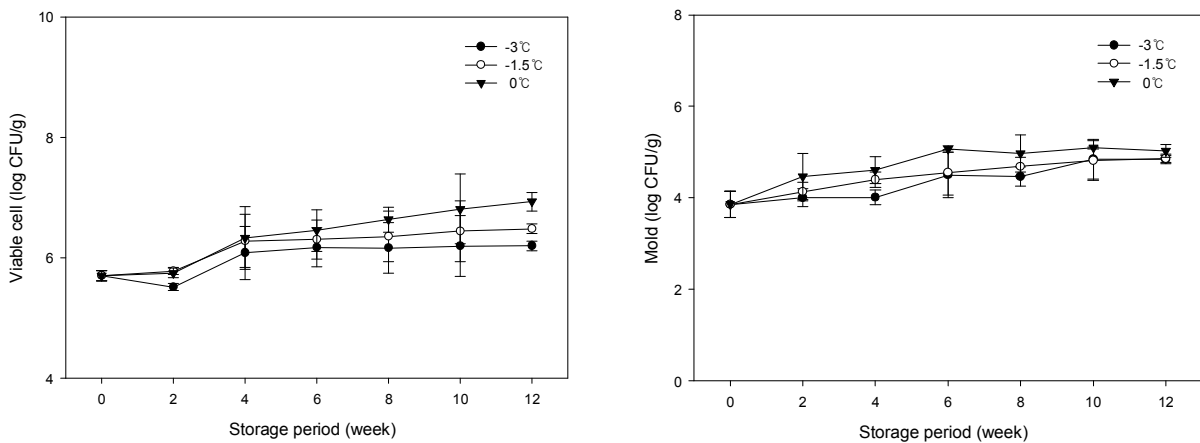


Fig. 2-73. Changes in microbial population of fresh ginseng during storage at different temperatures.

· 관능적 품질

수삼의 온도에 따른 저장 중 관능적 품질을 분석한 결과는 Table 2-5와 같다. 수삼의 관능적 품질은 저장기간이 경과함에 따라 곰팡이 발생 및 연화에 의해 품질이 저하되는 경향을 보였다.

수삼의 저장온도에 따른 관능적 품질은 저장 8주 이후부터 -3℃에서 저장한 수삼의 일부에서 뇌두부위 품질저하가 서서히 진행되었으나 -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼의 품질은 전반적으로 양호하였다. 저장 10주 후에는 -3℃에서 저장한 수삼의 뇌두 및 세근부위가 냉해에 의해 품질저하가 발생되었고, 일부에서는 이취도 발산하였으나 -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼은 뇌두 및 세근 일부에서 품질저하가 발생했을 뿐 전반적으로 양호한 수준이었다($p < 0.05$). 저장 12주 후 -3℃ 저장 수삼은 세근부위의 품질 및 고유의 맛과 향도 소실된 것으로 판단되었고, -1.5℃ 저장 수삼은 뇌두 부위를 제외하고는 품질이 양호한 수준이었으며, 0℃ 저장 수삼은 전반적으로 품질이 양호하였다($p < 0.05$).

위의 내용을 종합하면 수삼은 전반적으로 저장 6주까지는 저장온도에 따른 관능적 품질의 차이가 발생하지 않았으나 저장 8주부터 -3℃에서 저장한 수삼의 일부에서 뇌두와 세근의 품질저하가 발생되었고, 저장 12주에는 -3℃와 -1.5℃의 관능적 품질저하가 발생되어 0℃ 저장 수삼과 차이를 보였다.

Table 2-5. Changes in sensory characteristics of fresh ginseng during storage at different temperature

Temperature	Day	Overall	Rhizome head	Main root	Lateral root	Hair root	Inherent odor	Inherent taste
-3℃	0	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a
	2	4.88±0.35 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	4.88±0.52 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.33±0.35 ^{bc}
	4	4.25±0.46 ^{cd}	3.63±0.52 ^c	4.38±0.35 ^b	4.75±0.46 ^a	4.00±0.76 ^{de}	4.75±0.46 ^{ab}	4.25±0.46 ^{bc}
	6	3.38±0.52 ^{gh}	3.00±0.76 ^e	4.00±0.00 ^{cd}	3.88±0.35 ^{bc}	3.25±0.46 ^g	3.88±0.35 ^c	3.88±0.35 ^{cd}
	8	3.00±0.53 ^{ef}	2.75±0.46 ^e	3.63±0.52 ^{ef}	3.00±0.53 ^e	2.75±0.46 ^{hij}	2.88±0.64 ^f	3.00±0.76 ^{ef}
	10	2.75±0.64 ^h	2.75±0.46 ^e	3.75±0.46 ^{def}	3.00±0.53 ^e	2.63±0.52 ^{ij}	2.88±0.35 ^f	2.88±0.64 ^f
	12	2.75±0.71 ^h	2.25±0.46 ^f	3.50±0.53 ^f	3.13±0.64 ^{de}	2.50±0.53 ^j	2.88±0.35 ^f	2.75±0.46 ^f
-1.5℃	0	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a
	2	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.50±0.35 ^{ab}
	4	4.38±0.52 ^c	3.75±0.46 ^{bc}	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^a	4.25±0.46 ^{cd}	4.50±0.53 ^b	4.00±0.00 ^{bc}
	6	3.75±0.46 ^{ef}	3.13±0.46 ^{de}	4.00±0.00 ^{cd}	4.00±0.00 ^b	3.38±0.52 ^{fg}	3.88±0.35 ^c	3.88±0.35 ^{cd}
	8	3.25±0.46 ^{fg}	3.00±0.00 ^e	4.00±0.00 ^{cd}	3.50±0.53 ^{cd}	3.13±0.64 ^{gh}	3.13±0.35 ^{ef}	3.13±0.64 ^{ef}
	10	3.25±0.46 ^{fg}	3.00±0.00 ^e	3.88±0.35 ^{cde}	3.63±0.52 ^{bc}	3.13±0.35 ^{gh}	3.13±0.35 ^{ef}	3.13±0.35 ^{ef}
	12	3.25±0.46 ^{fg}	2.88±0.35 ^e	3.88±0.35 ^{cde}	3.63±0.52 ^{bc}	3.00±0.53 ^{ghi}	3.25±0.46 ^{def}	3.00±0.00 ^{ef}
0℃	0	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^{ab}
	2	4.88±0.35 ^{ab}	4.63±0.52 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	4.50±0.35 ^{ac}
	4	4.50±0.53 ^{bc}	4.13±0.35 ^b	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.50±0.53 ^{bc}	4.75±0.46 ^{ab}	4.00±0.76 ^{bc}
	6	3.88±0.35 ^{de}	3.50±0.53 ^{cd}	4.13±0.35 ^{bc}	4.00±0.00 ^b	3.75±0.46 ^{ef}	3.88±0.35 ^c	4.00±0.00 ^{bc}
	8	3.50±0.53 ^{efg}	3.13±0.35 ^{de}	4.00±0.00 ^{cd}	3.75±0.46 ^{bc}	3.38±0.52 ^{fg}	3.63±0.52 ^{cd}	3.50±0.53 ^{de}
	10	3.38±0.52 ^{fg}	3.13±0.35 ^{de}	4.00±0.00 ^{cd}	3.88±0.35 ^{bc}	3.25±0.46 ^g	3.50±0.53 ^{cde}	3.25±0.46 ^{ef}
	12	3.25±0.46 ^{fg}	3.00±0.35 ^e	4.00±0.00 ^{cd}	3.50±0.53 ^{cd}	3.25±0.46 ^g	3.25±0.46 ^{def}	3.13±0.35 ^{ef}

¹Values are means±standard deviation. Means with the same alphabet in each column are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

5. 수삼의 산지 전처리 및 저장기술 적용 실증실험

가. 전처리 및 포장방법에 따른 효과비교

수삼의 산지 전처리 및 저장기술 적용 실증실험으로 저장 전 표면처리 및 포장 방법에 따른 효과를 검증하였다. 실험에 적용한 표면 처리 방법으로는 1차년도 실험실적 연구결과 효과를 보인 솔질처리 및 CO₂ 가스처리방법이었으며, 포장방법으로는 기존의 대포장방법과 20kg들이 소포장방법을 적용하였다.

2010년 3월에 수확 후 1주간 0℃에서 냉각처리 하였던 수삼을 사용하여 0.06mm의 PE 필름에 담은 후, 이를 다시 20kg 플라스틱 상자에 넣어 실험을 수행하였다. 대조군(CN)로는 무처리 수삼을 사용하였고, 흙삼-가스처리군(CN-Gas)는 수삼을 담은 포장 내에 CO₂ 가스를 주입하여 일정시간의 간격을 유지하며 약 20분간 포장 내 가스를 치환하였다. 솔질처리군(Br)은 수삼을 하나씩 솔질하여 흙을 제거한 처리군이고, 솔질-가스처리군(Br-Gas)는 솔질하여 흙을 제거한 수삼을 담은 포장 내에 CO₂ 가스를 주입하여 약 20분간 포장 내 가스를 치환하는 작업을 거쳤으며, 모든 처리군은 0℃ 저장고에서 20주간(5개월) 저장되었다.

저장기간 중 포장 내 탄산가스 농도를 보면 탄산가스 치환 포장군의 경우 저장 3일 이후 포장 내 CO₂함량이 30~35%로 감소하였고, 저장 4주 이후에는 포장 내 CO₂함량이 탄산가스 비처리군과 유사한 수준으로 감소되었으며, 대조군에 비해 처리군의 CO₂함량 증가가 비교적 적은 것으로 나타났다. 포장 내 O₂함량은 가스처리군에 비해 비 가스처리군의 함량이 2~3배가량 높았으나 실험 종료시점에는 솔질-가스처리군과 대조군이 각각 5.28%로 유사한 수준이었고, 흙삼-가스처리군은 초기보다 약간 감소하였으며, 솔질처리군은 저장기간이 경과함에 따라 O₂함량이 급격히 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2-74).

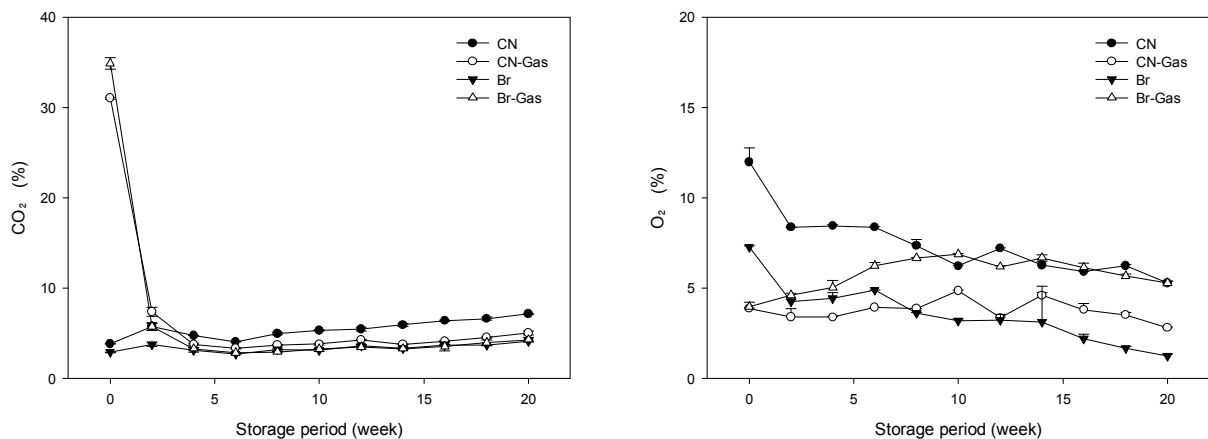


Fig. 2-74. Changes in gas concentration in pre-treated ginseng packages during storage

저장 중 처리에 따른 수삼의 중량은 꾸준히 감소하였는데 저장 20주 후 감소율은 대조군과 솔질 처리군이 각각 0.26%와 0.36%로 낮은 수준이었고, 흙삼-가스처리군은 0.53%이었으며, 솔질-가스처리군은 이보다 큰 0.66%이었다(Fig. 2-75).

한편 저장 20주후 처리 및 포장 방법에 따른 수삼의 변질율을 비교하면 솔질 처리군과 대조군 수삼이 상태가 가장 양호한 것으로 나타났고, 탄산가스 치환군은 뇌두부위 품질저하가 심한 것

으로 나타났는데 오히려 조직의 치밀도 및 단단함은 가스 무처리군에 비해 양호하였던 것을 고려할 때 이는 탄산가스 주입 처리 시 포장 내 온도가 과하게 낮았기 때문에 수삼이 냉해를 받음으로서 때문에 나타난 결과로 판단된다(Fig. 2-76).

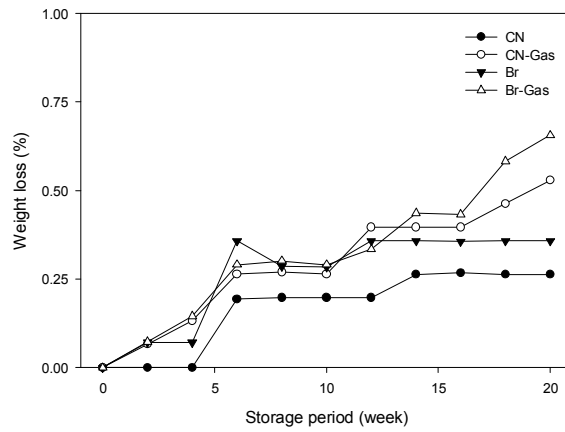


Fig. 2-75. Changes in weight loss of ginseng pre-treated by different methods during storage



CN



CN-Gas



Br



Br-Gas

Fig. 2-76. Appearance of ginseng pre-treated by different methods after storage

나. 수삼의 안정적 장기 비축기술 적용실증 실험

1) 관행방식 대비 개발기술의 효과비교

수삼의 산지 전처리 및 저장기술 적용실험의 2단계 연구로 수삼채굴현장에서 포장방법에 따른 포장내 위치별 온도를 비교하였고, 이를 운반하여 저장고 입고 후 냉각처리과정중 포장방법에 따른 부위별 냉각속도를 비교하였다. 아울러 상기 실험에서 사용하였던 수삼을 이용하여 저장 전 표면처리 및 포장 방법에 따른 효과를 검증하였다.

실험에 적용한 표면 처리 방법으로는 1차 및 2차년도 실험실적 연구결과 처리에 따라 효과를 보인 솔질처리 및 CO₂ 가스처리방법이었으며, 포장방법으로는 기존의 대포장방법과 20kg들이 소포장방법을 적용하였다.

수삼채굴현장에서 수삼의 선별 이후 포장용기의 형태 및 크기에 따른 포장 내 부위별 내부온도를 조사하기 위해 본 연구결과 제시한 20kg 들이 플라스틱상자와 관행적으로 사용하는 75kg 골판지 상자를 사용하였다. 2011년 3월에 수확한 수삼을 채굴현장에서 관행적으로 사용되는 포장방법인 0.1mm의 PE Film이 lining된 수삼 전용 100차(75kg) 골판지 박스에 50차의 수삼을 넣은 후 필름 상부를 완전히 밀봉하지 않은 것을 골판지-대조군(Pa-CN)으로 플라스틱 상자 처리군은 0.1mm의 PE Film을 lining 한 20kg 플라스틱 상자에 수삼을 넣은 후 필름 상부를 밀봉하여 실험을 수행하였다.

수삼은 이른 새벽부터 채굴이 시작되었으며, 수확된 수삼은 채굴현장 옆에 설치된 간이 선별장에서 선별된 후 실험용 포장용기에 담겨졌는데 채굴현장의 외기 온도는 14.6~17.6℃이었다. 수삼이 포장된 각 상자 내 부위별 온도를 보면 종이 상자의 경우 바닥부위가 가장 낮았는데 포장초기 4.7℃이었으며 2시간 방치 후에는 외부열 및 자체호흡 등으로 인하여 7.1℃로 높아졌다. 상자의 중심부위 온도는 6.2~7.5℃로 바닥부위 다음으로 낮게 유지되었으며 상자 안쪽 벽 부위는 6.7~11.9℃, 상자 윗부분은 8.7~12.9℃로 비교적 높게 유지되었다. 플라스틱 상자의 경우 부위별 온도는 경향은 골판지상자의 경우와 유사하였는데, 각 부위별 온도를 보면 바닥부위가 9.3~10.7℃, 중심 부위가 9.1~11.9℃, 포장 내 벽쪽 부위가 8.9~13.4℃, 상자 윗 부위가 9.8~14.7℃ 범위로 골판지 상자에 비해 각 부위별로 2~3℃정도 높게 유지되었다(Fig. 2-77).

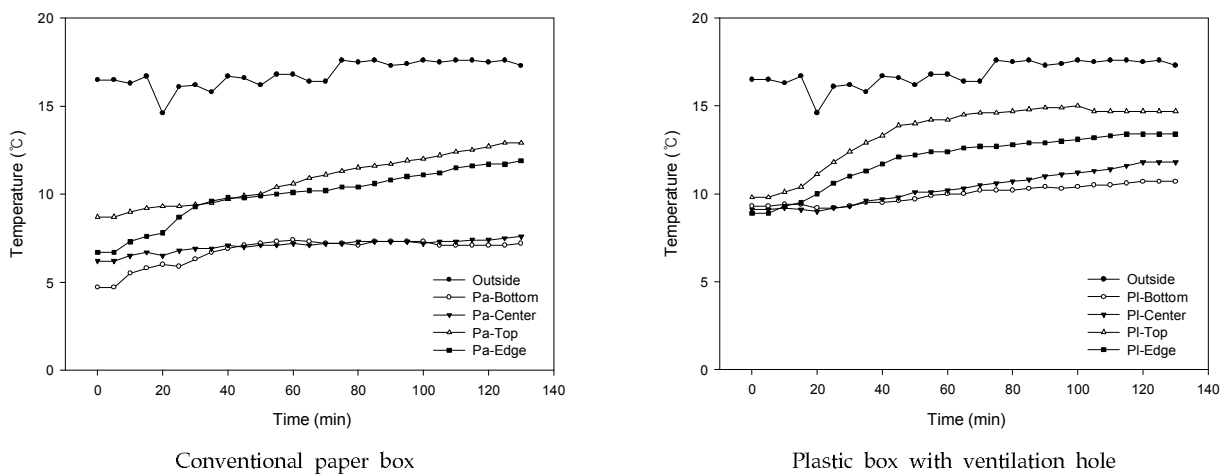


Fig. 2-77. Changes in inside temperatures by location in the packaging at harvesting field

한편 각 수삼포장 상자를 저온 저장고에 입고한 후 상자의 크기 및 형태에 따른 냉각속도를 비교하였다. 저온저장고의 설정온도는 -1.5°C 이었는데 실제 온도는 $-1\sim-1.3^{\circ}\text{C}$ 로 유지되었다. 각 상자의 위치별 온도를 보면 골판지상자의 경우 입고 초기 바닥부위는 9.9°C , 중심부위는 11.6°C , 상자 내부 벽 쪽은 13.8°C , 상자 위쪽은 16.6°C 로 채굴현장에 비해 운반 과정 중에 온도가 다소 상승하였다. 이 골판지 상자의 부위별 냉각속도를 비교하여 보면 포장 내 온도가 5°C 에 도달하는데 소요된 시간은 바닥부위의 경우 650분, 중심부위는 850분, 상자 내부 벽 쪽은 300분, 상자 위쪽은 1000분 정도 소요되었다. 또한 포장 내 온도가 0°C 에 도달하는데 소요된 시간은 바닥부위의 경우 3,100분, 중심부위는 3,400분, 상자 내부 벽 쪽은 1,450분, 상자 위쪽은 3,750분 정도 소요되었다(Fig. 2-78).

이에 반하여 플라스틱 상자의 경우 포장 내 온도가 5°C 에 도달하는데 소요된 시간은 바닥부위의 경우 300분, 중심부위는 400분, 상자 내부 벽 쪽은 250분, 상자 위쪽은 250분 정도 이었다. 또한 포장 내 온도가 0°C 에 도달하는 시간을 보면 바닥부위의 경우 1,800분, 중심부위는 2,100분, 상자 내부 벽 쪽은 950분, 상자 위쪽은 850분 정도 소요되었다.

각 상자별 0°C 에 도달하는 시간을 비교하여 보면, 기존 골판지 상자에 비해 플라스틱 상자의 소요시간이 짧았으며, 상자 내 부위에 따라 35~77%의 차이를 보였다.

바닥의 경우 골판지상자가 3,100분 소요된 반면 플라스틱 상자는 1,800분으로 골판지 상자에 비해 냉각시간이 42%정도 단축되었고, 중심부의 경우 골판지상자가 3,400분 소요된 반면 플라스틱 상자는 2,100분으로 골판지 상자에 비해 냉각시간이 39%정도 단축되었다.

또한 상자 내부 벽 쪽의 경우 골판지상자가 1,450분 소요된 반면 플라스틱 상자는 950분으로 골판지 상자에 비해 냉각시간이 35%정도 단축되었으며, 상자 위쪽의 경우 골판지상자가 3,750분 소요된 반면 플라스틱 상자는 850분으로 골판지 상자에 비해 냉각시간이 77%정도 단축되었다(Fig. 2-79).

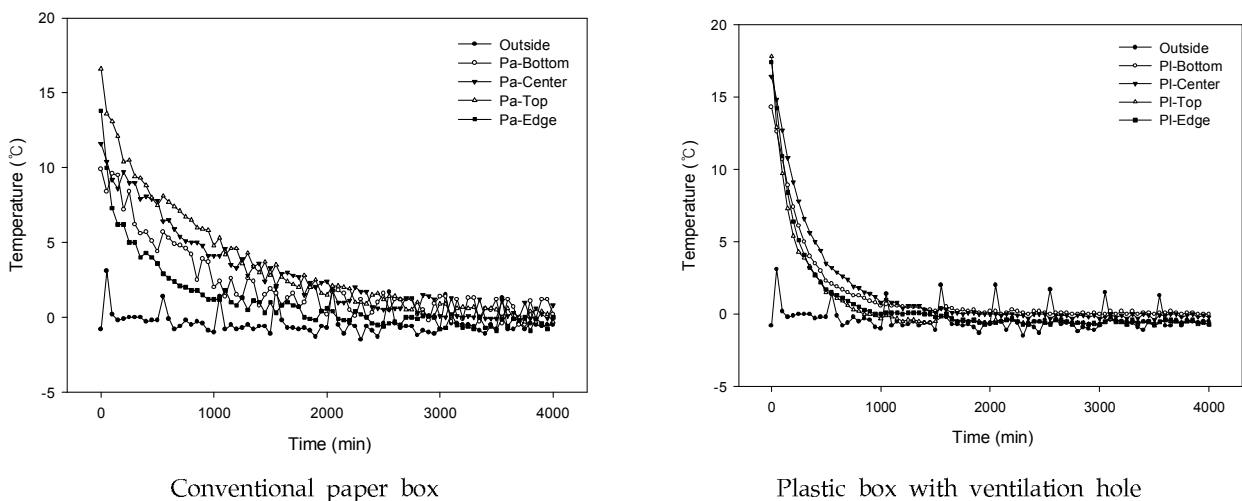


Fig. 2-79. Changes in interior temperatures by location in packaging during pre-cooling in cold room

2) 개발기술 적용에 따른 품질특성 분석

상기 실험에서 사용하였던 수삼을 이용하여 저장 전 표면처리 및 포장 방법에 따른 효과를 증명하고자 하였다. 실험에 적용한 표면 처리 방법으로는 1차 및 2차년도 연구를 통해 처리에 따라 효과를 보인 솔질처리 및 CO₂ 가스처리방법이었으며, 포장방법으로는 기존의 대포장방법과 20kg들이 소포장방법을 적용하였다. 골판지 박스포장의 경우 50차의 수삼을 넣은 후 0.06mm 두께의 필름 상부를 완전히 밀봉하지 않은 것을 골판지-대조군(Pa-CN)으로 플라스틱 상자 처리군은 0.08mm의 PE Film을 lining 한 20kg 플라스틱 상자에 수삼 15kg을 넣은 후 필름 상부를 밀봉하여 실험을 수행하였다. 플라스틱-대조군(PI-CN)은 무처리 수삼을 사용하였고, 플라스틱-흡수 가스처리군(PI-CN-Gas)은 수삼을 담은 포장 내에 냉해가 입지 않을 정도로 CO₂ 가스를 약 5분씩 이틀에 걸쳐 주입하여 포장 내 가스를 치환하는 작업을 거쳤다. 플라스틱-솔질처리군(PI-Br)은 수삼을 하나씩 솔질하여 흡을 제거한 처리군이었고, 플라스틱-솔질-가스처리군(PI-Br-Gas)은 솔질하여 흡을 제거한 수삼을 담은 포장 내에 냉해가 입지 않을 정도로 CO₂ 가스를 약 5분씩 2일에 걸쳐 주입하여 포장 내 가스를 치환하는 작업을 거쳤다. 각각의 처리된 수삼은 -1.5℃ 저장고에서 11주간(약3개월) 저장하면서 포장 내 가스조성, 중량 감소율 및 품질의 상태를 조사하였다.

수삼의 저장 중 포장 내 가스 조성을 조사한 결과 가스치환군을 제외한 처리군은 저장 2주까지 포장 내 CO₂함량이 꾸준히 증가하였으나 이후부터 저장 종료시점까지는 감소하는 경향을 나타냈다. 수삼이 담긴 비닐의 입구를 완전히 밀봉하지 않은 관행적 방법인 Pa-CN는 저장 3주까지 CO₂가 1.23~2.04%로 나타났으나 이후 저장 9주까지 0%를 유지하다가 저장 10주 후부터 저장종료시점까지 1.13~1.57%를 나타내 그 결과가 유의적이지 않았다. PI-CN은 저장기간이 경과함에 따라 다소 증가하는 경향이었고, PI-Br은 저장 4주후 까지 지속적으로 증가하였으나 이후부터 저장종료시점까지 다시 소폭 감소하는 경향이였다.

포장 내 가스를 CO₂로 100% 치환한 처리군(PI-CN-Gas, PI-Br-Gas)은 저장 1주 후 20.39~29.78%로 급격히 감소하였고, 이후부터 저장종료시점까지 꾸준히 감소하는 경향이였다. 포장 내 O₂함량은 가스치환군을 제외한 처리군의 경우 저장 2주까지 꾸준히 감소하였으나 이후부터 저장 종료 시점까지는 유사하거나 다소 증가하는 경향으로 그 결과가 유의적이지 않았다.

관행적 방법인 Pa-CN는 저장 3주까지 O₂가 18.99~19.43%로 다소 감소하는 경향이였으나 이후부터 저장종료시점까지 다시 20.08~20.95%로 증가하였다. PI-CN은 9.64~14.70%로 전체 처리군 중 가장 낮은 O₂함량을 보였으며, 저장 4주까지 지속적으로 감소하는 경향이였으나 이후부터는 다소 증가하는 경향이였다. PI-Br은 저장 중 포장 내 14.37~17.14%의 O₂함량을 보였다. 포장 내 가스를 CO₂로 100% 치환한 처리군(PI-CN-Gas, PI-Br-Gas)의 O₂함량은 저장 1주후 12.93~16.23%로 급격히 증가하였고, 이후부터 저장종료시점까지 꾸준히 증가하는 경향이였다 (Fig. 2-80).

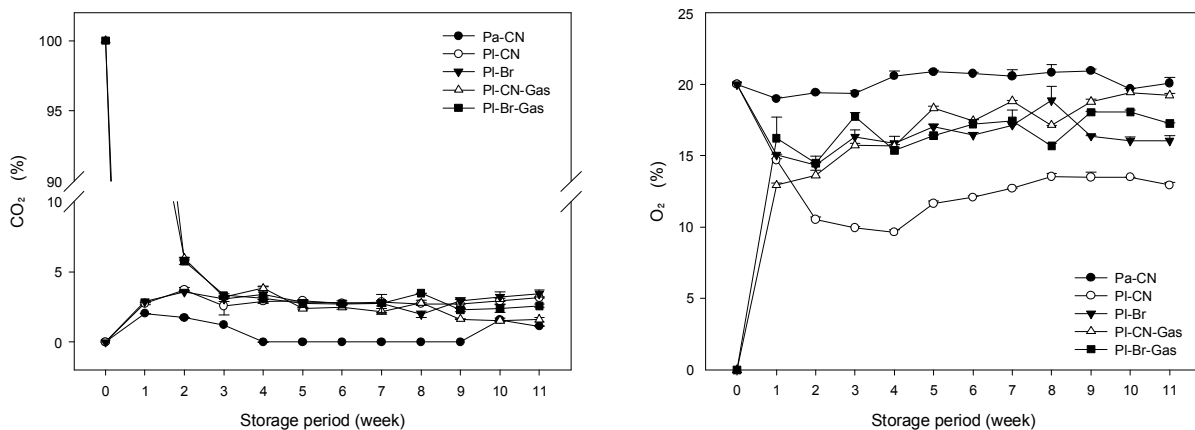


Fig. 2-80. Changes in gas concentration in pre-treated ginseng packages during storage

수삼의 개발포장효과를 분석하고자 중량 감소율을 조사한 결과 저장기간이 경과됨에 따라 지속적으로 중량이 감소된 관행적인 방법(Pa-CN)을 제외한 플라스틱 상체에 저장한 처리군은 저장 2주까지 중량이 감소하고 이후부터는 더 이상 감소되지 않는 것으로 나타났다.

저장 1주 후 중량 감소율은 Pa-CN이 0.10%로 가장 낮았고, PI-Br과 PI-Br-Gas처리군이 각각 0.17%와 0.18%로 낮은 수준이었으며, PI-CN-Gas는 0.58%수준이었고, PI-CN은 1.28%로 가장 높은 중량 감소율을 보였다. 저장 2주 후 Pa-CN의 중량감소율은 0.20%로 증가되었고, PI-Br은 저장 1주 후와 동일하였으며, PI-Br-Gas는 0.36%로 증가하였고, PI-CN과 PI-CN-Gas는 각각 1.36%과 0.66%로 소폭 증가하였다. 이후부터 저장 종료시점까지는 골판지에 담은 관행적 방법(Pa-CN)을 제외한 모든 처리군에서 중량감소가 발생되지 않았다. Pa-CN은 지속적으로 감소되어 저장 종료시점 0.46%의 중량감소율을 보였다(Fig. 2-81).

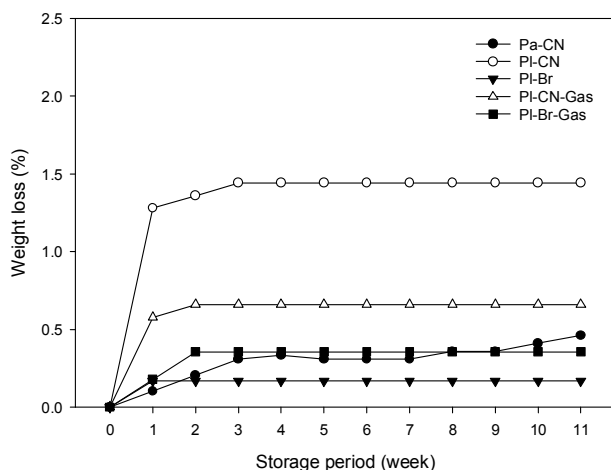


Fig. 2-81. Changes in weight loss of ginseng pre-treated and packed by different methods during storage

저장 11주 후 포장을 개봉하여 연화 및 변질이 발생되지 않은 상태의 상품성이 있는 수삼의 비율을 조사한 결과 골판지상자 대조군(Pa-CN)은 61.7%로 나타났고, 플라스틱상자 대조군(PI-CN)은 74.2%로 나타나 관행적인 방법인 골판지에 저장하는 것보다 플라스틱박스에 저장하는 것이 선도 연장 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 플라스틱상자 대조군에 탄산가스를 처리한 수삼(PI-CN-Gas)의 상품성 있는 수삼의 비율은 75.6%로 대조군보다 가스처리에 따른 변질억제 효과가 있는 것으로 나타났다.

플라스틱박스 저장 방법 중 솔질처리군(PI-Br)은 81.7%이었고, 솔질 처리한 수삼에 탄산가스로 치환한 처리군(PI-Br-Gas)은 이보다 높은 82.9%로 나타나 관행적인 방법으로 저장한 수삼에 비해 20%이상 선도연장 효과를 보였으며, 전체 처리군 중 수삼의 저장 중 품질유지에 가장 효과적인 것으로 나타났다(Fig. 2-82).

처리에 따른 수삼의 변질율을 조사한 결과 저장 중 주요 변질 발생부위는 뇌두인 것으로 나타났고, 주근의 변질도 일부 있었으며, 지근 및 세근의 변질은 없는 것으로 나타났다(Fig. 2-83). 관행적인 방법인 Pa-CN의 변질율은 38.3%로 이중 뇌두부위의 변질이 36.2%로 가장 높았고, 뇌두부위의 변질을 50%미만의 경도변질과 50%이상의 중도변질로 분류한 결과 경도변질과 중도변질이 각각 13.6%와 22.6%로 나타났으며, 주근부위의 변질은 2.1%로 비교적 낮았다.

PI-CN의 변질율은 25.8%로 나타났는데, 이중 뇌두부위의 변질이 24.4%로 대부분을 차지하였고, 경도변질과 중도변질이 각각 7.7%와 16.7%로 나타났으며, 주근부위의 변질은 1.4%로 낮았다. PI-CN-Gas의 변질율은 24.4%로 이중 뇌두부위의 변질율이 3.6%이었고, 경도변질과 중도변질이 각각 8.9%와 14.6%로 나타났으며, 주근부위의 변질율은 0.8%로 매우 낮았다.

PI-Br의 변질율은 18.3%로 모두 뇌두부위에서 발생한 것으로 나타났는데 이중 경도 변질율은 12.5%이었고, 중도변질율은 5.8%로 나타났다. PI-Br-Gas의 변질율은 17.1%로 모두 뇌두부위에서 발생한 것으로 나타났는데 이중 경도변질율이 12.4%이었고, 중도변질율은 4.7%로 나타났다. 결론적으로 골판지 박스에 저장한 수삼보다 플라스틱상자에 저장한 수삼의 변질율이 낮았고, 솔질처리 및 탄산가스처리가 변질율 감소에 효과적인 것으로 나타났다. 또한 솔질을 하지 않은 처리군(Pa-CN, PI-CN, PI-CN-Gas)은 주근에도 일부 변질이 발생되었고, 뇌두부위의 심각한 중도 변질이 많은 것으로 나타났으나 솔질처리군은(PI-Br, PI-Br-Gas)은 주근부위의 변질이 발생되지 않았으며, 뇌두부위에 발생된 변질도 가벼운 경도 변질이 많은 것으로 나타났다.

위의 내용을 요약하면 저장 초기 관행적 처리군(Pa-CN)의 중량 감소율이 가장 낮았으나 저장 종료시점까지 지속적으로 감소하는 것으로 나타났고, 플라스틱에 담은 처리군은 저장 2주 후부터 저장종료시점까지 중량감소율이 증가하지 않는 것으로 나타났다. 또한 전체 처리군 중 PI-CN의 중량감소율이 가장 높게 나타났고, PI-Br처리군이 가장 낮게 나타났다(Fig. 2-84 ~ 2-88).

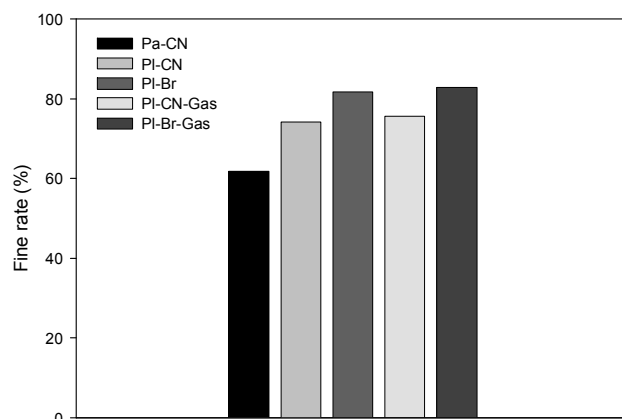


Fig. 2-82. Comparison in soundness of ginseng pre-treated and packed by different methods after storage

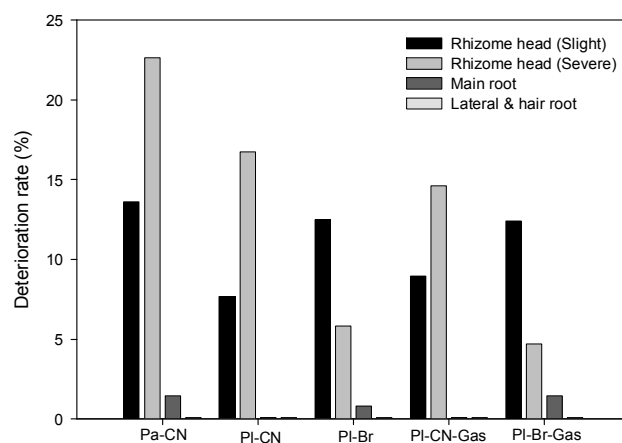


Fig. 2-83. Comparison in deterioration rate by portion of ginseng pre-treated and packed by different methods after storage



Fig. 2-84. Appearance ginseng packaged in conventional paper box after storage



Fig. 2-85. Appearance ginseng packaged in perforated plastic box after storage (PI-CN)



Fig. 2-86. Appearance ginseng brushed and packaged in perforated plastic box after storage (PI-Br)



Fig. 2-87. Appearance ginseng brushed and packaged in perforated plastic box after storage (PI-CN-Gas)



Fig. 2-88. Appearance ginseng brushed and packaged in perforated plastic box after storage (PI-Br-Gas)

6. 유통수삼의 품질 평가 및 유통온도에 따른 품질

가. 유통수삼의 품질 평가

국내 유통수삼의 품질평가를 위해 수삼생산지역인 G지역, P지역, K지역을 조사하였고, 소비지역으로는 N시장, K시장 및 H마트, E마트, H백화점, L백화점 등을 직접 방문하여 포장관련, 외관 등을 평가하였고, 수거한 수삼을 뇌두, 주근, 지근+세근 등 부위별로 나누어 미생물(총균, 대장균군, 효모 및 곰팡이), 102종의 잔류농약, 중금속(Cu, Cd, Pb, Cr, Ni, As, Hg) 등 안전성 평가를 실시하였다.

포장실태 조사결과, 산지 및 재래시장에서는 포장된 형태가 아닌 차(채, 750g) 단위로 판매되고 있었고, 할인마트나 백화점에서는 등바구니, 나무상자 등을 이용한 포장형태와 100g 단위 판매를 병행되고 있었다. 구입 시 포장은 비닐이나 종이를 이용하였다(Fig. 2-89, Table 2-6).

외관평가로 수삼의 표면, 모양, 세척여부 및 수삼의 원형유지여부, 부위별 손상정도, 세근의 마른정도와 곰팡이 발생유무에 대해 조사한 결과, 모두 세척하지 않은 상태로 판매되고 있었으며, 나머지 항목에 대해서는 큰 차이를 보이지는 않았으나, 대체적으로 산지에서 수거한 수삼의 평가점수가 조금 높은 경향을 보였다(Table 2-7).

미생물 분석 결과, 총균 수의 경우 뇌두와 지근+세근이 주근에 비해 오염이 많아, 전반적으로 10^6 (CFU/g)을 나타내었다. 백화점 HD의 경우, 지근+세근이 총균 3.93×10^7 CFU/g로 균수가 가장 많았으며, 주근은 산지보다 재래시장, 할인마트 및 백화점에서 1 log scale 높게 나타났다(Table 2-8). 효모와 곰팡이 수의 경우 모든 처리구에서 검출되었으며, 특히 할인마트 HM의 수삼 뇌두가 4.50×10^4 (CFU/g)로 가장 많이 검출되었다(Table 2-9) 대장균군의 경우 대체적으로 10^{2-3} CFU/g였으며, 산지 PP의 뇌두에서 가장 많이 검출(4.57×10^4 (CFU/g)) 되었다(Table 2-10).

102종의 잔류농약분석 결과, GL 지역 뇌두에서 10종의 잔류농약이 검출되었으며, 부위 중에서는 주근이나 지근+세근에 비해서 뇌두의 오염도가 가장 높음을 확인할 수 있었다(Table 2-11, 2-12). 중금속의 경우 모든 산지에서 Cu가 검출되었으며, 특히 GL 지역 수삼 뇌두에서 14.8 ppm으로 가장 많이 검출되었다. GL 지역 수삼 주근에서 Cr은 1.0 ppm, 뇌두 및 지근+세근에서는 Ni가 각각 2.5 ppm, 3.6 ppm 검출되었으며, 그 외 모든 산지에서 Pb, Cd, As, Hg는 검출되지 않았고, 이 외 89종이 불검출되었다. (Acetamidprid, Bifenthrin, Bitertanol, Buprofezine, Butachlor, Cadusafos, Carbaryl, Carbendazim, Carbofuran, Chlorfluazuron, Chlorothalonil, Chlorpyridos, Chlorpyrifos-methyl, Clothianidin, Cyazofamid, Cyfluthrin, Cymoxanil, Deltamethrin, Diazinon, Dichlofluanid, Dicofol, Diethofencarb, Diflubenzuron, Dimethomorph, Diniconazole, Edifenphos, EPN, Ethoprophos, Fenarimol, Fenitrothion, Fenobucarb, Fenozanil, Fenpropathrin, Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Flufenoxuron, Flutolanil, Fthalide, Furathiocarb, Halfenprox, Hexaconazole, Imidacloprid, Indoxacarb, Iprobenfos, Iprodione, Isoprocarb, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, L-cyhalothrin, Lufenuron, Malathion, Mepanipyrim, Metalaxyl, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Nuarimol, Paclbutrazol, Parathion, Penconazole, Pendimethalin, Permethrin, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Pirimiphos-methyl, Probenazole, Pyrazophos, Pyridaben, Pyridaryl, Pyrimethanil, Tebuconazole, Tebufenozide, Tebupirimfos, Teflubenzuron, Tefluthrin, Terbufos, Tetraconazole, Tetradifon, Thiadclorid, Thiamethoxam, Thifluzamide, Triadimefon, Tricyclazole, Trifloxystrobin, Triflumizole, Vinclozolin)



산지시장



재래시장



할인마트



백화점

Fig. 2-89. 수삼 판매처별 포장 실태 조사

Table 2-6. 국내수삼의 유통지역에 따른 포장실태

	산지			재래시장		할인마트		백화점		
	GP	PP	KP	NT	KT	HM	EM	HD	LD	
개체중량(g)	81.23	75.41	43.23	59.86	69.68	57.98	64.19	84.67	46.94	
포장 여부	X	X	X	X	X	△	X	O	△	
포장형태	-	-	-	-	-	등바구니	-	나무상자	등바구니	
포장단위(g)	-	-	-	-	-	1kg	-	500g, 600g, 800g	500g, 700g, 900g, 1.2kg, 2.3kg	
포장된 경우	판매량이 가장 많은 포장단위		-	-	-	-	-	500g	-	
포장 표시항목	-	-	-	-	-	년근, 원산지, 인증마크	-	품명/중량/일시/원산지/판매원/보관방법 등	포천, 6년근	
포장상태	-	-	-	-	-	양호	-	양호	양호	
포장되지 않은 경우	최소판매단위	750g, 차	750g, 채	750g, 차	750g, 100g	750g	100g	100g	-	100g
	구입 시 포장형태	PE	종이	종이	종이	종이	PE	PE	-	PE

Table 2-7. 국내수삼의 유통지역에 따른 외관평가

	산지			재래시장		할인마트		백화점		
	GP	PP	KP	NT	KT	HM	EM	HD	LD	
수삼의 표면	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	
수삼의 모양	정상	정상	정상	정상	정상	정상	난발	정상	정상	
세척 여부 (흙제거정도)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
수삼 원형 유지	뇌두	5 ¹⁾	5	4.5	5	5	4	4	5	5
	주근	5	5	4.5	4	5	4	4	5	5
	지근	4	4	3.5	3	4	3	3	4	4
부위별 손상 정도 ²⁾ (중결점, 경결점)	세근	4	4	3.5	3	4	3	3	4	4
	뇌두	4	4	3.5	4	4	3	3	4	4
	주근	5	5	4.5	4	5	4	3	4	5
(중결점, 경결점)	지근	4	4	3.5	4	4	3	3	4	4
	세근	4	4	3.5	4	4	3	3	4	4
	세근의 마른 정도	5	5	4.5	4	4	4	3.5	4	4
곰팡이 발생	유무	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	정도	-	-	-	-	-	-	-	-	-
냄새	5	5	5	5	5	5	5	5	5	

¹⁾1점; 매우 좋지않은 상태, 3점; 보통, 5점; 매우 좋은 상태

²⁾결점 : 뇌두-뇌두가 부서진 삼, 뇌두가 없는 삼, 뇌두가 개열된 삼
 주근-몸통이 갈라진 정도, 몸통이 붉게 된 삼
 지근-부러진 정도, 결빙된 정도
 세근-부러져 없는 정도, 결빙된 정도

Table 2-8. 일반세균 분석 (단위 : CFU/g)

	산지			재래시장	할인마트	백화점
	GP	PP	KP	NT	HM	HD
뇌두	1.98×10 ⁶	4.57×10 ⁶	5.62×10 ⁶	2.87×10 ⁶	8.80×10 ⁶	6.40×10 ⁶
주근	9.71×10 ⁴	9.11×10 ⁴	7.35×10 ⁴	9.51×10 ⁵	2.95×10 ⁵	2.39×10 ⁵
지근+세근	2.64×10 ⁶	5.67×10 ⁶	9.82×10 ⁶	5.94×10 ⁶	4.85×10 ⁶	3.93×10 ⁷

Table 2-9. 곰팡이/효모 분석 (단위 : CFU/g)

	산지			재래시장	할인마트	백화점
	GP	PP	KP	NT	HM	HD
뇌두	2.83×10 ²	5.12×10 ²	6.00×10 ²	9.51×10 ³	4.50×10 ⁴	7.50×10 ²
주근	4.50×10 ³	5.91×10 ²	5.91×10 ²	1.27×10 ²	1.50×10 ²	1.66×10 ¹
지근+세근	4.50×10 ⁴	8.02×10 ²	1.11×10 ³	7.63×10 ²	5.00×10 ²	4.30×10 ³

Table 2-10. 대장균군 분석 (단위 : CFU/g)

	산지			재래시장	할인마트	백화점
	GP	PP	KP	NT	HM	HD
뇌두	1.75×10 ³	4.57×10 ⁴	4.31×10 ³	5.07×10 ³	2.50×10 ²	5.00×10 ³
주근	2.50×10 ²	5.11×10 ³	6.66×10 ²	9.24×10 ²	6.25×10 ²	1.00×10 ²
지근+세근	5.00×10 ³	2.07×10 ³	2.07×10 ²	5.09×10 ²	1.00×10 ³	8.04×10 ²

Table 2-11. 생산지역에 따른 수삼의 부위별 잔류농약 분석 (단위 : mg/kg)

분석항목 ¹⁾	GL			PL			KL		
	뇌두	주근	지근+세근	뇌두	주근	지근+세근	뇌두	주근	지근+세근
Azoxystrobin	0.02	- ¹⁾	-	0.05	-	-	-	-	-
Chlorfenzpyr	0.27	-	-	-	-	-	-	-	-
Cypermethrin	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyprodinil	0.46	0.04	0.01	-	-	-	-	-	-
Difenoconazole	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-
Endosulfan	0.02	0.01	0.06	-	-	-	-	-	-
Fludioxonil	0.08	-	-	0.03	-	-	-	-	-
Fluquinconazole	-	-	-	0.04	0.01	-	-	-	-
Pencycuron	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Procymidone	0.25	0.12	0.12	-	-	-	-	-	-
Pyraclostrobin	0.06	-	-	0.04	-	-	-	-	-
Tebuufenpyrad	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-
Tolclofos-methyl	0.14	0.01	-	0.01	-	-	0.59	0.10	0.02

1) - ; 불검출

Table 2-12. 중금속 7종(단위 : ppm)

분석항목	GL			PL			KL		
	뇌두	주근	지근+세근	뇌두	주근	지근+세근	뇌두	주근	지근+세근
Cu	14.8	3.2	5.2	6.8	1.8	5.0	3.6	5.5	3.4
Pb	N.D. ¹⁾	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cr	N.D.	1.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ni	2.5	N.D.	3.6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
As	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Hg	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

¹⁾ not detected

나. 유통온도에 따른 품질변화

저장 온도가 유통 중 수삼의 품질에 미치는 영향을 조사하고자 수삼을 각각 -3℃와 -1.5℃ 및 0℃에서 품온이 일정해질 때까지 2주간 저장 후, 이를 각각 설정된 유통온도 조건에 보관하면서 유통 중 품질 변화를 조사하였다. 실험에 적용한 수삼의 유통온도는 일반적인 신선식품의 유통 권장온도인 5℃와, 수삼을 냉장 쇼케이스에서 진열하여 판매하는 백화점 및 일부 대형마트의 설정 온도 10℃ 및 수삼 유통 시 별도의 냉장유통시설 없이 상온에 방치하여 판매하는 수삼 산지와 재래시장 및 일부 대형마트의 실내온도인 20℃로 설정하여 실험을 수행하였다.

1) 변질률

· 5℃

수삼의 유통 전 저장온도별 변질률 조사로 포장 내 수삼을 개체별로 뇌두, 주근, 지근, 세근으로 분류하여 변질 발생여부를 경시적으로 조사한 후 백분율로 나타낸 바 그 결과는 Fig. 20 및 Fig. 21과 같다. 일반적으로 수삼의 변질은 유통기간이 경과됨에 따라 증가하였고, 유통 전 저장온도가 낮을수록 빨리 진행되는 경향을 보였다.

5℃에서의 변질률을 유통기간별로 비교하면 유통 12일 후에 0℃에서 저장한 수삼에서는 변질이 발생되지 않았으나 -1.5℃와 -3℃에서 저장한 수삼은 각각 6.3%와 16.7%의 변질이 진행되었다. 유통 24일 후에는 -3℃에서 저장한 수삼의 변질률이 63.3%이었고, -1.5℃와 0℃ 저장수삼은 각각 25.0%와 16.0%로 이보다 낮은 수준이었다. 유통 32일 후에는 -3℃ 저장 수삼의 변질률이 100%로 실험이 종료되었고, -1.5℃와 0℃ 저장수삼은 각각 34.4%와 27.8%로 실험이 지속되었으며, 유통 44일 후에는 -1.5℃ 저장수삼과 0℃에서 저장한 수삼의 변질률이 각각 100%와 80%로 실험이 종료되었다.

실험종료시점의 변질률을 부위별로 비교하면 주근부위와 지근부위의 변질률은 15% 이하로 비교적 낮았으나 세근부위는 30%이었고, 뇌두부위는 55%로 뇌두부위의 변질이 가장 심한 것으로 나타났다. 뇌두부위 변질률을 유통 전 저장온도 별로 비교하면 -3℃와 -1.5℃ 저장 수삼은 각각 67.5%로 매우 높은 수준이었으나 0℃ 저장 수삼은 35%로 비교적 낮았다. 세근부위의 변질률은 -3℃와 -1.5℃ 저장 수삼의 경우 15% 내외로 비교적 낮았으나 0℃ 저장수삼은 50%로 높은 수준이었다. 저장온도에 따른 유통 중 변질발생 부위의 차이가 발생하는 것은 수삼의 뇌두부위는 조직의 형태가 수삼과는 다르고, 또한 매우 연하기 때문에 주근이나 다른 부위에 비해 손상을 받기 쉬운데 특히 -1.5℃와 -3℃ 저장수삼의 경우 0℃에서 저장한 수삼에 비해 저장 중 뇌두부위의 냉해 발생이 쉽고, 5℃ 유통조건에 방치 시 온도변화로 냉해가 발현되면서 조직 연화 및 손상을 시킨 것으로 판단되었다(Fig. 2-90).

· 10℃

10℃에서의 변질률을 유통기간별로 비교하면 유통 4일후 -1.5℃와 0℃에서 저장하였던 수삼에서는 변질이 발생되지 않았으나, -3℃에서 저장한 수삼은 2.1%가 변질되었다. 유통 12일 후에는 -3℃ 저장수삼이 16.7%이었고, -1.5℃와 0℃ 저장수삼은 각각 8.3%와 5.6% 변질되었다. 유통 20일 후에는 0℃ 저장 수삼이 33.3%로 가장 변질이 적었으며, -1.5℃와 -3℃에서 저장한 수삼의 변질률은 각각 61.1%와 66.7%로 약 2배가량 높은 수준이었다. 유통 24일 후 0℃ 수삼의 변질률은 66.7%이었고, -3℃와 -1.5℃에서 저장한 수삼은 각각 100.0%와 95.0%로 실험이 종료되었

고, 0°C에서 저장한 수삼은 유통 28일 후 81.5%가 변질되어 실험이 종료되었다.

실험종료시점의 부위별 변질률을 비교하면 주근부위와 지근부위의 변질률은 15%이하로 비교적 낮았으나 세근부위는 30%이었고, 뇌두부위는 55%로 뇌두의 변질이 가장 심한 것으로 나타났다(Fig. 2-91).

· 20°C

20°C에서의 변질률을 유통기간별로 비교하면 20°C에서 유통 4일 후 -3°C 저장 수삼은 8.3%가 변질되었으나 -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼에서는 변질이 발생되지 않았다. 유통 8일 후 변질률은 -3°C에서 저장한 수삼이 24.5%이었고, -1.5°C와 0°C에서 저장한 수삼은 각각 13% 미만이었다. 유통 16일 후에는 -1.5°C와 -3°C에서 저장한 수삼의 변질률이 각각 50.0%와 68.8%로 비교적 높은 수준이었으나 0°C에서 저장한 수삼은 27.8%로 이보다 낮았다. 유통 20일 후 -3°C와 -1.5°C에서 저장한 수삼은 각각 100%로 실험이 종료되었고, 0°C에서 저장하였던 수삼의 경우 유통 20일후 변질률이 58.3%이었으나 유통 24일 후에 100%가 변질되어 실험을 종료하였다.

실험종료시점의 부위별 변질률을 비교하면 주근부위와 지근부위의 변질률은 10% 이하로 비교적 낮았으나 세근부위의 경우 30%이었고, 뇌두부위는 60%로 뇌두부위의 변질이 가장 심한 것으로 나타났다. 뇌두부위 변질률을 유통 전 저장온도 별로 비교하면 -3°C와 -1.5°C 저장 수삼은 각각 75%로 매우 높은 수준이었으나, 0°C 저장 수삼은 35%로 비교적 낮았고, 세근부위의 변질률은 이와 반대로 -3°C와 -1.5°C 저장 수삼은 10% 내외로 비교적 낮았으나 0°C 저장수삼은 60%로 매우 높았다(Fig. 2-92).

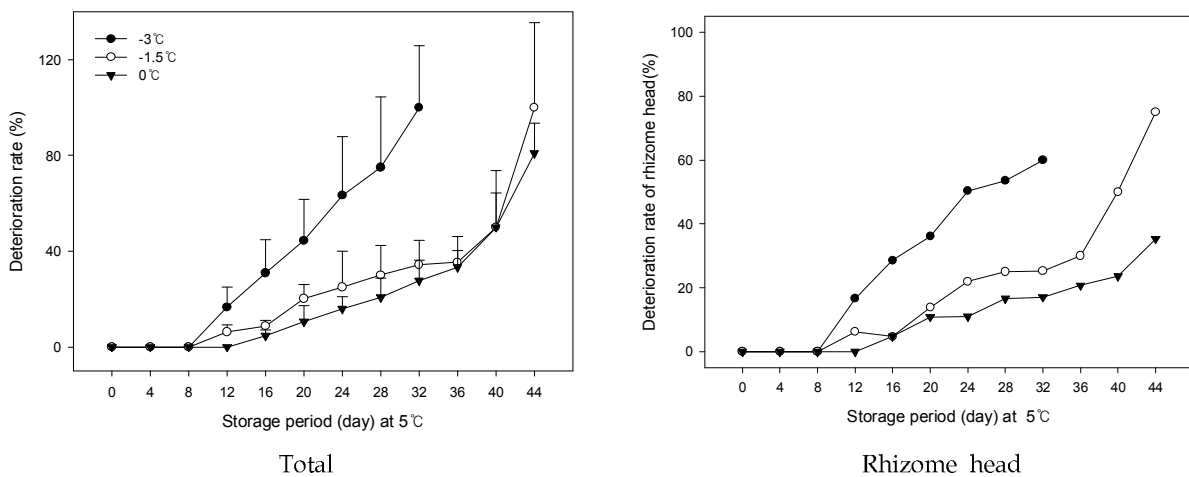


Fig. 2-90. Effects of storage temperatures on deterioration rate of fresh ginseng during distribution at 5°C.

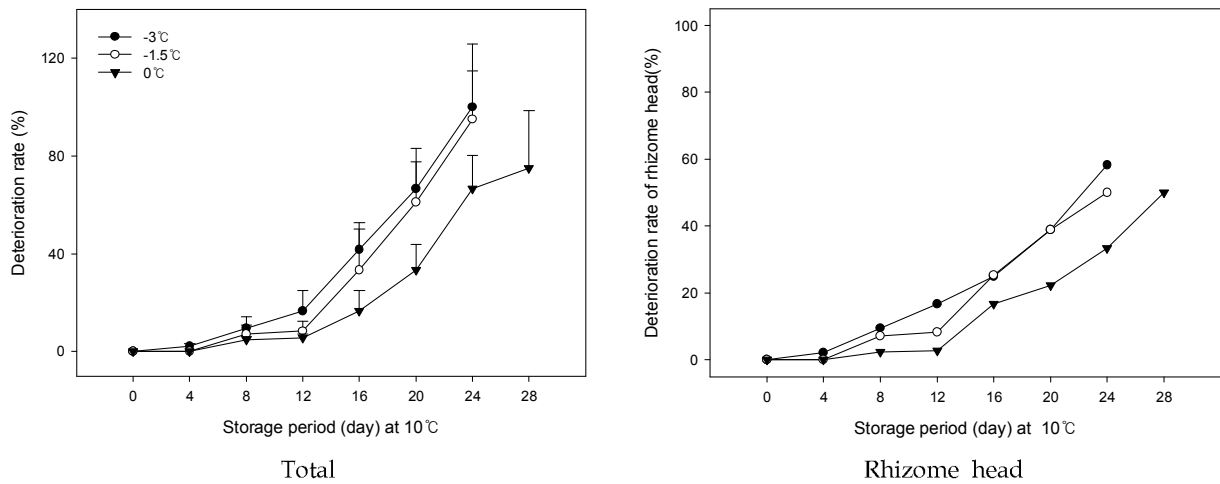


Fig. 2-91. Effects of storage temperatures on deterioration rate of fresh ginseng during distribution at 10°C.

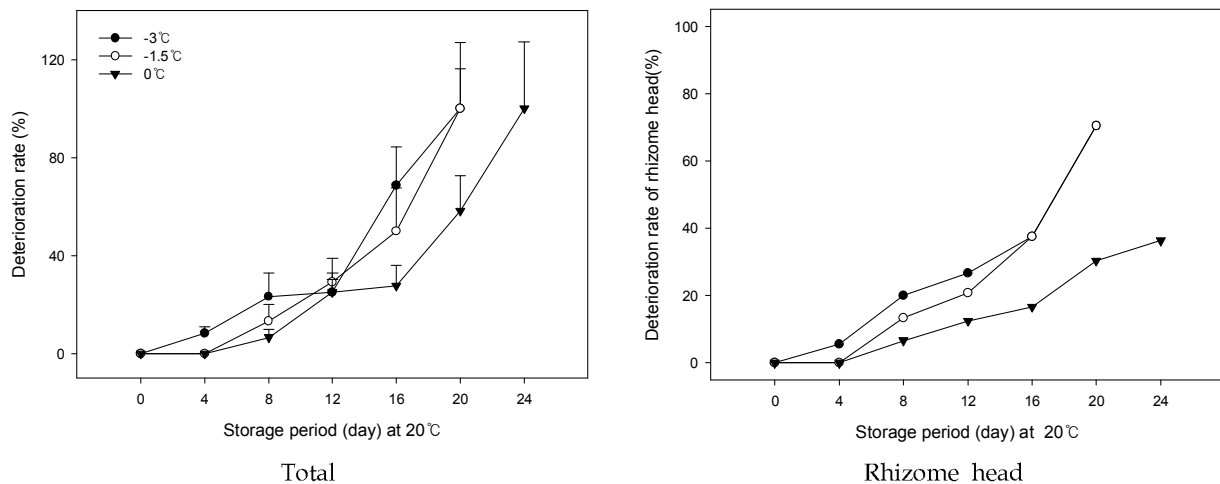


Fig. 2-92. Effects of storage temperatures on deterioration rate of fresh ginseng during distribution at 20°C.

2) 관능적 품질

· 5°C

수삼을 5°C에서 방치 시 유통 전 저장온도에 따른 관능적 품질을 분석한 결과는 Table 2-13과 같다. 수삼의 관능적 품질은 방치 8일 후까지 전반적으로 양호한 수준이었으나 유통 기간이 경과될수록 곰팡이 및 마름현상 등에 의해 품질이 저하되었는데, 그 정도는 유통 전 저장온도에 따라 차이를 보였다.

수삼의 유통 전 저장온도에 따른 관능적 품질을 유통기간별로 비교하면 유통 20일까지는 전반적으로 품질이 양호하여 유통 전 저장온도에 따른 차이가 없었으나 유통 24일 후부터 -3°C에서

저장한 수삼에서 뇌두부위와 지근 및 세근의 품질저하가 발생하였고, -1.5℃와 0℃ 저장수삼의 품질은 전반적으로 양호하였다($p < 0.05$). 유통 32일 후에는 -3℃에서 저장한 수삼의 경우 부위별 품질저하 뿐만 아니라 고유의 맛과 향까지 소실된 것으로 나타났고, -1.5℃에서 저장한 수삼의 일부에서도 뇌두부위의 품질저하가 발생하였으나 전반적으로 -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼의 품질은 양호한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 유통 44일 후에는 -1.5℃와 0℃에서 저장한 수삼의 외관 품질이 조악해졌으나 0℃ 저장 수삼이 -1.5℃ 저장수삼에 비해 '고유의 맛' 소실이 비교적 적었다($p < 0.05$).

위의 내용을 종합하면 '전반적인 외관' 항목의 평가점수가 상품성의 판단 기준인 3점 이하로 평가된 시점이 -3℃에서 저장하였던 수삼은 유통 24일이었고, -1.5℃에서 저장하였던 저장 수삼의 경우 36일이었으며, 0℃ 저장수삼은 40일로 유통 전 저장온도에 따른 차이가 큰 것으로 나타났다.

· 10℃

수삼을 10℃에서 방치 시 유통 전 저장온도에 따른 관능적 품질을 분석한 결과는 Table 2-14와 같다. 수삼의 관능적 품질은 방치 20일 후까지 전반적으로 양호한 수준이었으나 이후 유통기간이 경과될수록 곰팡이의 증식, 마름현상 및 급격한 변색 등에 의해 품질이 불량해지기 시작했다. 유통 기간에 따른 관능적 품질을 비교하면 유통 20일까지는 전반적으로 수삼의 품질이 양호하여 유통 전 저장온도에 따른 차이가 발생하지 않았으나 유통 24일 후, -3℃와 -1.5℃ 및 0℃에서 저장한 수삼 뇌두부위의 품질이 급격히 저하되었고, 특히 -3℃에서 저장한 수삼의 경우 세근 뿐 아니라 지근부위의 품질까지 급격하게 저하되었으며, -1.5℃ 저장 수삼도 뇌두와 세근부위 및 '색' 항목의 품질저하로 실험이 종료되었으나($p < 0.05$), 0℃에서 저장한 수삼의 경우 뇌두와 세근부위를 제외하고는 대체로 품질이 양호한 수준이었다. 유통 전 저장온도 별로 '전반적인 외관' 항목의 평가 점수가 3점 이하로 떨어진 시점은 -3℃과 -1.5℃ 저장수삼은 유통 20일이었고, 0℃ 저장수삼은 유통 24일 후로 0℃ 저장 수삼의 유통가능 기간이 -3℃과 -1.5℃ 저장수삼에 비해 약간 길었다.

· 20℃

수삼을 20℃에서 방치 시 유통 전 저장온도에 따른 관능적 품질을 분석한 결과는 Table 2-15와 같다. 수삼의 관능적 품질은 방치 12일 후까지 전반적으로 양호한 수준이었으나 유통기간이 경과될수록 곰팡이, 마름현상 및 급격한 변색 등에 의해 품질이 저하되었다. 수삼의 유통 전 저장온도에 따른 관능적 품질을 유통기간별로 비교하면 유통 16일 후 -3℃에서 저장한 수삼 일부에서 뇌두부위의 품질이 저하되었으나 -1.5℃와 0℃ 저장수삼은 대체로 양호한 수준이었다. 유통 20일후에는 -3℃에 저장한 수삼은 뇌두뿐만 세근 부위의 품질이 상품성을 잃었고, -1.5℃ 및 0℃에서 저장한 수삼에서도 전반적으로 품질저하가 발생되었으며, 유통 전 저장온도에 따른 유의적 차이는 없었다($p < 0.05$).

위의 내용을 종합하면 '전반적인 외관' 항목의 평가점수가 상품성의 판단 기준인 3점 이하로 평가된 시점이 -3℃에서 저장하였던 수삼은 유통 16일이었고, 0℃와 -1.5℃ 저장수삼은 유통 20일 후이었다.

Table 2-14. Effects of storage temperatures on sensory characteristics of fresh ginseng during distribution at 10 °C

	Day	Overall	Rhizome head	Main root	Lateral root	Hair root	color	Inherent odor	Inherent taste
-3 °C	0	4.88±0.35 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4	4.50±0.53 ^{bcd}	4.50±0.53 ^{abc}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^{abc}	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	8	4.50±0.53 ^{bcd}	4.38±0.52 ^{bcd}	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^{ab}	4.75±0.46 ^{ab}	4.75±0.46 ^a	5.00±0.00 ^a
	12	4.13±0.35 ^{de}	4.00±0.53 ^{cd}	4.75±0.46 ^a	4.75±0.46 ^a	4.00±0.53 ^e	4.13±0.35 ^{de}	4.75±0.46 ^a	5.00±0.00 ^a
	16	3.38±0.52 ^{fg}	3.00±0.00 ^{fgh}	4.00±0.00 ^b	3.50±0.53 ^{cde}	3.13±0.35 ^{fg}	3.38±0.52 ^f	3.75±0.46 ^{bcd}	3.88±0.35 ^{bc}
	20	3.38±0.52 ^{fg}	3.00±0.53 ^{fgh}	4.00±0.00 ^b	3.88±0.35 ^{bc}	3.00±0.00 ^{fg}	3.50±0.53 ^f	3.50±0.53 ^{def}	3.63±0.52 ^c
	24	2.75±0.46 ⁱ	2.25±0.46 ⁱ	3.25±0.71 ^d	2.50±0.53 ^f	2.38±0.52 ⁱ	3.50±0.53 ^f	3.00±0.53 ^g	3.00±0.00 ^d
-1.5 °C	0	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4	4.50±0.53 ^{bcd}	4.50±0.53 ^{abc}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^{abc}	4.75±0.46 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	8	4.38±0.52 ^{cd}	4.25±0.46 ^{bcd}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.50±0.53 ^{bcd}	4.38±0.52 ^{bcd}	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a
	12	4.38±0.52 ^{cd}	4.00±0.53 ^{cd}	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^a	4.38±0.52 ^{cde}	4.25±0.46 ^{cd}	4.75±0.46 ^a	5.00±0.00 ^a
	16	3.25±0.46 ^{gh}	3.25±0.46 ^{fg}	4.00±0.00 ^b	3.88±0.35 ^{bc}	3.38±0.52 ^f	3.75±0.46 ^{ef}	4.00±0.53 ^{bc}	4.00±0.00 ^b
	20	3.00±0.53 ^{ghi}	3.00±0.35 ^{fgh}	3.88±0.35 ^b	3.75±0.46 ^{bc}	3.00±0.53 ^{fg}	3.50±0.53 ^f	3.50±0.53 ^{def}	3.75±0.46 ^{bc}
	24	2.75±0.46 ⁱ	2.25±0.46 ⁱ	3.25±0.89 ^d	3.50±0.53 ^{cde}	2.88±0.35 ^{gh}	2.88±0.64 ^g	3.13±0.35 ^{fg}	3.13±0.35 ^d
0 °C	0	4.88±0.35 ^{ab}	4.63±0.52 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4	4.88±0.46 ^{ab}	4.75±0.46 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	8	4.75±0.46 ^{abc}	4.75±0.46 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	4.88±0.35 ^{ab}	4.63±0.52 ^{abc}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	12	4.50±0.53 ^{bcd}	3.88±0.35 ^{de}	4.88±0.35 ^a	4.88±0.35 ^a	4.25±0.46 ^{de}	4.38±0.52 ^{bcd}	4.88±0.35 ^a	4.88±0.35 ^a
	16	3.88±0.35 ^e	3.50±0.53 ^{ef}	3.88±0.35 ^b	4.00±0.00 ^b	3.38±0.52 ^f	4.00±0.00 ^{de}	4.13±0.35 ^b	3.88±0.35 ^{bc}
	20	3.75±0.46 ^{ef}	3.00±0.53 ^{fgh}	3.75±0.46 ^{bc}	3.63±0.52 ^{bcd}	3.13±0.35 ^{fg}	3.50±0.53 ^f	3.63±0.52 ^{cde}	3.75±0.46 ^{bc}
	24	3.25±0.53 ^{gh}	2.88±0.64 ^{gh}	3.38±0.74 ^{cd}	3.13±0.35 ^e	2.88±0.35 ^{gh}	3.50±0.53 ^f	3.25±0.46 ^{efg}	3.13±0.35 ^d
	28	2.88±0.35 ^{hi}	2.50±0.76 ^{hi}	3.38±0.74 ^{cd}	3.38±0.52 ^{de}	2.50±0.53 ^{hi}	3.38±0.52 ^f	3.13±0.35 ^{fg}	3.13±0.35 ^d

¹Values are means±standard deviation. Means with the same alphabet in each column are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

Table 2-15. Effects of storage temperatures on sensory characteristics of fresh ginseng during distribution at 20 °C

	Day	Overall	Rhizome head	Main root	Lateral root	Hair root	color	Inherent odor	Inherent taste
-3 °C	0	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4	4.38±0.52 ^{bc}	4.50±0.53 ^{abc}	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	4.75±0.46 ^{ab}	4.63±0.52 ^{abc}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	8	4.25±0.46 ^{bcd}	4.25±0.71 ^{bc}	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	4.50±0.53 ^b	4.25±0.46 ^{cde}	4.63±0.52 ^a	4.88±0.35 ^a
	12	3.75±0.46 ^{de}	3.13±0.64 ^d	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	3.75±0.46 ^c	3.75±0.46 ^{fg}	4.63±0.52 ^a	4.88±0.35 ^a
	16	2.88±0.35 ^{gh}	2.75±0.46 ^{de}	4.00±0.00 ^b	3.75±0.46 ^b	3.13±0.35 ^{de}	3.38±0.52 ^{gh}	3.38±0.52 ^c	3.75±0.46 ^b
	20	2.25±0.46 ⁱ	2.00±0.53 ^f	2.63±0.52 ^d	2.50±0.53 ^c	2.38±0.52 ^f	2.50±0.53 ^j	2.38±0.52 ^d	2.25±0.46 ^d
-1.5 °C	0	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.75±0.46 ^b	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4	4.63±0.52 ^{ab}	4.50±0.53 ^{abc}	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	4.75±0.46 ^{ab}	4.63±0.52 ^{abc}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	8	4.25±0.46 ^{bcd}	4.00±0.53 ^c	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	4.50±0.53 ^b	4.13±0.35 ^{def}	4.75±0.46 ^a	5.00±0.00 ^a
	12	3.88±0.35 ^{cd}	3.25±0.46 ^d	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	3.50±0.53 ^{cd}	4.00±0.00 ^{ef}	4.75±0.46 ^a	5.00±0.00 ^a
	16	3.25±0.46 ^{fg}	3.00±0.53 ^d	3.75±0.46 ^c	3.75±0.46 ^b	3.25±0.46 ^d	3.38±0.52 ^{gh}	3.88±0.35 ^b	3.75±0.46 ^b
	20	2.38±0.52 ⁱ	2.25±0.46 ^{ef}	2.63±0.52 ^d	2.50±0.53 ^c	2.38±0.52 ^f	3.13±0.35 ^{hi}	2.50±0.53 ^d	2.63±0.52 ^c
0 °C	0	4.88±0.35 ^a	4.63±0.52 ^{ab}	5.00±0.00 ^b	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4	4.63±0.52 ^{ab}	4.63±0.52 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.75±0.00 ^{ab}	4.88±0.35 ^a	5.00±0.00 ^a
	8	4.25±0.46 ^{bcd}	4.38±0.52 ^{bc}	4.88±0.35 ^a	4.75±0.46 ^a	4.38±0.52 ^b	4.50±0.53 ^{bccd}	4.88±0.35 ^a	4.88±0.35 ^a
	12	4.00±0.53 ^{cd}	3.25±0.71 ^d	4.00±0.00 ^b	4.13±0.35 ^b	3.75±0.46 ^c	4.00±0.00 ^{ef}	4.75±0.46 ^a	5.00±0.00 ^a
	16	3.38±0.52 ^{ef}	3.00±0.53 ^d	4.00±0.00 ^b	3.88±0.35 ^b	3.38±0.52 ^{cd}	3.50±0.53 ^{gh}	3.75±0.46 ^{bc}	4.00±0.00 ^b
	20	2.63±0.52 ^{hi}	2.38±0.52 ^{ef}	2.63±0.52 ^d	2.75±0.46 ^c	2.38±0.52 ^f	2.88±0.35 ^{ij}	2.75±0.46 ^d	2.63±0.52 ^c
	24	2.50±0.53 ^{hi}	2.38±0.52 ^{ef}	2.88±0.64 ^d	2.63±0.52 ^c	2.75±0.71 ^{ef}	2.88±0.64 ^{ij}	2.63±0.52 ^d	2.50±0.53 ^{cd}

¹Values are means±standard deviation. Means with the same alphabet in each column are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

제 3 절 세척수삼처리기술 개발

1. 수삼 및 세척 수삼에 대한 소비자 인식조사

가. 소비자들의 수삼에 대한 소비실태 및 인식에 대한 조사

세척수삼제조를 위한 처리기술개발에 앞서 수삼에 대한 기호도 및 이용실태와 관련하여 섭취 형태, 섭취빈도 및 수삼을 구입할 때 가장 고려할 사항은 무엇인지, 수삼 구입 경험의 유무와 수삼의 주 구입처, 수삼의 보관방법 및 구입과 이용 시 불편사항이 무엇인지, 가격대비 품질에 대한 만족도는 어느 정도인지에 대해 조사하였고, 세척수삼에 대한 인식도를 알아보기 위해서는 수삼 구입 시 어떤 수삼을 더 선호하는지와 그 이유에 대해, 세척수삼 구입의향과 추가비용 관련, 세척수삼 이용 시 편리한 점 및 불편한 점 등에 대해 조사하였다.

20대 이상 성인남녀를 대상으로 조사 목적 설명 후 조사자들에게 설문지를 배포, 회수하였으며 조사방법은 응답자 기재식으로 하였다. 설문지는 총 1,100부를 배부하였고, 조사대상자가 직접 기입하게 하는 방법으로 총 1,030부를 회수하였으며 이 중 1,024부가 결과 분석에 사용되었다. 통계처리는 SPSS (version 12.0)를 이용하여 분석하였다. 각 조사항목에 따라 빈도수, 백분율, 평균을 구하고 각 문항의 변인과 상관성은 카이제곱검정을 실시하여 유의성을 검증하였다 (Table 3-1).

Table 3-1. General characteristics of subjects of the survey

Variable	Category	Frequency (N)	Percent (%)
Gender	Male	318	31.1
	Female	706	68.9
Age	20~29	166	16.2
	30~39	286	27.9
	40~49	346	33.8
	50~59	177	17.3
	60≤	49	4.8
	Health status	Very healthy	167
Healthy		550	53.7
Normal		263	25.7
Weak		41	4.0
Very weak		3	0.3
Family number	Single	109	10.6
	2	113	11.0
	3	178	17.4
	4	459	44.8
	5≤	165	16.1
Average monthly wage (ten thousands won)	<100	40	3.9
	100~199	154	15.0
	200~299	303	29.6
	300~399	220	21.5
	400≤	307	30.0

1) 수삼에 대한 기호도 및 이용실태

수삼에 대한 기호도 조사결과 전 연령층에서 수삼에 대한 기호도가 높게 나타났으며, 88.0%가 보통 이상으로 좋아한다고 응답하였고, 싫어하거나 매우 싫다고 응답한 비율은 12.0%로 매우 낮았다(Table 3-2). 카이제곱검정 결과 연령별로 보면 20~40대의 경우 보통이라고 응답한 비율이 가장 높았으나, 50대 및 60대 이상에서는 매우 좋아한다고 응답한 비율이 각각 32.88%, 46.9%로 가장 높아 연령이 증가할수록 수삼의 선호정도가 더 커짐을 확인할 수 있었다 ($p < 0.001$).

Table 3-2. Survey on the preference of fresh ginseng

Variable	Category	Frequency (%)					Total	χ^2 value
		Very dislike	Dislike	So so	Like	Very like		
Age	20~29	16(9.6)	26(15.7)	80(48.2)	31(18.7)	13(7.8)	166(100.0)	101.161*** (n=16)
	30~39	5(1.7)	24(8.4)	119(41.6)	89(31.1)	49(17.1)	286(100.0)	
	40~49	13(3.8)	24(6.9)	162(46.8)	81(23.4)	66(19.1)	346(100.0)	
	50~59	5(2.8)	7(4.0)	55(31.1)	52(29.4)	58(32.8)	177(100.0)	
	60≤	0(0.0)	3(6.1)	13(26.5)	10(20.4)	23(46.9)	49(100.0)	
Total Number of Responses (%)		39(3.8)	84(8.2)	429(41.9)	263(25.7)	209(20.4)	1,024(100.0)	

*** p-value < 0.001, the slope was significantly different from zero ($\alpha=0.001$)

수삼의 섭취 형태를 알아보기 위하여 보기에 대해 중복 선택하도록 조사한 결과, 응답자 중 37%가 삼계탕 등 끓여서 섭취하고 있었으며, 우유와 함께 갈아서 섭취한다는 응답이 21%, 생으로 먹거나, 달여서 섭취하거나 또는 가공식품 형태로 섭취한다는 응답이 각각 12%로 조사되었고, 무침으로 섭취한다고 응답한 경우가 6%로 조사되었다(Fig. 3-1). 카이제곱검정 결과 생으로 먹는다고 응답한 경우는 여성보다는 남성의 경우가 더 많았고($p < 0.001$), 연령대가 높아질수록 비율이 높았다($p < 0.05$). 우유와 함께 갈아서 섭취하는 경우는 특히 30대 및 50대의 여성 ($p < 0.05$)비율이 높았다($p < 0.001$). 달여서 먹는 경우는 60대 이상에서의 응답이 가장 많았으며 ($p < 0.05$), 삼계탕 등 끓여서 섭취한다고 응답한 경우는 연령별로 비슷하였으나, 특히 20대의 비율이 높게 조사되었다($p < 0.05$).

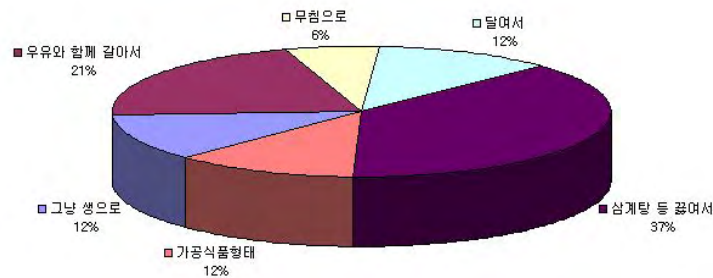


Fig. 3-1. Consumption patterns of the purchased ginseng

수삼을 주로 섭취하는 계절에 대한 조사결과, 여름이 52.4%로 가장 많았고, 겨울 21.7%, 가을 16.2%, 봄 9.2%로 조사되었다. 응답자의 0.5%는 사계절 모두라고 응답하였다(Table 3-3). 카이 제곱검정 결과 성별, 연령별, 건강상태 및 가족형태에 따른 큰 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$). 수삼 구입 시 가장 고려하는 사항으로 첫 번째가 원산지였고, 연근(4년근/6년근), 등급, 가격, 외관(모양)/향, 신선도/포장상태, 세척상태/위생상태 순으로 큰 차이를 보이지 않았으며, 판매 단위는 수삼 구입 시 중요한 고려 사항이 되지 못하는 것으로 나타났다(Table 3-4).

Table 3-3. Main season of fresh ginseng consuming

Variable	Category	Frequency (%)						χ^2 value
		Spring	Summer	Autumn	Winter	Year around	Total	
Gender	Male	35(11.0)	175(55.0)	45(14.2)	59(18.6)	4(1.3)	318(100.0)	11.148* (n=4)
	Female	59(8.4)	362(51.3)	121(17.1)	163(23.1)	1(0.1)	706(100.0)	
Age	20~29	8(4.8)	105(63.3)	20(12.0)	32(19.3)	1(0.6)	166(100.0)	41.174** (n=16)
	30~39	30(10.5)	162(56.6)	33(11.5)	59(20.6)	2(0.7)	286(100.0)	
	40~49	30(8.7)	185(53.5)	56(16.2)	73(21.1)	2(0.6)	346(100.0)	
	50~59	19(10.7)	67(37.9)	46(26.0)	45(25.4)	0(0.0)	177(100.0)	
	60≤	7(14.3)	18(36.7)	11(22.4)	13(26.5)	0(0.0)	49(100.0)	
Health status	Very healthy	10(6.0)	99(59.3)	22(13.2)	36(21.6)	0(0.0)	167(100.0)	31.235* (n=16)
	Healthy	61(11.1)	284(51.6)	94(17.1)	108(19.6)	3(0.5)	550(100.0)	
	Normal	17(6.5)	137(52.1)	46(17.5)	61(23.2)	2(0.8)	263(100.0)	
	Weak	6(14.6)	16(39.0)	2(4.9)	17(41.5)	0(0.0)	41(100.0)	
	Very weak	0(0.0)	1(33.3)	2(66.7)	0(0.0)	0(0.0)	3(100.0)	
Family number	Single	7(6.4)	67(61.5)	14(12.8)	19(17.4)	2(1.8)	109(100.0)	27.564* (n=16)
	2	12(10.6)	61(54.0)	12(10.6)	28(24.8)	0(0.0)	113(100.0)	
	3	17(9.6)	97(54.5)	23(12.9)	41(23.0)	0(0.0)	178(100.0)	
	4	41(8.9)	226(49.2)	91(19.8)	101(22.0)	0(0.0)	459(100.0)	
	5≤	17(10.3)	86(52.1)	26(15.8)	33(20.0)	3(1.8)	165(100.0)	
Total Number of Responses (%)		94(9.2)	537(52.4)	166(16.2)	222(21.7)	5(0.5)	1,024(100.0)	

* p-value < 0.05, the slope was significantly different from zero ($\alpha=0.05$)

** p-value < 0.01 ($\alpha=0.01$)

Table 3-4. 수삼을 구입할 때 가장 고려하는 사항은 무엇인가?

No.	Factor	Rank
1	원산지	2.86
2	연근(4년근/6년근)	3.33
3	등급	3.82
4	가격	4.26
5	외관(모양)/향	4.31
6	신선도/포장상태	4.52
7	세척상태/위생상태	5.53
8	판매 단위	7.36

수삼 구입 장소로는 대형할인마트에서 구입하는 비중이 31.13%로 가장 높았고, 그 다음으로는 산지시장 및 재래시장이 각각 26.14%, 25.70%로 산지시장에서의 구매 비율이 약간 높은 것으로 나타났다(Table 3-5). 그 외 백화점(12.33%)에서도 일부 구매가 이루어지고 있었으나, 인터넷/홈쇼핑(2.20%)을 통한 수삼 구입은 많지 않는 것을 알 수 있다. 조사대상자의 연령과 소득수준에 따른 차이가 있는가를 알아보기 위해 카이제곱검정을 실시한 결과 20대부터 40대까지의 수삼 구입처는 대형할인마트라고 응답하였으나, 50대 및 60대 이상에서는 재래시장 및 산지시장 이용율이 높음을 알 수 있었다($p < 0.001$). 소득수준에 따라서는 100만원 이하에서는 대형할인마트 및 재래시장에서의 구매비율이 높았으며, 100만원 이상 200만원 미만에서는 재래시장, 200만원 이상 소득계층에서는 대형할인마트 이용이 가장 많이 이용하는 것으로 조사되었다($p < 0.05$).

수삼의 구입 후 보관방법에 대한 조사 결과 냉장 보관하는 경우가 응답자 중 508명(74.60%)로 가장 많았고, 실온 및 냉동보관 한다고 응답한 경우는 각각 69명(10.13%), 81명(11.75%)으로 대부분의 소비자가 수삼을 냉장보관하고 있는 것으로 조사되었다(Table 3-6).

Table 3-5. 수삼은 주로 어디에서 구입하십니까?

Variable	Frequency	%
Big discount store	212	31.13
Department store	84	12.33
Traditional market	175	25.70
Produced place	178	26.14
Internet/Homeshopping	15	2.20
Others	17	2.50
Total Number of Responses	681	100.0

Table 3-6. 구입한 수삼은 어떻게 보관하십니까?

	Frequency	%
Room temperature	69	10.13
Cold storage	508	74.60
Freezing	80	11.75
Others	24	3.52
Total Number of Responses	681	100.0

수삼 구입 및 이용 시 불편사항 조사결과 저장 및 세척/손질이 까다롭다는 응답이 각각 272명(39.94%), 217명(31.86%)이었으며, 이 외 판매단위(76명, 11.16%)와 포장상태(60명, 8.81%)로 인해 불편하다고 응답하였다. 조사대상자의 연령에 따른 카이제곱검정을 실시한 결과, 20대와 30대는 세척/손질이 까다롭다는 응답이 가장 많았고, 40대 이상 연령에서는 저장에 대한 불편사항이 가장 많았다(Table 3-7). 수삼의 가격대비 품질 만족도에 대해서는 보통 이상이라고 응답한 경우가 88.84%이었으나 불만스럽거나 매우 불만스럽다는 경우도 11.16%로 조사되었다(Table 3-8). 이에 불만스러운 주된 이유에 대해 조사한 결과 1,024명 중 279명이 응답하였으며, 품질인증 여부를 알 수 없다(77명), 연근(4년근/6년근)을 알 수 없다(64명) 및 품질등급을 알 수 없다(56명)는 것을 가장 불만스러운 요인으로 여기고 있음을 알 수 있었다(Table 3-9).

Table 3-7. 수삼 구입 및 이용 시 불편한 사항은 무엇입니까?

	Frequency	%
판매단위	76	11.16
포장상태	60	8.81
세척/손질이 까다롭다	217	31.86
저장	272	39.94
기타	56	8.22
Total Number of Responses	681	100.0

Table 3-8 수삼의 가격 대비 품질에 대한 만족도는 어느 정도입니까?

	Frequency	%
매우 불만스럽다	4	0.59
불만스럽다	72	10.57
보통이다	473	69.46
만족한다	126	18.50
매우 만족한다	6	0.88
Total Number of Responses	681	100.0

Table 3-9. 불만이라면 그 주된 이유는 무엇입니까?

Variable	Category	Frequency (%)									Total	χ ² value
		무응답	품질 등급 확인 불가	품질 인증 확인 불가	반품 불가	연근 확인 불가	안전성 확인 불가	효과 못 느낌	고가의 가격	기타		
Age	20~29	148(89.2)	1(0.6)	3(1.8)	1(0.6)	4(2.4)	4(2.4)	2(1.2)	3(1.8)	0(0.0)	166(100.0)	110.958*** (n=32)
	30~39	230(80.4)	16(5.6)	23(8.0)	1(0.3)	7(2.4)	2(0.7)	1(0.3)	6(2.1)	0(0.0)	286(100.0)	
	40~49	241(69.7)	19(5.5)	30(8.7)	3(0.9)	24(6.9)	12(3.5)	6(1.7)	7(2.0)	4(1.2)	346(100.0)	
	50~59	103(58.2)	17(9.6)	14(7.9)	5(2.8)	21(11.9)	4(2.3)	1(0.6)	12(6.8)	0(0.0)	177(100.0)	
	60≤	23(46.9)	3(6.1)	7(14.3)	0(0.0)	8(16.3)	2(4.1)	1(2.0)	4(8.2)	1(2.0)	49(100.0)	
Total Number of Responses (%)		745(72.8)	56(5.5)	77(7.5)	10(1.0)	64(6.3)	24(2.3)	11(1.1)	32(3.1)	5(0.5)	1,024(100.0)	

***p-value < 0.001, the slope was significantly different from zero (α=0.001)

2) 세척수삼에 대한 인식도

“흙 묻은 수삼”과 “세척 수삼”에 대한 선호도 조사 결과, 66.8%의 소비자가 “흙 묻은 수삼”을 선택하였으며, 33.2%의 소비자는 “세척 수삼”을 선호한다고 응답하였다(Table 3-10). 카이제곱 검정 결과, 모든 연령대에서 흙 묻은 수삼을 더 선호하였으나, 연령이 낮아질수록 세척수삼에 대한 선호도가 더 높았다. 수삼 구입 시 어떤 수삼을 선호하는지를 물어본 질문에 세척수삼을 선호한다고 응답한 소비자 339명을 대상으로 그 이유에 대해 조사한 결과, 각각 136명(40.00%), 113명(33.24%)의 소비자가 “더 위생적이므로”와 “보관하기 편리해서”라고 응답하였으며, “집에서 씻지 않아도 되므로”라고 응답한 소비자는 90명(26.47%) 이었다(Table 3-11).

Table 3-10. 수삼 구입 시 어떤 수삼을 더 선호하십니까?

Variable	Category	Frequency (%)			χ^2 value
		기존의 흙 묻은 수삼	깨끗하게 세척하고 위생적으로 소포장된 수삼	Total	
Gender	Male	198(62.3)	120(37.7)	318(100.0)	4.273* (n=1)
	Female	486(68.8)	220(31.2)	706(100.0)	
Age	20~29	110(66.3)	56(33.7)	166(100.0)	14.417** (n=4)
	30~39	174(60.8)	112(39.2)	286(100.0)	
	40~49	228(65.9)	118(34.1)	346(100.0)	
	50~59	132(74.6)	45(25.4)	177(100.0)	
	60≤	40(81.6)	9(18.4)	49(100.0)	
Health status	Very healthy	121(72.5)	46(27.5)	167(100.0)	9.718* (n=4)
	Healthy	347(63.1)	203(36.9)	550(100.0)	
	Normal	187(71.1)	76(28.9)	263(100.0)	
	Weak	26(63.4)	15(36.6)	41(100.0)	
	Very weak	3(100.0)	0(0.0)	3(100.0)	
Total Number of Responses (%)		684(66.8)	340(33.2)	1,024(100.0)	

* p-value < 0.05, the slope was significantly different from zero ($\alpha=0.05$)

** p-value < 0.01 ($\alpha=0.01$)

Table 3-11. 깨끗하게 세척하고 위생적으로 소포장된 수삼을 선택한 이유는 무엇입니까?

	Frequency	%
집에서 씻지 않아도 되므로	90	26.47
보관하기 편리해서	113	33.24
더 위생적이므로	136	40.00
기타	1	0.29
Total Number of Responses	340	100.0

세척수삼의 판매 시 구입의향에 대한 설문에서 가장 많은 55.0%의 소비자가 “있다”라고 응답하였고, 17.1%의 소비자는 구입 의향이 “없다”고 응답하였으며, “잘 모르겠다”고 응답한 소비자도 27.9%나 되었다(Table 3-12). 세척 수삼 이용 시 편리한 점에 대한 조사결과, 씻지 않고 바로 이용가능해서 편리하다는 응답이 51.3%로 가장 많았고, 포장단위가 작아 쉽게 이용할 수 있다가 19.1%였으며, 흙으로 인한 오염이 없어 위생적이다 라고 응답한 경우는 16.9%였으며 (Table 3-13), 연령에 따른 응답의 차이는 보이지 않았다($p<0.05$). 반대로 세척 수삼 이용 시 불편한 점에 대한 조사 결과, 가격 및 품질이라고 응답한 소비자가 76.0%로 가장 많았고, 포장상태라고 응답한 소비자는 10.6%였다(Table 3-14). 포장 내 세척수삼의 적정개수에 대한 조사결과 670명(65.4%)의 소비자가 3-4뿌리가 가장 적당하다고 응답하였으며, 1-2뿌리, 5뿌리 이상이라고 응답한 소비자는 각각 18.0%, 15.2%였다(Table 3-15). 또한 연령대가 높아질수록 1-2뿌리 보다는 5뿌리 이상의 많은 양을 더 선호하는 것으로 조사되었다($p<0.001$)

Table 3-12. 깨끗하게 세척한 후 위생적으로 소포장한 수삼을 구입할 의향이 있으십니까?

	Frequency	%
있다	563	55.0
없다	175	17.1
잘 모르겠다	286	27.9
Total Number of Responses	1,024	100.0

Table 3-13. 세척 수삼 이용 시 편리한 점은 무엇이라고 생각하십니까?

Variable	Category	Frequency (%)						Total	X ² value
		흙에 의한 오염이 없어 위생적	씻지 않고 바로 이용가능	포장단위가 작아 쉽게 이용가능	보관기간 연장	음식에 쉽게 이용가능	Others		
Average monthly wage (ten thousand won)	<100	8(20.0)	18(45.0)	7(17.5)	5(12.5)	2(5.0)	0(0.0)	40(100.0)	31.568* (n=20)
	100~199	19(12.3)	86(55.8)	23(14.9)	10(6.5)	15(9.7)	1(0.6)	154(100.0)	
	200~299	56(18.5)	153(50.5)	55(18.2)	6(2.0)	28(9.2)	5(1.7)	303(100.0)	
	300~399	47(21.4)	103(46.8)	45(20.5)	7(3.2)	16(7.3)	2(0.9)	220(100.0)	
	400≤	43(14.0)	165(53.7)	66(21.5)	8(2.6)	23(7.5)	2(0.7)	307(100.0)	
Total Number of Responses (%)		173(16.9)	525(51.3)	196(19.1)	36(3.5)	84(8.2)	10(1.0)	1,024(100.0)	

*p-value < 0.05, the slope was significantly different from zero (α=0.05)

Table 3-14. 세척 수삼 이용 시 불편한 점은 무엇입니까?

Variable	Category	Frequency (%)					Total	X ² value
		수삼의 갯수	가격	품질	포장상태	Others		
Age	20~29	12(7.2)	68(41.0)	63(38.0)	16(9.6)	7(4.2)	166(100.0)	34.390** (n=16)
	30~39	13(4.5)	112(39.2)	128(44.8)	17(5.9)	16(5.6)	286(100.0)	
	40~49	33(9.5)	126(36.4)	124(35.8)	48(13.9)	15(4.3)	346(100.0)	
	50~59	17(9.6)	55(31.1)	65(36.7)	22(12.4)	18(10.2)	177(100.0)	
	60≤	3(6.1)	24(49.0)	13(26.5)	6(12.2)	3(6.1)	49(100.0)	
Total Number of Responses (%)		78(7.6)	385(37.6)	393(38.4)	109(10.6)	59(5.8)	1,024(100.0)	

**p-value < 0.01, the slope was significantly different from zero (α=0.01)

Table 3-15. 포장 내 세척수삼의 적정 개수는?

Variable	Category	Frequency (%)				Total	X ² value
		1-2 뿌리	3-4 뿌리	5 뿌리 이상	Others		
Total Number of Responses (%)		184(18.0)	670(65.4)	156(15.2)	14(1.4)	1,024(100.0)	

나. 세척수삼의 품질요구수준 분석

세척수삼의 품질요구수준 분석연구로 서울에서 거주하는 30~40대 이상 성인남녀를 연구대상으로 설문조사를 실시하였다. 본 연구는 목적에 부합하는 설문지를 작성 후 예비조사를 통해 수정 및 보완하였으며, 설문지는 총 400 부를 배부하였고, 조사 목적 설명 후 조사대상자가 직접 기입하게 하는 방법으로 총 383부(회수율 93.6%)를 회수하여 결과 분석에 사용하였다.

조사대상자의 일반적인 특성은 Table 3-16과 같다. 성별로는 남성이 40.7%(156명), 여성이 59.3%(227명)로 여성의 비율이 약간 높았다. 연령은 1차 설문조사에 근거하여 구매력이 높은 30대~40대를 대상으로 실시하였으며, 30대가 전체 응답자의 48.6%(186명), 40대 51.4%(197명)이었다. 건강상태에 대한 조사결과 매우 건강하다고 응답한 경우가 21.9%(84명), 건강하다 53.0%(203명), 보통이다 22.5%(86명), 약하다 0.5%(2명), 매우 약하다 2.1%(8명)로 383명 중 97.4%인 373명이 건강상태에 대해 보통 이상이라고 응답하였다. 가족사항은 4인이 40.5%(155명)로 가장 많았고, 그 다음으로는 3인 25.8%(99명), 2인 14.6%(56명), 독신 9.7%(37명), 5인 이상 9.4%(36명) 순이었다.

Table 3-16. General characteristics of subjects

Variable	Category	Frequency (N)	Percent (%)
Gender	Male	156	40.7
	Female	227	59.3
Age	30~39	186	48.6
	40~49	197	51.4
Health status	Very healthy	84	21.9
	Healthy	203	53.0
	Normal	86	22.5
	Weak	2	0.5
	Very weak	8	2.1
Family number	Single	37	9.7
	2	56	14.6
	3	99	25.8
	4	155	40.5
	5≤	36	9.4

세척수삼의 구입경험에 대한 조사결과, 조사대상자의 27.9%가 '먹기 위해서 또는 선물하기 위해 구입한 경험이 있다'고 응답하였으며, 72.1%는 '본적은 있지만 구입하지 않았다거나(43.1%), 본적도 구입한 적도 없다(29.0%)'고 응답하였다(Table 3-17). 세척수삼의 구입경험여부는 소비자의 연령($p < 0.001$)의 항목에서 유의적인 차이를 보였는데, 30대보다는 40대에서의 구입경험이 더 많은 것으로 조사되었다. 이는 1차년도 설문조사 시 세척수삼을 먹기 위해 또는 선물하기 위해 구입한 경험이 있다고 응답한 소비자의 비율이 32.9%이었으나, 67.1%의 소비자는 구입경험

이 없다고 하였고, 세척수삼을 본적도 없다고 응답한 경우도 25.3%인 것과 비슷한 결과로 세척수삼의 구매경험은 매우 낮은 수준이라 할 수 있으므로 소비자들이 쉽게 접하고 찾을 수 있도록 대중화하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

세척수삼을 구입할 의향이 있는지에 대한 설문에서 41.5%의 소비자가 '있다'라고 응답하였고, 20.1%의 소비자는 구입 의향이 '없다'고 하였으며, '잘 모르겠다'고 응답한 소비자는 38.4%이었다(Table 3-18). 따라서 긍정적으로 구입의향이 '있다'와 잠재적으로 구입가능성이 있는 '잘 모르겠다'고 응답한 소비자는 모두 79.9%이므로, 기존 수삼의 이용에 대한 불편함을 개선하고 상품화가 가능한 수삼의 세척기술을 개발하여 세척수삼에 대한 인식이 변화되도록 한다면 세척수삼 상품화가 성공할 수 있을 것으로 판단된다. 이는 조사대상자의 연령 및 건강상태에 따른 차이를 보여 30대에서는 '잘모르겠다'는 응답이 가장 많았고, 40대 연령층에서는 '구입의향이 있다'라는 응답이 가장 많았다($p < 0.05$).

Table 3-17. 세척수삼을 구입해 본 경험이 있습니까?

Variable	Category	Frequency (%)				Total	χ^2 value
		먹기 위해 구입	선물하기 위해 구입	본적은 있지만 구입 안함	본적도 구입한 적도 없음		
Age	30~39	17(9.1)	19(10.2)	78(41.9)	72(38.7)	186(100.0)	25.742*** (n=3)
	40~49	49(24.9)	22(11.2)	87(44.2)	39(19.8)		
Total Number of Responses (%)		66(17.2)	41(10.7)	165(43.1)	111(29.0)	383(100.0)	

*** p-value < 0.001, the slope was significantly different from zero ($\alpha=0.001$)

Table 3-18. 앞으로 세척수삼을 구입할 의향이 있습니까?

Variable	Category	Frequency (%)			Total	χ^2 value
		있다	없다	잘모르겠다		
Age	30~39	65(34.9)	36(19.4)	85(45.7)	186(100.0)	8.904* (n=2)
	40~49	94(47.7)	41(20.8)	62(31.5)		
Health status	Very healthy	33(39.3)	23(27.4)	28(33.3)	84(100.0)	17.877* (n=8)
	Healthy	77(37.9)	36(17.7)	90(44.3)	203(100.0)	
	Normal	44(51.2)	13(15.1)	29(33.7)	86(100.0)	
	Weak	1(50.0)	1(50.0)	0(0.0)	2(100.0)	
	Very weak	4(50.0)	4(50.0)	0(0.0)	8(100.0)	
Total Number of Responses (%)		159(41.5)	77(20.1)	147(38.4)	383(100.0)	

* p-value < 0.05, the slope was significantly different from zero ($\alpha=0.05$)

수삼의 세척정도에 대한 조사결과, '구입 후 물로만 헹군다(세척도 100%)'는 응답이 56.7%로 가장 높았고, '별도처리 없이 사용(세척도 100%)' 하겠다는 응답은 20.1%, '구입 후 세척처리(세척처리 50%)' 하겠다는 응답이 12.8%로 조사되었다(Table 3-19). 이는 성별에 따른 유의적 차이를 보였는데, 남성보다 여성의 경우 세척도 100%라도 구입 후 물로 한 번 더 세척해서 사용하겠다는 응답이 높았다($p < 0.05$).

소비자들이 세척수삼을 구입할 때 선호하는 모양에 대한 조사 결과, '원래 형태 그대로'가 좋다고 응답한 경우가 67.1%로 가장 높았으며, 이 외 '뇌두(씩) 제거(19.3%)', '세근(잔뿌리) 제거(8.1%)' 순으로 조사되었다(Table 3-20). 가족 수에 따른 선호도는 큰 차이를 보이지 않았으며 대부분이 '원래 형태 그대로'를 선호하였고, '뇌두(씩) 제거' 형태가 그 다음으로 조사되었다($p < 0.05$).

Table 3-19. 수삼의 세척은 어느 정도를 원하십니까?

Variable	Category	Frequency (%)				Total	χ^2 value
		바로 사용 (세척도 100%)	물로만 헹군 (세척도 100%)	구입 후 세척 (세척도 75%)	구입 후 세척 (세척도 50%)		
Gender	Male	42(26.9)	74(47.4)	17(10.9)	23(14.7)	156(100.0)	10.872* (n=3)
	Female	35(15.4)	143(63.0)	23(10.1)	26(11.5)		
Total Number of Responses (%)		77(20.1)	217(56.7)	40(10.4)	49(12.8)	383(100.0)	

*p-value < 0.05, the slope was significantly different from zero ($\alpha=0.05$)

Table 3-20. 세척수삼 구입 시 어떤 모양을 선호하십니까?

Variable	Category	Frequency (%)				Total	χ^2 value
		원형 그대로	뇌두(씩) 제거	세근(잔뿌리) 제거	뇌두 및 세근 제거		
Family number	Single	27(73.0)	6(16.2)	2(5.4)	2(5.4)	37(100.0)	21.768* (n=12)
	2	46(82.1)	4(7.1)	3(5.4)	3(5.4)	56(100.0)	
	3	60(60.6)	20(20.2)	16(16.2)	3(3.0)	99(100.0)	
	4	99(63.9)	36(23.2)	9(5.8)	11(7.1)	155(100.0)	
	5≤	25(69.4)	8(22.2)	1(2.8)	2(5.6)	36(100.0)	
Total Number of Responses (%)		257(67.1)	74(19.3)	31(8.1)	21(5.5)	383(100.0)	

*p-value < 0.05, the slope was significantly different from zero ($\alpha=0.05$)

1차년도 설문 중 수삼 섭취형태에 대한 조사결과에서 총 응답자 중 53.7%가 '삼계탕 등 끓여서' 섭취한다고 응답한 것과 같이 2차년도 설문결과에서도 세척수삼의 구입용도에 대한 질문에 대해 44.1%가 '삼계탕용'으로 구입한다고 응답하였다(Fig. 3-2). 이와 같이 수삼의 소비용도는 주로 삼계탕 소재 등 한정적임을 확인 할 수 있었고, 따라서 새로운 수요를 창출하기 위해서는 다양한 식품 소재화와 더불어 새로운 형태의 유통기술 개발이 필요할 것으로 사료된다.

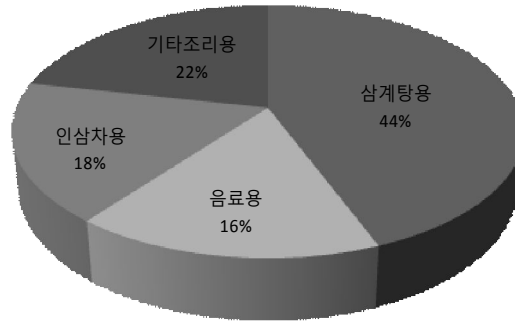


Fig. 3-2. 세척수삼의 구입 용도는 무엇입니까?

세척수삼에 대해 1회 구입량에 대해 조사한 결과 대부분이 '4~6 뿌리(39.9%)' 및 '2~3 뿌리(32.1%)'라고 응답하였으며, '10 뿌리 이상' 구입한다고 응답한 경우는 16.7%로 조사되었다(Table 3-21). 카이제곱검정을 실시한 결과, 연령 및 가족 수에 따른 차이를 보였는데, 30대는 '2~3 뿌리'를, 40대는 '4~6 뿌리'를 가장 선호하는 것으로 조사되었다($p < 0.05$). 가족 수에 있어서는 혼자 사는 경우 '2~3 뿌리' 구입이 가장 많았으며, 4명 이상에서는 '4~6 뿌리' 구입이 가장 많은 것으로 조사되었다($p < 0.01$).

Table 3-21. 세척수삼의 1회 구입량은 어느 정도입니까?

Variable	Category	Frequency (%)				Total	χ^2 value
		2~3뿌리	4~6뿌리	7~9뿌리	10뿌리 이상		
Age	30~39	17(40.3)	19(39.8)	78(8.6)	72(11.3)	186(100.0)	16.164* (n=3)
	40~49	49(24.4)	22(40.1)	87(13.7)	39(21.8)		
Family number	Single	18(48.6)	14(37.8)	4(10.8)	1(2.7)	37(100.0)	27.048** (n=12)
	2	22(39.3)	27(48.2)	3(5.4)	4(7.1)	56(100.0)	
	3	38(38.4)	35(35.4)	7(7.1)	19(19.2)	99(100.0)	
	4	36(23.2)	62(40.0)	24(15.5)	33(21.3)	155(100.0)	
	5≤	9(25.0)	15(41.7)	5(13.9)	7(19.4)	36(100.0)	
Total Number of Responses (%)		123(32.1)	153(39.9)	43(11.2)	36(16.7)	383(100.0)	

* p-value < 0.05, the slope was significantly different from zero ($\alpha=0.05$)

** p-value < 0.01 ($\alpha=0.01$)

세척수삼의 구입기준에 대한 조사결과, 대부분이 '굵기(47.0%)' 및 '체형(43.3%)'을 기준으로 구입한다고 응답하였으며, 9.6%는 '무게' 및 '길이'가 구입의 기준이 된다고 응답하였다(Fig. 3-3). 세척수삼을 구입한 후 전부 사용하는지, 아니면 일부 사용 후 보관하는지에 대한 조사결과, 66.8%의 소비자가 '일부 사용 후 보관'한다고 응답하였으며, 33.2%의 소비자는 '구입직후 전부 사용'한다고 응답하였다(Fig. 3-4).

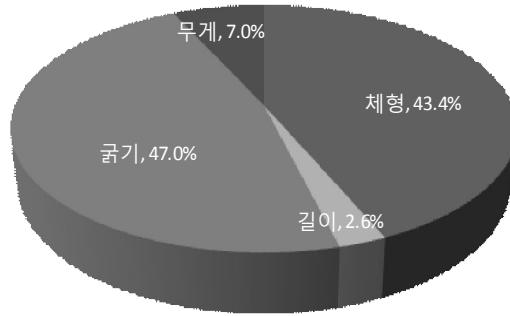


Fig. 3-3. 세척수삼의 구입기준은 무엇입니까?

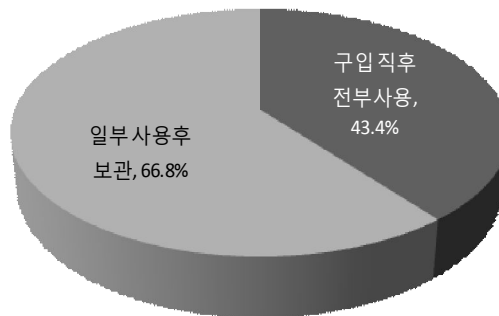


Fig. 3-4. 구입한 수삼의 사용은?

세척수삼의 포장형태에 대한 선호도를 2회에 걸쳐 조사하였는데, 1차 조사에서는 수삼의 포장된 형태를 제시하지 하지 않은 상태에서 실시하였다. 1차 조사 결과로 58.7%가 '비닐 진공포장'을 선호한다고 응답하였고, 24.5%는 '비닐 밀봉포장'을, 12.5%는 '플라스틱 용기포장'이라 응답하였으며, 4.2%는 '비닐포장'을 선호하는 것으로 조사되었다(Table 3-22). 이러한 결과는 세척수삼을 보았거나 구매하였던 경험이 없는 대부분의 설문대상 소비자(전체응답자의 72.1%)가 수삼의 포장에 대하여 추상적으로 답을 한 것이 크게 작용한 것으로 판단된다. 아울러 현재 시판되고 있는 세척수삼은 진공 포장한 것이 대부분이며 용기포장 수삼의 경우 거의 시판되고 있지 않음에 따라 세척 수삼을 구입한 경험이 있다고 답한 소비자(전체응답자의 27.9%)의 경우 기존 진공포장 형태에 기억이 크게 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

이를 재확인하기 위하여 포장형태에 대한 소비자 선호도를 재조사하였는데, 2차 조사 시에는

수삼을 OPP 필름으로 포장한 구, Ny+PE 필름을 이용하여 진공 포장한 구, PP재질의 플라스틱 용기에 수삼을 넣고 OPP 필름으로 상부를 밀봉 포장한 구를 각각 소비자에게 제시하여 선호도를 조사하였던 바 PP재질의 플라스틱 용기에 수삼을 넣고, OPP 필름으로 상부를 밀봉 포장한 구의 선호도가 54.6%로 Ny+PE 필름을 이용한 진공포장구의 29.4%에 비하여 월등히 높게 나타났다(Table 3-23).

Table 3-22. 세척수삼 구입 시 어떤 포장 형태를 선호하십니까?(포장상태를 제시하지 않은 조건)

Variable	Frequency (%)				Total
	비닐 포장	비닐 밀봉포장	비닐 진공포장	플라스틱 용기포장	
Total Number of Responses (%)	16(4.2)	94(24.5)	225(58.7)	48(12.5)	383(100.0)

Table 3-23. 세척수삼 구입 시 어떤 포장 형태를 선호하십니까?(포장상태를 제시한 조건)

Variable	Frequency (%)			Total
	OPP 밀봉포장	Ny+PE 진공포장	PP용기+OPP 밀봉	
Total Number of Responses(%)	26(16.0)	48(29.4)	89(54.6)	163(100.0)

2. 세척수삼 제조를 위한 처리기술 개발

가. 표면 세척 및 미생물제어 기술연구

1) 세척처리 및 처리방법에 따른 품질특성조사

본 연구에서는 수삼의 표면세척을 위하여 침지식 세척 방법과 고압분사 방법을 적용하였고, 고압분사세척 방법의 효과를 보다 개선키 위해 분사 시 사용하는 용수에 연마제를 첨가하여 그 효과를 분석하였다.

1차적으로 침지, 고압살수 처리에 따른 세척효과를 조사하였는데, 대조구는 흐르는 수도수로 1분 처리하였고, 침지처리는 물에 4분간 침지 후 1분간 수도수로 세척하였으며, 고압분사 방식은 물을 5kg/cm²압력으로 2분간 분사하였고, 침지 고압분사 방식은 침지처리 후 동일 조건으로 물을 분사하였다.

세척 방법에 따른 표면의 깨끗한 상태를 조사로 L value를 이용해 청결도(%)를 산출하였던바 처리 전 수삼표면 청결도는 69%이었는데 이를 수도수에 4분 침지처리한 후에는 7% 정도 증가하였다. 시료 수삼에 5kg/cm²의 압력을 가한 물을 분사처리 시 청결도는 93%로 증가하여 대조구에 비해 24%정도 향상되는 것으로 나타났다. 수삼표면의 청결도를 보다 향상시키기 위해 침지처리와 고압분사방식을 병행하였던 바 침지처리에 따라 청결도는 거의 변화가 없었으나 관능적인 청결도는 약간 증가하는 것으로 평가되었다(Fig. 3-5)

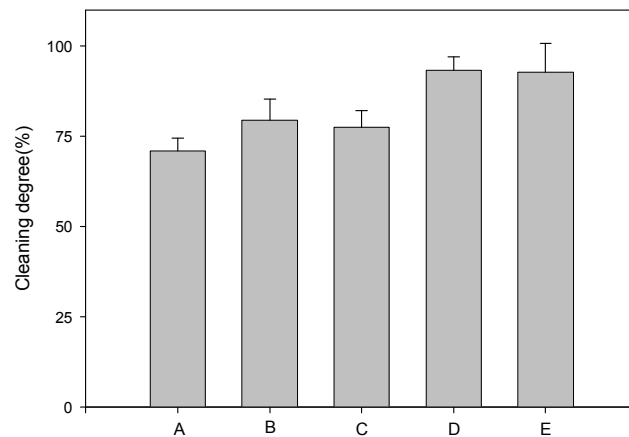


Fig. 3-5. Cleaning degree of fresh ginseng surface by treatments

(A: Non treated, B: Water spray, C: Dipping, D: Dipping + Pressured water, E: Pressured water)

앞에서의 실험결과 수삼의 표면세척을 위해서는 세척수를 고압으로 분사 처리하는 방법이 효과적인 것으로 나타났기 때문에 이 방법이 작업자가 브러쉬로 처리 한 경우에 비하여 어느 정도 세척효과가 있는지 재확인하였다. 브러쉬로 처리하였을 때 나타난 표면의 세척도를 100으로 하였을 때 고압살수처리 시 93.2를 나타내었고, 세척처리에 따른 미생물의 저감 정도를 비교하면 처리 전 6.27 log cfu/ea 였던 총균수는 브러쉬 처리 후 4.79 log cfu/ea로 낮아졌으나 고압살수처리 시에는 이보다 미흡한 5.24 log cfu/ea이었다. 곰팡이의 경우 처리 전 4.32 log cfu/ea 였던 총균수는 브러쉬 처리 후 2.72 log cfu/ea로 낮아졌으나 고압살수처리 시에는 이

보다 미흡한 3.36 log cfu/ea이었다(Table 3-24).

수삼의 표면세척을 보다 효과적으로 처리하기 위하여 고압살수처리 시 소립자를 병행 처리하였다. 고압 수도수 처리는 수삼 한 뿌리씩을 취하여 주근 일정 부위에 15° 노즐을 사용해 15 cm 간격을 두고 10kg/cm²로 연속 분사하였으며, 고압 소립자의 분사처리로 100메쉬의 제올라이트를 1% 분산한 용액을 사용하였다. 처리시간에 따른 세척도는 물을 일정 시간 분사 후 수도수로 표면의 제올라이트를 닦아낸 후 L값을 측정하였고 이후 이에 다시 분사 처리하였다. 처리시간에 따른 수삼표면의 세척도는 세척수 만 분사한 경우 초기 5초 동안에 급격히 증가하여 90% 수준에 달하였고, 이후 처리 시 20초까지는 약간씩이나마 증가하여 95.6%에 달하였으나 이후는 증가하지 않았다. 세척수에 소립자를 첨가하여 동일한 압력으로 분사한 경우 세척수만 분사한 경우와 유사한 세척도 증가를 보였으며 각 처리 시간별 청결도는 세척수만 처리한 경우에 비하여 높아 20초 처리 시에는 97.1%에 달하였다. 따라서 고압분사 세척 시 물만을 사용하였던 경우에 비하여 소립자를 함유시켜 분사하였던 처리구의 경우 세척도가 개선되는 것으로 나타났다(Table 3-25).

수삼의 고압살수 처리 시 소립자의 병행처리에 의한 표면 미생물 제어 효과를 비교하였던바 총균수의 경우 병행처리 시 4.19 log cfu/ea로 물로만 처리한 경우에 비하여 다소 낮은 값을 보였으나 유의적이지는 않았다. 이러한 경향은 곰팡이 및 대장균 군에서도 유사한 것으로 나타났다(Fig. 3-6)

Table 3-24. Quality of fresh ginseng surface by pressured water

Treatment	Cleaning degree	Number of microorganism (log cfu/ea)	
		Viable cell	Mold/Yeast
Soiled ginseng	0	6.27±0.17	4.32±0.36
Brush	100	4.79±0.19	2.72±0.06
Pressured water	93.2±6.1	5.24±0.13	3.36±0.13

Table 3-25. Changes in cleaning degree of fresh ginseng surface by pressured water treatments with different solution

Treatment	Time(sec)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Tap-water	5.30	89.93	93.72	94.61	95.64	94.94	94.32	94.93	95.16
Tap-water+Z	4.80	90.15	94.54	96.70	97.08	98.27	98.08	97.78	97.94

물 또는 물에 불용성 소립자를 함유한 매체를 고압분사 방식을 이용하여 수삼의 세척 시 임계처리 압력을 조사키 위해 처리압력별 수삼표면의 청결도와 외부손상 발생여부를 주관적으로 평가하였던바 물을 매체로 사용 시에는 20kg/cm²의 압력을 가하여야만 만족할만한 세척도를 얻을 수 있었고, 이 경우 부분적으로 수삼표면일부가 손상되는 것으로 조사되었다. 이에 반해 물에 불용성 연마제를 함유시켜 분사한 경우 물의 경우보다 낮은 15kg/cm²에서도 관능적으로 만족할만한 청결도를 나타내었다(Table 3-26).

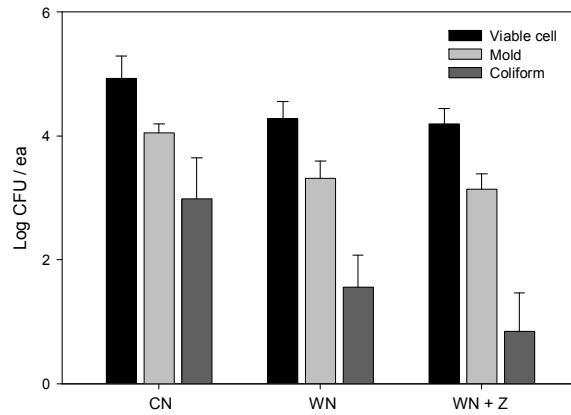


Fig. 3-6. Microbial population on surface of fresh ginseng washed by pressured water with different solution CN: Tap water, WN: Pressured water, WN+Z: Pressured water +Z

Table 3-26. Changes in cleaning degree and external damage by pressure and washing solution during surface treatment of fresh ginseng

Washing material	Pressure	Cleaning degree	External damage
Water	5kg	2.5	-
	10kg	3.5	-
	15kg	4.0	-
	20kg	5.0	+
Water+Z	5kg	2.5	-
	10kg	4.0	-
	15kg	5.0	-
	20kg	5.0	+

수삼의 고압분사 세척 시 세척매체인 물에 불용성 연마제를 함유시킴으로서 세척 효과를 높일 수 있는 것으로 나타남에 따라 연마제의 함량별 시간에 따른 세척도를 조사하였던 바 5%가 가장 높았는데 이 이상의 농도에서는 노즐에서의 연마제 분사가 균일하지 않고 막힘 현상이 발생하였다(Table 3-27).

Table 3-27. Changes in cleaning degree of fresh ginseng surface by concentration of insoluble fine material in water for washing

Concentration	Treatment time(s)						
	0	30	60	90	120	150	180
Z-1%	84.70	93.73	95.28	95.33	96.08	96.47	97.30
Z-3%	82.08	93.60	95.18	95.47	95.53	96.12	96.80
Z-5%	84.24	96.49	96.72	96.80	97.88	97.82	97.83
Z-7%	77.41	90.37	92.66	93.22	93.60	93.96	93.41

2) 세척 후 처리방법에 따른 미생물 제어효과 연구

가) 수삼의 부위별 미생물 분포

수삼을 세척하여 포장 유통시키기 위한 세척처리에 앞서 수삼 부위에 따른 적절한 세척 방법을 적용키 위하여 원료 수삼의 부위별 미생물 분포를 조사하였던 결과를 Fig. 3-7에 나타내었다. 수삼에 존재하는 총균수는 5.71~6.49 log CFU/ea범위로 뇌두 부위가 6.49 log CFU/ea로 가장 많았고, 다음으로는 지근 부위이었으며, 주근 부위가 다른 부위에 비해 적었으나 그 차이는 유의적이지 않았다. 수삼의 부위별 곰팡이 및 효모수를 비교하여 보면 총균수의 경우에서와 같이 뇌두 부위가 5.17 log CFU/ea로 가장 많았고, 다음으로는 지근, 주근 순이었다. 그동안의 연구결과에서와 같이 특히 뇌두 부위의 곰팡이 및 효모 수는 주근 부위에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타내었다.

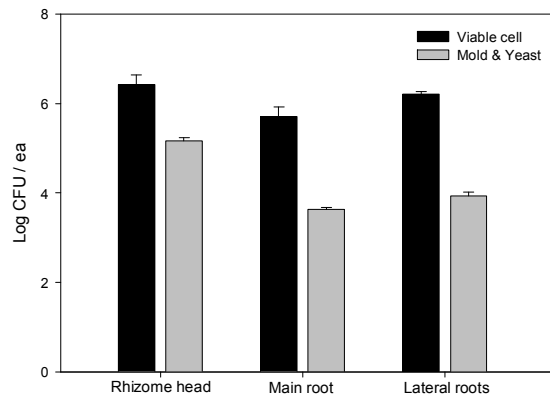


Fig. 3-7. Distribution of microorganisms on surface of fresh ginseng

나) 세척 후 처리방법에 따른 미생물 제어효과 연구

세척 처리한 수삼의 유통 중 미생물에 의한 변질을 억제하기 위한 처리로 수삼을 브러쉬로 세척 한 후 200 ppm의 차아염소산나트륨 용액, 70%에탄올 용액, 3% 과산화수소 용액, pH2.3인 전해산화수, 3 ppm의 오존수에 각각 3분간 침지하고 수도수로 표면에 남아있는 각 처리액을 제거한 후 처리방법에 따라 각각의 수삼 표면에 잔존하는 생균수와 곰팡이 및 효모 수를 조사하였다.

세척 전 원료 수삼의 총균수는 5.76 log CFU/ea이었으며, 세척처리 후에는 4.43 log CFU/ea로 다소 감소하였다. 이와 같은 수삼을 차아염소산나트륨용액, 오존수 및 과산화수소용액으로 처리하였을 경우 총균수는 각각 4.26 log CFU/ea, 4.42 log CFU/ea 및 4.18 log CFU/ea 로 저감화 되었다. 또한 열수 처리구, 에탄올 처리구 및 전해산화수 처리구의 경우 총균수는 각각 4.17 log CFU/ea, 4.392 log CFU/ea, 3.83 log CFU/ea 으로 세척처리 직후의 수삼에 비해 낮은 값을 보였으나 그 차이는 유의적이지 않았다. 한편 곰팡이 및 효모 수의 변화를 보면 세척 처리 전 4.08 log CFU/ea이었던 것이 수세처리 후 3.23 log CFU/ea로 감소하였으며, 이를 각종 처리용액에 재처리 시 처리방법에 따라 2.51~2.92 log CFU/ea 차이를 보이며 감소되었는데 처리구 중에서 에탄올 처리구가 가장 높은 제어율을 보였고, 다음으로는 과산화수소 용액

및 전해산화수 처리구순이었으며, 차아염소산나트륨용액 처리구가 다른 처리구에 비해 비교적 낮은 효과를 나타내었다(Fig. 3-8).

처리방법에 따른 미생물 제어효과 연구를 통해 처리구 중 비교적 미생물 제어 효과가 높은 것으로 나타난 열수 처리구, 에탄올 처리구 및 전해산화수 처리구를 각각 단독으로 처리하였고, 병행처리효과를 조사하기 위해 열수와 에탄올처리, 열수와 전해산화수 처리를 하여 처리에 따른 저장 중 미생물 변화를 포함한 품질 변화를 분석하였다. 수삼의 표면을 10 kg/cm²의 고압 수도수로 표면을 충분히 세척한 것을 대조구(W)로, 이에 각각 200 ppm의 차아염소산나트륨용액(Chlorine), 70%에탄올용액(EtOH), 3% 과산화수소용액(H₂O₂), pH2.3인 전해산화수(EA), 3 ppm의 오존수(Ozone)에 1분, 50℃의 중온수(H)에 90초 동안 침지처리한 후 흐르는 수도수로 1분간 표면을 닦아 미생물 분석용 시료로 사용하였다.

시료수삼에 존재하는 총균수의 경우 6.05 log CFU/ea이었으며 수세 후에는 4.32 log CFU/ea로, 열처리 후에는 3.31 log CFU/ea, 전해산화수 처리 시 2.22 log CFU/ea, 에탄올 처리 시 3.48 log CFU/ea 로 각각 저하되었으며 열수와 전해산화수를 복합 처리 시에는 2.25 log CFU/ea, 열수와 에탄올을 병행 처리 시에는 2.13 log CFU/ea으로 낮아져 복합처리 시 미생물 저하효과가 큰 것으로 조사되었다. 수삼표면에 존재하는 총균의 수는 저장기간이 경과함에 따라 증가하여 저장 4일 후에는 전해산화수 처리구 및 에탄올 처리구만 다른 처리구에 비해 낮았고, 그밖에 다른 처리구들은 거의 유사한 수준을 보였으며, 저장 12일 후에는 처리구간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 한편 처리 전 시료의 곰팡이 수는 4.57 log CFU/ea이었으나 수세 후 2.52 log CFU/ea으로 저하되었으며, 열처리 후에는 1.65 log CFU/ea, 전해산화수 처리 시 1.82 log CFU/ea , 에탄올 처리 시 1.81 log CFU/ea로 각각 저하되었으며, 열수와 전해산화수를 복합처리 시에는 1.19 log CFU/ea, 열수와 에탄올을 병행 처리 시에는 1.40 log CFU/ea으로 낮아져 복합처리 시 곰팡이 제어 효과가 큰 것으로 조사되었다. 저장 중 곰팡이 수는 저장기간이 경과함에 따라 증가하는데 처리구간의 차이가 유의적이지는 않았지만 대조구에 비하여서는 유의적으로 낮은 수준을 유지하였다(Fig 3-9).

각각 처리한 수삼의 품질을 보면 에탄올처리 및 열수와 에탄올을 병행 처리한 구가 다른 처리구에 비하여 다소 낮은 중량감소를 보였고, 열수처리구가 다른 처리구에 비해 저장 후기 중량감소가 큰 것으로 나타났다(Fig. 3-10).

저장 중 처리방법에 따른 수삼뇌두의 품질 저하를 비교하여 보면 열수 처리구, 열수와 전해산화수 병행 처리구, 열수와 에탄올 병행 처리구의 경우 다른 처리구에 비해 품질저하가 비교적 큰 것으로 나타났다. 또한 저장 중 주근 조직의 견고성을 비교하여 보면 열수 처리구를 제외하고는 거의 유사한 수준을 보였고, 지근의 신선도는 열수처리 및 에탄올과 열수 병행처리구의 신선도 변화가 비교적 큰 것으로 조사되었다.

전반적인 관능적 품질을 비교하여 보면 처리 후 4일까지는 처리구간에 별 차이를 보이지 않았으나, 저장 7일 후부터 차이를 보여 에탄올처리구와 전해산화수 처리구가 다른 처리구에 비해 다소 높은 값을 보였으며, 열 처리구, 열수와 전해산화수 병행 처리구, 열수와 에탄올 병행 처리구의 경우 다른 처리구에 비해 품질이 비교적 낮은 것으로 나타났다(Fig. 3-11).

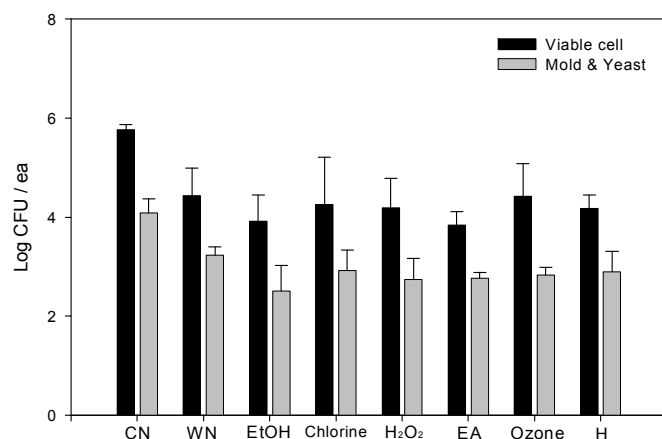


Fig. 3-8. Effects of anti-microbial agents on viable cell and mold of fresh ginseng surface

Con; soil-clad fresh ginseng, W; fresh ginseng washed by high pressured water, EtOH; fresh ginseng immersed in ethanol after washing, Chlorine; fresh ginseng immersed in hypochlorite solution after washing, H₂O₂; fresh ginseng immersed in hydrogen peroxide solution after washing, EA; fresh ginseng immersed in electrolyzed acidic water after washing, Ozone; fresh ginseng immersed in ozone water after washing, H; fresh ginseng immersed in 50°C mild hot water after washing.

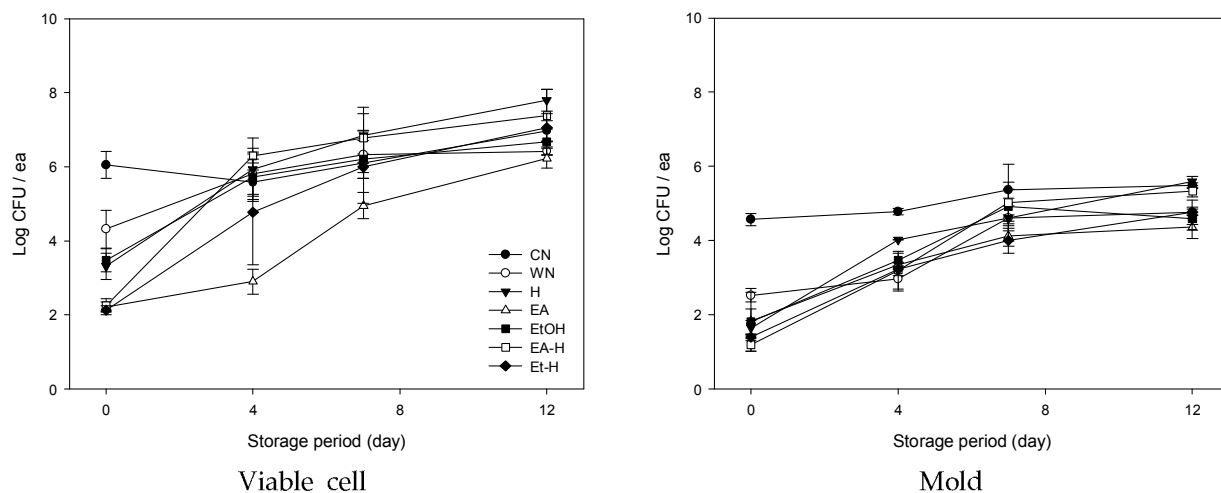


Fig. 3-9. Changes in microbial population on the surface of fresh ginseng treated by different methods before storage

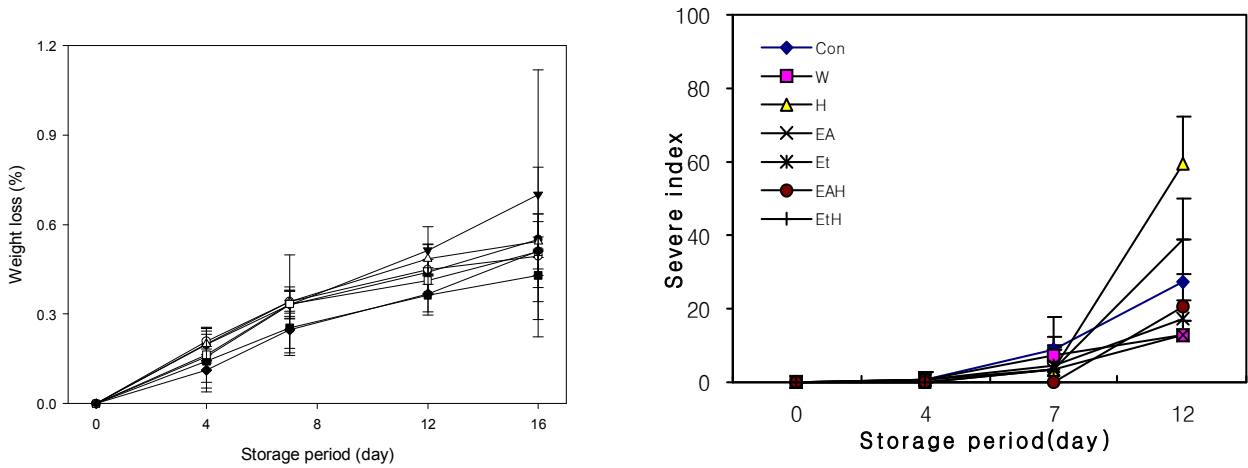


Fig. 3-10. Changes in weight loss and deterioration severe index of fresh ginseng treated by different methods before storage

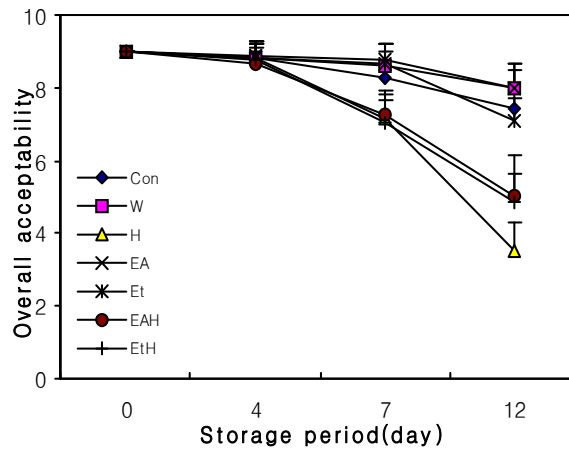


Fig. 3-11. Changes in overall quality of fresh ginseng treated by different methods before storage

다) 세척처리방법에 따른 품질 및 안전성 평가

수삼의 표면 세척 및 미생물 제어 기술 연구의 일환으로 세척처리에 따른 품질 및 안전성을 평가하였다. 실험에 사용한 수삼은 개체 당 무게가 약 $50 \pm 5g$ 정도 되고, 외관 상태가 양호한 것을 선별하여 시료로 사용하였다. 세척처리를 위해 형태가 완전한 수삼 표면의 결혹을 제거하였고, 직경이 0.5 mm이고 길이가 3 cm이며 끝이 둥근 세모로 만들어진 솔을 사용하여 흐르는 물에 솔질 처리하였다. 이를 다시 수삼 중량 10배의 수도수, 80% 에탄올용액 (EtOH, Samchun Chemicals, Korea), 전해산화수(EA, pH 2.8, ORP 1053 mV, HClO 119 ppm, Korea Food Research Institute, Korea)에 각각 1분 씩 침지한 후 수도수에 1분간 재차 세척처리 하였다. 이후 10분 동안 자연 탈수시킨 수삼을 시료로 사용하여 품질 및 안전성평가를 행하였다.

수삼의 세척처리방법에 따른 표면의 세척도를 확인하기 위해 색도를 측정된 결과 원료수삼의 L값은 61.12이었으나 세척 후 75.93~78.91로 명도가 높아졌으며, a값은 7.33에서 -1.14~-0.13 감소하였고, b값은 30.66에서 23.35~26.24로 감소하였다(Table 3-28).

Table 3-28. Hunter color values of fresh ginseng by washing treatments

	R ¹⁾	B ²⁾	BW ³⁾	BE ⁴⁾	Bol ⁵⁾
L-value	61.12±2.45	75.93±3.83	78.91±1.98	77.47±1.22	76.96±1.22
a-value	7.33±1.25	-0.39±1.48	-1.14±0.45	-0.13±0.73	-0.52±0.68
b-value	30.66±1.88	25.50±3.87	23.35±1.73	26.24±2.25	24.45±2.38

1) R: 무처리(raw materials)

2) B: 솔질처리

3) BW: 솔질처리 + 세척처리 + 물 처리 + 물 처리

4) BE: 솔질처리 + 세척처리 + 전해산화수처리 + 물 처리

5) Bol: 솔질처리 + 세척처리 + 80% 에탄올처리 + 물 처리

수삼의 저장 및 유통 시 품질향상을 위하여 다양한 세척방법에 따른 수삼표면의 미생물 제거 효과를 분석한 결과는 Table 3-29와 같다. 수삼의 부위별로는 처리방법과 상관없이 뇌두에서의 검출이 가장 많았다. 주근의 경우 세척처리 전 수삼의 총균 수는 1.17×10^5 CFU/g 이었으나, 물 처리 시 5.62×10^2 CFU/g 로 감소되었고, 전해산화수 처리 시에는 1.14×10^2 CFU/g 로 감소되었으며, 80% 에탄올로 처리한 처리구가 3.07×10 CFU/g로 감소되어 미생물 제거효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 곱팡이 수의 경우 무세척 수삼의 경우 주근에서 0.79×10 CFU/g 검출되었으나 전해산화수 처리구와 80% 에탄올 처리구에서는 곱팡이가 검출되지 않았다. 또한 솔질처리만 한 처리구와 솔질처리 후 물처리를 한 처리구의 경우 수삼 전체에서는 곱팡이가 발견되지 않았으나, 수삼의 부위 별 분석에서는 뇌두 부위와 지근과 세근 부위에서 곱팡이가 일부 검출되었다.

GC-ECD를 이용하여 총102종의 잔류농약분석 결과, 원료수삼의 경우 뇌두에서 11종의 농약이 검출되었으며, 부위 중에서는 주근이나 지근+세근에 비해서 뇌두의 오염도가 가장 높음을 확인하였다. 반면, 세척처리 후 잔류농약 분석결과, Azoxystrobin, Boscalid, Tolclofos-methyl 등 3종의 농약이 검출되었으며, 처리구에 따른 큰 차이는 보이지 않았다(Table 3-30).

ICP-AES로 무기질 및 중금속 함량을 조사한 결과, 모든 처리구에서 Cu, Pb, Cd, Cr, Ni, As, Hg 등 중금속은 검출되지 않았으며, 기타 무기질 함량은 Table 3-31과 같다.

Table 3-29. Microbiological contamination levels of fresh ginseng by washing treatments (unit : CFU/g)

	R	B	BW	BE	Bol
Total aerobic bacteria					
Rhizome	3.16×10^5	7.99×10^5	4.90×10^5	6.47×10^4	1.91×10^5
Main root	1.17×10^4	1.41×10^3	5.62×10^2	1.14×10^2	3.07×10
Lateral root+ Root hair	1.35×10^5	9.90×10^4	2.73×10^3	3.21×10^2	4.83×10
Mold/Yeast					
Rhizome	6.42×10	3.78×10	0.42×10	0.56×10	-
Main root	0.79×10	- ¹⁾	-	-	-
Lateral root+ Root hair	1.56×10	0.11×10	0.13×10	0.01×10	-

1) - : not detected

Table 3-30. Pesticide residue of fresh ginseng by washing treatments

	R	B	BW	BE	Bol
Azoxystrobin ¹⁾	0.02	- ²⁾	-	-	0.01
Boscalid	0.28	0.15	0.13	0.06	0.13
Tolclofos-methyl	-	0.02	0.01	0.03	0.02

1) 이 외 99종 불검출 (Acetamiprid, Bifenthrin, Bitertanol, Buprofezine, Butachlor, Cadusafos, Carbaryl, Carbendazim, Carbofuran, Chlorfenzpyr, Chlorfluazuron, Chlorothalonil, Chlorpyridos, Chlorpyrifos-methyl, Clothianidin, Cyazofamid, Cyfluthrin, Cymoxanil, Cypermethrin, Cyprodinil, Deltamethrin, Diazinon, Dichlofluanid, Dicolol, Diethofencarb, Difenconazole, Diflubenzuron, Dimethomorph, Diniconazole, Edifenphos, Endosulfan, EPN, Ethoprophos, Fenarimol, Fenitrothion, Fenobucarb, Fenozanil, Fenpropathrin, Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Fludioxonil, Flufenoxuron, Fluquinconazole, Flutolanil, Fthalide, Furathiocarb, Halfenprox, Hexaconazole, Imidacloprid, Indoxacarb, Iprobenfos, Iprodione, Isoprocarb, Isoprothiolane, Kresoxim-methyl, L-cyhalothrin, Lprodione, Lufenuron, Malathion, Mepanipyrim, Metalaxyl, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Nuarimol, Paclobutrazol, Parathion, Penconazole, Pencycuron, Pendimethalin, Permethrin, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Pirimiphos-methyl, Probenazole, Procymidone, Pyraclostrobin, Pyrazophos, Pyridaben, Pyridaryl, Pyrimethanil, Tebuconazole, Tebufenozide, Tebufenpyrad, Tebupirimfos, Teflubenzuron, Tefluthrin, Terbufos, Tetraconazole, Tetradifon, Thiacloprid, Thiamethoxam, Thifluzamide, Triadimefon, Tricyclazole, Trifloxystrobin, Triflumizole, Vinclozolin)

2) - : not detected

Table 3-31. Concentration of elements on fresh ginseng by washing treatments (ppm=mg/kg)

	Zn	Mn	Cu	Fe	Ca	Mg	Na	K
R	2.32	7.96	2.59	268.99	738.11	532.03	12.82	5658.93
B	3.06	5.71	12.87	9.73	1353.71	493.12	14.96	7470.91
BW	3.30	3.23	2.58	10.90	1108.77	477.29	24.31	5307.17
BE	4.35	9.00	2.46	15.22	1163.22	525.36	29.50	7021.34
Bol	3.09	10.15	2.80	14.11	851.30	562.66	22.53	6445.93

* As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb : not detected

나. 세척수삼의 표면수 제거기술연구

저장 및 유통 중 세척수삼의 미생물 증식 등 품질변화는 주로 세척 후 수삼의 표면에 잔존하는 수분의 함량에 의하여 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이에 수삼의 세척 후 표면 수분의 효과적인 제거방법을 조사하기 위하여 저온통풍처리, 고압공기처리 방법 및 원심분리 방법을 적용하여 처리방법에 따른 표면수 제거효과를 조사하였다.

1) 통풍식 표면수 제거

통풍식 방법의 경우 처리시간을 줄이고 부분적인 과잉 탈수현상을 억제키 위해 처리 정체식 방법과 뒤집기방법을 적용하였다. 통풍방법의 적용 시 세척수삼을 30분 간격으로 뒤집기를 하면서 표면의 수분을 제거할 경우 약 180분이 소요되는 것으로 나타났으며, 뒤집기 처리 없이 저온에 방치를 할 경우 180분 처리 후에도 약 39%정도의 수분이 수삼표면에 존재하는 것으로 조사되었다. 이와 같은 처리는 처리시간이 장시간 소요되어 표면 건조 중 공기로부터 낙하되는 미생물의 감염이 우려 되고, 처리량 자체도 한정되어 있어 대량 생산 시에는 적절치 않은 방법으로 판단되었다(Table 3-32).

Table 3-32. Changes in residual moisture on surface of washed ginseng during surface drying at cold room

Time	Stationary	Turning
0	100	100
30	78.75±8.83	41.73±4.62
60	68.75±12.37	27.78±6.66
120	48.75±15.90	11.31±8.74
180	38.75±15.90	-1.37±12.55

2) 압축공기 및 원심분리방법을 이용한 표면건조

통풍방식에 의한 표면 건조 방식은 소요시간이 길고 경우에 따라 세균 등에서 부분적인 과탈수현상이 발생함에 따라 상품적 가치가 떨어지는 점이 문제 될 수 있다. 따라서 세척수삼표면의 수분을 신속하게 제거키 위해 압축공기 및 원심분리식 탈수방법을 적용하였다. 그 결과 5kg/cm²의 압축 공기를 1분간 처리 시 표면수의 대부분이 제거되고 3분 처리 시까지는 표면 수분량의 변화가 거의 없다가 그 이후에는 다시 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3-12). 원심분리방법으로는 가정용 소형 탈수기 (W-100T, Hanil Co., Korea)를 이용하였는데 처리 후 초기 1분 안에 대부분의 수분이 제거되었고, 이후 처리시간이 경과하여도 변화가 나타나지 않았다. 압축공기 및 원심분리 방법으로 수삼 처리 시 처리시간에 따른 외관적 품질을 비교하였던 바 처리시간이 경과함에 따라 다소 품질 저하가 발생하는 것으로 나타났으나 1분 처리 시에는 품질에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Table 3-33). 또한 압축공기 및 원심분리방법의 적용 시 수삼의 생리에 미치는 영향 조사로 처리시간 별 호흡률을 조사하였던바 처리 시료에 따라 약간의 차이를 보였지만 전반적으로 처리전에 비해 뚜렷한차이를 보이지 않았다(Fig. 3-13). 이로서 본 실험에서 적용하였던 처리 조건으로서는 압축공기 또는 원심분리 방법을 적용하여 수삼 표면의 수분의 제거 시 1분 내외가 가능할 것으로 판단되었다.

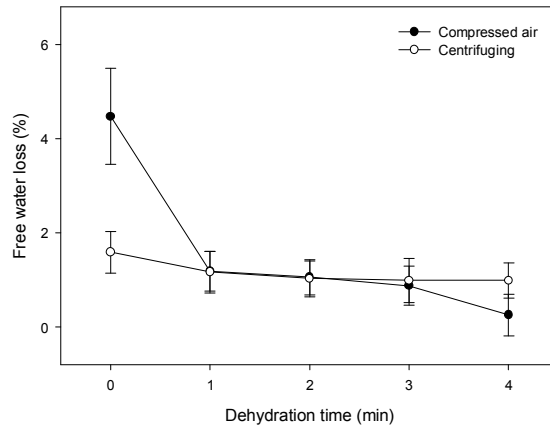


Fig. 3-12 Changes in free water on surface of washed ginseng during surface drying treatments

Table 3-33. Changes in appearance of washed ginseng during surface drying by different methods

Treatment	Time (min)	Appearance		
		Rhizome head	Main root	Lateral roots
Compressed air	0	4.2±0.8	4.7±0.6	4.7±0.6
	1	3.8±0.3	4.7±0.6	4.3±0.6
	2	3.0±0.6	4.5±0.6	3.7±0.3
	3	3.0±0.6	4.2±0.6	3.0±0.6
	4	2.2±0.6	4.0±0.6	2.8±0.6
Centrifuge	0	4.0±0.0	5.0±0.0	4.7±0.3
	1	3.7±0.6	4.7±0.6	4.4±0.6
	2	3.3±0.6	4.5±0.6	3.7±0.3
	3	3.2±0.3	4.3±0.6	3.6±0.6
	4	2.7±0.3	3.8±0.3	3.1±0.3

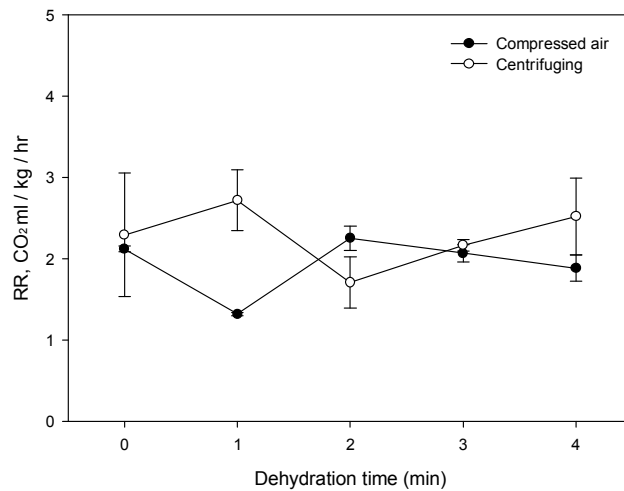


Fig. 3-13. Changes in respiration rate of ginseng during surface drying by different treatments

다. 세척수삼의 표면치유 및 보존 처리기술연구

수삼의 세척 처리 중 발생하는 표면손상은 상품성에 영향을 줄 뿐 만 아니라 저장 유통 중 손상된 표면을 통하여 미생물의 번식 및 수분의 손실을 초래하여 전반적으로 품질의 손상을 발생시킬 수 있다. Fig. 3-15 는 수삼의 세척 처리 시 발생한 표면 손상의 대표적인 사례로 본 연구에서는 손상된 표면을 코팅 및 기타 처리를 통하여 품질을 보존키 위하여 표면의 갈변 방지를 목적으로는 아스코르브산과 구연산을, 표면의 재질 및 공기와의 접촉차단을 통한 품질 유지 목적으로 글리세롤과 알긴산염을 수삼 표면에 코팅한 후 저장 중 그 효과를 분석하였다.

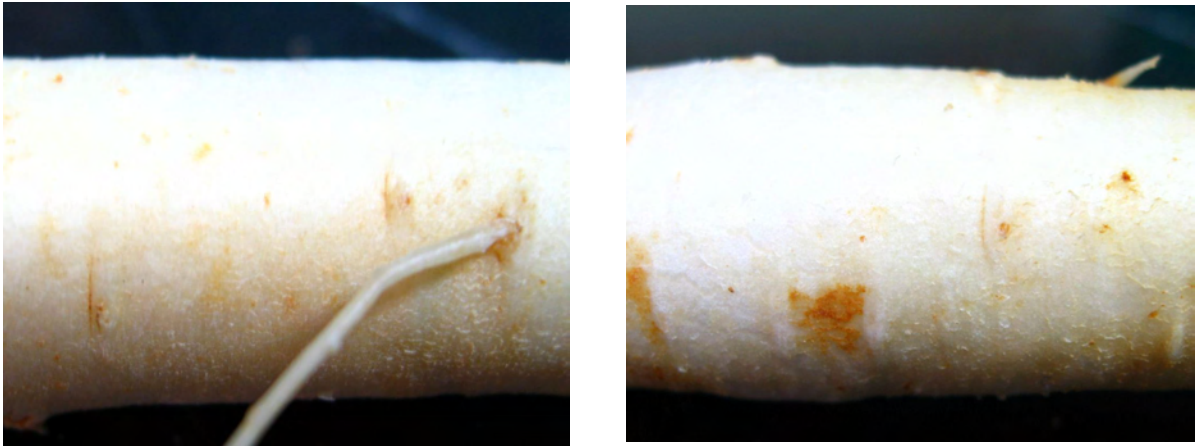


Fig. 3-15. Surface of fresh ginseng damaged by cleaning treatment

1) 피막제 처리 방법 및 처리효과 조사

표면 처리에 따른 세척 수삼의 저장 중 L 값을 비교하여 보면 대조구에 비하여 알긴산을 처리한 수삼을 제외하고서는 전반적으로 낮은 값 유지하였다. 처리구에 따른 수삼의 저장 중 갈변 정도를 조사하였던바 구연산 및 글리세롤 처리구에서 비교적 높은 값을 나타내었으며, 아스코르브산 처리구는 저장 초기 대조구보다 낮은 값을 보였으나 저장 7일 후부터는 대조구 보다 높은 값을 보였다. 알긴산염 처리구는 L 값의 경우에서와 같이 전 저장기간 동안 대조구보다 낮은 값을 유지하였다. Chroma 값을 비교하여 보면 처리직후에는 아스코르브산 처리구가 21.83으로 가장 낮았으며, 다음으로는 구연산 처리구, 대조구, 글리세롤 처리구, 알긴산염 처리구 순이었다. 저장 중 chroma 값은 대조구가 가장 낮았고, 이를 제외한 처리구는 거의 유사한 수준을 유지하였다. 세척 수삼의 저장 중 색상 변화를 전반적으로 비교하여 보면(ΔE) 구연산 처리구는 저장초기부터 다른 처리구에 비해 색상변화가 컸고, 이러한 경향은 저장기간 중 지속되었다. 구연산 다음으로 색상변화가 큰 처리구는 아스코르브산 처리구, 글리세롤 처리구순이었으며 알긴산염 처리구는 대조구보다 색상변화가 적은 것으로 나타났다(Fig. 3-16).

한편 세척수삼의 표면 처리방법별 저장 중 외관 등 관능적 품질과 변질양상을 조사하였던바 기계적 색상측정결과와는 달리 글리세롤 처리구의 외관이 다른 처리구에 비하여 우수한 것으로 조사되었다. 이와 같은 결과는 기계적인 색상평가는 수삼의 한정된 일정부위를 평가한 반면 관능평가는 수삼의 전 부위를 대상으로 하기 때문에 나타난 차이로 판단된다. 글리세롤 처리구의 경우 수삼의 뇌두 및 주근의 외관이 다른 처리구에 비해 우수하였던 반면 알긴산염 처리구

의 경우 뇌두 및 지근의 외관이 비교적 우수한 것으로 평가되었다. 그러나 아스코르브산 처리구 및 구연산 처리구는 대조구에 비하여 전반적으로 관능적 품질이 낮은 것으로 평가되었다. 처리 후 저장 중 이취발생정도를 비교하여 보면 외관의 품질이 우수하게 나타난 글리세롤 처리구가 다른 처리구에 비하여 월등히 우수한 것으로 평가되었으며 아스코르브산과 구연산 처리구는 저장 4일후, 대조구와 알긴산염 처리구는 저장 7일후 이취가 감지되는 것으로 평가되었다. 저장 중 변질 발생시기를 보면 대조구와 알긴산염 처리구의 경우 저장 7일후부터 이었으나 글리세롤처리구의 경우 저장 16일후 변질이 발생하는 것으로 조사되었다(Table 3-34).

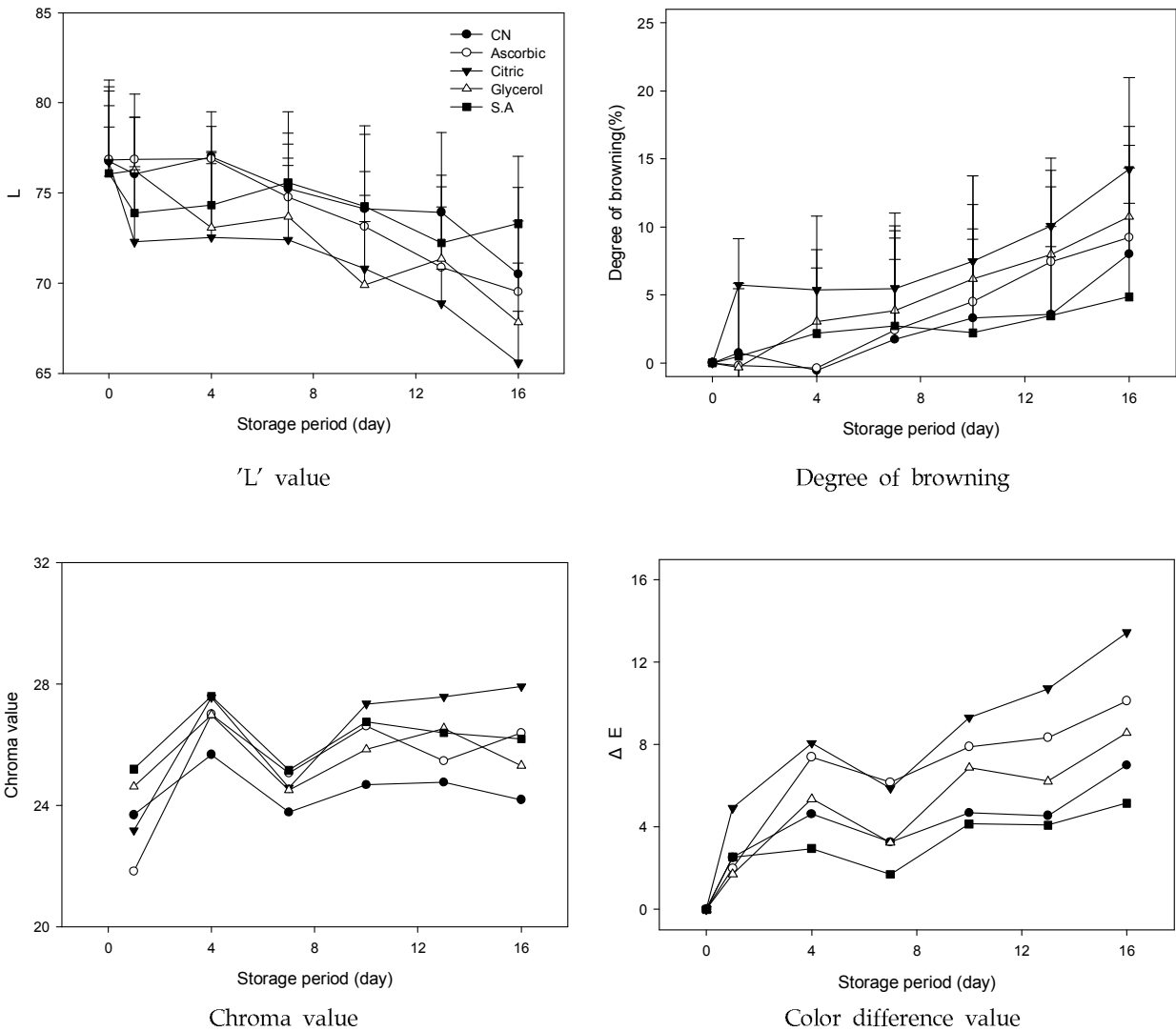


Fig. 3-16. Changes in color of fresh ginseng surface coated by different materials during storage

Table 3-34. Changes in sensory quality and decay rate of washed fresh ginseng coated by different materials during storage

Treatment	Day	Rhizome head	Main root	Lateral root	Off-flavor	No. decayed	Degree of decay
Control	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	1	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	4	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	7	4.7±0.6	5.0±0.0	4.0±0.0	0	0	0
	10	4.7±0.6	5.0±0.0	4.0±0.1	0.3±0.6	0.2±0.3	0.2±0.3
	13	4.7±0.6	5.0±0.0	4.0±0.2	0.8±0.8	0.8±1.1	0.8±1.1
	16	4.7±0.6	5.0±0.0	4.0±0.3	1.7±0.5	1.0±1.0	1.0±1.0
Ascorbic acid	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	1	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	4	4.0±0.0	4.7±0.6	4.0±0.0	0	0	0
	7	4.0±0.0	4.7±0.6	4.0±0.0	0.2±0.3	0	0
	10	4.0±0.0	4.7±0.6	4.0±0.0	0.2±0.3	0	0
	13	4.0±0.0	4.7±0.6	4.0±0.0	0.3±0.6	0.2±0.3	0.3±0.6
	16	4.0±0.0	4.7±0.6	4.0±0.0	0.3±0.6	0.2±0.3	0.3±0.6
Citric acid	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	1	4.7±0.6	5.0±0.0	4.0±0.0	0	0	0
	4	4.7±0.6	5.0±0.0	4.0±0.0	0	0	0
	7	4.7±0.6	3.7±0.6	3.7±0.3	0.5±0.5	0.7±0.6	0.8±0.8
	10	4.7±0.6	3.7±0.6	3.3±0.6	1.2±0.6	1.2±0.3	1.7±0.8
	13	4.7±0.6	3.2±0.6	3.3±0.6	1.7±0.6	1.7±0.9	2.5±1.4
	16	4.7±0.6	3.1±0.6	3.3±0.6	2.7±1.5	2.7±0.6	4.0±1.0
Glycerol	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	1	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	4	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	7	5.0±0.0	5.0±0.0	4.2±0.3	0	0	0
	10	5.0±0.0	5.0±0.0	4.2±0.3	0	0	0
	13	5.0±0.0	5.0±0.0	4.2±0.3	0	0	0
	16	5.0±0.0	5.0±0.0	4.0±0.0	0.7±0.6	0.7±1.2	1.3±2.3
Sodium Alginate	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	1	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	4	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0	0	0
	7	5.0±0.0	4.0±0.0	4.7±0.6	0	0	0
	10	5.0±0.0	3.7±0.3	4.7±0.6	0.5±0.6	0.3±0.3	0.7±0.8
	13	5.0±0.0	3.3±0.2	4.7±0.6	0.7±0.6	0.3±0.3	0.7±0.8
	16	5.0±0.0	3.2±0.7	4.7±0.6	1.0±1.0	1.0±1.0	1.7±1.5

2) 수삼개체의 표면보존 처리기술 개발

가) 단독형 피막제 처리 연구

세척 수삼은 흙삼에 비해 위생적이거나 세척과정에서 뇌두, 세근 부위 등에서 조직손상이 발생할 가능성이 높아 저장 및 유통 시 손상된 표면이 세척수삼의 미생물 번식이나, 변질의 원인이 되기도 한다. 따라서 세척으로 인한 수삼표면의 품질저하를 방지하기 위해 세척한 수삼의 표면에 얇은 피막을 입히는 형태로 수삼의 손실을 막을 수 있을 것으로 판단되어 식품첨가물로서 안전한 피막제를 선별하여 처리에 따른 수삼의 표면 효과를 2차에 걸쳐 평가하였다.

1차로 수행하였던 피막처리 실험으로 세척한 수삼을 각기 다른 방법(CN: 대조구, Gly: 글리세롤 3% 처리, SPI: Soybean Protein Isolate 5%, pH 10, S.A: Sodium Alginate 0.5%처리)으로 피막처리한 후, 미생물의 오염을 방지하기 위해 덮개를 덮은 상태로 상온에서 3시간 건조하고, 이를 용기 당 3개씩 넣은 후 OPP 0.035mm 필름을 사용하여 용기의 상층부를 밀봉 포장하여 0℃저장고에서 10주간 저장하면서 처리에 따른 품질변화를 분석하였다.

구분	피막처리방법	건조 여부	포장처리방법
CN	대조구 (무)	무	Tray(PP), OPP 0.035mm
Gly	글리세롤 3% 처리	상온 30분 건조	“
SPI	Soybean Protein Isolate 5% (pH 10)	상온 3시간 건조	“
S.A	Sodium Alginate 0.5%처리	상온 3시간 건조	“



Control

Glycerol

Alginate

· 포장 내 공기조성

피막처리한 수삼의 저장기간 중 호흡에 의한 포장 내 가스조성을 관찰하기 위해 저장 기간 중 2주 간격으로 총 10주간 GC를 이용하여 분석한 바 그 결과는 다음과 같다. 포장 시 CO₂:O₂:N₂의 농도를 0:20:80으로 설정하여 포장하였으나 저장기간이 경과함에 따라 전체적으로 모든 처리군에서 CO₂ 농도가 증가하였고, O₂농도는 감소하였는데, 주원인은 포장 내 수삼의 호흡에

의한 것이라고 사료되었다. 저장 4주후부터 처리군 별 CO₂ 농도가 처리구별로 차이를 보였으나, 저장 10주후에 이르러서는 7.59~8.31%로 전체 처리군이 비교적 유사한 값을 보였다. 처리군 별로 살펴보면 대조구와 SPI처리구의 경우 가장 높은 CO₂농도를 유지하였는데, 저장 4주후부터는 비교적 안정화 되어 각각 8.31, 8.14%로 안정된 상태를 보였다. 글리세롤 처리군의 경우 저장 8주후까지 6% 정도의 완만한 농도를 보이다가 저장 10주후에 7.99%로 다시 농도가 높아졌다. 알긴산염 처리구는 7.59%로 전체 처리군 중 가장 낮은 CO₂농도를 보였다. 또한, 초기 질소값은 모든 처리구에서 80%이었으나, 저장기간이 경과함에 포장 내 질소 함량이 약85%까지 증가되는 결과를 보였다. 각 처리군 별 O₂의 농도는 CO₂ 농도와 반비례하여 SPI 처리구가 가장 낮았고, 알긴산염 처리구, 글리세롤 처리구 순이었으며 대조구가 가장 높은 값을 유지하였다(Fig. 3-17).

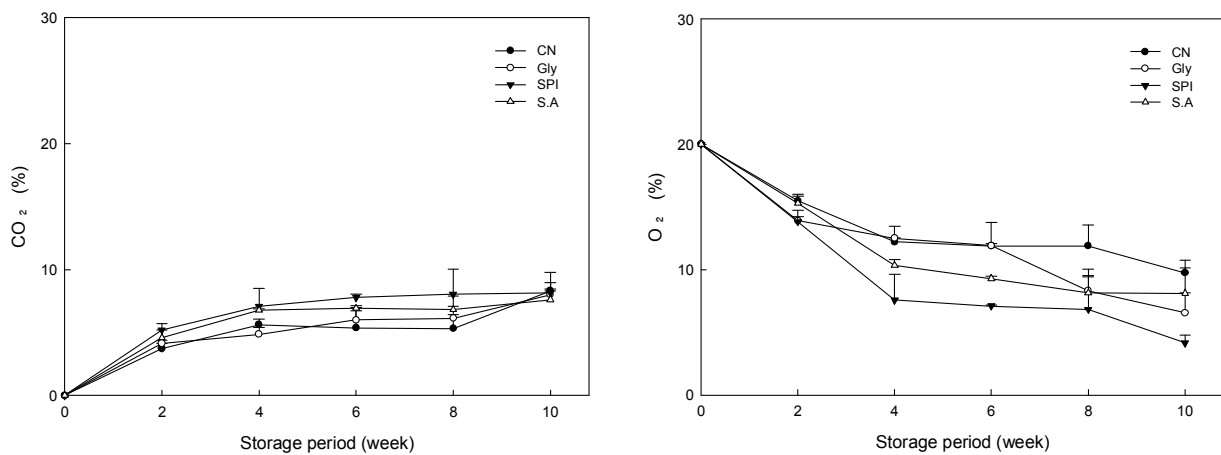


Fig. 3-17. Changes in gas concentration in package of fresh ginseng treated with different surfactants during storage

· 수분함량

피막처리에 따른 수분손실 억제효과를 조사하고자 저장기간에 따른 수삼의 수분함량 변화를 측정하였다. 시료로는 인삼동체 중 주근 및 지근의 정 가운데 부분을 0.5mm두께로 잘라서 사용하였으며 실험에 오차를 줄이기 위해 3반복 실시하였다. 조제된 시료는 Dry Oven을 이용하여 105℃에서 항량이 될 때까지 건조를 반복한 후 변화된 중량감소량을 이용하여 수분함량을 구하였다. 실험 결과 주근과 지근 모두 저장기간이 경과함에 따라 수분함량이 약간씩 증가하는 경향을 보였는데, 주근의 경우 처리군 별로 살펴보면 대조구와 SPI의 증가 폭이 비교적 큰 편이었으며, 글리세롤과 알긴산처리군은 초기와 거의 유사한 값을 보였다. 지근의 경우 알긴산처리군의 수분함량 증가 폭이 가장 컸고, 대조구와 글리세롤도 약간 증가한 것으로 나타났으며 SPI의 경우 저장기간 내내 거의 유사한 값을 보였다(Fig. 3-18). 이와 같은 저장 중 수분함량의 변화는 피막처리방법에 따른 영향도 있었겠지만 이와 더불어 시료로 사용한 수삼의 고유 수분함량의 차이도 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

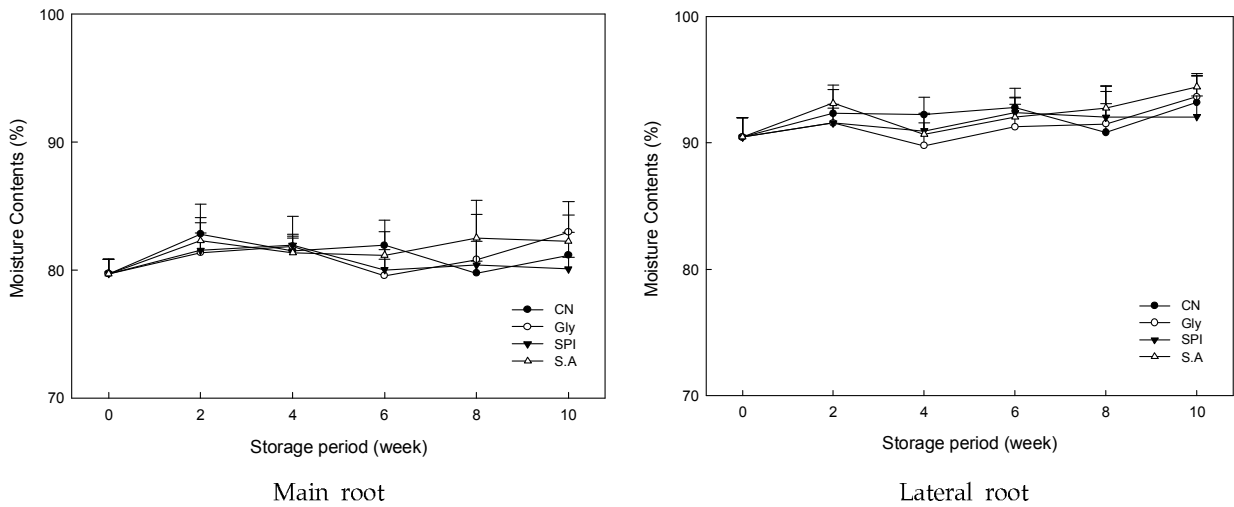


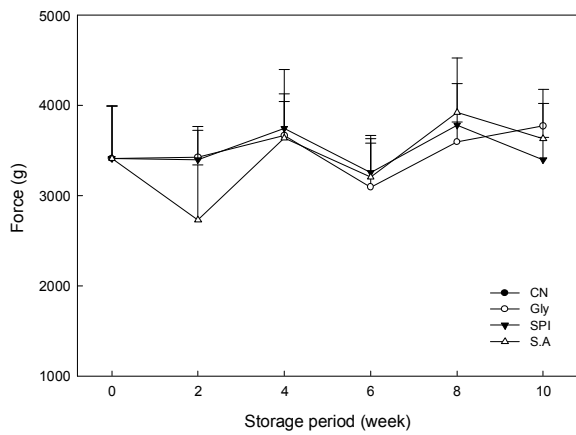
Fig. 3-18. Changes in moisture contents of fresh ginseng treated with different surfactants during storage

· 경도

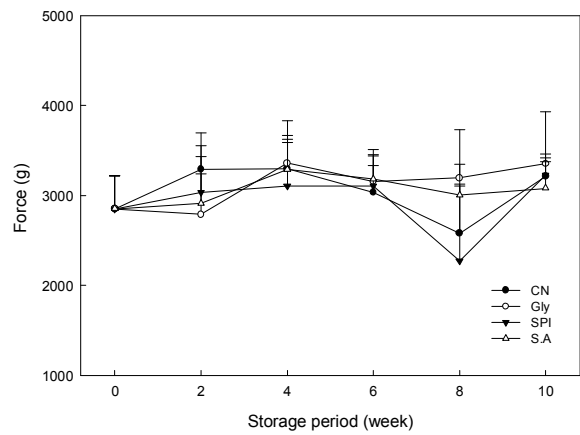
저장기간 중 피막처리방법에 따른 수삼의 물성변화를 peak 중 껍질부위, 나이테부분, 과심부분으로 3지점의 값으로 구분하여 조사하였던 바 그 결과는 다음과 같다.

수삼표면의 피막처리에 따른 저장기간 중 경도변화를 알아본 바 우선 외피 부분의 Peak 1 값은 주근과 지근 모두 저장기간이 경과함에 따른 차이가 뚜렷하지 않았으며, 처리구에 따른 차이 역시 유의적이지는 않았다. 수삼의 내부 중간부위의 경도를 나타내는 Peak 2는 주근의 경우 저장기간 내내 경도 값은 거의 동일하거나 약간 감소한 값을 나타냈으며, 지근의 경우도 경도 값이 거의 동일하거나 약간 증가한 것으로 나타났다. 수삼 내부 중심부위의 경도를 나타내는 Peak 3에서는 주근의 경우 알긴산염 처리군이 저장기간 경과에 따라 경도 값이 감소하는 것이 가장 명백하게 나타났으며, 대조구, SPI는 저장기간이 경과함에 따라 경도 값이 유사하거나 약간 감소하였고, 글리세롤처리군의 경우는 초기와 거의 유사한 값을 보였다. 지근의 경우 실험구중 대조구에서만 저장기간이 경과됨에 따라 경도가 감소하였으며, 글리세롤, SPI, 알긴산염의 경우 초기와 거의 유사하거나 약간 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 3-19).

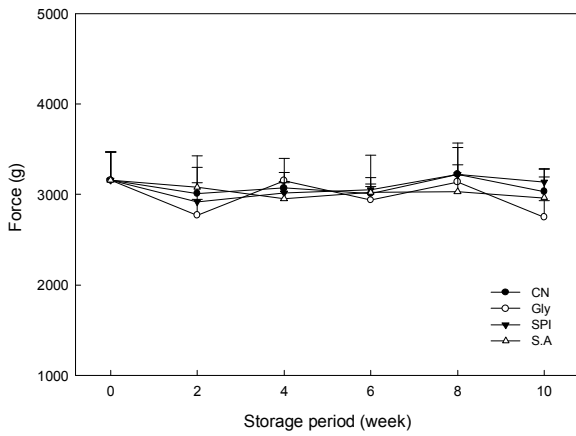
이 같은 결과는 수삼의 개체에 따른 오차를 줄이기 위해 시료의 반복수를 3회로 하였지만 수삼의 개체별 편차가 크기 때문에 나타난 결과 사료되었으며, 이에 따라 피막 처리방법에 따른 저장 중 경도변화는 유의적인 차이를 보이지 않았다.



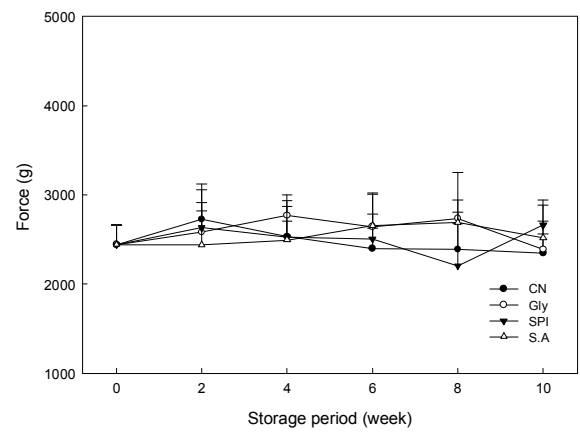
Main root, peak 1



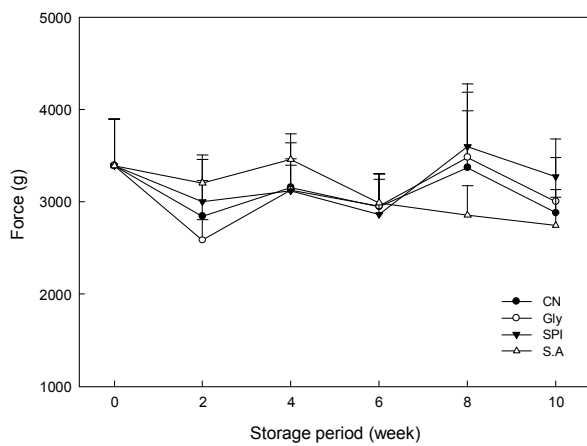
Lateral root, peak 1



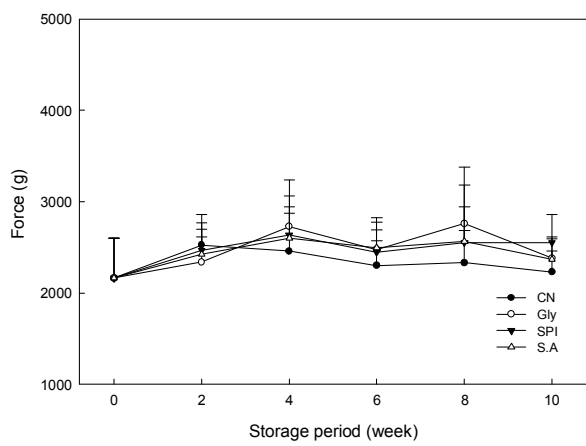
Main root, peak 2



Lateral root, peak 2



Main root, peak 3



Lateral root, peak 3

Fig. 3-19. Changes in firmness of fresh ginseng treated with different surfactants during storage (peak 1: outer side of root, peak, peak 3: central area of the root)

· 표면색상

수삼의 피막처리에 따른 저장기간 중 표면색도 값의 변화를 관찰하기 위해 수삼의 주근부위 표면을 Hunter colorimeter를 이용하여 측정한 후, L, a, b 값을 통해 ΔE 값을 구한 바 L값은 저장기간이 경과됨에 따라 전반적으로 모든 처리구에서 감소하였으며, a값은 초기값과 거의 유사하였고, b값은 저장기간이 경과됨에 따라 증가하는 추세를 보였다. ΔE 의 경우 처리구별로 차이가 있었으며, SPI 처리군의 색 변화가 가장 눈에 띄게 큰 것으로 나타났고, 글리세롤처리군 및 알긴산염 처리군은 대조군과 유사한 값을 나타냈다(Fig. 3-20).

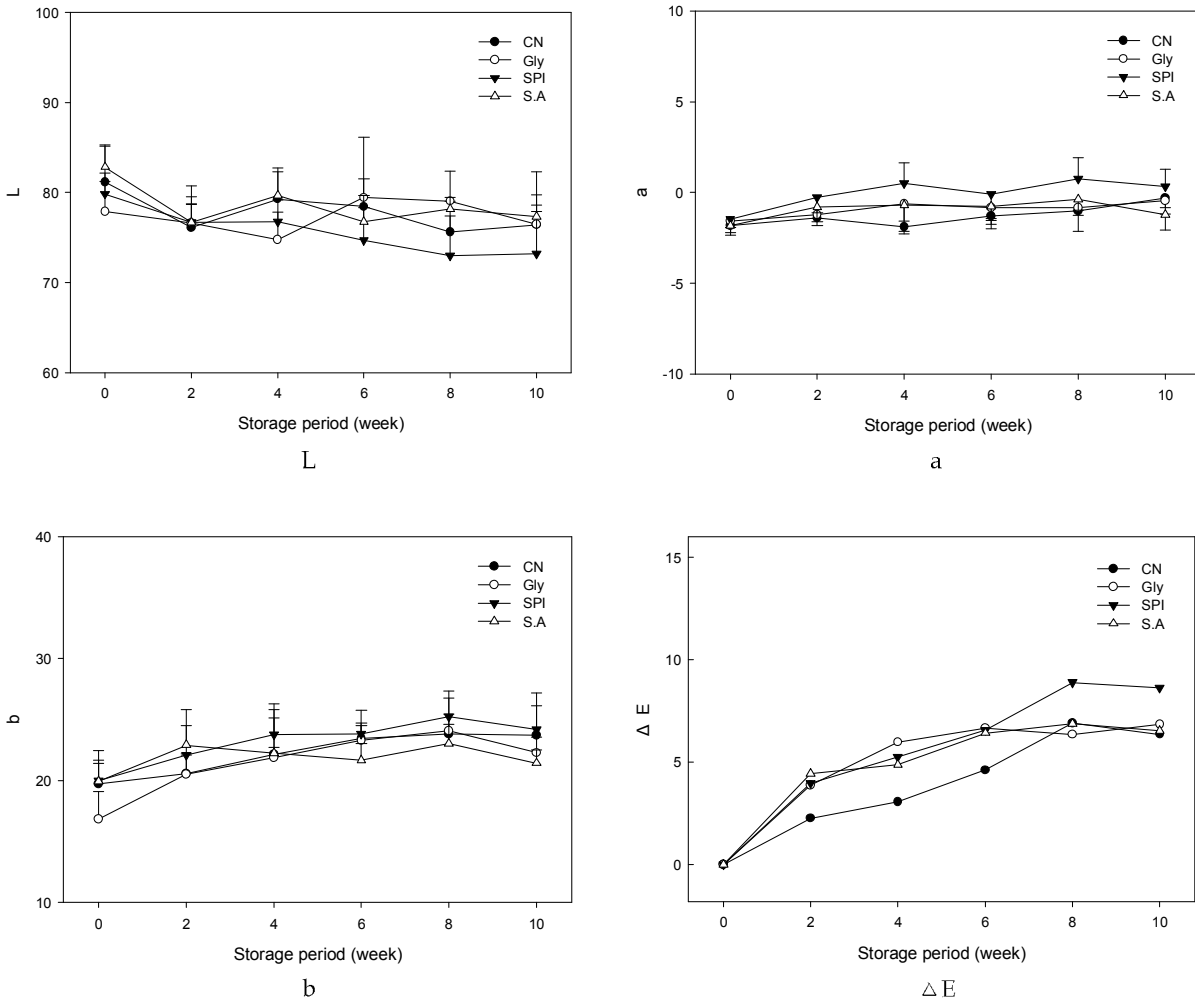


Fig. 3-20. Changes in surface color of fresh ginseng treated with different surfactants during storage

· 표면 미생물 변화

수삼을 각각의 방법에 따라 피막처리한 후 저장기간에 따른 총균수 및 곰팡이수의 변화를 조사하였던바 총균수의 경우 저장 초기는 3.71-3.96 log CFU/g로 처리구간 유사한 수준이었으나 저장기간이 경과함에 따라 처리구별로 차이를 보이며 증가하였다. 특히 처리구중 SPI처리구의 경우 대조구 및 다른 처리구에 비하여 높은 값을 보였다. SPI 처리구 이외 글리세롤 처리구 및 알긴산염 처리구는 저장 중 처리구간에 약간의 차이를 보였으나 전반적으로는 그 차이가 뚜렷하지 않았다.

곰팡이의 경우 저장 초기 3.16 log CFU/g 수준이었고, 저장 중 변화는 총균의 경우에 비하여 크지 않았다. 저장기간 중 처리구간의 곰팡이 증식 정도를 비교하여 보면 전반적으로 알긴산염 처리구의 경우 저장 변화가 거의 없었고, 대조구 및 다른 처리구에 비해서 가장 낮은 값을 유지하였다. SPI 처리구의 경우 저장 4주 후까지는 다른 처리구와 큰 차이를 보이지 않았으나 저장 6주 후부터는 대조구보다도 약간 높은 수준을 나타내었다(Fig. 3-21).

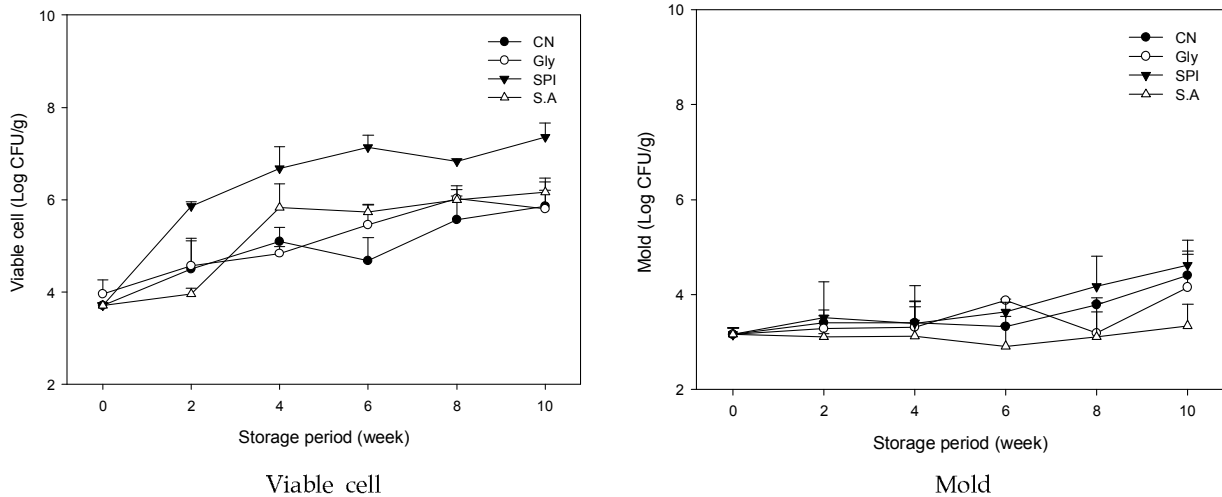


Fig. 3-21. Changes in microbial population on surface of fresh ginseng treated with different surfactants during storage

· 관능적 품질

수삼의 표면 코팅방법에 따른 저장기간 중 관능적 품질변화조사로 수삼의 전반적인 품질, 뇌두 부위의 상태, 주근부위의 상태, 지근부위의 상태, 세근부위의 상태, 고유의 향 및 고유의 맛으로 각 문항에 따라 5점 척도를 제시하여 외관 상태가 우수하게 유지되었으면 4-5점, 외관 상태가 양호하고 상품가치가 인정되면 3점, 상품가치가 없는 경우 2-1점으로 구분하여 평가한 바, 그 결과는 다음과 같다. 표면처리에 따른 수삼의 관능적 품질은 초기에는 시료별 차이가 거의 없었으나, 저장 6주 후부터 차이가 발생하였다. 저장 6주 후 SPI처리군은 수삼표면에 갈변화가 발생되었으며, 이로 인한 외관상의 품질저하가 발생되었다. 저장 8주 후부터는 전체적으로 대조구를 포함한 모든 처리군에서 뇌두부위의 품질 저하가 발생되기 시작하였는데 이중 글리세롤과 SPI처리군은 각각 3.00로 초기 4.83에 비하여 품질저하가 심했으며, SPI 처리군의 경우 뇌두뿐 아니라 세근의 품질저하도 발생되었으며, 이취도 감지되었다. 저장 10주후에는 부위별 품질저하로 인한 외관상의 품질저하가 발생되었는데, 이중 특히 뇌두의 품질저하가 매우 컸다 (Fig. 3-22). 시료별로는 대조구가 2.17로 가장 낮았으며, SPI 처리군도 2.50 이었고, 글리세롤은 2.67, 알긴산염 3.00로 알긴산염의 뇌두부위 품질저하가 가장 적었다. 주근과 지근도 전체적으로 품질 저하가 일어났으나, 3.30~4.00으로 비교적 양호한 편이었다. 세근의 경우는 SPI 처리군의 품질이 가장 낮은 2.50 으로 나타났으나, 다른 처리군은 3.17~3.67로 비교적 품질이 양호했다. 특히 알긴산염은 3.67로 나타나 세근부위의 상태도 뇌두와 마찬가지로 가장 높은 점수를 얻었고, 저장기간이 경과 하였으나 고유의 맛에는 크게 영향을 주지 않아 초기 값과 거의 유사한 점수를 얻었다(Fig. 3-23).

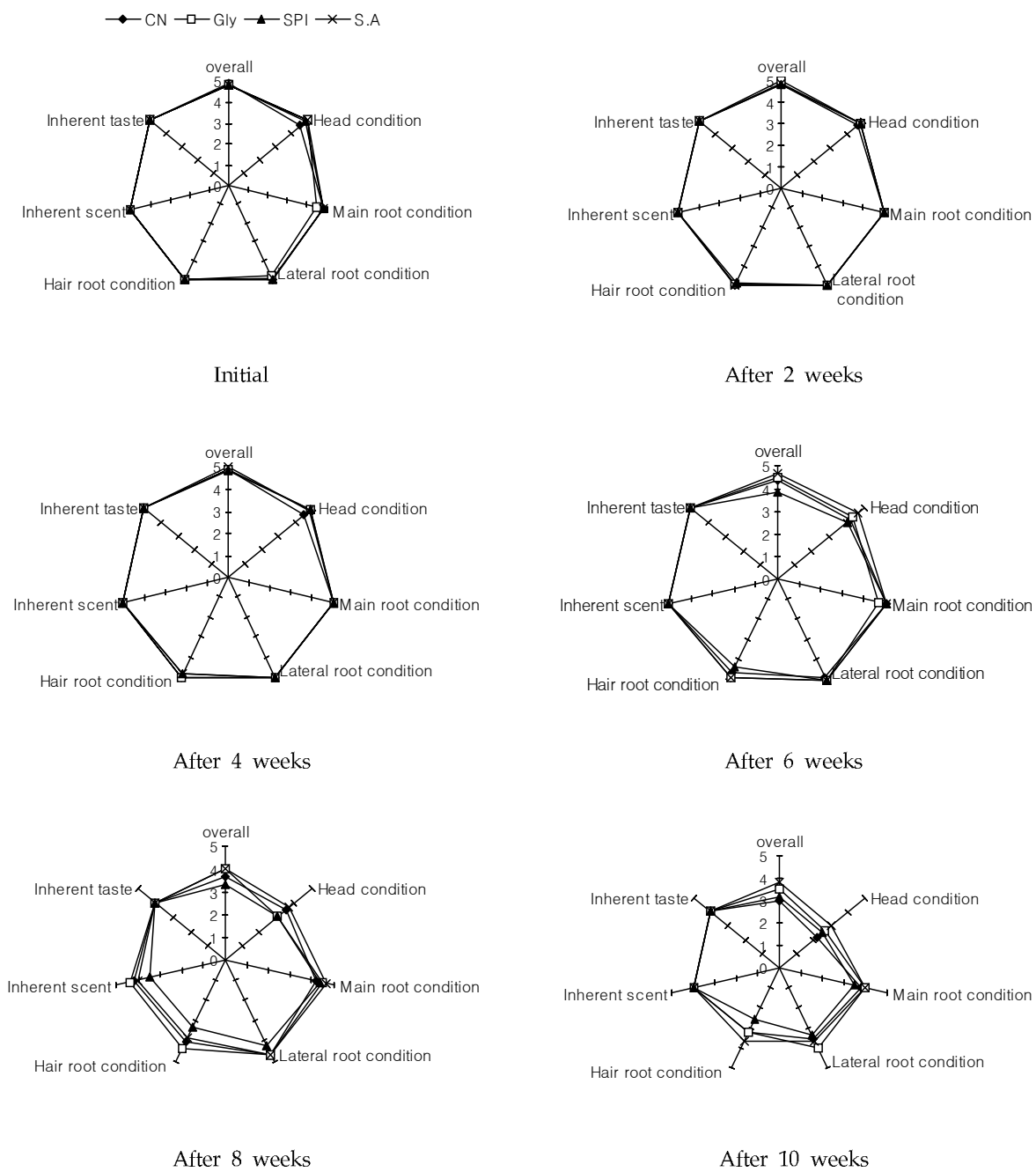


Fig. 3-22. Organoleptic quality of fresh ginseng coated with various surfactants at different storage periods

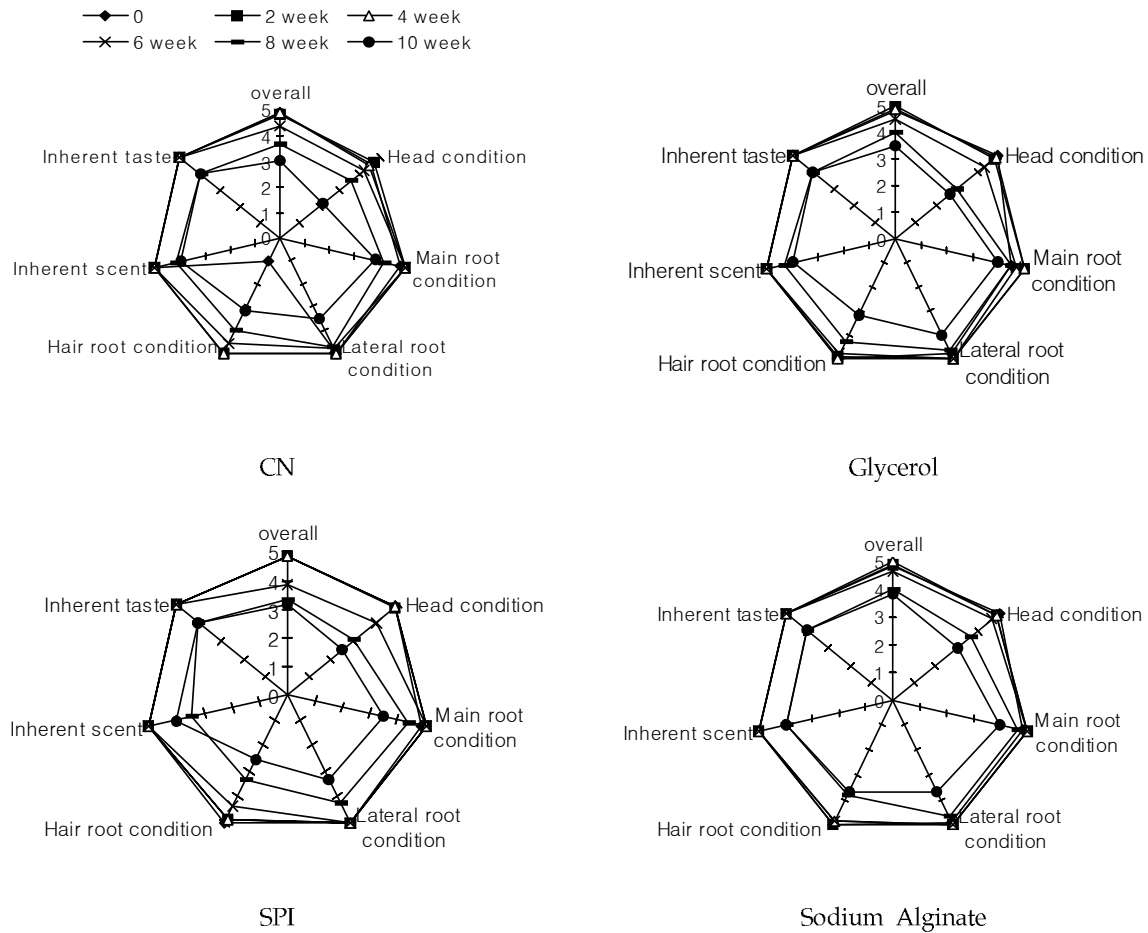


Fig. 3-23. Changes in organoleptic quality of fresh ginseng treated with different surfactants during storage

나) 복합형 피막제 처리 연구

1차 실험 내용을 바탕으로 피막처리 조건을 변화하여 2차로 복합 피막제 처리 실험을 수행하였다. 시료의 처리로 수삼을 선별하여 흐르는 물에 1분간 솔질하여 세척한 후, 탈수기로 2분간 처리하였다. 세척한 수삼은 각기 아래와 같이 다른 방법으로 피막을 처리한 후, 미생물의 오염을 방지하기 위해 덮개를 덮은 상태로 상온에서 3시간 건조하여 PP 용기당 2개씩 넣고, OPP 0.035mm 필름을 사용하여 밀봉하였으며, 유통온도를 고려하여 10℃저장고에서 4주간 저장하면서 품질변화를 측정하였다.

구분	피막처리방법	건조 여부	포장처리방법
CN	대조구 (무)	무	
Gly 5%	글리세롤 5% 처리	상온 30분 건조	
SPI/Et	Soybean Protein Isolate 5%(pH 10) 처리 후, 100% 에탄올에 30초간 침지	상온 3시간 건조	Tray(PP), OPP 0.035mm,
S.A	Sodium Alginate 0.5%처리	상온 3시간 건조	산소 20%, 질소 80%
S.A/Ca	Sodium Alginate 0.5%처리 후, CaCl ₂ 1.5%처리	상온 3시간 건조	
S.A/Gly	Sodium Alginate 0.5%처리 후, 글리세롤 5% 처리	상온 3시간 건조	

· 포장 내 공기조성

피막처리한 수삼의 저장 중 포장 내 가스조성을 2주 간격으로 분석한 바 그 결과는 다음과 같다. 전체적으로 모든 처리군에서 저장기간이 경과함에 따라 CO₂농도는 증가하였고, O₂농도는 감소하였는데, 주원인은 포장 내 수삼의 호흡에 의한 것이라고 사료된다. CO₂ 농도변화를 시료별로 살펴보면 저장 2주 후에는 8.8%를 나타낸 알긴산염+글리세롤 처리구의 농도가 가장 낮았으며, 대조군은 12.0%였고, 글리세롤 처리군의 경우 11.0%로 나타났으며, SPI+에탄올 처리군은 14.1%이었고, 알긴산염 처리군과 알긴산염+염화칼슘 처리군의 경우 각각 11.8% 및 11.8%로 나타났다. 저장4주 후에는 전체 처리군 중 글리세롤 처리군이 13.5%로 가장 낮게 나타났으며, 알긴산염+염화칼슘 처리군이 13.8%였고, 알긴산염 처리군과 알긴산+글리세롤 처리군이 각각 14.3%와 14.9%로 나타났고, 알긴산염 처리군은 15.9%였으며, 마지막으로 대조군이 가장 높은 17.5%로 나타났다. 저장 2주후 처리구별 O₂ 농도는 CO₂ 농도와 반비례하는 경향을 보였으며, 4주후에는 처리구간에 뚜렷한 차이를 보이지 않고 거의 유사한 수준을 유지하였다(Fig. 3-24).

· 중량감소

피막처리 후 저장기간에 따른 수삼의 중량 감소를 조사하고자 포장 직후의 무게와 저장기간이 경과한 후 시료의 무게를 비교해 본 바 전반적으로 저장기간이 경과함에 따라 중량 감소율은 증가되었는데, 저장 2주 후까지는 0.01%~0.15%정도의 중량 감소율을 보이다가 저장 4주후에는 대조군이 가장 높은 0.41%의 감소율을 보였으며, SPI+에탄올 처리군도 0.36%로 비교적 높게 나타났다. 알긴산염과 알긴산염+글리세롤 처리군은 각각 0.32%와 0.30%이었으며, 알긴산염+ 염화칼슘처리군은 0.22%로 비교적 낮았으나 가장 낮은 처리군은 0.14%의 중량이 감소된 글리세롤 처리군으로 나타났다(Fig. 3-25).

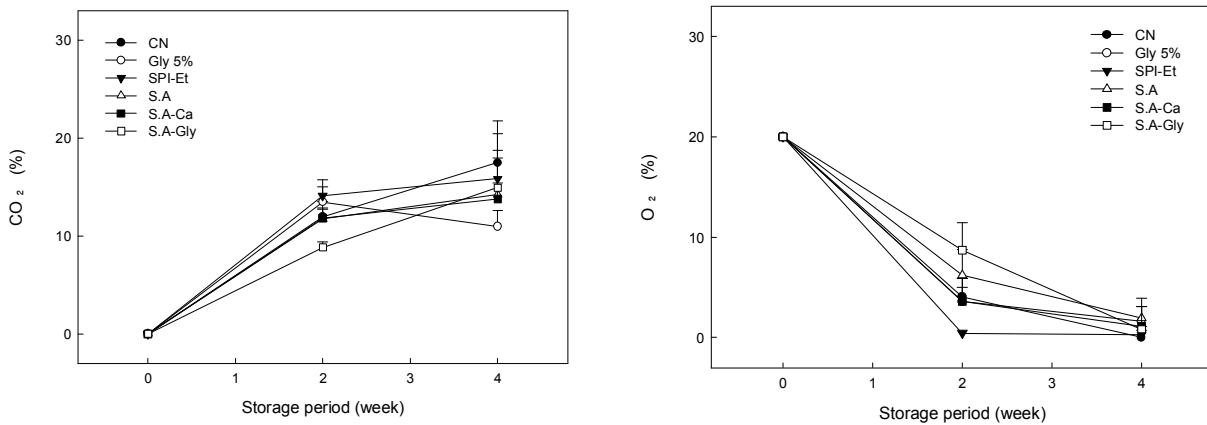


Fig. 3-24. Changes in CO₂ and O₂ concentration in packages of washed fresh ginseng treated with different surfactants during storage

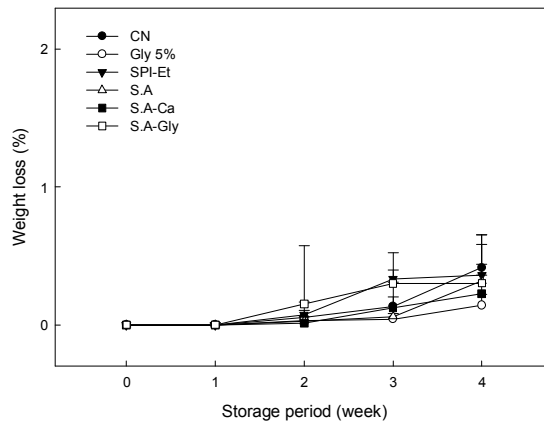


Fig. 3-25. Changes in weight loss of washed fresh ginseng treated with different surfactants during storage

· 경도

피막처리 방법에 따른 수삼의 저장기간 중 수삼의 경도 값의 변화를 조사하였다. 경도는 주근 중심부위의 texture profile상 나타난 peak를 껍질부위, 나이트부분, 과심부분의 3지점으로 구분하여 나타내었다. 전체적으로 수삼의 경도는 다소 감소하거나 약간 증가하는 경향을 보였는데 껍질부위의 Peak 1의 경우 초기에 3,312.1g~3,975.8g로 초기 값의 차이가 많은 것으로 나타났으며, 저장 기간이 경과함에 따라 전체 3,179.4g~3,556.6g 정도의 값을 나타냈다. 시료별로 살펴보면 알긴산염+염화칼슘 처리군의 경우 저장 2주후부터 약 3,300g의 경도로 꾸준히 감소하여 4주후에는 3,358.8g의 경도를 보였고, 알긴산염+글리세롤 처리군 또한, 3,179.4로 현저한 경도 값의 저하가 나타났으며, 나머지 처리군은 개체별 차이로 인해 유의적인 결과를 보이지 않았다. 나이트 부분인 Peak 2의 경우도 개체별 차이가 발생되어 초기에 3,068.5g~3,566.9g의 경도를 나타냈으며, 저장기간이 경과함에 따라 저장 4주후에는 2,977.6g~3,370.0g로 나타나 다소 감소하거나 약간 증가하였으며, 그 결과가 유의적이지는 않았다. 마지막으로 과심부분인 Peak 3은 초기에 3,269.6g~3,873.4g로 나타나 초기 값의 차이가 많은 것으로 나타났으며, 저장 기간이 경과됨에 따라 대조군과 SPI+에탄올 처리군을 제외한 모든 처리군에서 경도 값이 감소되었다. 글리세롤 처리군의 경우 초기 3,401.9g이었으나, 저장 4주 후에 3,123.5g로 감소되었고, 알긴산염 처리군은 초기 3,354.8g에서 3,296.5g로, 알긴산염+염화칼슘 처리군의 경우 초기에 3,873.4g에서 3,534.2g로, 마지막으로 알긴산염+글리세롤 처리군 또한 초기 3,762.0g에서 3,276.1g로 각각 감소되었다(Fig. 3-25).

· 표면색상

수삼의 저장기간 중 표면색도 값의 변화를 조사하였던 바 전반적으로 ΔE는 저장기간이 경과됨에 따라 계속적으로 증가되었으며, b값도 증가되는 추세를 보였다. ΔE값은 저장기간에 따라 대조구가 6.15로 가장 크게 변화한 것으로 나타났고, 알긴산염+염화칼슘 처리군이 2.93로 변화가 가장 적었으며, 나머지 처리군의 경우 4.20~4.56의 수준으로 대조구에 비해서는 그 값이 낮았다. 황색정도를 나타내는 b값은 대조구의 경우 초기 22.78에서 저장 4주후 28.76으로 증가하였는데 표면 처리군의 경우 대조군에 비해 저장 중 b값의 변화는 적었으며 알긴산염+글리세롤 처리군 및 알긴산염+염화칼슘 처리군의 경우 다른 처리군에 비해 낮은 것으로 나타났(Fig. 3-26).

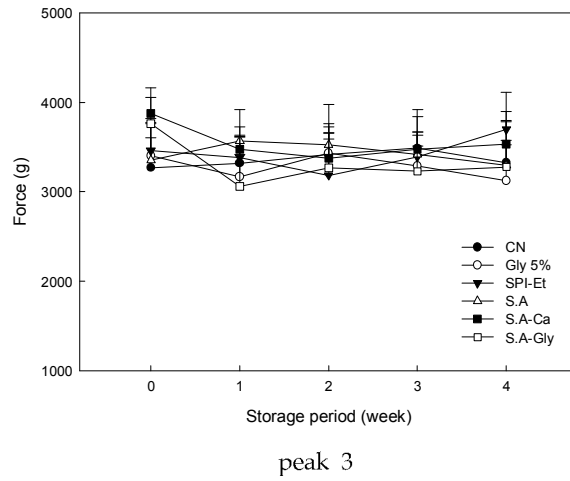
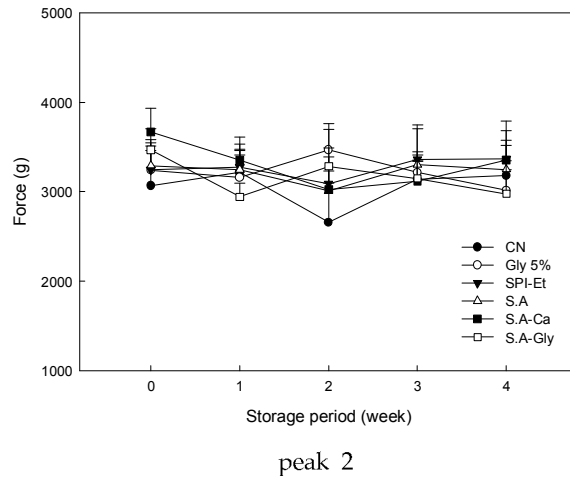
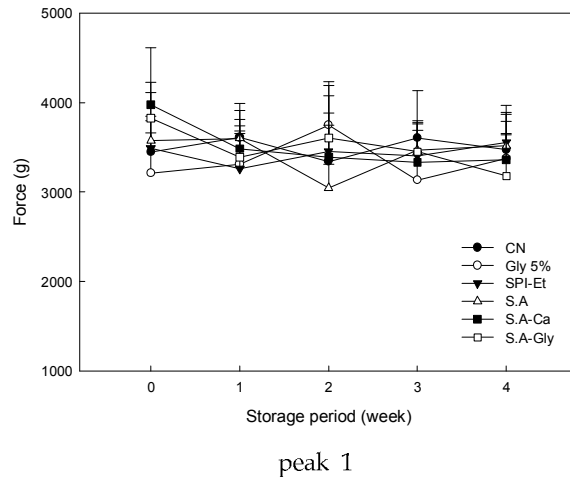


Fig. 3-25. Changes in firmness of washed fresh ginseng treated with different surfactants during storage

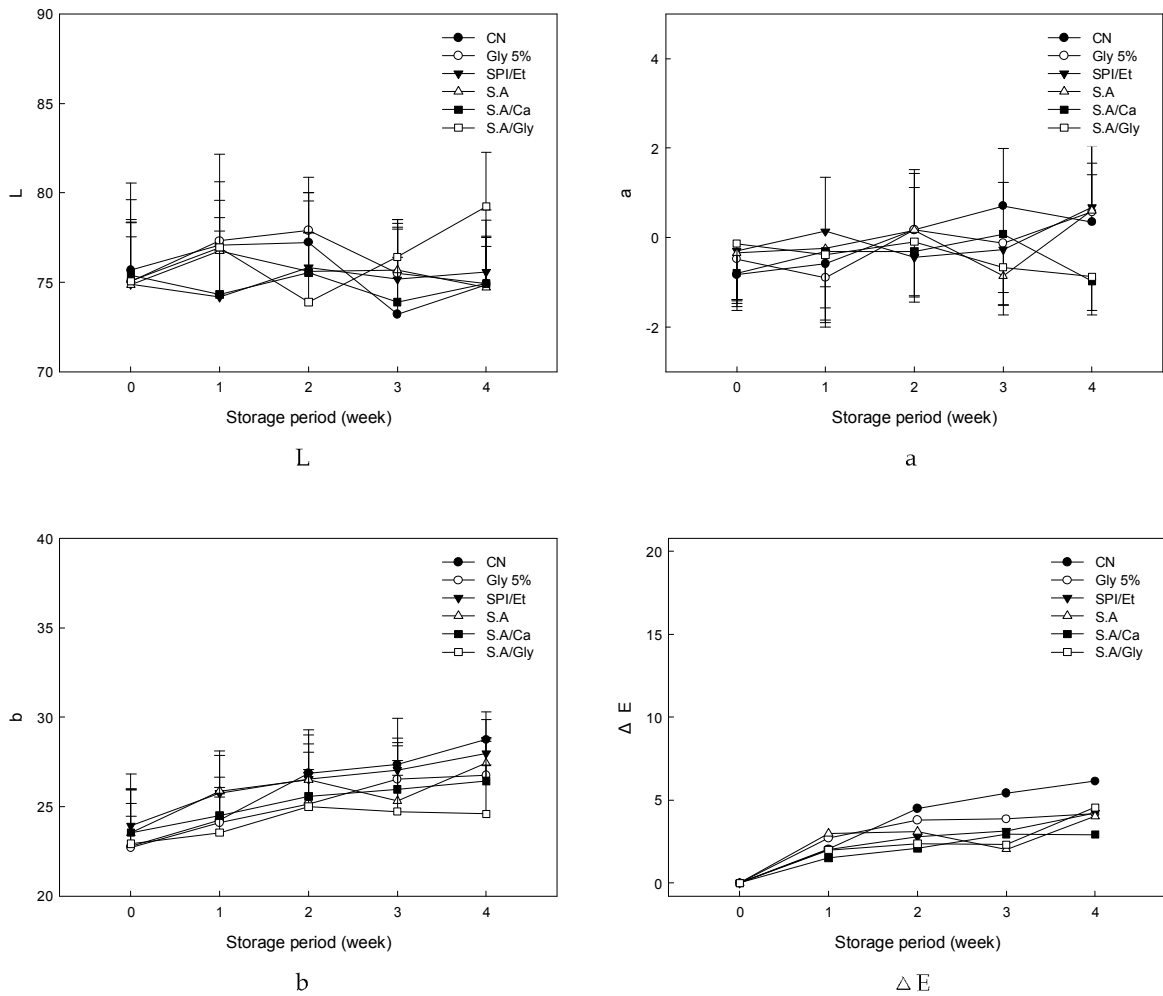


Fig. 3-26. Changes in surface color of fresh ginseng treated with different surfactants during storage

· 미생물 수준

피막처리가 저장 중 수삼의 표면 미생물억제에 미치는 영향을 조사하였던바 초기 값은 총균과 곰팡이 모두 SPI+에탄올 처리군에서 가장 낮은 3.97 log CFU/g와 2.92 log CFU/g을 나타냈고, 저장기간이 경과함에 따라 이 값은 증가하였으나 저장 종료시점에도 다른 처리구에 비해 가장 낮은 총균 6.37 log CFU/g 와 곰팡이 4.03 log CFU/g로 나타났다. 이는 에탄올 처리로 인한 감균작용이 주원인이라 사료된다. 다음으로 알긴산염의 총균과 곰팡이 수준이 각각 초기 4.68 log CFU/g와 3.19 log CFU/g였으며, 저장 4주후에는 7.13 log CFU/g와 4.66 log CFU/g로 나타나 비교적 미생물 제어에 효과가 있는 것으로 나타났다. 나머지 처리군의 경우 대조구의 총균과 초기값인 4.71 log CFU/g에 비해 0.30~0.37 log CFU/g정도 높았다. 곰팡이 수의 경우 대조군은 3.84 log CFU/g였으며, 다른 처리군에서는 ± 0.20 log CFU/g정도의 차이가 발생되었다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 총균은 7.62 log CFU/g로 매우 높게 나타났으며, 글리세롤 처리군과 알긴산염+글리세롤 처리군에서는 각각 7.65 log CFU/g와 7.68 log CFU/g로 나타나 대조군과 유사한 값을 보여줬다. 알긴산염+염화칼슘의 경우 7.26로 나타나 비교적 낮은 미생물 수준을 보였다. 곰팡이 수의 경우 대조구에서 4.97이였으며, 대조구를 제외한 모든 처리구에서 0.6 ~ 0.3 log CFU/g 가량 낮은 곰팡이 수를 보였다(Fig. 3-27).

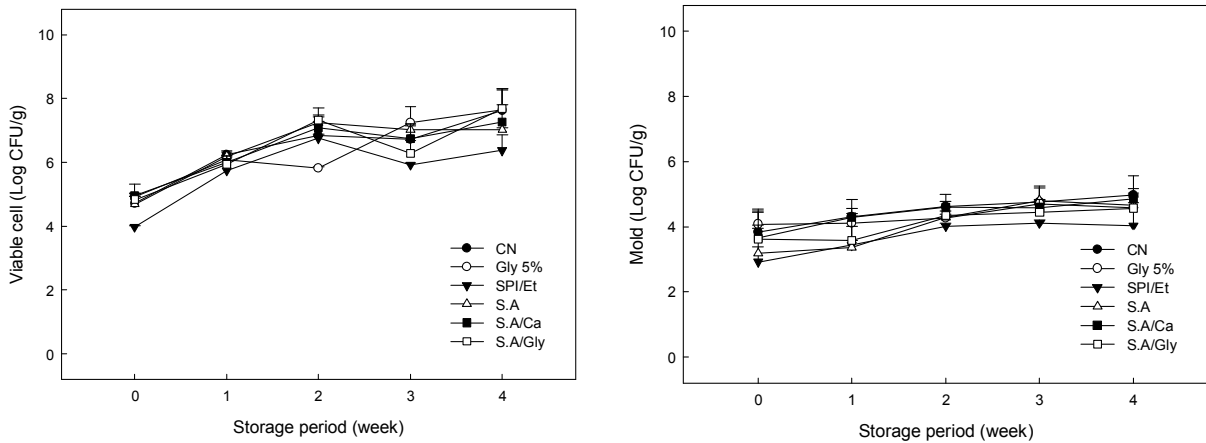


Fig. 3-27. Changes in microbial population on surface of fresh ginseng treated with different surfactants during storage

· 관능적 품질

표면처리방법에 따른 수삼의 저장기간 중 관능적 품질변화를 관찰하기 위해 수삼을 전반적인 품질, 뇌두부위의 상태, 주근부위의 상태, 지근부위의 상태, 세근부위의 상태, 고유의 향, 고유의 맛으로 각 문항에 따라 5점 척도를 제시하여 외관 상태가 우수하게 유지되었으면 4-5점, 외관 상태가 양호하고 상품가치가 인정되면 3점, 상품가치가 없는 경우 2-1점으로 구분하여 평가하였다. 저장기간이 경과함에 따라 처리에 따른 정도차이는 있지만 전체적으로 품질저하가 발생되었다. 저장 초기에는 전체적으로 4.25~4.00로 비교적 전체적으로 상태가 양호하였으나, 저장 3주후부터 품질저하가 발생되어 시료별로 살펴보면, 대조군의 경우 뇌두 부위와 세근 부위의 품질저하가 심화되어 각각 2.67의 낮은 점수를 보였고, SPI+에탄올 처리군은 뇌두 부위의 품질저하 및 이취가 감지되어 2.33과 2.83의 점수를 나타내었으며 전체적으로 뇌두 부위는 2.67~3.00, 세근 부위 또한 2.83~3.33의 품질저하를 보였다.

저장 4주후에는 품질저하가 심화되었으며, 뇌두와 세근의 품질저하와 함께 이취가 발생되었는데, 뇌두의 품질저하가 가장 심각한 것으로는 글리세롤 처리군 2.67이었고, 다른 시료들은 2.83~3.00으로 나타났다. 세근부위의 경우 대조군 및 알긴산염 처리군, 알긴산염+염화칼슘, 알긴산염+글리세롤 처리군에서 모두 2.83±0.45~0.75로 나타나 품질저하가 가장 심하였고, 글리세롤 처리군이 3.50로 가장 품질이 양호하였으며, SPI+에탄올처리군도 3.00으로 나타나 비교적 양호한 것으로 나타났다. 고유의 향에서는 SPI+에탄올처리군이 2.33으로 가장 이취발생이 심하였고, 대조군과 알긴산염+염화칼슘 및 알긴산염+글리세롤 처리군은 2.83 이었으며, 알긴산염은 3.00이었고, 글리세롤 처리군의 경우 3.33로 비교적 양호한 상태를 보였다. 이러한 결과를 종합하여 보면 전반적으로 글리세롤 처리군이 가장 좋으며, 알긴산염 처리군도 비교적 좋은 것으로 평가되었다(Fig. 3-28).

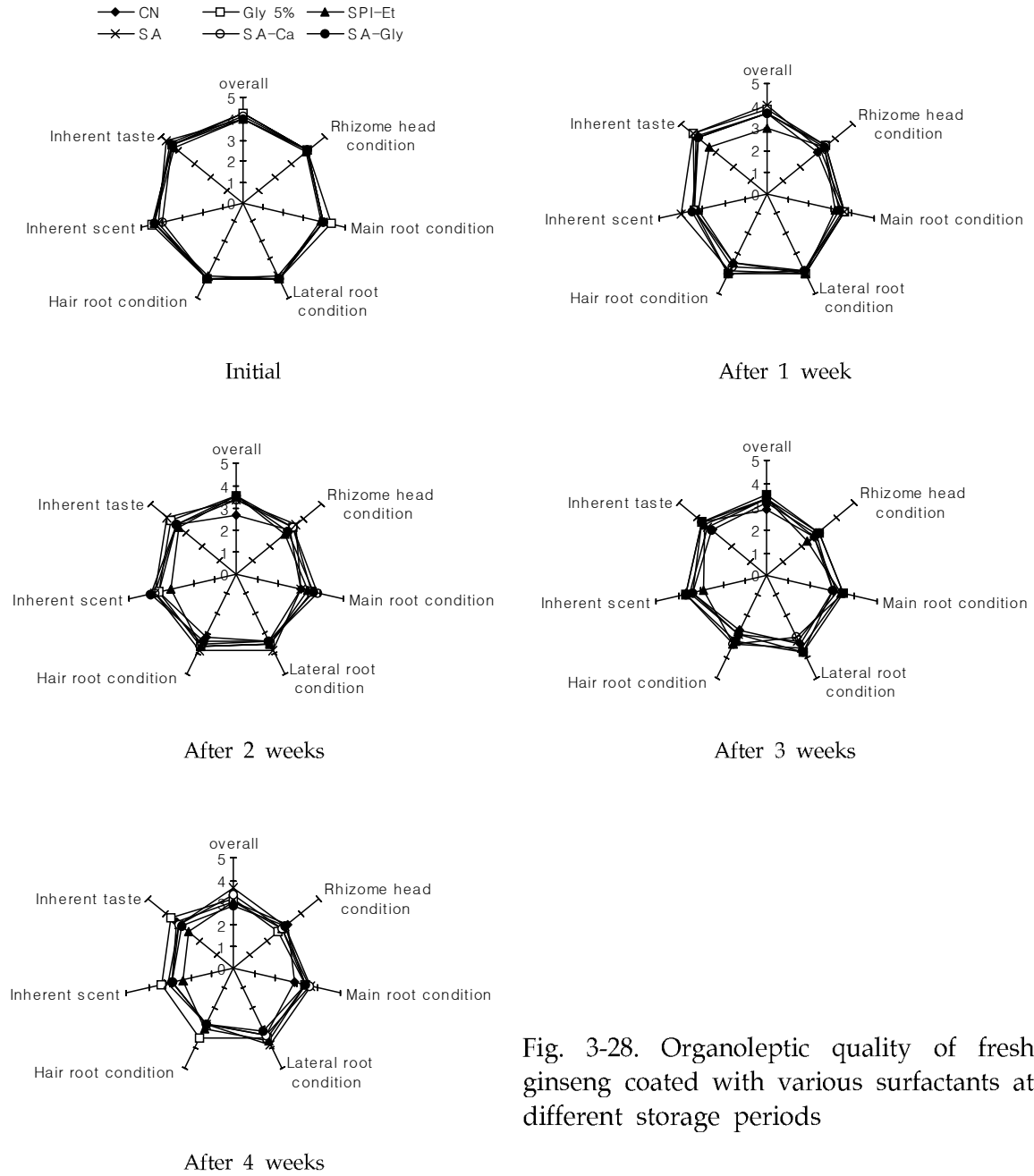


Fig. 3-28. Organoleptic quality of fresh ginseng coated with various surfactants at different storage periods

이러한 결과를 처리군 별로 구분하여 보면 저장기간이 경과됨에 따라 대조구의 경우 뇌두 및 세근의 품질저하가 가장 컸으며, 글리세롤 처리군은 전체처리군 중 맛과 향 및 외관에서 관능적 품질이 가장 우수하였지만 뇌두 부분의 변질은 저장기간이 경과됨에 따라 다소 발생되었다. SPI+에탄올 처리군은 저장 2주후부터 이취가 감지되었으며, 뇌두부분의 변질과 함께 지속적인 품질저하가 발생되었다. 알긴산염 처리군의 경우 세근의 품질저하가 발생되었으나 전체적으로 관능적 품질이 우수하였다. 알긴산+염화칼슘 처리군 및 알긴산+글리세롤처리군도 저장기간이 경과함에 따라 뇌두와 세근의 품질저하가 나타났다(Fig. 3-29).

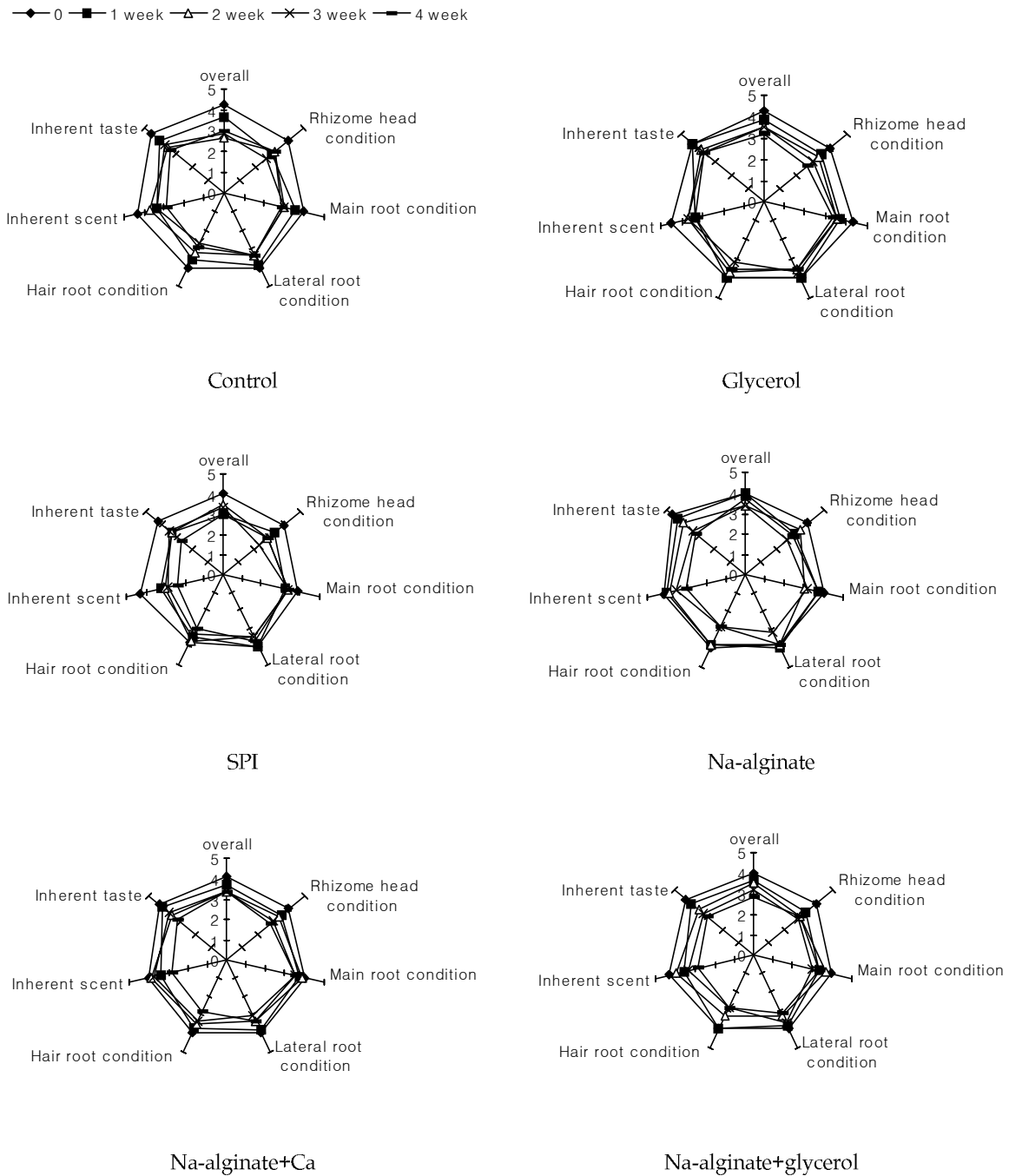


Fig. 3-29. Changes in organoleptic quality of fresh ginseng treated with different surfactants during storage

라. 세척수삼의 적정 포장용기 연구

수삼의 적정 포장구조 연구로 시판 수삼의 형태학적 특성과 수삼의 MAP 포장방법에 따른 품질 특성 실험결과, 시판 포장수삼의 포장 실태 조사를 기본으로 소비자 설문(위탁과제)을 통한 수삼 구매단위 및 포장방법 별 소비자의 선호도 조사자료 활용하여 수삼의 적정 포장 구조 및 포장방법을 결정하였다. 포장 내 보습효과 부여기술연구로 세척 수삼의 유통가능 온도범위 내에서 포장재(선발된 PP용기)별 용기 내 상대습도를 조사하고, 포장상단 리드내면에 응결된 수분제거를 위해 부직포 등의 처리와 포장 전 품온 조절 방법을 적용하였다. MAP처리가 품질에 미치는 영향연구로 1차년도 연구결과를 바탕으로 세척수삼을 PE필름 포장 및 PP 용기에 OPP 필름을 lid로 밀봉 포장하였고, 포장 내 가스조성을 공기, 공기의 50% 및 100% 치환구를 설정하여 각 포장 조건에 따른 저장 중 품질 변화를 조사하고, 이 처리 중 가장 품질유지에 효과적인 처리방법을 도출하였다. MAP처리의 미생물억제에 미치는 영향연구로 세척 수삼을 PE필름 포장 및 PP 용기에 OPP 필름을 lid로 밀봉포장 하였고, 포장 내 가스조성을 공기, 공기의 50% 및 100%치환구를 설정하여 각 포장 조건에 따른 미생물 변화를 조사하였다. 단독 및 복합형 피막제 처리 연구로 수삼의 세척처리 시 손상된 표면으로부터 수분의 감소 및 미생물 증식 등을 억제할 수 있는 피막처리를 위하여 식품소재로서 안정성이 인정된 글리세롤, SPI 및 알긴산염 용액에 수삼을 각각 침지한 후 표면을 건조하여 PP용기와 OPP (0,035 mm) lid로 밀봉포장 처리하였다. 또한 복합처리로는 피막처리제의 응결을 빠르게 하기 위해 SPI 처리 후 에탄올 처리, 알긴산소다 처리 후 염화칼슘처리를 하였고 단독 처리 시 효과를 보인 글리세롤처리와 알긴산염 용액처리를 병행하였다.

1) 세척수삼의 적정포장용기 연구

세척수삼의 유통 시 소비자의 선호도 및 품질유지에 적합토록 기존의 포장방법을 개선키 위한 연구로 산지 및 시중에 유통되고 있는 수삼을 등급별로 수집하여 중량, 굵기 및 길이 등 외형 특성을 조사하였고, 이를 바탕으로 수삼의 포장에 적합한 용기의 구조에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구를 통하여 설정된 포장용기를 이용하여 수삼을 포장 유통 중 포장 내 수삼의 수분 감소 등으로 인한 중량감소를 억제키 위하여 포장용기 상단 리드 부위의 밀봉에 적합한 필름 선발을 위하여 필름 재질에 따른 용기 내 상대습도변화를 조사하였다.

· 시판 수삼의 중량 및 크기분포 조사

현재 시판되고 있는 세척 수삼은 나이론에 폴리에틸렌을 증착한 필름(Ny+PE)으로 진공포장을 하여 유통시키고 있는데 이와 같은 방법은 수삼의 외형적 특성이 전혀 고려되어 있지 않고, 공급자의 편이성만을 중시한 포장으로 다른 농산물에 비하여 고가인 수삼의 상품성을 저해하고 소비자의 구매욕을 떨어뜨리는 요인으로 작용하고 있다. 또한 기존 세척 수삼의 포장 안에는 1-2인의 소단위 가족의 삼계탕용을 주목표로 2-3뿌리(50-100g)의 소편의 수삼이 들어 있어 이외 기타 용도로 필요로 되는 이 이상의 수삼을 포장하기에는 한계가 있다. 또한 수삼자체는 호흡률이 매우 낮아 진공포장을 함으로서 어느 정도의 선도 유지효과를 얻을 수 있으나, 유통 중 품온의 변화 등으로 인해 포장 내 탄산가스 축적으로 인한 진공 풀림현상이 발생하고 내용물로부터 이취가 발산되어 상품성을 잃는 경우가 종종 발생하고 있다. 이에 본 연구에서는 수삼

의 적정 포장방법을 도출하기 위하여 기본이 되는 수삼의 굵기, 크기 및 무게에 대한 분포를 조사하였다. 수삼의 외형적 특성을 조사하기 위해 인삼포에서 수삼을 수확한 직후 현지에서 적용되고 있는 등급구분 방법에 따라 수삼을 분류한 후 포장구조 중, 폭에 영향을 주는 인자로 날개의 중량, 주근 및 지근의 둘레 및 두께를 조사하였고, 포장의 구조 중 길이에 영향을 주는 인자로 뇌두, 주근, 지근 및 전체부위를 측정하였다.

수삼을 1-4등급, 삼계 대·중·소, 난발 대·소로 등급을 구분하여 각 등급별 외형 특성을 비교하였던바 중량의 경우 1등급은 79.16±9.06g, 2등급은 59.40±8.88, 3등급은 43.00±6.69g, 4등급은 28.75±5.30g, 삼계 대는 15.90±2.83g, 삼계 중은 10.10±2.65g, 삼계 소는 6.75±1.83g 이었다. 수삼 주근의 부위를 상, 중, 하로 구분하여 둘레를 측정하였던바 중간 부위가 '상' 이나 '하'부위에 비해 굵었으며, 이를 등급별로 보면 1등급은 9.98±1.72cm, 2등급은 8.52±0.71cm, 3등급은 7.67±0.40cm, 4등급은 6.35±0.54cm, 삼계 대는 5.22±0.36cm, 삼계 중은 4.59±0.38cm, 삼계 소는 4.18±0.34cm이었다. 포장재의 폭을 결정하는데 영향을 주는 주근의 두께를 보면 등급에 따라 차이를 보여 10.50-27.59mm로 큰 차이를 보였는데 이를 구분하여 보면 1등급은 27.59±2.30mm, 2등급은 24.43±2.26mm, 3등급은 22.06±1.33mm, 4등급은 17.43±2.31mm, 삼계 대는 14.15±1.50mm, 삼계 중은 12.00±1.27mm, 삼계 소는 10.50±1.31mm이었다.

또한 포장재의 길이를 결정하는 중요 요인인 수삼의 길이는 부위에 따라 차이를 보여 뇌두의 경우 1.27-2.02cm로 등급 간 차이가 뚜렷하지 않았으나, 주근은 7.09-11.71cm, 지근은 13.51-20.68cm 범위로 등급에 따라 차이가 뚜렷하였다. 수삼의 전체길이는 23.00-34.41cm범위로 등급에 따라 차이가 뚜렷하였다. 수삼의 포장 구조 결정시 중요한 외형특성인자인 주근의 두께는 등급 간에 최고 2.63배 차이를 보였던 반면 총길이는 1.5배의 차이를 보여 다양한 크기의 수삼을 포용할 수 있는 용기의 구조 결정시에는 주근의 두께에 대한 고려가 더 필요한 것으로 판단된다.

동일한 인삼포에서 수삼의 채굴시기를 달리하여 봄에 채굴한 수삼의 외형특성을 조사하였던바, 각 측정 인자별로 가을에 채굴한 수삼과 유사성을 보였으며, 등급 간 중량은 9.25-68.73g, 주근의 두께는 13.32-30.59mm, 주근의 길이는 7.90-11.71cm, 전체길이는 23.62-34.63cm로, 최고치는 최저치에 비해 주근 두께의 경우 2.3배, 주근의 길이는 1.48배, 전체길이는 1.47 배의 차이를 보였다(Table 3-35, 3-36).

Table 3-35. External quality by grade of fresh ginseng harvested at field in November

	중량(g)	주근둘레(cm)			지근둘레 (cm)	주근두께 (mm)	길이(cm)			
		상	중	하			뇌두	주근	지근	전체
1등급	79.16±9.06	9.17±1.85	9.98±1.72	8.40±2.22	2.72±0.78	27.59±2.30	2.02±0.41	11.71±2.18	20.68±5.27	34.41±5.08
2등급	59.40±8.88	7.68±0.70	8.52±0.71	7.15±0.79	2.12±0.50	24.43±2.26	1.65±0.46	11.00±2.02	19.66±4.63	32.30±4.85
3등급	43.00±6.69	6.93±0.40	7.67±0.40	6.54±0.74	1.35±0.44	22.06±1.33	1.54±0.32	10.21±2.34	17.74±5.10	29.48±3.92
4등급	28.75±5.30	5.87±0.49	6.35±0.54	5.60±0.78	1.29±0.36	17.43±2.31	1.72±0.42	8.93±3.38	17.42±5.70	28.07±4.53
삼계대	15.90±2.83	4.84±0.34	5.22±0.36	4.73±0.49	0.98±0.33	14.15±1.50	1.58±0.28	8.83±2.62	14.69±5.34	25.09±4.29
삼계중	10.10±2.65	4.33±0.35	4.59±0.38	4.34±0.46	0.97±0.24	12.00±1.27	1.47±0.36	7.90±2.39	16.09±3.81	25.46±3.48
삼계소	6.75±1.83	3.98±0.37	4.18±0.34	3.93±0.42	0.79±0.33	10.50±1.31	1.27±0.31	8.22±2.69	13.51±5.54	23.00±5.24

Table 3-36. External quality by grade of fresh ginseng harvested at field in March

중량(g)	주근둘레(cm)			지근둘레 (cm)	주근두께 (mm)	길이(cm)				
	상	중	하			뇌두	주근	지근	전체	
1등급	68.73±6.53	9.30±0.82	9.43±1.18	8.83±1.68	2.90±0.16	30.59±5.40	2.25±0.51	8.38±2.50	24.00±7.94	34.63±9.84
2등급	74.80±10.33	8.32±0.89	8.02±0.22	7.26±0.66	3.70±0.58	26.04±1.11	2.08±0.58	9.76±1.01	17.26±2.98	29.10±3.54
3등급	41.90±7.58	7.49±0.59	7.56±0.46	6.73±0.70	3.13±1.60	24.02±1.68	1.84±0.63	7.60±1.85	21.48±5.13	30.92±6.07
4등급	28.00±4.38	6.35±0.66	6.21±0.63	5.62±0.74	2.15±0.81	20.44±1.90	1.53±0.78	8.61±3.63	20.56±6.96	30.69±7.02
삼계대	17.20±2.28	5.14±0.54	5.07±0.48	4.67±0.60	1.67±0.59	16.78±1.44	1.81±0.51	8.52±3.33	16.54±5.33	26.87±5.13
삼계소	9.25±3.54	4.17±0.52	4.16±0.62	3.67±0.70	1.36±0.47	13.32±1.91	1.55±0.53	7.71±2.93	14.19±5.13	23.62±5.11

수삼의 외형특성은 수삼의 재배 방법, 재배지역 및 재배시기 등에 의해 차이가 발생 할 수 있음에 따라 시판되고 있는 수삼을 판매하는 업체별로 수집하여 포장구조 결정에 영향을 미치는 인자에 대한 특성을 등급별로 분석하였다.

수삼의 등급 구분 기준은 업체별로 큰 차이를 보이는데 등급구분 중 세척포장용 수삼으로 크기가 적합한 100g 미만의 수삼을 대상으로 중량, 주근의 두께, 전체길이를 비교하여 보면 업체 1의 경우 특대, 대, 중, 소, 믹서용, 삼계용이 100g 미만이며 이들의 중량은 13.72-83.73g, 주근의 두께는 15.83-33.43mm, 주근의 길이는 6.83-9.86cm, 전체길이는 23.46-33.69cm 범위였다. 업체 2의 경우 특대, 대, 중, 소, 믹서용, 삼계 가정용 및 삼계업소용이 100g 미만이며 이들의 중량은 11.84-95.25g, 주근의 두께는 14.14- 31.26mm, 전체길이는 24.44-33.48cm 범위였다. 업체 3의 경우 특대, 대, 중, 소 및 믹서용이 100g 미만이며 이들의 중량은 27.05-94.56g, 주근의 두께는 19.90-33.46mm, 전체길이는 27.97-37.44cm 범위였다. 업체 4의 경우 특대, 대, 중, 소, 삼계 1, 삼계2가 100g 미만이며 이들의 중량은 31.90-64.33g, 주근의 두께는 21.83-27.72mm, 전체길이는 27.00-32.12cm 범위였다(Table 3-37~40).

이와 같은 결과를 종합하여 보면 포장을 하여 유통되고 있는 100g미만의 수삼 개체 중량은 6.75-95.25g 범위이며, 주근의 두께는 10.50- 33.46mm, 뇌두의 길이는 1.04-2.76cm, 주근의 길이는 6.83-11.71cm, 전체의 길이는 23.00-37.44 cm 범위인 것으로 조사되었다(Table 3-41).

Table 3-37. External quality by grade of fresh ginseng purchased from middle man 1

중량(g)	주근둘레(cm)			지근둘레 (cm)	주근두께 (mm)	길이(cm)				
	상	중	하			뇌두	주근	지근	전체	
마편	256.53±71.21	14.53±0.83	14.80±0.92	13.00±1.73	8.27±1.89	48.72±4.70	3.27±0.55	5.70±0.82	28.23±4.37	37.20±4.68
왕왕대	186.80±5.26	13.53±0.90	13.98±1.02	13.40±0.93	6.90±0.66	44.22±1.90	3.28±0.38	6.28±0.75	30.78±3.40	40.33±3.86
왕대	149.84±12.36	10.78±0.68	11.62±1.05	11.32±0.70	6.26±0.58	36.18±2.62	3.02±0.70	6.30±0.89	34.26±4.67	43.58±4.35
특대	83.73±10.92	10.36±0.63	10.36±0.56	9.54±0.83	3.54±0.76	33.43±2.75	2.76±0.52	6.83±1.45	21.61±5.34	31.20±5.40
대	58.81±4.70	8.05±0.44	7.84±0.45	7.59±0.71	3.10±1.03	26.13±1.15	2.02±0.57	9.00±1.48	18.87±3.71	29.88±3.63
중	46.50±7.11	7.33±0.60	11.48±18.02	6.56±0.80	3.01±0.98	23.12±1.94	1.84±0.33	9.86±2.17	21.99±6.97	33.69±6.81
소	25.32±6.15	6.25±0.53	6.06±0.64	5.48±0.90	1.77±0.55	19.92±2.31	1.79±0.18	8.46±1.84	17.10±4.07	27.35±4.18
믹서용	22.38±3.54	6.31±0.47	5.83±0.71	4.98±0.81	1.87±0.68	18.84±3.81	1.61±0.44	7.94±2.03	17.81±4.41	27.36±4.73
삼계용	13.72±3.09	4.95±0.58	4.68±0.59	3.86±0.68	1.64±0.59	15.83±1.80	1.04±0.22	8.16±2.12	14.26±3.40	23.46±3.31

2) 세척수삼의 포장용기의 구조연구

현재 시판되고 있는 대부분의 세척 수삼은 Fig. 3-30-a와 같이 진공포장용 필름으로 포장하여 유통되고 있는데 진공포장방법은 수삼의 호흡률이 매우 낮기 때문에 선도연장에 어느 정도 효과를 보이지만 진공포장 시 감압으로 인해 손상된 세근부위가 유통 중 짓무름 현상이 발생하고, 유통 중 품온의 변화 등으로 인해 포장 내 탄산가스 축적으로 인한 포장 폴립현상이 발생하여 상품성을 잃는 경우가 종종 발생하고 있다. 또한 진공포장방법은 세척수삼 생산자의 포장 및 취급 편의성을 부여하지만 상품적 측면에서는 다른 농산물에 비하여 고가인 수삼의 품위를 저하시키고 소비자의 구매욕을 떨어뜨리는 요인으로 작용한다. 한편 기존 세척 수삼의 포장 안에는 1-2인의 소단위 가족의 삼계탕용을 주목표로 2-3뿌리(50-100g)의 소편의 수삼이 들어 있어 이외 기타 용도로 필요로 되는 이 이상의 수삼을 포장하기에는 한계가 있다.

Fig. 3-30-b의 경우 극히 일부 수삼에 적용 되고 있는 사례로, 포장용기의 리드부위가 개폐식으로 되어 있어 유통 중 표면의 건조 현상이 발생하고, 포장 시 수삼의 갯수에 따라 수삼의 포장 단위가 달라지고, 포장용기의 구조를 다르게 적용해야 하기 때문에 용기 전면의 획일성이 결여된 감이 있고, 단위포장을 다량으로 운송하기 위한 외 포장 시 포장 적재효율이 떨어지는 점과, 특히 포장자체의 기밀이 유지되지 않아 유통 중 선도연장에 영향을 미치는 점이 단점으로 작용한다. Fig. 3-30-c의 경우 역시 극히 일부 수삼에 적용 되고 있는 사례로, 동일한 용량의 용기에 포장단위가 다른 수삼을 포장함에 따라 내용량이 적을 경우 내용물이 내부에서 흔들리는 경우가 발생하고, 포장용기의 리드부위가 개폐식으로 되어 있어 유통 중 표면의 건조 현상이 발생하며, 내용량이 많을 경우 내용물 상호간에 서로 눌리는 경우가 발생하는 점과 포장자체의 기밀이 유지되지 않아 유통 중 선도연장에 영향을 미치는 점이 단점으로 작용한다.

이에 세척수삼의 적정 포장용기의 개발 시 고려사항으로 1) 파우치형태가 아니고 용기형태이어야 하며, 2) 포장수삼의 수분 손실을 억제키 위해 용기의 윗부분을 완전히 밀봉할 수 있는 구조를 가져야 하며, 3) 단위 포장 량을 다양하게 담을 수 있어야 하며, 4) 단위 포장량이 다르더라도 외관의 일관성이 있어야 하고, 5) 포장 윗부분의 밀폐를 위한 접착부위가 용기 자체의 크기가 다양하더라도 동일한 sealer를 사용할 수 있어야 포장기의 구입 시 경비를 줄이고 이용 효율성을 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

이러한 구조를 갖는 포장용기로서 polypropylene 재질의 몰드형이 적합하며, 용기의 윗부분은 동일하고, 아래 부분의 깊이가 다른 형태의 용기가 바람직하며 새로운 몰드 제작비용을 줄이며 가능하면 저렴하게 구입 사용할 수 있도록 기존의 포장제품을 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 포장용기에 대한 이러한 concept과, 포장 내용물인 수삼의 개체 중량, 주근의 두께, 너두의 길이, 주근의 길이, 전체의 길이에 대한 자료를 종합한 후 현재 유통 중인 포장용기 중에서 Fig. 3-31과 같은 구조를 갖는 포장재를 선별하였다. 선별된 포장용기의 구조를 보면 내용량에 따라 가정용A (250g 내외, 1/3차), 가정용 B (500g 내외, 1/2차) 및 업소용(750g 내외, 1차)으로 구분되며 이들 용기 모두의 상층 리드부위의 dimension 은 23.15x16.61cm이고 필름과의 접합을 위한 부위의 폭은 0.85cm로 일정하며 리드 하단부위의 dimension은 Table 와 같이 내용량에 따라 구조적 차이를 갖고 있다. 용기의 리드 하단부위의 수삼을 담는 가로 폭은 14.50-15.21cm, 세로 폭은 20.05-21.28cm로 가정용A, 가정용 B 및 업소용간의 차이가 없으나, 깊이는 3.92-7.82cm로 가정용A, 가정용 B 및 업소용간에 차이를 주어 내용량을 포장할 수 있도록 하고 용기의 외형적 통일성을 부여할 수 있도록 하였다(Table 3-42).



a



b



c

Fig. 3-30. Examples of washed fresh ginseng packages collected from market



Fig. 3-31. Appearance of tray type packages for washed fresh ginseng developed

Table 3-42. Dimensions of the developed tray type packages for washed fresh ginseng

구분	가정용 A	가정용 B	업소용
상층접합부위 폭, cm	0.85	0.85	0.85
상층부분 (가로x세로, cm)	23.15x16.61	23.15x16.61	23.15x16.61
목부분 (가로x세로x높이, cm)	21.50x15.05x7.16	21.50x15.18x7.16	21.50x16.03x8.95
아래부분 (가로x세로x높이, cm)	21.28x14.50x3.92	20.95x14.57x6.49	20.05x15.21x7.82
바닥부분 (가로x세로, cm)	20.74x13.84	20.01x13.50	19.65x14.72
내용량*	5	10	15

*기준: 무게 43.31± 5.3g, 두께 24.33±1.7cm, 주근의 길이 11.28±2.1cm, 길이 22.56±2.9cm

특히 수삼의 외형특성상 세로의 길이가 중요한데 세로의 길이를 수삼의 너두, 주근 및 세근을 포함한 지근의 길이를 더한 전체길이에 맞출 경우 포장용기의 가로 대비 세로의 길이가 너무 길어 용기의 외관이 취급 및 소비자 선호에 적합하지 않고 내부의 빈공간이 많음에 따라 포장 후 취급 시 내용물이 포장 내에서 움직여 내용물 상호간의 손상 등이 발생할 수 있는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서의 수삼 포장을 위하여서는 용기의 세로 길이 결정시 용기외관의 안정감과 내용물 포장 시 내용물의 흔들림을 방지키 위해 수삼의 전체길이 보다는 너두와 주근의 길이를 충족시키며 지근의 길이도 어느 정도 만족시킬 수 있는 길이의 세로 폭으로 결정하였다. 이와 같이 선발된 용기에 수삼을 포장 시 가정용 A는 무게 43.31±5.3g, 두께 24.33±1.7cm, 주근의 길이 11.28±2.1cm, 길이 22.56±2.9cm인 수삼을 5뿌리를 포장(250g 내외, 1/3차)

할 수 있는 크기이며, 굵기에 따라서는 4-6뿌리를 담을 수 있다. 가정용 B의 경우 상기 제시한 굵기의 수삼 10뿌리 (500g 내외, 1/2차)를 담을 수 있는 용량의 포장재로 수삼의 굵기에 따라서는 8-12뿌리를 담을 수 있다. 업소용의 경우 상기 제시한 굵기의 수삼 15뿌리를 담을 수 있는 용량의 포장용기로 수삼의 굵기에 따라서는 14-18뿌리(750g 내외, 1차)를 담을 수 있다.



Fig. 3-32. Examples of developed packages for washed fresh ginseng

3) 포장 내 보습효과 부여기술 연구

세척수삼의 유통 시 포장용기내의 상대습도가 낮음에 따라 수삼의 표면 건조가 발생할 수 있으며, 이에 따라 중량 감소는 물론 상품성의 손실이 발생할 수 있는 여지가 있어 수삼의 포장용기 내 상대습도의 변화를 유통온도와 포장필름의 재질 및 두께에 따라 조사하였던 바 그 결과는 Fig. 3-33 및 3-34와 같다.

수삼을 세척하고 표면의 수분을 제거한 후 PP재질(polypropylene, SI 7-1, 21.28x14.50x3.92cm)의 tray형 포장용기에 수삼을 3뿌리씩 넣고, 내부에 자동습도기록계를 설치한 후 다양한 종류의 필름 (PE 0.05mm, PE 0.08mm, OPP 0.035mm, OPP 0.05mm)으로 용기 상층부를 밀봉하여 일정온도에서 12시간 보관하면서 포장내의 상대습도 변화를 측정하였다. 포장용기의 보관 온도는 수삼의 저장온도인 0℃, 5℃, 10℃이었다. 저장실 내 상대습도는 0℃경우 70.92±1.38%, 5℃의 경우 57.63±2.99%, 10℃의 경우 67.89±1.50%이었다. 수삼을 포장한 용기 내 상대습도가 평형에 도달하는 시간은 보관온도와 용기의 상층부위를 밀봉하는 데 사용한 필름의 재질 및 두께에 따라 차이를 보였으나 일정시간이 경과한 이후에는 거의 동일하게 포화상태(RH 99-100%) 수준에 도달하였다.

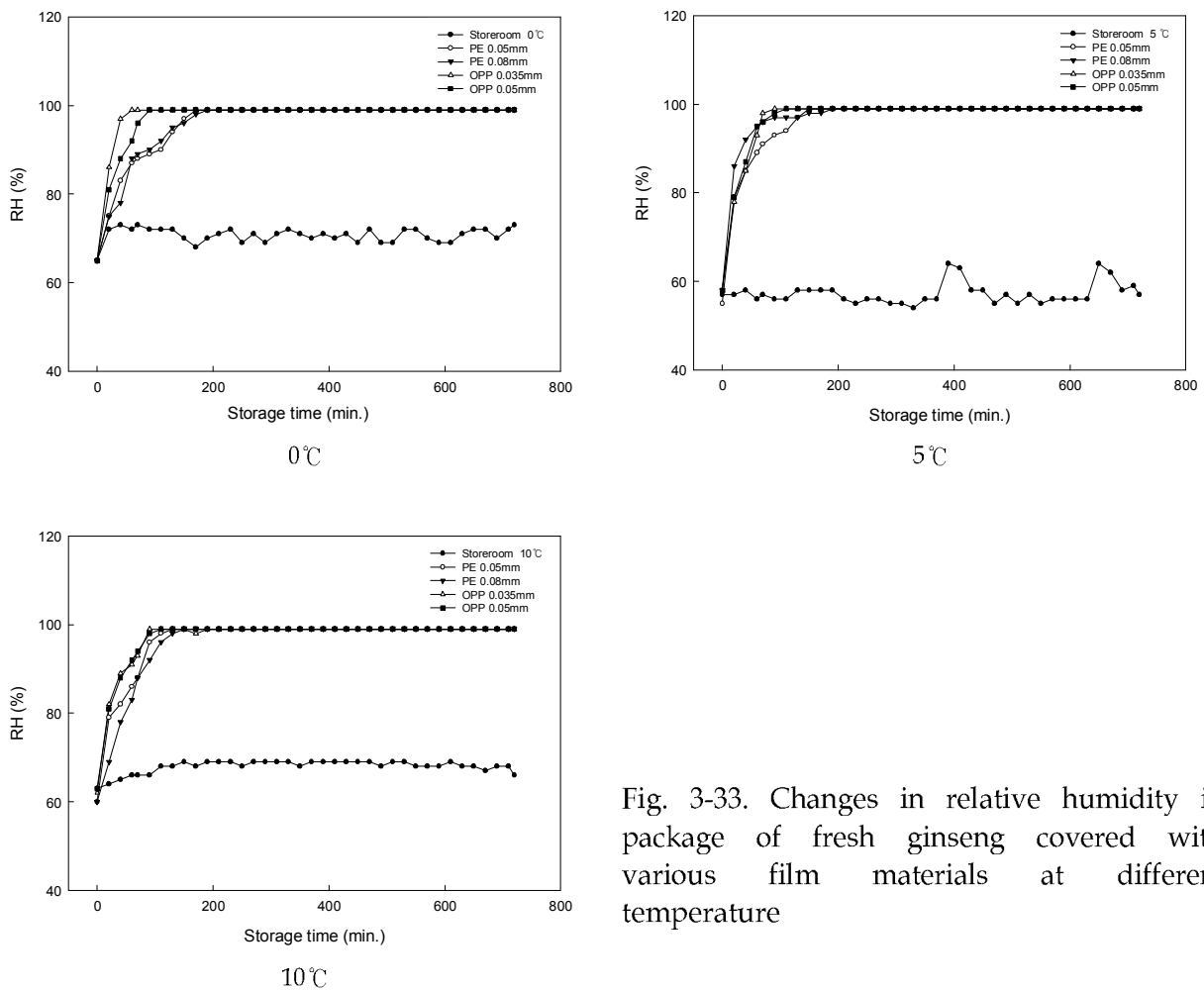


Fig. 3-33. Changes in relative humidity in package of fresh ginseng covered with various film materials at different temperature

포장재에 따라 포장용기 내 상대습도가 평형에 도달하는 시간을 비교하여보면 모든 온도조건에서 PE가 OPP보다 장시간 소요되었고, 필름의 두께가 두꺼울수록 그 소요시간이 길었다. 이를 더 세분하여 설명하면 PE 0.08mm의 필름을 이용한 처리구의 상대습도가 평형에 도달하는 시간이 가장 오래 소요되었고, 그 다음으로는 PE 0.05mm, OPP 0.05mm, OPP 0.035mm 순으로 나타났다. 이는 PE필름보다는 OPP필름이 용기 내 상대습도 유지에 더 효과적이고, 필름의 두께가 얇을수록 더욱 효과적일 것으로 나타났다.

또한 온도에 따른 포장용기 내 상대습도를 비교하여 보면 PE 필름의 경우 온도가 높을수록 평형상대습도에 도달하는 시간이 단축되었으나 OPP필름의 경우 이와 상이하게 온도가 낮을수록 평형에 도달하는 시간이 단축되는 것으로 나타났다. 포장용기의 방치온도가 높을수록 용기 내 수증기의 호흡 및 증산작용에 의한 수분발생이 저온보다 빠르므로 평형 상대습도에 도달하는 시간이 저온에 비해 단축되는 것으로 판단되나 OPP필름의 경우 이와 반대의 결과를 나타냄으로서 이에 대한 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

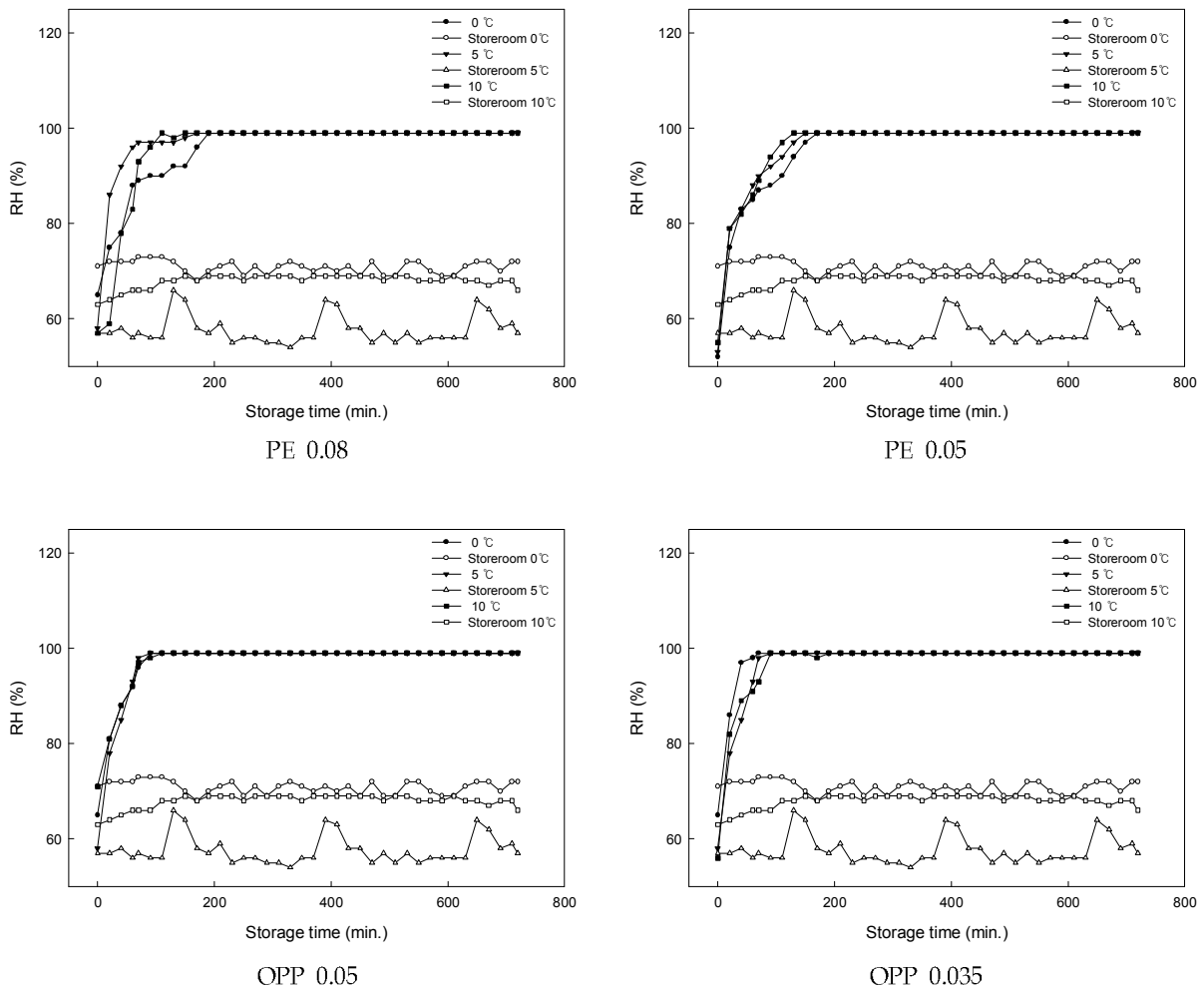


Fig. 3-34. Changes in relative humidity in package of fresh ginseng by different film materials at different temperature

한편 저장 후, 수삼을 저장고에서 반출하여 확인 한 결과 Fig. 3-34와 같이 모든 처리구의 포장 내 수분이 상층부 필름 내부에 약간씩 응결되는 현상을 보였는데 이는 저장온도에 비하여 외부 온도가 높음에 따라 포장 외부 및 내부의 공기 중 수증기의 포화정도가 다르기 때문에 발생한 현상으로 수삼의 유통 시에는 가능한 온도의 변화가 없도록 관리하는 것이 이러한 현상 발생을 방지할 수 있는 방안이라 판단된다.

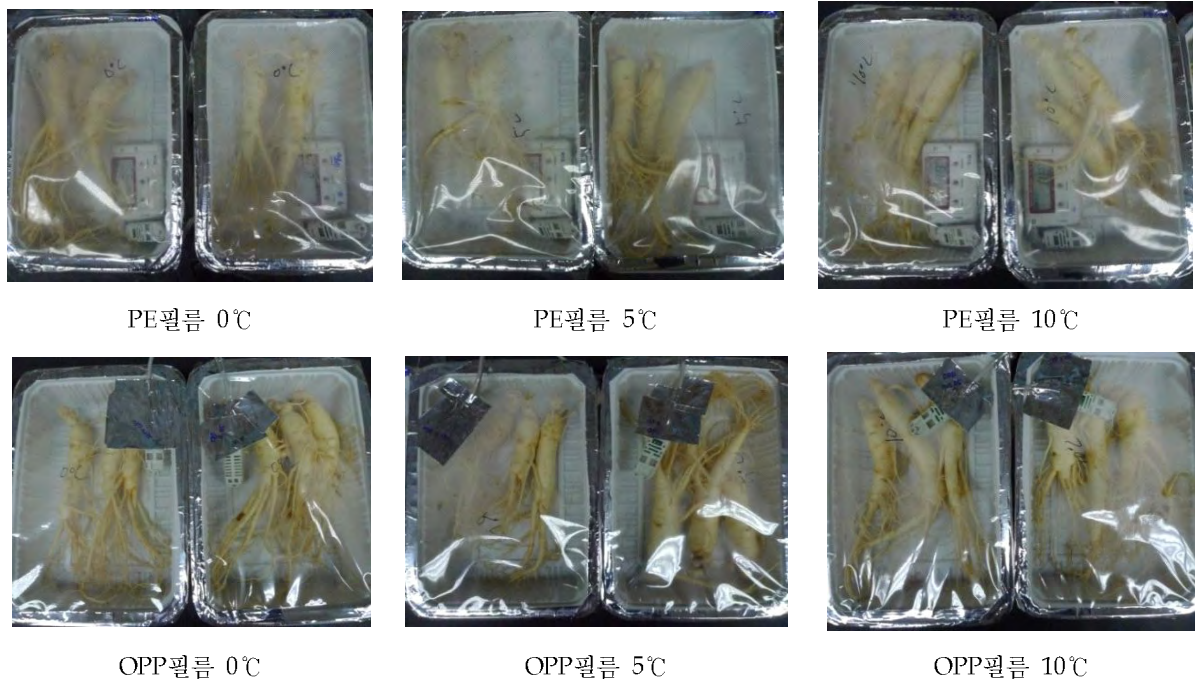


Fig.3-34. Tray type packages for washed fresh ginseng to measured relative humidity

포장 내의 온도변화가 급격히 발생될 경우 포장 내 응결된 수분이 수삼표면에 떨어져 수삼의 표면에 존재하는 미생물의 번식으로 인한 수삼의 품질손상을 억제키 위해 포장 내 수삼의 아래 부위에 부직포를 깔아 제습과 응축된 수분 제어를 시도하였다. 실험은 포장용기 바닥면적의 1/4 및 1/2 되는 부직포(두께 1mm)를 용기에 깔고 수삼을 밀봉 포장한 후 10°C에 저장하면서 용기 내 상대습도 변화 양상을 조사하였으며 대조구로는 포장용기 내 실리카겔(Showa chemical Co., Japan) 삽입 처리구와 포장만 한 실험구를 설정하였다(Fig. 3-35). 이와 같은 처리를 하여 저장하였을 때 무처리구와 실리카겔 처리구는 방치 60분 후 용기 내 상대습도가 99%에 달하였으며, 부직포를 깔은 경우 140-160분 후에 대조구와 유사한 수준의 값을 유지하였다. 용기를 밀봉한 필름의 수분 흡착정도를 관능적으로 확인한 바 미량의 수증기가 응결되어 있었는데 이러한 현상은 실험 전 0°C에 저장하였던 시료를 세척 및 포장하여 10°C에 저장함으로써 수삼의 품온이 저장온도에 비하여 낮음에 따라 발생한 현상으로 시료수삼의 품온을 세척 포장 전 10°C에 6시간 이상 방치하여 품온을 안정화시킨 후 세척 및 포장처리를 하였던 바 이를 방지할 수 있었다(Fig. 3-36).



Fig. 3-35. Treatment for prevention of moisture condensation in tray with absorbents Non-woven fabric, 1/2 Non-woven fabric, Silicagel, Control

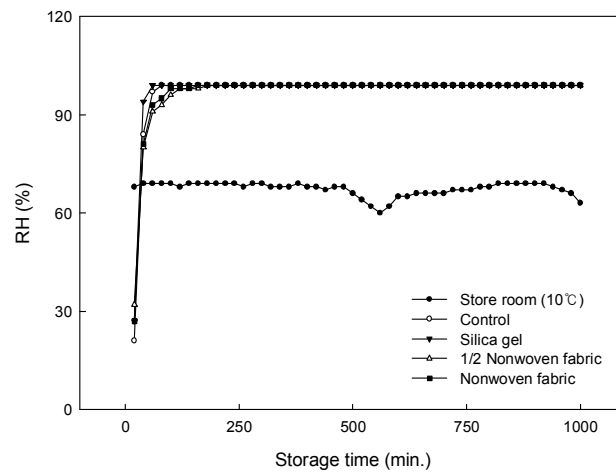


Fig. 3-36. Changes in relative humidity in package of fresh ginseng treated with different absorbents

마. 세척수삼의 포장 내 적정 환경설정 연구

1) MAP처리가 품질에 미치는 영향연구

세척수삼의 유통 중 신선도 유지에 적합한 MAP 포장방법을 확립코자 1차적으로 세척한 수삼과 세척하지 않은 수삼의 저장 중 품질을 비교하였고, 세척수삼의 경우 뇌두를 제거한 경우와 이를 제거치 않은 경우를 비교하였다. 아울러 포장용기 내 탄산가스 및 산소 농도에 따른 영향을 조사하기 위해 밀봉된 용기 내 공기를 주입한 처리구, 공기의 50%를 질소로 치환한 포장구, 공기를 완전히 질소로 치환 포장구로 구분하였고, 기존 세척수삼의 포장에 널리 쓰이고 있는 진공포장구를 대조구로 포함하였다. 이를 위하여 시료가 되는 수삼을 온전한 것만 선별하여 흐르는 물에 1분간 솔질하여 세척한 후, 2분간 탈수 처리하였다. 이 과정을 거친 수삼을 각 포장구당 3개씩 넣고, 아래와 같이 각기 다른 방법으로 포장처리한 후, 0℃저장고에서 10주간 저장하면서 품질변화를 측정하였다.

구분	세척여부	뇌두 유무	포장처리방법
A: 대조구 1	흙삼	유	PP Tray, lid: PE 0.08mm
B: 대조구 2	세척삼	유	PP Tray, lid: PE 0.08mm
C: 뇌두제거구	세척삼	무	PP Tray, lid: PE 0.08mm
D: 합기포장구	세척삼	유	PP Tray, lid: OPP 0.035mm, 공기치환 없음
E: 공기 50%치환포장구	세척삼	유	PP Tray, lid: OPP0.035mm, 산소 10.5%, 질소 89.5%
F: 공기 100%치환포장구	세척삼	유	PP Tray, lid: OPP 0.035mm, 산소 0%, 질소 100%
G: 진공포장구	세척삼	유	Ny+PE 0.05mm, 진공포장

· 포장 내 가스조성

저장기간 중 수삼의 호흡 및 포장재질에 따른 포장 내 가스조성을 분석한 바 전체적으로 모든 처리군에서 저장기간이 경과함에 따라 CO₂함량이 증가하는 경향을 보였고, PE필름을 사용한 경우보다 OPP필름으로 포장한 처리구에서 CO₂함량 증가 폭이 컸으며, 진공포장 처리군(G)의 경우 저장 8주 후부터 진공상태가 풀리기 시작했다. PE필름을 이용한 처리군의 경우 흙삼(A)과 세척삼(B)은 각각 저장 10주후에 2.21%과 2.13%로 나타나 비슷한 수치를 보였고, 뇌두 제거구(C)의 경우 1.90%로 나타나 PE필름 처리구에서 가장 낮은 CO₂함량을 보였다(Fig. 3-37).

OPP필름 처리군의 경우 저장 10주후에 합기포장구(D)에서는 8.88%로 나타나 OPP필름 처리구 중 가장 높은 CO₂함량을 보였고, 공기50%치환 포장구(E)에서는 7.18%였으며, 공기100%치환 포장구(F)에서는 5.62%로 나타났다. 마지막으로 진공포장의 경우 저장 8주 후부터 진공상태가 풀리기 시작하여 저장 8주후에는 CO₂함량이 73.073%였으며, 저장 10주후에는 74.57%로 비교적 편차가 큰 것으로 나타났다.

저장기간중 포장에 따른 포장 내 CO₂ 농도는 OPP+합기포장구(D)> OPP+공기50%치환 포장구(E)> OPP+공기100%치환 포장구(F)> PE+흙삼(A) ≥ PE+세척삼(B) ≥ PE+뇌두제거구(C)순으로 나타났으며 PE필름 포장군에 비해 OPP필름 포장군의 CO₂농도가 높게 유지되었다. 한편 진공포장군의 경우 저장 8주 후에 CO₂농도가 73%이상 높은 값을 나타내었고, 이 시기 부터는 수삼으로부터 강한 이취를 감지할 수 있었다. 이와 같은 결과로 기존의 진공포장방법을 사용하여 수삼을 포장하는 방법으로는 고품질 수삼의 유통에 한계가 있는 것으로 판단되었다.

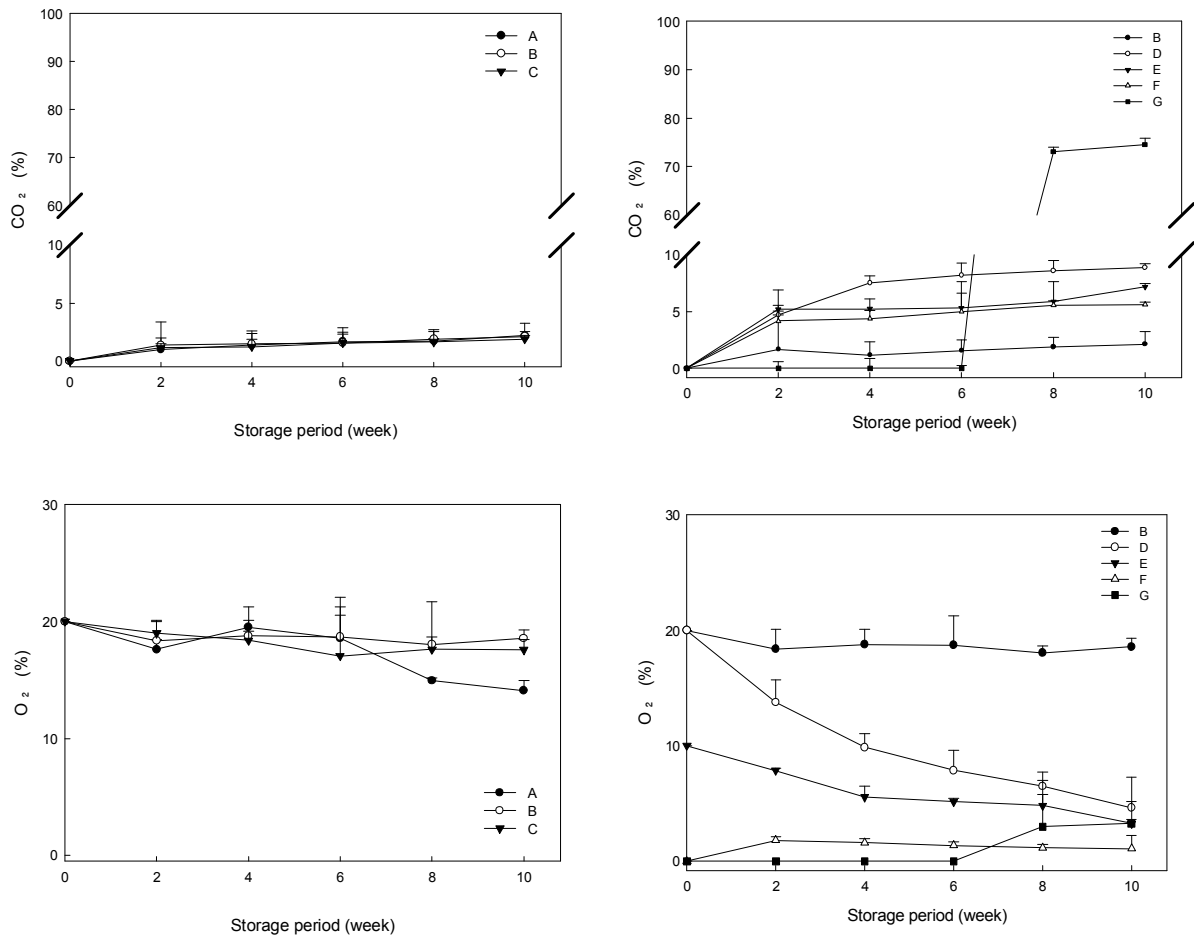


Fig. 3-37. Changes in CO₂ and O₂ concentrations in packages of fresh ginseng treated with different surfactants during storage

A: Control, PE film packaged fresh ginseng with soil, B: Washed and PE film packaged fresh ginseng, C: Washed and PE film packaged fresh ginseng without rhisome head, D: Washed and OPP film packaged fresh ginseng, E: Washed fresh ginseng packaged with OPP film and 50% of air replaced by N₂, F: Washed fresh ginseng packaged with OPP film and 100% of air replaced by N₂, G: Washed fresh ginseng packaged by vacuum.

· 수분함량

저장에 따른 수분함량은 일반적으로 저장기간에 지남에 따라 수분 함량이 증가되는 추세를 보였으며, 주근보다 지근의 수분함량 변화가 적은 것으로 나타났다(Fig. 3-38). 처리군 별로는 주근의 경우 PE+세척삼(B)과 PE+뇌두제거군(C)에서 저장기간이 경과함에 따라 수분함량이 감소되었고, 이를 제외한 나머지 처리군에서는 저장기간이 지남에 따라 수분함량이 증가되는 결과를 보였다. 지근 부위는 PE+뇌두제거군(C)을 제외한 모든 처리구에서 저장기간 동안 수삼의 수분함량이 증가한 것으로 나타났으며, 뇌두 제거군의 경우 다른 처리구 보다 2~3%높은 수분함량을 가진 시료가 초기치 값으로 사용되어 이후 오히려 감소된 값을 나타낸 것으로 사료된다. 초기 수삼의 주근부위 수분함량은 78.86%~81.69%로 측정되었고, 10주 저장이 완료된 후 수삼의 주근부위 수분함량은 평균 80.95%~83.00%로 측정되어 시료별로 편차가 큰 것으로 나타났다. 초기 지근 부위의 수분함량은 평균 88.00~90.90%로 나타났으며, 10주 저장 후 수삼의 지근 부위 수분함량은 평균 90.81~93.866%로 나타나 지근 역시 주근과 유사하게 나타나 수분함량의 변화는 처리방법에 따른 차이보다는 수삼의 개체별 차이로 인한 편차가 큰 것으로 사료된다.

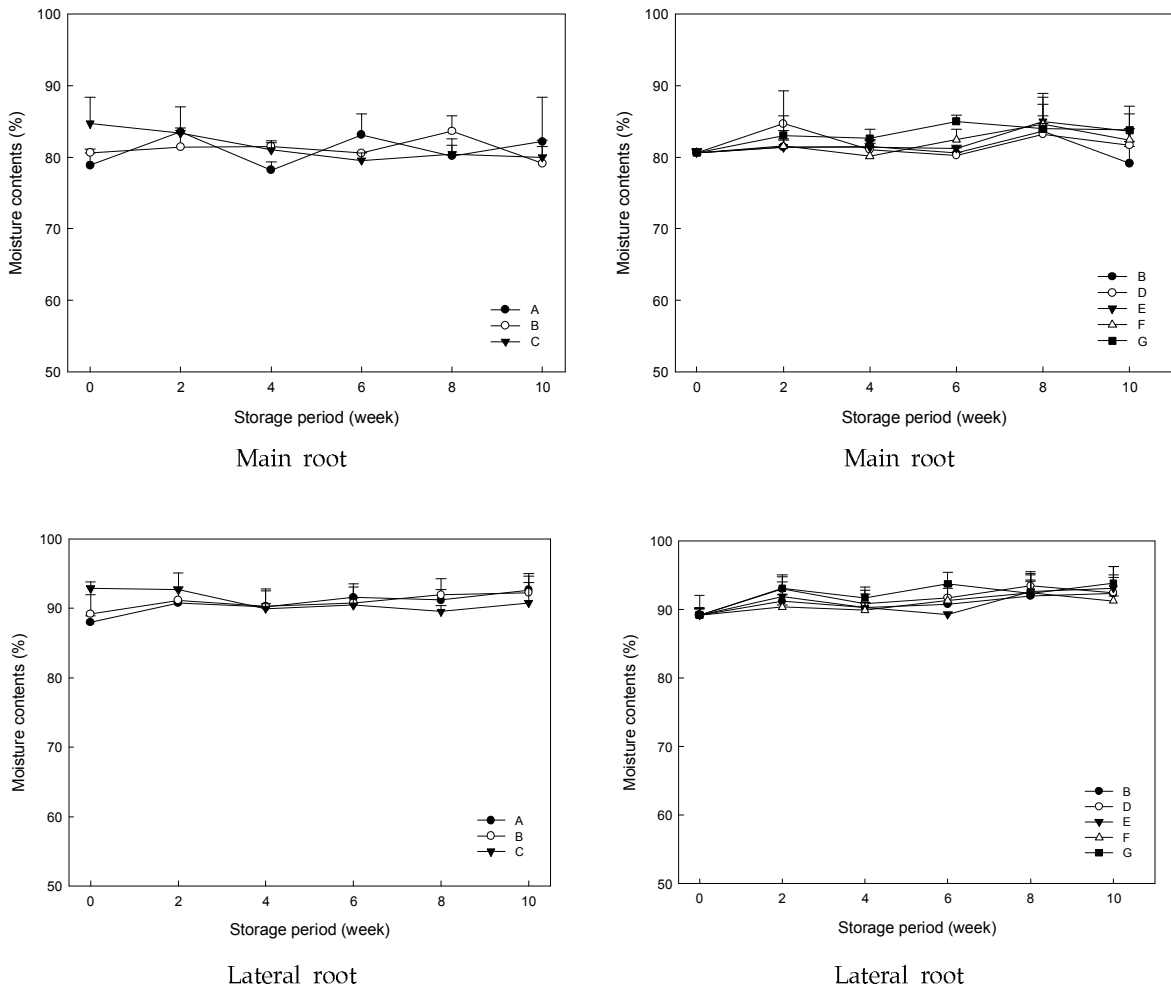
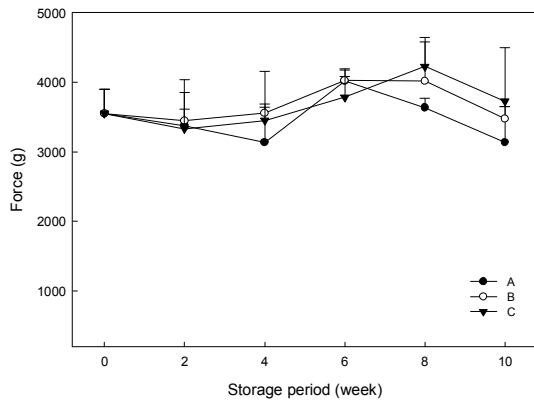


Fig. 3-38. Changes in moisture contents of main and lateral root of fresh ginseng packaged with different methods during storage

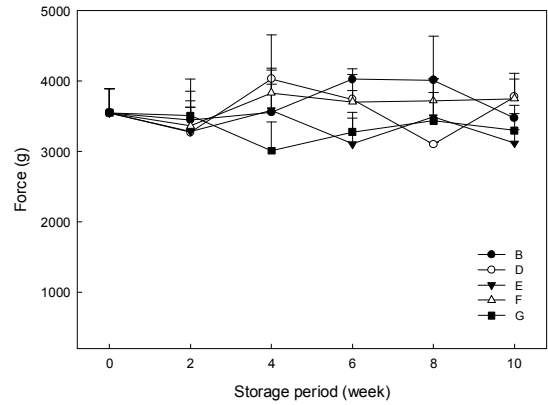
· 경도

저장기간 중 수삼의 경도 값을 texture profile상의 나타난 peak 중 껍질부위, 나이테부분, 과심 부분으로 3지점의 값으로 나타낸 결과는 다음과 같다. 수삼의 경우 개체별 차이가 크기 때문에 수삼의 경도변화를 필름의 기체조성과 관련하여 결론을 낸다는 것에는 무리가 있다고 사료되어 저장기간 중 경도변화를 알아본 바 우선 껍질 부분의 Peak값은 주근과 지근 모두 처리방법에 따른 저장기간의 경과 사이의 유의적 차이가 없는 것으로 나타났으며(Fig. 3-39), 나이테 부분의 Peak값은 일반적으로 저장기간 동안 유사한 값을 나타냈으나 주근의 경우 특히 OPP필름 처리군 중 합기포장구(D)와 공기 50%치환 포장구(E)의 두 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 현저히 경도가 낮아지는 결과를 보였다(Fig. 3-40). 지근의 경우는 개체별 차이는 존재하지만 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 경도 값이 낮아지는 결과를 보였으며, 일반적으로 저장 2주후부터 감소폭을 보인 것으로 나타났다. 중심부분의 Peak값은 주근 부위는 처리구간, 저장기간 경과에 따른 유의적 차이를 보이지 않았으나 지근의 경우 Peak2와 마찬가지로 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 경도 값이 감소했다(Fig. 3-41). 이에 따라 수삼의 저장기간에 따른 경도변화는 주근 부위보다 지근 부위에서 경도의 변화 값이 더 큰 것으로 나

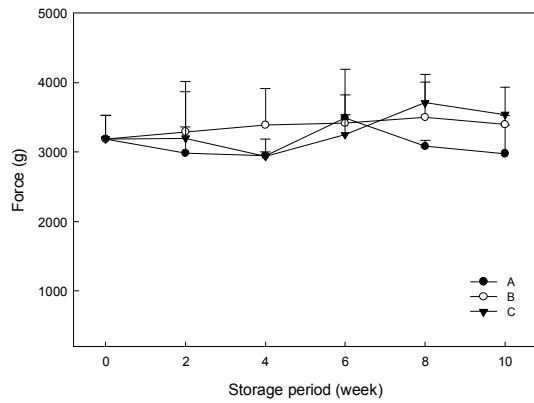
타났으며, 처리구별로 유의적 차이를 보이지는 않았다.



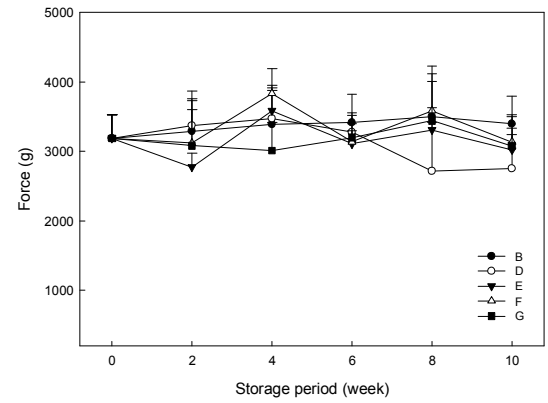
Main root, peak 1



Main root, peak 1

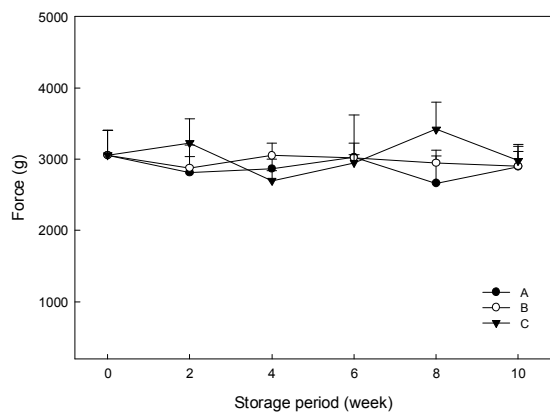


Lateral root, peak 1

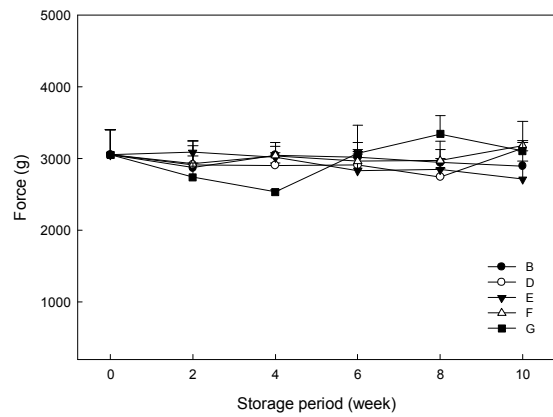


Lateral root, peak 1

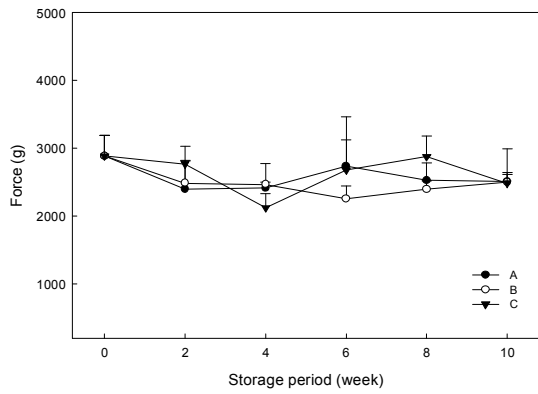
Fig. 3-39. Changes in firmness of main and lateral root(peak 1: outside) of fresh ginseng packaged with different methods during storage



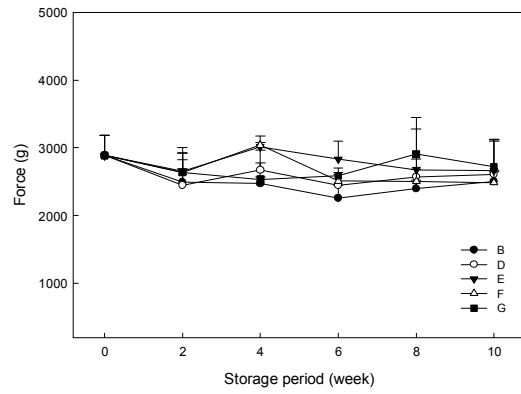
Main root, peak 2



Main root, peak 2



Lateral root, peak 2



Lateral root, peak 2

Fig. 3-40. Changes in firmness of main and lateral root (peak 2: middle area) of fresh ginseng packaged with different methods during storage

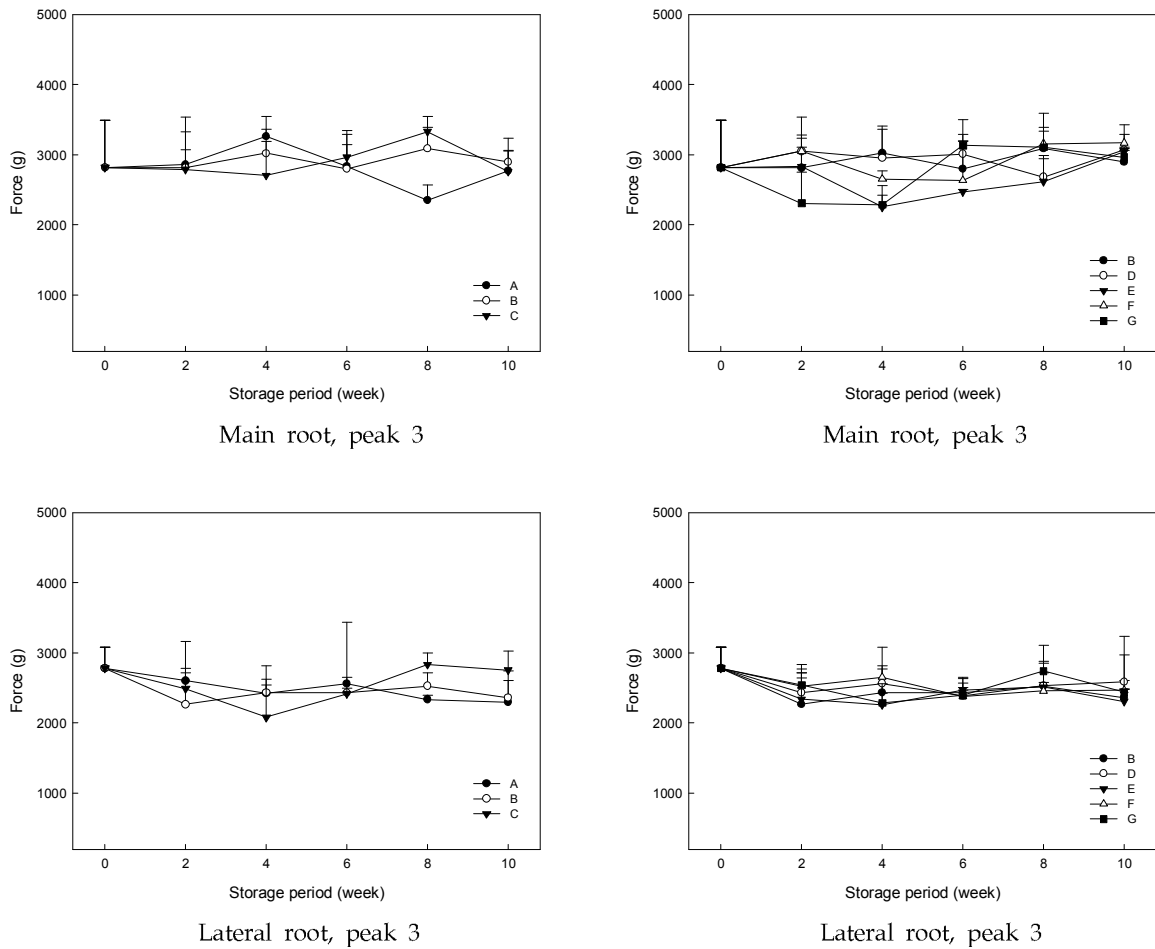


Fig. 3-41. Changes in firmness of main and lateral root (peak 3: central area) of fresh ginseng packaged with different methods during storage

· 요오드 반응에 의한 전분 함량

수삼의 저장 중 전분함량의 변화를 요오드 반응에 의한 비색방법으로 관찰하기 위해 시료의 주근의 정 가운데 부분을 두께 3cm 정도 절단하여 요오드용액에 담가 1분간 염색시킨 후 표면의 요오드액을 제거하고 중심부분의 색상을 중앙, 중간, 꺾질과 가까운 바깥 부위로 구분하여 Hunter Colorimeter를 사용하여 L, a, b 값을 측정하여 이들 각각의 값 평균하여 표시하였고 각 평균값을 이용하여 ΔE 값을 구하였다(Fig. 3-42).



Fig. 3-42. Horizontally sectioned ginseng surface color stained with iodine solution

요오드 반응에 의한 포장방법별 수삼의 저장 중 색상 변화는 전반적으로 L 값의 변화가 a 및 b값에 비하여 비교적 뚜렷하게 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 수삼을 저장함에 따라 전분이 분해되고 이에 따라 요오드의 색도가 짙어짐에 따라 밝기를 나타내는 L값이 낮아졌기 때문으로 판단된다. 그러나 수삼의 저장기간이 길어짐에 따라 L값이 감소는 하였지만 포장처리구간의 차이는 뚜렷하지 않았다. a값의 저장기간에 따른 변화는 L값에 비하여서는 그 감소 추세가 명확하지 않았으며, 이 역시 처리구간의 차이를 보이지 않았고, ΔE 값의 경우 L값이나 a값에 비하여 저장 중 변화 정도가 비교적 뚜렷하였다. 포장방법에 따른 변화의 양상을 보면 뇌두를 제거한 경우 그 변화의 폭이 컸고, 진공포장한 경우 다른 세척삼의 경우에 비하여 증가 폭이 컸다(Fig. 3-43).

· 가용성 고형물 함량

MAP저장 방법에 따른 저장기간 중 수삼의 가용성 고형분 함량변화를 측정할 때, 그 결과는 다음과 같다. 초기 가용성 고형물 함량은 19.0%였으며 전반적으로 진공포장구(G)를 제외한 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 가용성 고형분의 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 처리구 별로 살펴보면 PE+뇌두제거군(C)과 OPP+합기포장구(D)의 함량변화가 저장 10주 후에 각각 25.3%와 24.1%로 나타나 5~6%의 증가를 보여 매우 높은 수치를 보였다. PE+흙삼(A), PE+세척삼(B) 및 OPP+공기50%치환 포장구(E)의 가용성 고형물 함량은 저장 10주 후에 23.3~23.6%로 나타났고, 함량변화가 0.5~3.2%로 가장 낮았던 OPP+공기100%치환 포장구(F)와 진공포장군(G)는 저장 10주후에 각각 22.2%와 19.5%로 나타났다. 이중 진공포장군(G)에서 가장 낮은 함량변화를 보인 이유는 수삼을 진공 포장할 때 포장 내 상태가 진공상태로 되어 수삼의 호흡이 절대적으로 억제되었기 때문에 저장기간 동안 전분의 생성 또한 억제 되고 이로 인해 Brix가 초기치에 비하여 변화가 거의 없는 것으로 사료되었다. 따라서 가용성 고형물의 함량 변화는 진공포장군(G)과 OPP+공기100%치환 포장구(F)가 가장 적은 것으로 나타났다.

믹서에 파쇄한 즙을 다시 원심 분리하여 가용성 고형물 함량을 측정해본 결과 원심분리 후에 시료별로 1.4~0.6%정도의 Brix감소를 보였으나 처리군 별 유의성은 없었으며, 원심분리 후에 Brix가 감소되는 이유로는 원심분리를 통해 전분 부유물을 분리시키고 상층액만을 측정하기 때문에 감소된 것이라고 사료된다(Fig. 3-44).

한편 수삼의 저장 중 전분함량변화는 가용성 고형물 함량변화와도 밀접한 관계가 있을 것으로 판단되어 요오드 반응에 의한 수삼절단면의 색상 값과 수삼의 포장방법에 따른 가용성 고형물 함량과의 상관성을 구하여 보았던 바 L 값과는 $R^2= 0.0002$, a 값과는 $R^2= 0.0834$, b 값과는 $R^2= 0.0028$, ΔE 값과는 $R^2= 0.2589$ 의 비교적 낮은 상관성을 보였는데 이중 ΔE 값과의 상관성이 다른 표면색 인자보다는 높은 것으로 나타났다. 이 조사는 제한된 시료수이나 수삼의 저장성 및 가공적성에 중요한 전분함량을 간이 염색방법을 적용하여 분석이 가능한 지를 알아보기 위한 기초연구로 사과 등의 과일류의 경우에 비추어 실용가능성 검증을 위하여 향후 다량의 시료를 이용한 재확인 실험이 필요할 것으로 판단된다(Fig. 3-45).

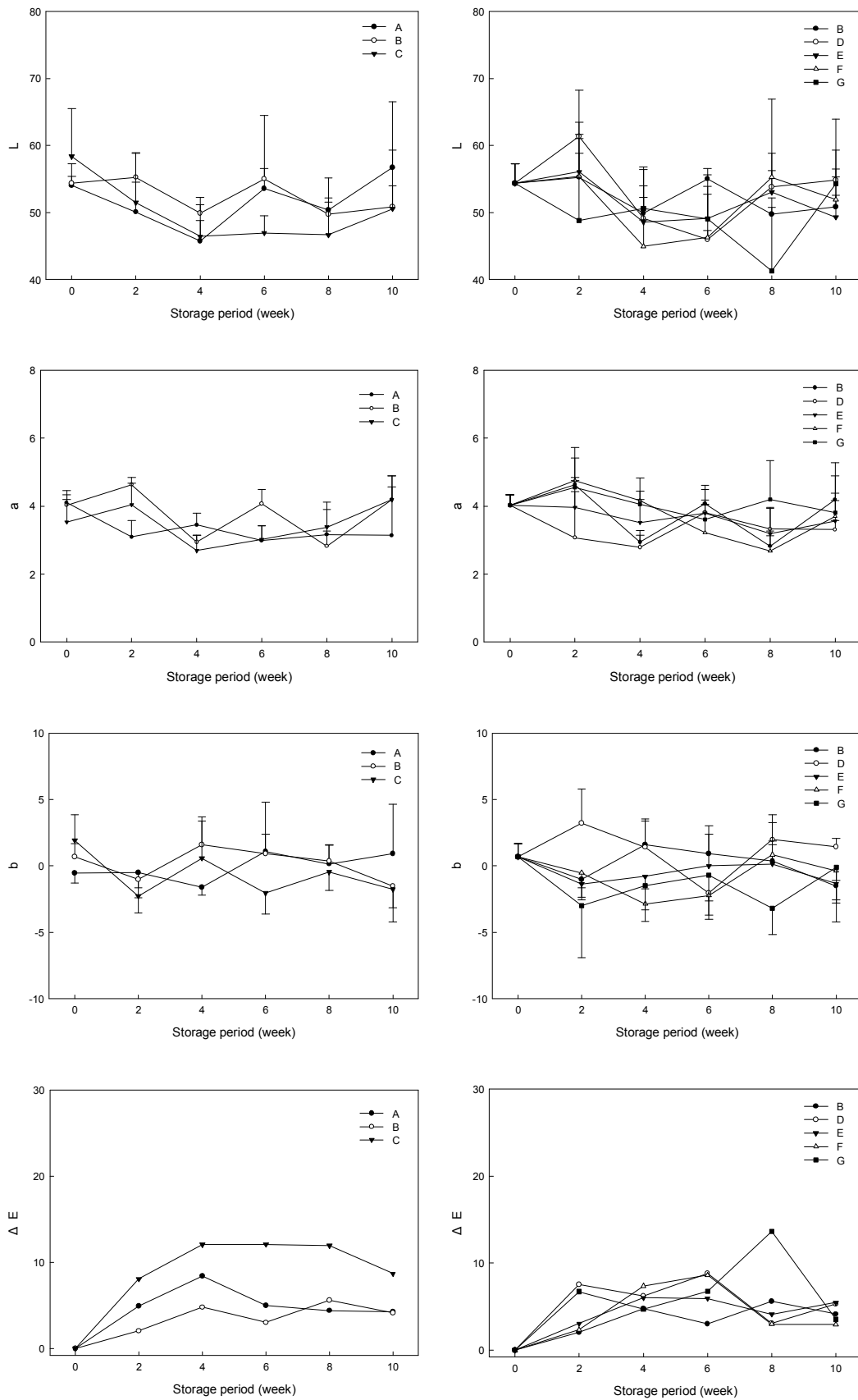
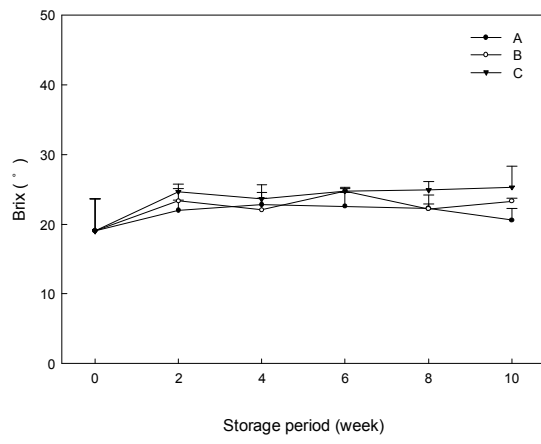
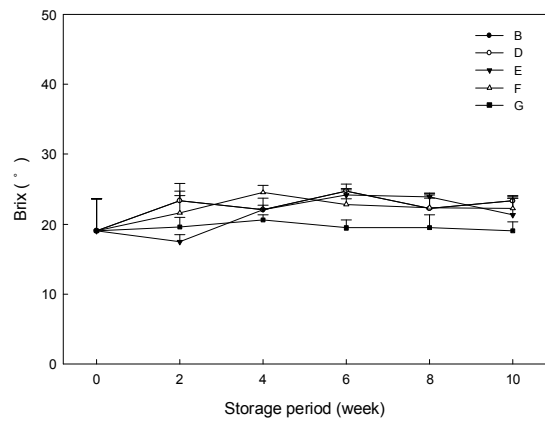


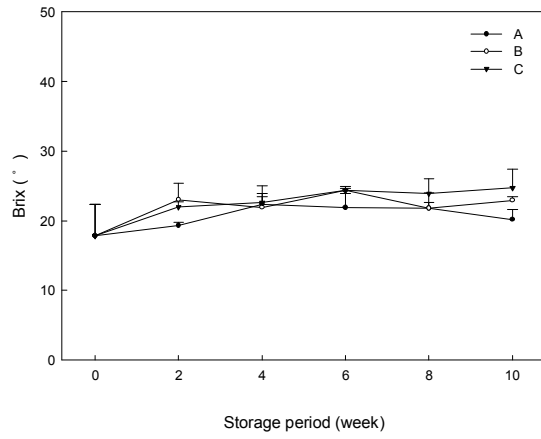
Fig. 3-43. Changes in Hunter color values of horizontally cut main root surface of fresh ginseng by iodine solution during storage after packaging with different methods



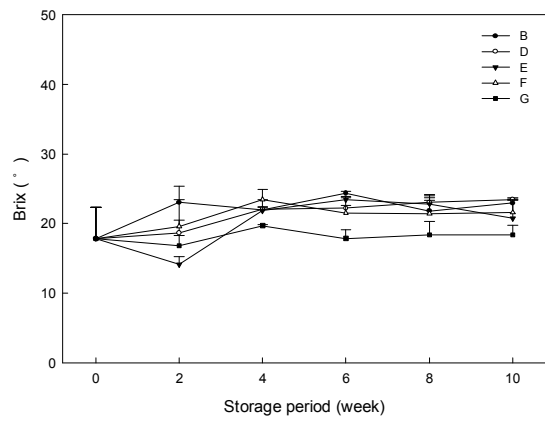
Before centrifuging



Before centrifuging



After centrifuging



After centrifuging

Fig. 3-44. Changes in soluble solids content of fresh ginseng packaged with different methods during storage

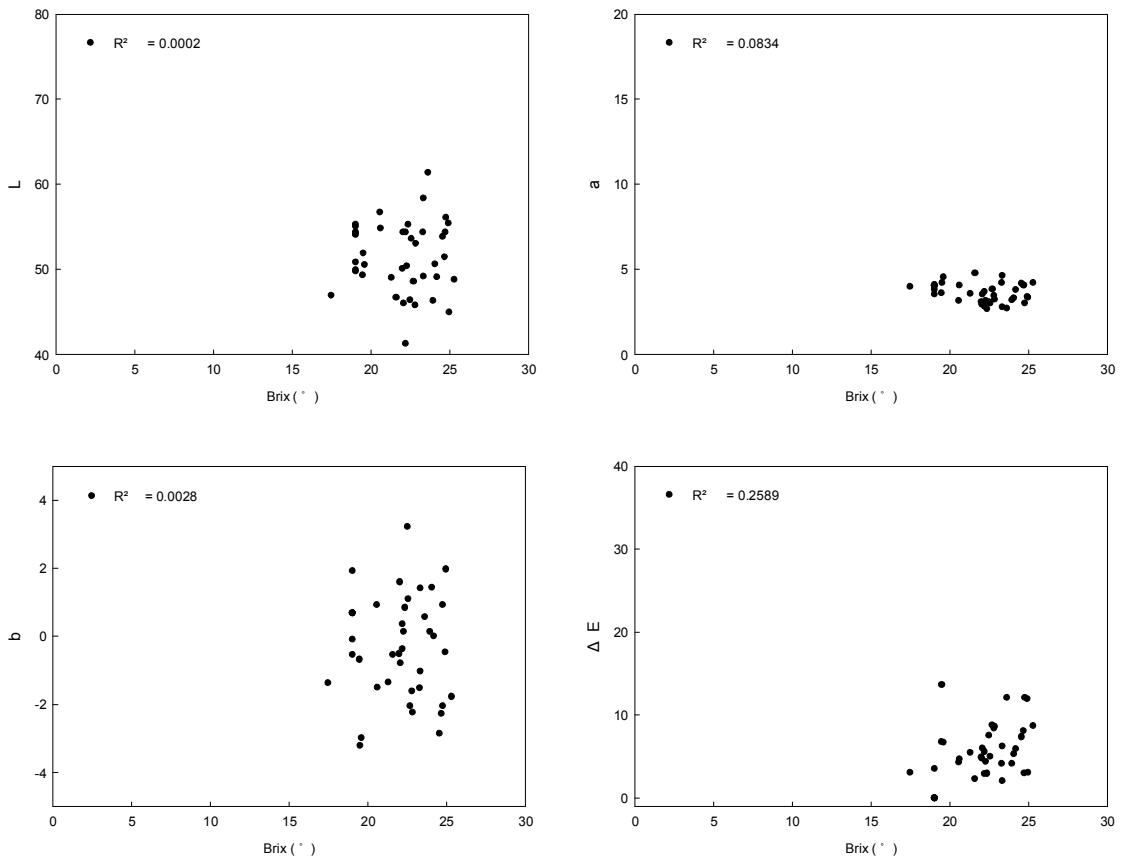


Fig. 3-45. Relationship between soluble solids content and Hunter color values for prediction of starch content of fresh ginseng

· 표면색도

수삼의 저장기간 중 표면색도 값의 변화를 조사하기 위해 수삼의 주근부위 표면을 Hunter Colorimeter를 사용하여 측정 한 후, L, a, b 값을 통해 ΔE 값을 구하였다. 흙삼(A)의 경우 L값의 변화가 컸고, a값은 저장기간에 따라 증가하는 값을 보였으며, b값의 값 또한 약간 증가하여 색상변화가 현저하였다. 뇌두제거군(C)와 공기50%치환 처리구(E)는 저장기간에 따라 L값은 감소하였으며, a값 및 b값은 초기 값과 유사한 경향을 보였다. 진공포장구(G)와 세척삼 대조구(B)은 저장기간에 따라 L값은 감소하였고, a값 및 b값은 증가하였으며, 저장 4주후부터 색도변화가 현저하였다. 합기포장구(D)와 공기100%치환 처리구(F)는 저장기간에 따라 L값은 감소하였으며, a값은 초기값과 유사하였고 b값은 증가하는 경향이였으며 저장 6주후에 현저한 색도변화를 보였다. 처리구 간의 L, a, b 값을 비교하면 그 차이가 뚜렷하지 않았으나 이 값을 종합하여 ΔE 값을 구하였던바 모든 처리구에서 저장기간이 경과됨에 따라 수삼의 표면색도 값이 증가하였던 것으로 나타났다. 특히 흙삼(A)은 ΔE 값이 저장 10주 후에는 8.58으로 나타나 가장 큰 변화를 보였고, 진공포장구(G) 및 PE 뇌두 제거군(C)과 OPP 합기포장구(D)도 4.29~5.59로 높은 변화를 보였으며, PE 세척삼(B)과 OPP 공기50%치환 처리구(E) 및 OPP 공기100%치환 처리구(F)에서는 2.15~ 3.49정도의 낮은 색도 변화를 보였다. 처리구에 따른 수삼의 표면 색도 변화는 진공포장이 가장 심하였고, 공기100%치환 처리구(F)와 PE 세척삼(B)에서 가장 낮은 변화를 보여 이 두 처리군이 수삼의 표면색 유지에 효과적인 것으로 사료된다(Fig. 3-46).

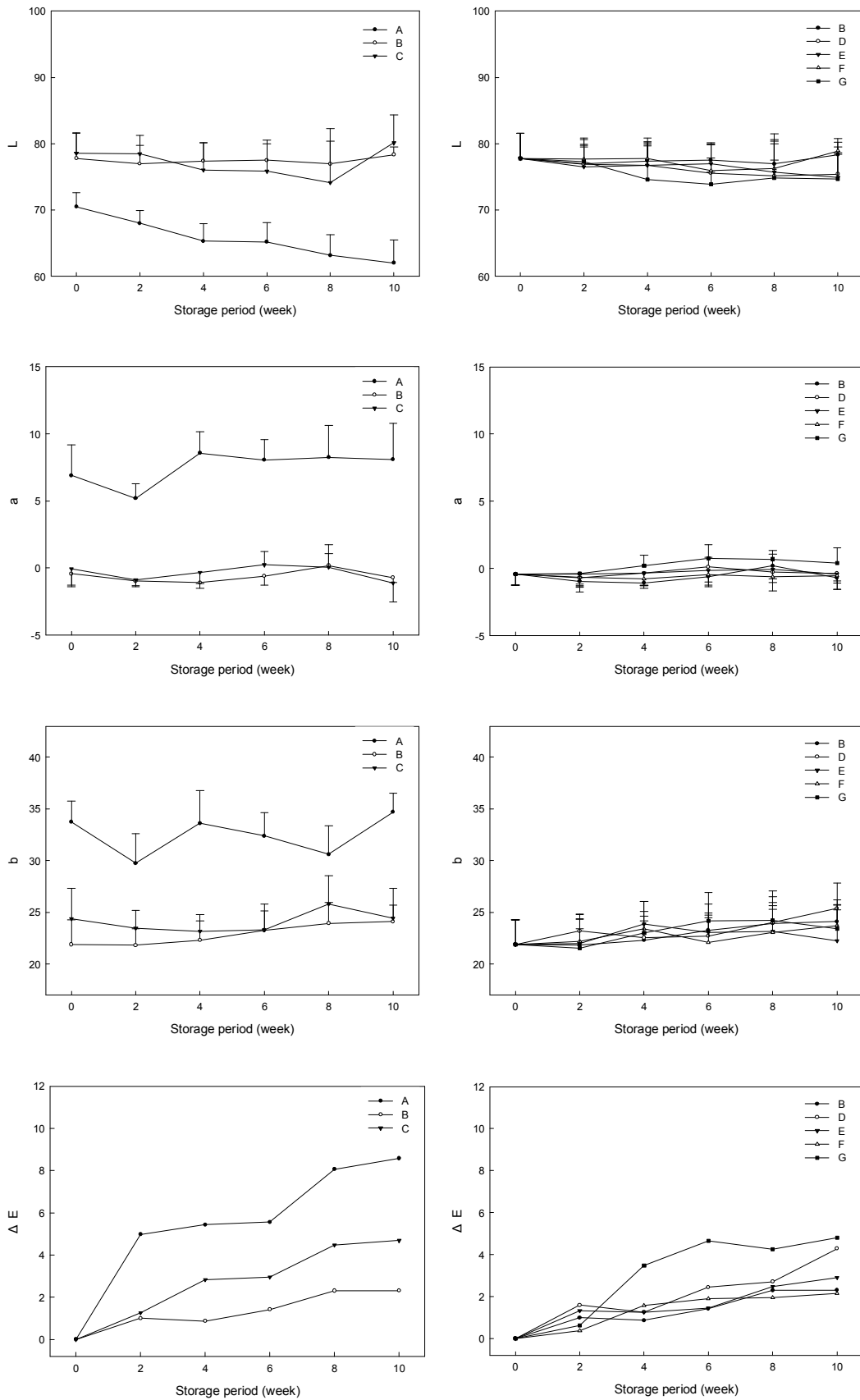


Fig. 3-46. Changes in surface color of fresh ginseng packaged with different methods during storage

· 관능적 품질

필름과 기체조성에 따른 저장기간 중 관능적 품질변화를 평가한 결과 저장 6주 후부터 점차 처리구별 관능적 품질변화가 나타나기 시작했는데 이중 진공포장군의 품질저하가 가장 컸으며, 뇌두제거군을 제외한 PE포장군이 OPP포장군에 비하여 관능적 품질저하가 큰 것으로 나타났다. 10주 저장 후 가장 품질변화가 적은 처리구는 관능품질이 총점 3.21 ± 0.21 의 PE+뇌두제거구(C)이었으며, 3.17 ± 0.52 를 받은 OPP+공기50%치환 포장구(E)와 3.17 ± 0.57 를 받은 OPP+공기100%치환 포장구(F)가 그 뒤를 이었다. OPP+합기포장구(D)는 3.10 ± 0.54 로 나타났고, PE+흙삼(A)은 3.05 ± 0.35 이었으며, PE+세척삼(B)과 진공포장군(G)은 각각 2.95 ± 0.61 과 2.45 ± 0.58 로 나타나 PE+세척삼(B)과 진공포장군(G)을 제외한 모든 처리군의 수삼이 저장 10주 후까지 비교적 양호한 상태를 나타냈다(Fig. 3-47).

시료별로 살펴보면 PE+뇌두제거구(C)는 품질변화가 가장 적은 것으로 나타났는데, 저장 6주 후부터 주근과 세근부위의 관능적 품질이 저하되었으며, 저장 8주 후에 세근부위의 관능적 품질저하가 심화되었고, 다른 부위의 경우 약간의 품질저하만 나타났으며, 이는 저장 10주 후까지 유사한 것으로 나타났다. 특히 뇌두 제거구가 가장 품질변화가 낮은 이유로는 품질저하의 주원인인 뇌두부위를 제거함으로써 뇌두 부위에서 높은 점수를 얻은 것이 주요인으로 사료된다.

저장기간 동안 OPP+공기50%치환 포장구(E)는 OPP+공기100%치환 포장구(F)와 유사한 관능점수를 보였는데, 두 처리군 모두 저장 8주 후에 외관과 세근에서 현저한 관능적 품질 저하가 나타났으며 이는 저장 10주까지 지속되었다.

PE+흙삼(A)은 저장 6주 후부터 뇌두와 세근부위의 관능적 품질이 저하되었으며, 8주 후에는 주근과 지근부위의 관능적 품질도 저하되어 저장 10주 후에는 고유의 맛과 향에서도 품질이 저하되었다. PE+세척삼(B)과 OPP+합기포장구(D)는 저장 4주까지 매우 양호한 품질상태를 보이다가 저장 6주 후부터 PE+흙삼(A)처리군과 마찬가지로 뇌두와 세근부위의 관능적 품질이 저하되었으며, 8주 후에는 주근 및 지근의 관능적 품질도 저하되었고, 특히 외관 및 세근의 품질이 현저히 감소하여 저장 10주 후에는 전체적으로 낮은 점수를 보였다.

마지막으로 가장 낮은 점수를 받은 진공포장군(G)의 경우 저장 4주 후까지 매우 양호한 품질상태를 나타냈으나 6주 후부터 외관 및 뇌두 및 주근부위의 품질변화를 보였고, 저장 8주 후에는 이취가 발생하였으며, 전체적으로 모든 항목에서 품질저하가 일어나 저장 10주 후에 가장 낮은 점수를 보였다(Fig. 3-48).

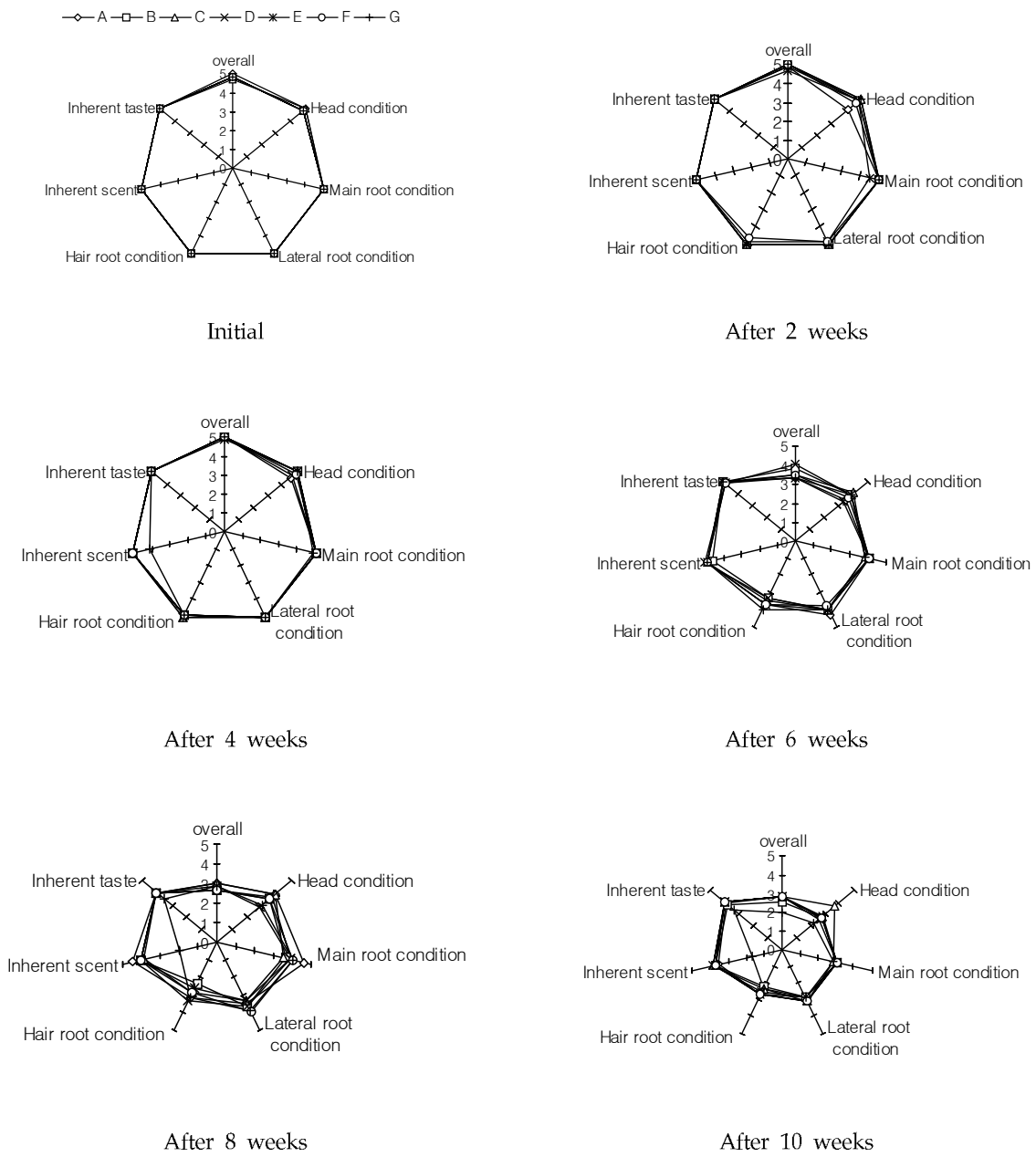
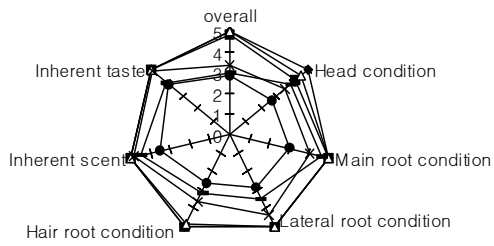
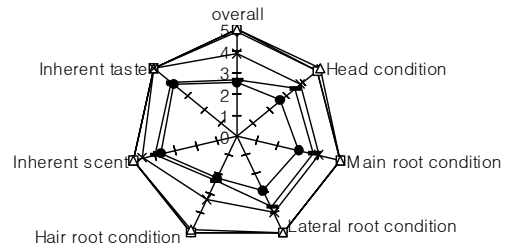


Fig. 3-47. Organoleptic quality of fresh ginseng packaged with various methods at different storage periods

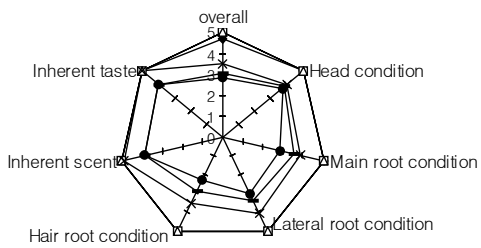
◆ 0 ■ 2 week ▲ 4 week
 × 6 week ● 8 week ● 10 week



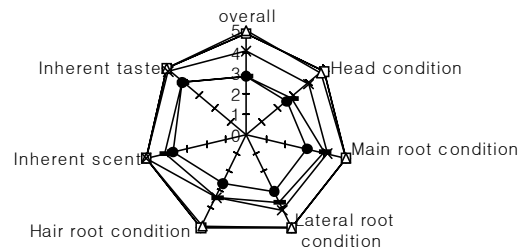
A



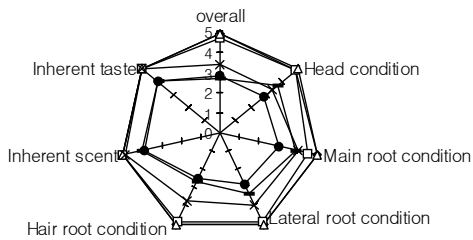
B



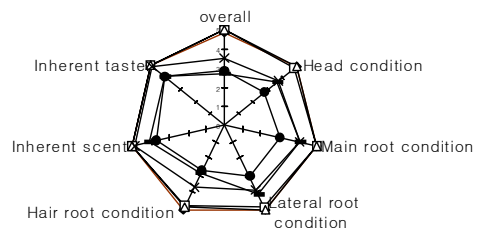
C



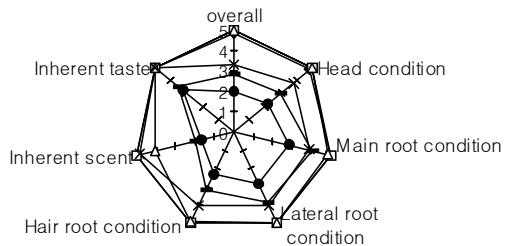
D



E



F



G

Fig. 3-48. Changes in organoleptic quality of fresh ginseng by packaging methods during storage

2) MAP처리가 미생물억제에 미치는 영향연구

수삼의 MAP처리가 미생물 억제에 미치는 영향을 조사하기 위해 수삼을 선별하여 흐르는 물에 1분간 솔질하여 세척하고 탈수 처리한 후 포장 당 3개씩 넣고, 아래와 같이 각기 다른 방법으로 MAP처리하여, 0℃저장고에서 10주간 저장하면서 처리조건에 따른 생균 및 곰팡이의 수 변화를 조사하였다.

구분	세척여부	뇌두 유무	포장처리방법
A: 대조구 1	흡삼	유	PP Tray, lid: PE 0.08mm
B: 대조구 2	세척삼	유	PP Tray, lid: PE 0.08mm
C: 뇌두제거구	세척삼	무	PP Tray, lid: PE 0.08mm
D: 합기포장구	세척삼	유	PP Tray, lid: OPP 0.035mm, 공기치환 없음
E: 공기 50%치환포장구	세척삼	유	PP Tray, lid: OPP0.035mm, 산소 10.5%, 질소 89.5%
F: 공기 100%치환포장구	세척삼	유	PP Tray, lid: OPP 0.035mm, 산소 0%, 질소 100%
G: 진공포장구	세척삼	유	Ny+PE 0.05mm, 진공포장

각 MAP처리조건에 따른 총균 및 곰팡이의 수 변화를 보면 전체적으로 모든 처리군에 저장기간에 경과함에 따라 총균 수와 곰팡이 수 모두 증가하는 추세를 보였고, 그 중 진공포장 처리군이 10주 저장 기간 중 가장 낮은 미생물 수준을 나타냈으며, PE필름 처리(B) 및 뇌두제거군(C)과 OPP필름 처리군중 공기 100%치환군(F)의 미생물 수준이 비교적 낮았다(Fig 3-49).

시료 별로 초기치를 살펴보면 흡삼(A)의 경우 초기 총균수 및 초기 곰팡이수준은 각각 5.64 log CFU/g과 3.92 log CFU/g 이었으며, 세척삼(B, D, E, F, G)의 경우 4.38 log CFU/g 및 2.09 log CFU/g 이었고, 세척삼 뇌두 제거군(C)이 가장 낮은 3.79 log CFU와 2.39 log CFU/g 으로 나타나 초기값에서는 뇌두제거군 < 세척삼 < 흡삼 순서로 미생물 수준이 높은 것으로 나타났다. 이는 세척한 수삼이 흡삼보다 미생물 제어가 효과적이며, 세척한 수삼이라도 뇌두 부분에 많은 미생물이 있다는 것으로 보여져 단순히 뇌두를 제거하는 방법만으로도 미생물 수준이 낮아진다는 것을 알 수 있는 결과라고 사료된다.

저장 기간에 따른 차이를 처리군 별로 살펴보면 PE필름과 공기치환이 없었던 처리군 중 흡삼(A)은 저장 기간 중 6주 후부터 급격히 총균 수와 곰팡이 수가 증가하여 저장10주 후에는 총균수 6.83 log CFU/g와 곰팡이 수 4.16 log CFU/g까지 미생물 수준이 증가되었다. 세척삼(B)에서는 저장 8주 후부터 미생물 수준이 급격히 증가하여 총균수와 곰팡이 수가 각각 6.77 log CFU/g와 3.92 log CFU/g로 나타났고 뇌두 제거군(C)에서는 저장 8주 후부터 미생물 수준이 급격히 증가하여 저장10주 후에는 총균수와 곰팡이수가 각각 6.37 log CFU/g와 3.25 log CFU/g로 나타나 PE필름 처리군에서는 뇌두 제거군의 미생물 수준이 가장 낮은 것으로 나타났다.

다음으로 OPP필름과 공기치환을 실시하였던 처리군 중 합기포장군(D)의 경우 저장기간 8주후부터 급격히 미생물수가 증가하여 저장10주후에 총균수와 곰팡이 수는 각각 6.75 log CFU/g와 4.22 log CFU/g로 나타났다. 공기50%치환군(E)은 미생물 수준이 꾸준히 증가하여 저장10주후에서 총균수는 6.71 log CFU/g이었고, 곰팡이수는 3.88 log CFU/g로 나타났고, 공기 100%치환군(F)도 미생물 수준이 꾸준히 증가하여 저장 10주후에서 총균수는 6.51 log CFU/g이었고,

곰팡이수는 3.57 log CFU/g로 나타났다. 마지막으로 Ny+PE필름을 사용한 진공포장군(G)에서는 저장기간 중 초기치와 유사한 미생물 수준을 유지하여 저장 10주후에서 총균수는 4.86 log CFU/g이었고, 곰팡이수는 2.43 log CFU/g으로 나타나 전체 처리 중 총균수를 제어하는데 있어서 가장 효과적이라고 사료되었다.

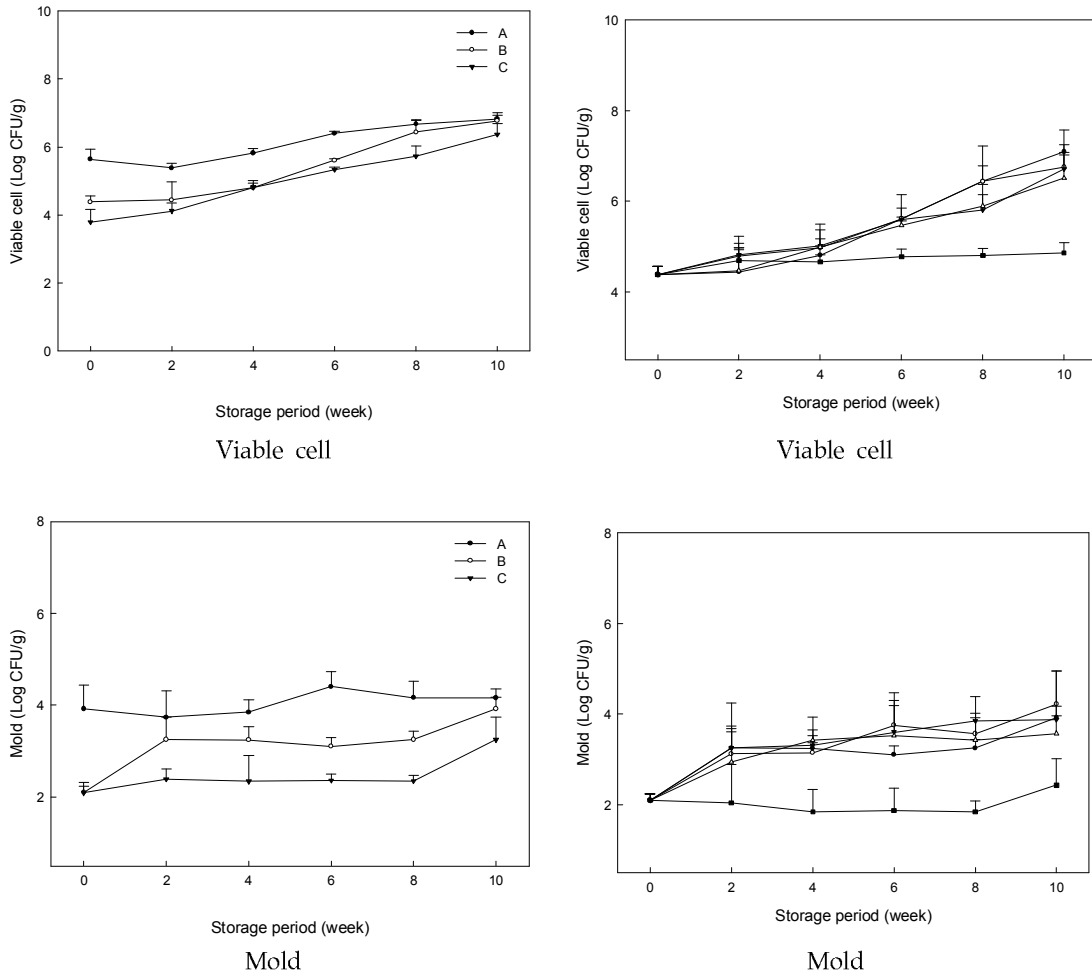


Fig. 3-49. Changes in microbial population on surface of fresh ginseng packaged with different methods during storage

바. 수삼의 고품위 부여 및 선도유지를 위한 복합처리기술개발

1) 세척수삼처리를 위한 단계별 최적 조건 설정 및 복합 적용성 평가

· 세척처리

수삼의 표면세척을 위하여 침지 및 마찰식 세척 방법과 고압분사 방법을 적용하였고, 고압분사 세척 방법의 효과를 보다 개선키 위해 분사 시 사용하는 용수에 연마제를 첨가하여 그 효과를 분석하였다.

처리방법에 따른 수삼의 청결도를 비교하면 처리 전 71% 정도이였으나 용수에 침지처리 시 8% 정도로 약간 증가하였고, 2분간 마찰처리 시 12-13% 정도로 증가하였다. 이와 같은 청결도를 개선키 위해 실험적으로 제작한 소형 세척 장치를 사용하여 물을 3.5kgf/cm^2 의 압력을 가하여 분사처리 하였던 바 청결도는 22% 정도 향상되는 것으로 나타났다. 수삼표면의 세척도를 보다 향상시키기 위해 침지처리와 고압분사방식을 병행하였던 바 침지처리에 따라 청결도는 증가하지 않았으나 관능적 청결도는 약간 증가하는 것으로 평가되었다.

수삼의 표면세척을 보다 효과적으로 처리하기 위하여 고압살수처리 시 소립자를 병행 처리하였다. 일정압력에서 처리시간에 따른 수삼표면의 세척도는 세척 수만 분사한 경우 초기 5초 동안에 급격히 증가하여 90% 수준에 달하였고 이후 처리 시 20초까지는 미미하게나마 증가하여 95.6%에 달하였으며 이후는 증가하지 않았다. 세척수에 연마제를 첨가하여 동일한 압력으로 분사한 경우 97.1%로 물만을 사용하였던 경우에 비하여 세척도가 개선되는 것으로 나타났다.

수삼의 고압살수 처리 시 소립자의 병행처리에 의한 표면 미생물 제어 효과를 비교하였던바 총균수의 경우 병행처리 시 $4.19 \log \text{cfu/ea}$ 로 물로만 처리한 경우에 비하여 다소 낮은 값을 보였으나 유의적이지는 않았다. 이러한 경향은 곰팡이 및 대장균 군에서도 유사한 것으로 나타났다

물 또는 물에 불용성 연마제를 함유한 매체를 고압분사 방식을 이용하여 수삼의 세척 시 임계 처리 압력을 조사하였던바 물을 매체로 사용 시에는 20kg/cm^2 의 압력을 가하여야만 만족할만한 세척도를 얻을 수 있었으나 부분적으로 수삼표면일부가 손상되는 것으로 조사되었다. 이에 반해 물에 불용성 연마제를 함유시켜 분사한 경우 물의 경우보다 낮은 15kg/cm^2 에서도 관능적으로 만족할 만한 청결도를 나타내었다.

수삼의 고압분사 세척 시 세척매체인 물에 불용성 연마제를 함유시킴으로서 세척 효과를 높일 수 있는 것으로 나타남에 따라 연마제의 적정 함량을 조사키 위해 함량별 시간에 따른 세척도를 조사하였던 바 5%정도가 적절한 것으로 나타났다.

· 세척 후 표면 미생물 제어처리

세척 처리한 수삼의 유통 중 미생물에 의한 변질을 억제하기 위한 제어 처리로 수삼을 브러쉬로 세척처리 한 후 200 ppm의 차아염소산나트륨 용액, 70%에탄올 용액, 3% 과산화수소 용액, pH2.3인 전해산화수, 3 ppm의 오존수에 각각 3분간 침지하고 수도수로 표면에 남아있는 각 처리액을 제거한 후 처리방법에 따라 각각의 수삼 표면에 잔존하는 총균수와 곰팡이 및 효모수를 조사하였다. 세척 전 원료 수삼의 총균수는 $5.76 \log \text{CFU/ea}$ 이였으며 세척처리 후에는 $4.43 \log \text{CFU/ea}$ 로 다소 감소하였다. 세척한 수삼을 차아염소산나트륨용액, 오존수 및 과산화수소용액으로 처리하였을 경우 총균수는 각각 $4.26 \log \text{CFU/ea}$, $4.42 \log \text{CFU/ea}$ 및 $4.18 \log$

CFU/ea 로 저감화 되었다. 또한 열수 처리구, 에탄올 처리구 및 전해산화수 처리구의 경우 평균수는 각각 4.17 log CFU/ea, 4.30 log CFU/ea, 3.83 log CFU/ea 으로 세척처리 직후의 수삼에 비해 낮은 값을 보였으나 그 차이는 유의적이지 않았다. 한편 곰팡이 및 효모 수의 변화를 보면 세척처리 전 4.08 log CFU/ea이었던 것이 수세처리 후 3.23 log CFU/ea로 감소하였으며 이를 각종 처리용액에 재처리 시 처리방법에 따라 2.51~2.92 log CFU/ea 차이를 보이며 감소되었는데 처리구 중에서 에탄올 처리구가 가장 높은 제어율을 보였으며 다음으로는 과산화수소 용액 및 전해산화수 처리구순이었으며 차아염소산나트륨용액 처리구가 다른 처리구에 비해 비교적 낮은 효과를 나타내었다.

처리방법에 따른 미생물 제어효과 연구결과 처리구중 비교적 미생물 제어 효과가 높은 것으로 나타난 열수, 에탄올 및 전해산화수를 각각 단독으로 처리하였고, 병행처리효과 조사로 열수와 에탄올처리, 열수와 전해산화수를 각각 병행 처리하여 저장 중 미생물 변화를 포함한 품질 변화를 분석하였다.

시료수삼에 존재하는 평균수의 경우 6.05 log CFU/ea이었으며, 수세 후에는 4.32 log CFU/ea로, 열처리 후에는 3.31 log CFU/ea, 전해산화수 처리 시 2.22 log CFU/ea, 에탄올 처리 시 3.48 log CFU/ea 로 각각 저하되었으며 열수와 전해산화수를 복합 처리 시에는 2.25 log CFU/ea, 열수와 에탄올을 병행 처리 시에는 2.13 log CFU/ea으로 낮아져 복합처리 시 미생물 저하효과가 큰 것으로 조사되었다. 곰팡이의 경우 처리 전 시료의 곰팡이 수는 4.57 log CFU/ea이었으며 수세 후에는 2.52 log CFU/ea로 적어졌으며, 열처리 후에는 1.65 log CFU/ea, 전해산화수 처리 시 1.82 log CFU/ea , 에탄올 처리 시 1.81 log CFU/ea로 각각 저하되었으며 열수와 전해산화수를 복합처리 시에는 1.19 log CFU/ea, 열수와 에탄올을 병행 처리 시에는 1.40 log CFU/ea으로 낮아져 복합처리 시 곰팡이 수의 저하효과가 큰 것으로 조사되었다.

전반적인 관능적 품질을 비교하여 보면 처리 후 4일까지는 처리구간에 별 차이를 보이지 않았으나, 저장 7일후부터는 차이를 보여 에탄올 및 전해산화수 단독 처리구가 다른 처리구에 비해 다소 우수한 것으로 나타났다.

· 세척수삼의 표면수 제거처리

저장 및 유통 중 세척수삼의 미생물 증식 등 품질변화는 주로 세척 후 수삼의 표면에 잔존하는 수분의 함량에 의하여 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 수삼의 세척 후 표면 수분의 효과적인 제거방법을 조사하기 위하여 저온방치방법, 고압공기처리 방법 및 원심분리방법을 적용하여 처리방법에 따른 표면수 제거효과를 조사하였다.

통풍식 방법의 경우 처리시간을 줄이고 부분적인 과잉 탈수현상을 억제키 위해 정체식 방법과 뒤집기방법을 적용하였다. 통풍방법의 적용 시 세척수삼을 30분 간격으로 뒤집기를 하면서 표면의 수분을 제거할 경우 약 180분이 소요되는 것으로 나타났으며, 뒤집기 처리 없이 저온에 방치를 할 경우 180분 처리 후에도 약 39%정도의 수분이 수삼표면에 존재하는 것으로 조사되었다. 이와 같은 처리는 처리시간이 장시간 소요되어 건조기 내 계균 시설이 되어 있지 않을 경우 표면 건조 중 공기로부터 낙하되는 미생물의 감염이 우려 되며, 처리량 자체가 한정되어 있어 소량 생산시에나 가능한 방법으로 판단되었다. 또한 통풍에 의한 표면 건조 방식은 소요시간이 길고 경우에 따라 세균 등 부분적인 과 탈수현상이 발생함에 따라 상품적 가치가

떨어지는 점이 문제로 될 수 있다. 세척 수삼표면의 수분을 신속하게 제거키 위해 $5\text{k}/\text{cm}^2$ 의 압축 공기를 1분간 처리 시 표면수의 대부분이 제거되고, 3분 처리 시까지는 표면수분 량의 변화가 거의 없다가 그 이후에는 오히려 증량이 감소하는 경향을 보였다. 원심분리방법의 적용 시에는 처리 후 초기 1분 안에 대부분의 수분이 제거된 후 처리시간이 경과하여도 변화가 나타나지 않았다. 압축공기 및 원심분리 방법으로 수삼을 처리 시 처리시간에 따른 외관적 품질을 비교하였던 바 처리시간이 경과함에 따라 다소의 품질 저하가 발생하는 것으로 나타났으나 처리 1분 처리 시는 품질에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한 압축공기 및 원심분리방법의 적용 시 수삼의 생리에 미치는 영향 조사로 처리시간 별 호흡률을 조사하였던바 처리 시료에 따라 약간의 차이를 보였지만 처리에 그 차이는 미미하였다.

· 세척수삼의 표면치유 및 보존 처리

수삼의 세척 처리 중 발생하는 표면손상은 상품성에 영향을 줄 뿐 만 아니라 저장 유통 중 손상된 표면을 통하여 미생물의 번식 및 수분의 손실을 초래하여 전반적으로 품질의 손상을 발생시킬 수 있다. 손상된 표면을 코팅 및 기타 처리를 통하여 품질을 보존함은 물론 표면의 갈변 방지를 목적으로 아스코르브산과 구연산을, 표면의 개질 및 공기와의 접촉차단을 통한 품질 유지 목적으로 글리세롤과 알긴산염을 수삼 표면에 코팅한 후 저장 중 그 효과를 분석하였다.

표면 처리에 따른 세척 수삼의 색상 중 L 값을 비교하여 보면 대조구에 비하여 저장 중 알긴산염을 처리한 수삼을 제외하고서는 전반적으로 낮은 값을 유지하였다. 처리에 따른 수삼의 저장 중 갈변 정도를 조사하였던바 구연산 및 글리세롤 처리구에서 비교적 높은 값을 나타내었으며 아스코르브산 처리구는 저장 초기 대조구보다 낮은 값을 보였으나 저장 7일 이후부터는 대조구 보다 높은 값을 보였다. 알긴산염 처리구의 경우 L 값의 경우에서와 같이 저장전 기간 동안 대조구보다 낮은 값을 유지하였다. 세척 수삼의 저장 중 ΔE 값을 보면 구연산 처리구는 저장초기부터 다른 처리구에 비해 색상변화가 컸고 이러한 경향은 저장기간 중 지속되었다. 구연산 다음으로 색상변화가 큰 처리구는 아스코르브산 처리구, 글리세롤 처리구순이었으며 알긴산염 처리구의 경우 대조구보다 색상변화가 적은 것으로 나타났다.

한편 세척수삼의 표면 처리방법별 저장 중 외관 등 관능적 품질과 변질양상을 조사하였던바 기계적 색상측정결과와는 달리 글리세롤 처리구의 외관이 다른 처리구에 비하여 우수한 것으로 조사되었다. 글리세롤 처리구의 경우 수삼의 뇌두 및 주근의 외관이, 알긴산염 처리구의 경우 뇌두 및 지근의 외관이 비교적 우수한 것으로 평가되었다. 저장 중 이취발생정도는 외관의 품질이 우수하게 나타난 글리세롤 처리구가 다른 처리구에 비하여 월등히 우수한 것으로 평가되었으며 아스코르브산과 구연산 처리구는 저장 4일후, 대조구와 알긴산염 처리구는 저장 7일 후 이취가 감지되는 것으로 평가되었다.

이를 바탕으로 피막처리제를 이용한 수삼의 표면처리 효과를 2차에 걸쳐 평가하였다. 1차로 수행하였던 피막처리 실험으로 세척한 수삼을 각기 다른 방법(대조구, Gly: 글리세롤 3% 처리, SPI: Soybean Protein Isolate 5%, pH 10, S.A: Sodium Alginate 0.5%처리)으로 피막처리한 후 건조하여 OPP 0.035mm 필름을 사용하여 용기의 상층부를 밀봉 포장하였으며, 0°C 저장고에서 10주간 저장하면서 처리에 따른 품질변화를 분석하였다.

저장기간 중 수삼표면의 피막처리에 따른 경도변화 조사하였던바 외피 부분의 Peak 1 값은 주근과 지근 모두 저장기간이 경과함에 따른 차이가 뚜렷하지 않았으며, 처리에 따른 차이 역시 유의적이지는 않았다.

수삼의 피막처리에 따른 저장기간 중 표면색도 값의 변화를 보면 L값은 저장기간이 경과됨에 따라 전반적으로 모든 처리구에서 감소하였으며, a값은 초기값과 거의 유사하였고, b값은 저장기간이 경과됨에 따라 증가하는 추세를 보였다. ΔE 의 경우 처리구별로 차이가 있었으며, SPI 처리군의 색 변화가 가장 눈에 띄게 큰 것으로 나타났고, 글리세롤처리군 및 알긴산염 처리군은 대조군과 유사한 값을 나타냈다.

피막처리가 수삼의 저장 중 표면 총균 수 및 곰팡이 수의 변화를 보면 총균 수의 경우 저장 초기는 3.71-3.96 log CFU/g로 처리구간 유사한 수준이었으나 저장기간이 경과함에 따라 처리구별로 차이를 보이며 증가하였다. 특히 처리구중 SPI처리구의 경우 대조구 및 다른 처리구에 비하여 높은 값을 보였다. SPI 처리구 이외 글리세롤 처리구 및 알긴산염 처리구는 저장 중 처리구간에 약간의 차이를 보였으나 전반적으로는 그 차이가 뚜렷하지 않았다. 곰팡이 수의 경우 저장 초기치는 3.16 log CFU/g 수준이었으며 저장 중 변화는 총균 수에 비하여 크지 않았다. 처리구간의 곰팡이 증식 정도를 보면 전반적으로 알긴산염 처리구의 경우 저장 변화가 거의 없었으며, 대조구 및 다른 처리구에 비하여 가장 낮은 값을 유지하였다.

수삼의 표면 코팅방법에 따른 저장기간 중 관능적 품질변화를 보면 저장 초기에는 시료별 차이가 거의 없었으나, 저장 6주후부터 시료별 차이가 발생하여 SPI처리군에서 수삼표면에 갈변화가 발생되었으며, 이로 인한 외관상의 품질저하가 발생되었다. 저장 10주후에는 부위별 품질저하로 인한 외관상의 품질저하가 발생되었으며, 특히 뇌두부위의 품질저하가 매우 컸다. 시료별로 살펴보면 대조구의 경우 2.17로 가장 낮았으며, SPI 처리군도 2.50이었고, 글리세롤은 2.67, 알긴산염 3.00로 알긴산염의 뇌두부위 품질저하가 가장 적었다. 주근과 지근도 전체적으로 품질 저하가 일어났으나, 전반적으로 3.30~4.00으로 비교적 양호한 편이었다. 세근의 경우는 SPI 처리군의 품질이 가장 낮은 2.50의 수준으로 나타났으며, 다른 처리군은 3.17~3.67로 비교적 품질이 양호했다. 특히 알긴산염의 경우 3.67로 나타나 세근부위의 상태에서도 뇌두와 마찬가지로 가장 높은 점수를 얻었다.

1차 실험 내용을 바탕으로 피막처리 조건을 변화하여 2차로 복합 피막제 처리 실험으로 세척한 수삼은 각기 다른 방법으로 피막을 처리한 후 OPP 0.035mm 필름을 사용하여 밀봉하여 10℃저장고에서 4주간 저장하여 품질변화를 측정하였다. 피막 처리한 수삼의 저장중 변질률을 조사하였던바 알긴산염 처리군과 알긴산+글리세롤 처리군에서 각각 가장 낮았으며, 다음으로는 대조군과 글리세롤 및 SPI+에탄올 처리군이었으며, 알긴산염+염화칼슘 처리군이 가장 높았다.

피막처리 후 저장기간에 따른 수삼의 중량 감소를 조사하였던바 저장 4주후에는 대조군이 가장 높은 0.41%의 감소율을 보였으며, 알긴산염과 알긴산염+글리세롤 처리군은 각각 0.32%과 0.30%, 알긴산염+ 염화칼슘처리군은 0.22%로 비교적 낮았고, 글리세롤 처리군은 0.14%로 가장 낮았다.

ΔE 값은 저장기간에 따라 대조구가 6.15로 가장 크게 변화한 것으로 나타났고 알긴산염+염화칼슘 처리군이 2.93로 변화가 가장 적었다. 나머지 처리군의 경우 4.20~4.56의 수준으로 대조구에 비해서는 그 값이 낮았다.

표면처리방법에 따른 수삼의 저장기간 중 관능적 품질변화를 보면 전반적으로 글리세롤 처리군이 가장 좋으며, 알긴산염 처리군도 비교적 좋은 것으로 평가되었다. 이러한 결과를 처리구별로 구분하여 보면 저장기간이 경과됨에 따라 대조구의 경우 뇌두 및 세근의 품질저하가 가

장 컸으며, 글리세롤 처리군은 전체처리군 중 맛과 향 및 외관에서 관능적 품질이 가장 우수하였지만 뇌두 부분의 변질은 저장기간이 경과됨에 따라 다소 발생되었다. 알긴산염 처리군의 경우 세근의 품질저하가 발생되었으나 전체적으로 관능적 품질이 우수하였다. 알긴산+염화칼슘 처리군 및 알긴산+글리세롤처리군도 저장기간이 경과함에 따라 뇌두와 세근의 품질저하가 나타났다.

이상과 같은 결과를 종합적으로 평가하여 세척수삼처리를 위한 단계별 최적 조건 설정하여 보면 세척은 물 또는 물에 불용성 연마제를 함유한 매체를 고압분사 방식을 이용하는 것이 효과적인 것으로 판단된다. 물을 매체로 사용 시에는 만족할만한 세척도를 얻기에는 다소 미흡하지만 처리 시 부분적으로 수삼표면의 손상을 방지하기 위해 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ 미만의 압력이 적절한 것으로 판단된다. 물에 불용성 연마제를 함유시켜 분사할 경우 물의 경우보다 낮은 $15\text{kg}/\text{cm}^2$ 정도로도 효과를 거둘 수 있으며 불용성 연마제 함량은 5%정도가 적절한 것으로 판단된다.

세척 후 표면 미생물 제어를 위해 처리한 차아염소산나트륨용액, 오존수 및 과산화수소용액, 열수, 에탄올 및 전해산화수 처리 시 총균 및 곰팡이 수의 제어효과는 어느 정도 나타내었으나 처리군간의 차이는 유의적이지 않았다. 곰팡이 수의 경우 처리구 중에서 에탄올 처리구가 가장 높은 제어율을 보였다. 수삼의 저장 중 변질발생의 주요인이 곰팡이의 증식인 점을 고려할 때 수삼표면 미생물 제어를 위한 세척 후 처리로는 에탄올처리가 바람직한 것으로 판단된다. 처리구중 비교적 미생물 제어 효과가 높은 것으로 나타난 열수, 에탄올 및 전해산화수를 각각 단독으로 또는 병행처리효과 조사로 열수와 에탄올처리, 열수와 전해산화수를 각각 병행 처리하여 저장 중 미생물 변화를 포함한 품질 변화를 분석하였던바 복합 처리구에 비하여 에탄올 단독 처리구가 다른 처리구에 비해 다소 우수한 것으로 나타났다. 따라서 세척 후 표면 미생물 제어 처리로는 70% 에탄올 처리가 효과적인 것으로 판단된다.

수삼의 세척 후 표면 수분의 효과적인 제거방법 중 통풍방법의 경우 처리를 위해 장시간이 소요되며, 건조기 내 세균 시설이 되어 있지 않을 경우 표면 건조 중 공기로부터 낙하되는 미생물의 감염이 우려 되고, 처리량 자체가 한정되어 있어 소량 생산시에나 가능한 방법으로 판단되었다. 또한 통풍에 의한 표면 건조 방식은 소요시간이 길고 경우에 따라 세근 등 부분적인 과 탈수현상이 발생함에 따라 상품적 가치가 떨어지는 점이 문제로 될 수 있다. 압축공기를 이용한 수분제거 방식은 $5\text{k}/\text{cm}^2$ 의 압축 공기를 1~3분, 원심분리방법의 적용 시 1~3분 정도 처리로 충분하였으며, 압축공기 및 원심분리방법의 적용후 수삼의 호흡률은 대조구에 비해 약간의 차이를 보였지만 그 정도는 미미하였다. 따라서 표면 수분 제거를 위해서는 압축공기 및 원심분리방법의 적용이 효과적이며 이중 시설 및 처리량 측면에서는 원심분리방식이 보다 효율적일 것으로 판단된다.

손상된 표면을 코팅 및 기타 처리를 통하여 품질을 보존함은 물론 표면의 갈변 방지를 목적으로 아스코르브산, 구연산, 글리세롤, 알긴산염을 수삼 표면 처리하였던 바 알긴산염을 처리한 수삼의 L 값 및 갈변도가 다른 처리구에 비해 유리하게 유지되었다. 세척수삼의 표면 처리방법별 저장 중 외관 등 관능적 품질과 변질양상을 조사하였던바 기계적 색상측정결과와는 달리

글리세롤 처리구의 외관이 다른 처리구에 비하여 우수한 것으로 조사되었다.

이를 바탕으로 피막처리제를 이용한 수삼의 표면처리 효과를 2차례에 걸쳐 평가하였다. 피막처리가 수삼의 저장 중 표면 곰팡이수의 변화를 전반적으로 알긴산염 처리구의 경우 다른 처리구에 비하여 가장 낮은 값을 유지하였다. 2차로 복합 피막제 처리 실험결과 변질율은 피막 처리한 수삼 중 알긴산염 처리군과 알긴산+글리세롤 처리군에서 각각 가장 낮았으며, 다음으로는 대조군과 글리세롤 및 SPI+에탄올 처리군 이었으며, 알긴산염+염화칼슘 처리군이 가장 높았다. 저장 10주후 뇌두부위의 관능적 품질은 대조군의 경우 2.17로 가장 낮았으며, SPI 처리군도 2.50이었고, 글리세롤은 2.67이었으며 알긴산염 처리군은 3.00으로 가장 우수하였다. 세근 부위의 경우 처리군중 글리세롤 단독 처리군이 3.50로 가장 품질이 양호하였으며, 고유의 향은 알긴산 및 글리세롤 단독 처리군이 복합 처리군에 비하여 높은 품질을 유지하였다.

이러한 결과를 종합하여 보면 수삼의 세척은 물 또는 물에 불용성 연마제를 함유한 매체를 고압분사 방식을 이용하는 것이 효과적이며, 세척 후 표면 미생물 제어를 위한 처리로는 70% 에탄올 처리가 다른 단독처리 및 이를 복합한 처리에 비해 효과적인 것으로 판단된다. 표면 수분 제거를 위해서는 압축공기 및 원심분리방법의 적용이 효과적이며 이중 시설 및 처리량 측면에서는 원심분리방식이 보다 효율적일 것으로 판단된다. 아울러 피막처리방법으로는 글리세롤 및 알긴산염 단독 처리군이 복합 처리군에 비해 표면색 및 표면 미생물 제어 등의 측면에서 비교적 효과가 우수한 것으로 평가되었다.

2) 세척수삼처리를 위해 설정된 단계별 최적 조건에서의 품질 및 미생물제어 효과 확인

세척수삼처리를 위한 단계별 최적 조건 설정 및 복합 적용성 평가결과를 토대로 설정된 단계별 최적 조건에서 수삼을 처리한 후 처리에 따른 효과를 분석하였다.

세척 수삼의 단계별 처리로 세척은 실험에 소요되는 수삼을 신속하게 처리할 수 있는 용량이 되지 못함에 따라 브러쉬를 사용하였으며, 미생물 제어를 위해 세척 수삼을 70%에탄올에 20초간 침지 후 표면의 잔류 에탄올 제거를 위하여 30초간 세척수 처리를 하였다. 이와 같이 처리한 수삼은 원심분리식 탈수기로 1분간 처리하였다. 또한 피막처리를 위하여 에탄올 처리 후 세척한 수삼을 3% 글리세롤용액, 0.5% 알긴산염 용액, 그리고 글리세롤 처리 후 알긴산염용액에 각각 10초간 침지처리 한 후 원심분리식 탈수기로 1분간 처리하였다.

세척 및 미생물제어를 위한 에탄올 처리 후 수삼의 표면 색도 L 값을 보면 세척 전 원료삼이 59.3 이었으나 세척 후에는 79.7로 높아졌으며 이를 에탄올 처리하였을 때는 세척 직후의 값과 유사하였다(Table 3-43). 수삼의 표피경도(peak 1)는 세척삼 및 에탄올 처리삼이 세척 전 원료삼에 비해 다소 낮은 값을 보였으며 내부의 경도는 처리군 간에 유사한 수준이었다(Fig. 3-50) 표면 미생물 수는 총균수의 경우 원료수삼이 6.16 log cfu/ea 이었는데, 세척 후에는 5.80 log cfu/ea로 감소하였으며 에탄올 처리 후에는 2.40 log cfu/ea으로 감소하였다. 곰팡이는 원료수삼이 4.56 log cfu/ea 이었는데, 세척 후에는 3.08 log cfu/ea로 감소하였으며 에탄올 처리 후에는 0.76 log cfu/ea으로 감소하였다(Fig. 3-51). 수삼의 세척처리에 따른 관능적 품질은 에탄올 처리구가 세척처리구에 비해 전반적으로 다소 우수한 것으로 평가되었으나 향과 맛은 다소 떨어지는 것으로 나타났다(Table 3-44).

Table 3-43. Hunter color values of ginseng surface by washing treatments

	CN	WN	EtOH
L	59.28±2.53	79.73±2.82	79.83±3.35
a	12.29±1.66	-1.30±0.70	-1.17±0.58
b	32.07±2.27	23.00±1.45	23.76±1.09

*CN: Soiled ginseng, WN: Washed ginseng, EtOH: Ethanol treated ginseng after washing

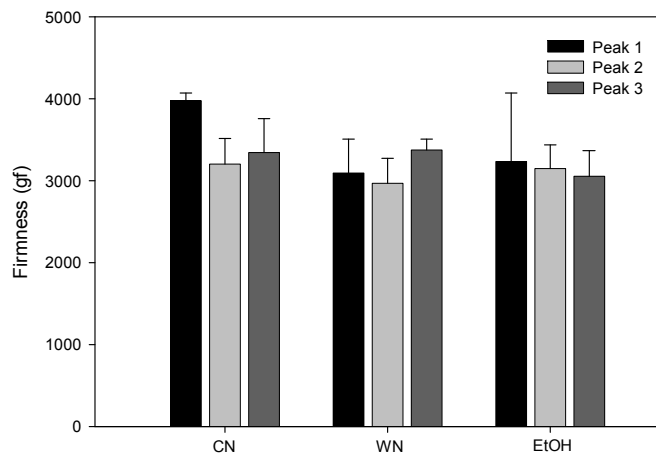


Fig. 3-50. Firmness of ginseng by washing treatments

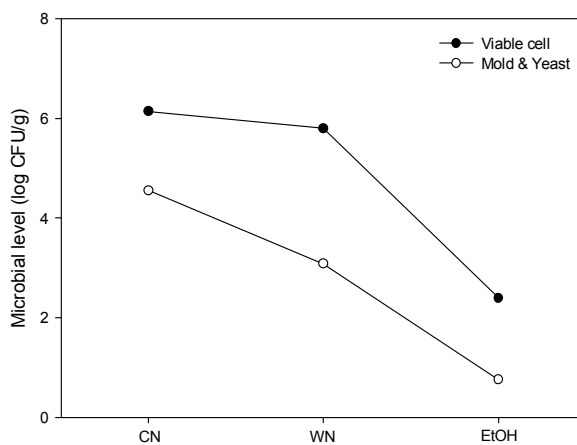


Fig. 3-51. Microbial population of ginseng by washing treatments

Table 3-44. Sensory quality of ginseng by washing treatments

	Overall	Rhizome head	Main root	Lateral & Hair root	Color	Inherent odor	Inherent taste
WN	4.17±0.58	4.54±0.65	4.63±0.29	4.26±1.03	4.07±0.45	4.07±0.67	4.17±0.58
EtOH	4.35±0.89	4.54±0.42	4.81±0.29	4.63±0.67	4.35±0.23	3.98±1.08	3.89±1.36

세척처리한 수삼과 에탄올 처리한 수삼에 글리세롤, 알긴산염 및 글리세롤+알긴산염처리 한 후 수삼의 표면 색도 L 값을 비교하였던바 세척 처리 후 글리세롤과 알긴산염을 각각 처리한 수삼은 세척 처리만 한 수삼과 유사한 수준을 보였으나, 에탄올 처리 후 글리세롤 및 알긴산염 단독 또는 복합 처리한 경우 이를 처리하기 전에 비해 약간 낮은 값을 보였다(Table 3-45).

수삼의 표피경도(peak 1)는 3,236-2,637gf 이었고, 내부경도(peak 2)는 2,461-3,145gf이었으며 중심부경도(peak 3)는2,771-3,376gf로 차이가 컸는데 이는 처리간의 차이보다 시료간의 차이로 판단된다. 세척삼 및 에탄올 처리삼이 세척 전 원료삼에 비해 다소 낮은 값을 보였으며 내부의 경도는 처리군에 유사한 수준이었다(Fig. 3-52).

표면 미생물 수준은 총균 수의 경우 세척 후에는 5.80 log cfu/ea이었으며 글리세롤 및 알긴산염 처리 후에는 4.54-4.60 log cfu/ea로 유사하였다. 에탄올처리의 경우 에탄올 처리 후에는 2.40 log cfu/ea이었으나 이에 글리세롤, 에탄올 및 이들의 복합처리 시 2.74-3.86 log cfu/ea로 다소 증가하였다. 곰팡이는 세척 후에는 3.08 log cfu/ea이었으며 글리세롤 및 알긴산염 처리 후에는 2.63-3.32 log cfu/ea로 증가하였다. 에탄올처리의 경우 에탄올 처리 후에는 0.76 log cfu/ea이었으나 이에 글리세롤, 에탄올 및 이들의 복합처리 시 0.39-1.20 log cfu/ea 변화되었다(Fig. 3-53).

수삼의 표면처리에 따른 종합적 관능적 품질은 세척처리만 한 경우 4.17 이었고, 이에 표면처리를 한 경우 다소 높아졌다. 이에 반하여 에탄올 처리구의 경우 4.35 이었던 것이 표면 처리를 함으로서 그 값이 3.80-4.17로 낮아졌다(Table 3-46).

Table 3-45. Hunter color values of ginseng surface by coating treatments

Treatment	L	a	b
WN	79.73±2.82	-1.30±0.70	23.00±1.45
EtOH	79.83±3.35	-1.17±0.58	23.76±1.09
Gly	79.49±2.34	-1.36±0.61	21.06±1.94
S.A	79.66±3.94	-1.28±0.46	22.83±2.28
Et+G	78.73±1.92	-0.98±0.49	23.34±2.47
Et+S.A	78.48±2.77	-0.70±0.52	23.96±1.98
Et+G+S.A	80.45±3.95	-0.85±0.93	23.63±3.13

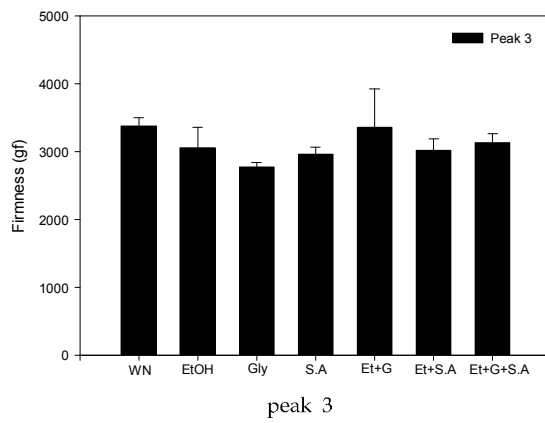
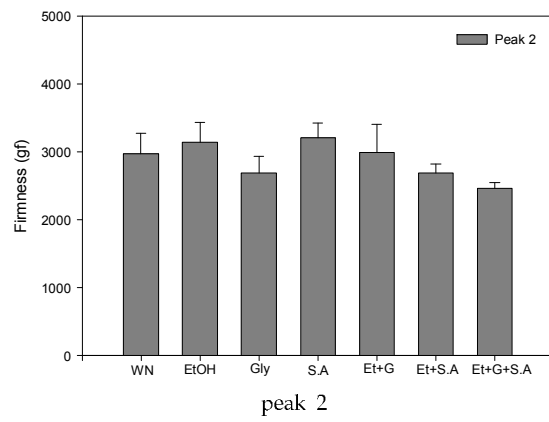
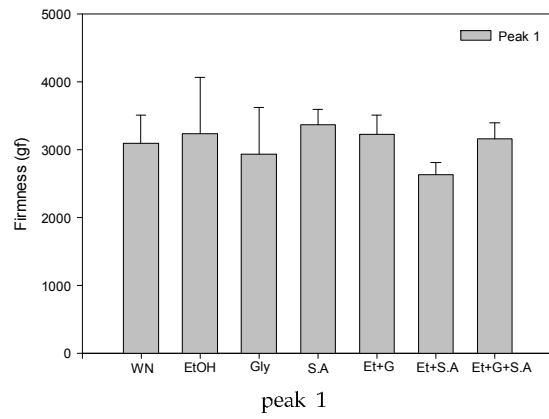


Fig. 3-52. Firmness of ginseng by coating treatments

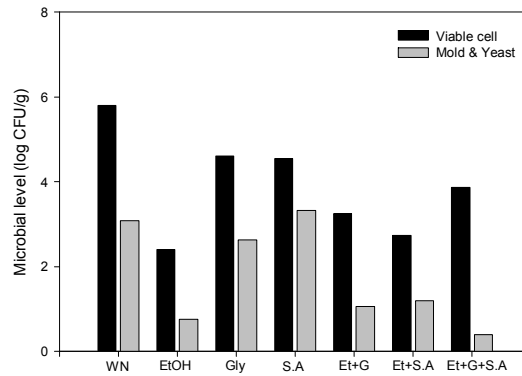


Fig. 3-53. Microbial population of ginseng by coating treatments

Table 3-46. Sensory quality of ginseng by coating treatments

Treatment	Overall	Rhizome head	Main root	Lateral & Hair root	Color	Inherent odor	Inherent taste
WN	4.17±0.58	4.54±0.65	4.63±0.29	4.26±1.03	4.07±0.45	4.07±0.67	4.17±0.58
EtOH	4.35±0.89	4.54±0.42	4.81±0.29	4.63±0.67	4.35±0.23	3.98±1.08	3.89±1.36
Gly	4.63±0.45	4.54±0.65	4.81±0.29	4.44±0.86	4.26±0.29	4.35±0.89	4.81±0.29
S.A	4.81±0.29	4.63±0.67	4.81±0.29	4.72±0.46	4.35±0.23	4.35±0.82	4.63±0.67
Et+G	3.80±0.65	4.07±1.03	4.54±0.55	4.35±0.89	3.61±0.84	4.17±0.98	3.89±1.53
Et+S.A	3.98±0.82	4.35±0.82	4.63±0.45	4.26±0.84	3.98±0.55	3.98±0.89	3.98±1.55
Et+G+S.A	4.17±0.46	4.44±0.70	4.63±0.29	4.26±0.57	3.98±0.65	4.26±0.57	4.35±0.65

3) 수삼의 유통 중 품질안정성 향상을 위한 최적 MAP 조건 설정 및 적용성 평가

· MAP적정 조건 설정을 위한 품질 평가

세척수삼의 유통 중 신선도 유지에 적합한 MAP 포장방법을 확립코자 1차적으로 세척한 수삼과 세척하지 않은 수삼의 PE를 이용한 MAP 처리를 하였고, 세척수삼의 경우 뇌두를 제거한 경우와 이를 제거치 않은 경우를 비교하였다. 아울러 포장용기 내 탄산가스 및 산소 농도에 따른 영향을 조사하기 위해 밀봉용기 내 공기를 주입한 처리구, 공기의 50%를 질소로 치환한 포장구, 공기를 완전히 질소로 치환 포장구로 구분하였고, 기존 세척수삼의 포장에 널리 쓰이고 있는 진공 포장구를 대조구로 포함하였다. 수삼을 각기 다른 방법으로 포장처리한 후, 0°C저장고에서 10주간 저장하면서 품질변화를 측정하였다.

포장 내 가스조성은 전체적으로 모든 처리군에서 저장기간이 경과함에 따라 CO₂함량이 증가하는 경향을 보였고, PE필름을 사용한 경우보다 OPP필름으로 포장한 처리구에서 CO₂함량 증가폭이 컸으며 진공포장 처리군의 경우 저장 8주후부터 진공상태가 풀리기 시작했다. 저장기간 중 포장에 따른 포장 내 CO₂ 농도는 OPP+합기포장구> OPP+공기50%치환 포장구> OPP+공기100%치환 포장구> PE+흙삼 ≥ PE+세척삼 ≥ PE+뇌두제거군순으로 나타났으며 PE필름 포장군에 비해 OPP필름 포장군의 CO₂농도가 높게 유지되었다. 한편 진공포장군의 경우 저장 6주까지는 거의 저장 8주후에는CO₂농도가 73%이상 높은 값을 나타내었고 이 시기 부터는 수삼으로부터 강한 이취를 감지할 수 있었다. 이와 같은 결과로 기존의 진공포장방법을 사용하여 수삼을 포장하는 방법으로는 고품질 수삼의 유통에 한계가 있는 것으로 판단되었다.

저장기간 중 수삼의 경도 값의 변화를 조사한 결과 표피 부분의 Peak값은 주근과 지근 모두 처리방법에 따른 유의적 차이가 없는 것으로 나타났으며, 수삼의 저장기간에 따른 경도변화는 주근 부위보다 지근 부위에서 경도의 변화 값이 더 큰 것으로 나타났으며, 처리구별로 유의적 차이를 보이지는 않았다.

수삼의 저장 중 전분함량의 변화를 간접적으로 분석키 위해 요오드 반응에 의한 비색방법으로 비교하였던바 요오드 반응에 의한 포장방법별 수삼의 저장 중 전반적으로 L 값의 변화가 a 및 b값에 비하여 비교적 뚜렷하게 감소하는 경향을 보였다. ΔE 값의 경우 L값이나 a값에 비하여 저장 중 변화 정도가 비교적 뚜렷하였다. 포장방법에 따른 변화의 양상을 보면 뇌두를 제거한 경우 그 변화의 폭이 컸고, 진공 포장한 경우 다른 세척삼의 경우에 비하여 증가 폭이 컸다.

MAP저장 방법에 따른 저장기간 중 수삼의 가용성 고형분 함량변화를 보면 전반적으로 진공포장구를 제외한 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 가용성 고형분의 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 처리구 별로 살펴보면 PE+뇌두제거군과 OPP+합기포장구의 함량변화가 저장 10주후에 초기치에 비해 5~6%의 증가를 보여 매우 높은 수치를 보였다. OPP+공기100%치환 포장구와 진공포장군은 저장 10주후에 각각 22.2%와 19.5%로 함량변화가 가장 낮았다.

수삼의 저장기간 중 표면색도 값의 변화 조사 결과 처리구 간의 L, a 및 b 값은 처리구간의 차이가 뚜렷하지 않았으나 이 값을 종합하여 ΔE 값을 구하였던바 진공포장구 및 PE 뇌두 제거군과 OPP 합기포장구가 4.29~5.59로 높은 변화를 보였으며, PE 포장 세척삼과 OPP 공기50%치환 처리구 및 OPP 공기100%치환 처리구에서는 2.15~3.49정도의 낮은 색도 변화를 보였다. 처리구에 따른 수삼의 표면 색도 변화는 진공포장이 가장 심하였고, 공기100%치환 처리구와 PE 세척삼에서 가장 낮은 변화를 보여 이 두 처리군이 수삼의 표면색 유지에 효과적인 것으로 사료된다.

필름과 기체조성에 따른 저장기간 중 관능적 품질을 보면 저장기간 10주 중 저장 6주후부터 점차 처리구별 관능적 품질변화가 나타나기 시작했으며, 진공포장군의 품질이 가장 빨랐으며, 뇌두제거군을 제외한 PE포장군도 OPP포장군에 비하여 관능적 품질저하가 큰 것으로 나타났다. 10주 저장 후 가장 품질변화가 적은 처리구는 관능품질이 총점 3.21의 PE+뇌두제거군이었으며, 각각 3.17를 받은 OPP+공기50%치환 포장구와 OPP+공기100%치환 포장구가 그 뒤를 이었다. OPP+합기포장구는 3.10로 나타났고, PE+흙삼은 3.05이었으며, PE+세척삼과 진공포장군은 각각 2.95과 2.45로 나타나 PE+세척삼과 진공포장군을 제외한 모든 처리군의 수삼이 저장 10주까지 비교적 양호한 상태를 나타냈다.

특히, 진공포장군의 경우 가장 낮은 점수를 받았는데 저장 4주후까지는 매우 양호한 품질상태를 나타냈으나 6주후부터 외관 및 뇌두 및 주근부위의 품질변화를 보였고, 저장 8주후에는 이취가 발생하였으며, 전체적으로 모든 항목에서 품질저하가 일어나 저장 10주후에 가장 낮은 점수를 보였다.

· MAP처리가 미생물억제에 미치는 영향연구

각 MAP처리조건에 따른 총균 및 곰팡이의 수 변화를 조사하였던바 전체적으로 모든 처리군에 저장기간에 경과함에 따라 총균수와 곰팡이 수 모두 증가하는 추세를 보였는데, 그 중 진공포장 처리군이 10주 저장 기간 중 가장 낮은 미생물 수준을 나타냈으며, 뇌두제거 후 PE필름 처리한구와 OPP필름 처리군중 공기 100%치환군의 미생물 수준이 가장 낮게 나타났다. 시료 별로 초기치를 살펴보면 경우 초기 총균수 및 초기 곰팡이수준은 뇌두제거군<세척삼<흙삼 순서

로 미생물 수준이 높은 것으로 나타났다.

처리군 별로는 PE필름과 공기치환이 없었던 처리군 중 흡삼은 저장 기간 중 6주후부터 급격히 총균수와 곰팡이 수가 증가하여 저장10주후에는 총균수 6.83 log CFU/g와 곰팡이 수 4.16 log CFU/g까지 미생물 수준이 증가되었다. 뇌두 제거군(C)에서는 저장 8주후부터 미생물 수준이 급격히 증가하여 저장10주후에는 총균수와 곰팡이수가 각각 6.37 log CFU/g와 3.25 log CFU/g로 나타나 PE필름 처리군에서는 뇌두 제거군의 미생물 수준이 가장 낮은 것으로 나타났다. 다음으로 OPP필름과 공기치환을 하였던 처리군 중 합기포장군(D)의 경우 저장기간 8주후부터 급격히 미생물수가 증가하여 저장10주후에 총균수와 곰팡이 수는 각각 6.75 log CFU/g와 4.22 log CFU/g로 나타났다. 공기50%치환군(E)은 미생물 수준이 꾸준히 증가하여 저장10주후에서 총균수는 6.717 log CFU/g이었고, 곰팡이수는 3.88 log CFU/g로 나타났고, 공기 100%치환군(F)은 저장 10주후에 총균수는 6.51 log CFU/g이었고, 곰팡이수는 3.57 log CFU/g로 나타났다. Ny+PE필름을 사용한 진공포장군은 저장기간 중 초기치와 유사한 미생물 수준을 유지하여 저장 10주후에서 총균수는 4.86 log CFU/g이었고, 곰팡이수는 2.43 log CFU/g으로 나타나 전체 처리 중 미생물 수를 제어하는데 있어서 가장 효과적이었다.

수삼의 유통 중 품질안정성 향상을 위한 최적 MAP 조건 설정 연구결과를 종합하면 포장 내 CO₂함량은 PE필름을 사용한 경우보다 OPP필름으로 포장한 처리구에서 CO₂함량 증가 폭이 컸으며 진공포장 처리군의 경우 저장 8주후부터 진공상태가 풀렸다. 가용성 고형물함량은 포장 방법에 따른 변화의 양상을 보면 뇌두를 제거한 경우 그 변화의 폭이 컸고, 진공포장한 경우 다른 세척삼의 경우에 비하여 증가 폭이 컸다. 처리구에 따른 수삼의 표면 색도 변화는 진공포장이 가장 심하였고, 공기100%치환 처리구와 PE 세척삼에서 가장 낮은 변화를 보여 이 두 처리군이 수삼의 표면색 유지에 효과적인 것으로 사료된다. 처리군에 따라 총균수와 곰팡이 수는 저장 중 모두 증가하였는데, 그 중 진공포장 처리군이 10주 저장 기간 중 가장 낮은 미생물 수준을 나타냈으며, 뇌두제거 후 PE필름 처리한구와 OPP필름 처리군중 공기 100%치환군의 미생물 수준이 가장 낮게 나타났다. 포장방법에 따른 관능적 품질을 보면 저장기간 10주 중 저장 6주후부터 점차 처리구별 관능적 품질변화가 나타나기 시작했으며, 진공포장군의 품질이 가장 빨랐으며, 뇌두제거군을 제외한 PE포장군도 OPP포장군에 비하여 관능적 품질저하가 큰 것으로 나타났다.

이와 같은 결과를 바탕으로 세척수삼의 최적 MAP조건으로는 실험에 적용하였던 처리구 중 표면색상, 가용성 고형물 함량, 총균수 및 곰팡이수가 저장 중 적게 변화되었던 OPP 필름의 공기 100%치환 처리구가 적합한 것으로 판단된다.

4) 설정된 최적 MAP조건에서 품질평가 및 미생물억제효과 확인

수삼의 유통 중 품질안정성 향상을 위해 실험을 통하여 최적 조건으로 설정된 MAP 조건에서 수삼을 저장하면서 품질 및 미생물 억제효과를 확인하였다. 이를 위하여 세척 처리한 수삼을 알긴산염 및 글리세롤을 처리한 구와, 세척처리 후 에탄올처리를 하고 이에 알긴산염 및 글리세롤을 단독으로 처리한구와 글리세롤 처리 후 다시 알긴산염으로 복합처리였다. 이와 같이 처리된 수삼은 실험을 통하여 최적 조건으로 설정된 조건으로 MAP 조건으로 처리하였다. 즉, 처리 수삼을 PP tray에 넣고 가스치환포장기를 이용하여 포장 내 공기를 N₂로 치환한 후 상단을

OPP 필름으로 밀봉하였다. 각각 처리된 수삼용기는 수삼의 유통온도를 고려하여 10℃에 40일간 저장하면서 품질 및 미생물 억제효과를 분석하였다.

각각 처리한 수삼의 포장 내 탄산가스 조성을 분석하였던바 초기 0%에서 저장 10일 후 급격히 증가하여 9.90-11.59%범위를 유지하였고, 20일 후에는 9.58-10.82%로 약간 낮아졌으며 이후에는 저장 20일 후와 유사한 수준을 유지하였다. 저장기간 중 포장처리구간에 따른 탄산가스 농도는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다(Fig. 3-55).

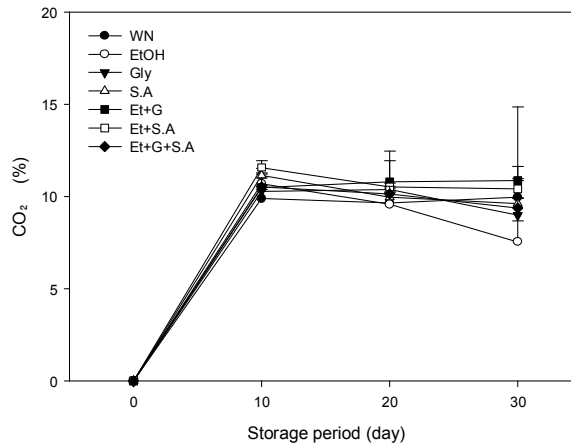


Fig. 3-55. Changes in CO₂ concentrations in packages of ginseng treated with different methods for surface cleaning and coating during storage

포장구별 저장 중 변질율을 보면 저장 10일후 세척만 한 처리구에서 4.2% 발생하였으나 다른 처리구는 건전하였다. 저장 20일 후에는 모든 처리구에서 변질이 급격히 진행되었는데 에탄올 처리구가 11.1%로 그중 가장 낮았고, 다음으로는 세척처리구 및 세척 후 글리세롤 및 알긴산염 처리구가 각각 16.7%로 낮았지만 에탄올 처리 후 피막처리한 모든 구의 경우 이보다 높은 변질율을 보였다. 저장 30일 후에는 변질이 더욱 진행되어 처리구간의 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 변질은 주로 수삼의 뇌두 부위에서 발생하였는데 저장 20일의 경우 뇌두 부위의 변질 정도는 관능적으로 품질에 영향을 크게 미칠 정도는 아닌 매우 미미한 수준이었다. 주근 부위의 경우 저장 20일 후 일부 처리구에서 발생하였으나 1% 미만이었으며, 지근 및 세근 부위에서는 저장 30일 후 변질이 발생하였다(Fig. 3-56).

각 포장의 저장 중 중량 감소율은 세척처리만 한 수삼의 포장구가 저장 10일 후 0.04%이었으며 저장기간이 경과함에 따라 꾸준히 증가하여 저장 30일후에는 0.20%에 달하였다. 글리세롤과 알긴산염을 처리한 세척수삼은 저장 30일후 각각 0.14% 및 0.19%로 세척만 하였던 처리구에 비해 중량감소가 적었다. 세척 후 에탄올 처리 수삼은 저장 30일 후 0.14%로 세척만 하였던 처리구에 비해 낮은 중량감소를 보였는데 이에 글리세롤, 알긴산염 및 이들의 복합처리군은 0.18-0.20%범위로 에탄올만 처리한 구에 비해 약간 높은 값을 보였다(Fig. 3-57).

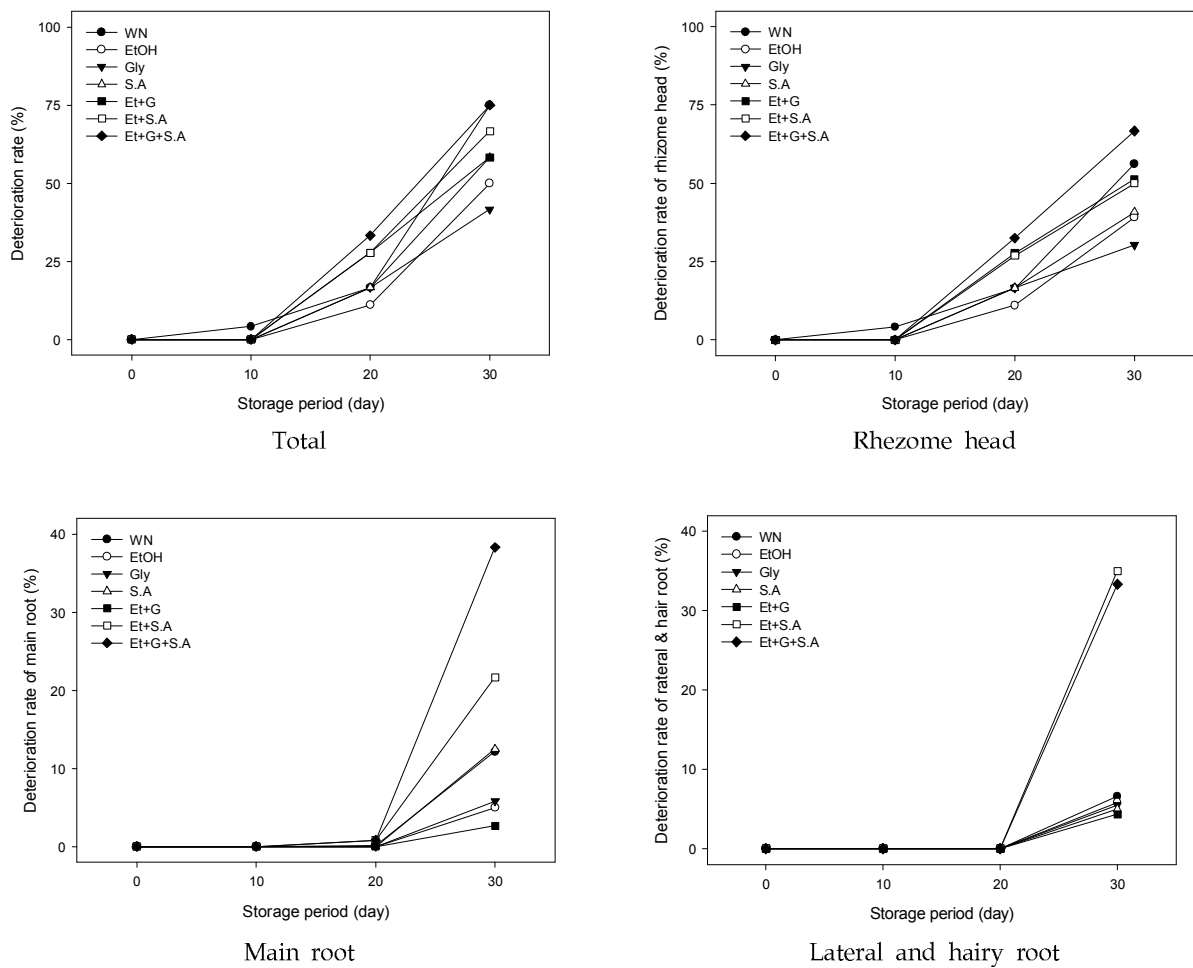


Fig. 3-56. Changes in weight loss of packaged ginseng treated with different methods for surface cleaning and coating during storage

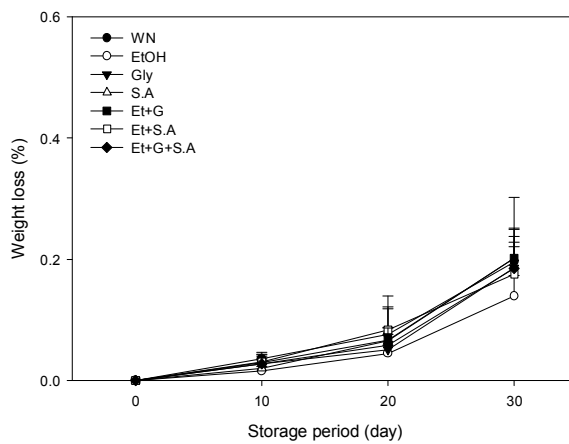


Fig. 3-57. Changes in weight loss of packaged ginseng treated with different methods for surface cleaning and coating during storage

각 처리군의 표면색도 L값을 보면 세척만 한 처리구는 저장 30일 후 초기 치에 비해 2.2%정도 감소하였으며, 글리세롤과 알긴산염을 처리한 세척수삼은 저장 30일 후 각각 1.5%, 2.1%하였다. 세척후 에탄올 처리 수삼은 저장 30일 후 2.2%, 이에 글리세롤, 알긴산염 및 이들의 복합처리군은 2.4-2.9% 정도 감소하였다. 색상의 변화정도를 나타내는 ΔE 값은 저장 30일 후 에탄올 처리군이 가장 낮았고, 다음으로는 세척 후 알긴산염을 처리한 구이었다(Fig. 3-58).

수삼의 처리에 따른 경도를 보면 표피경도(peak 1)가 3,236-2,637 gf 이었고, 내부경도(peak 2)는 2,461-3,145gf이었으며 중심부경도(peak 3)는2,771-3,376gf로 차이가 컸는데 이는 처리간의 차이보다 시료간의 차이로 판단된다. 저장 중 각 피크별 변화를 보면 처리군 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다(Fig. 3-59).

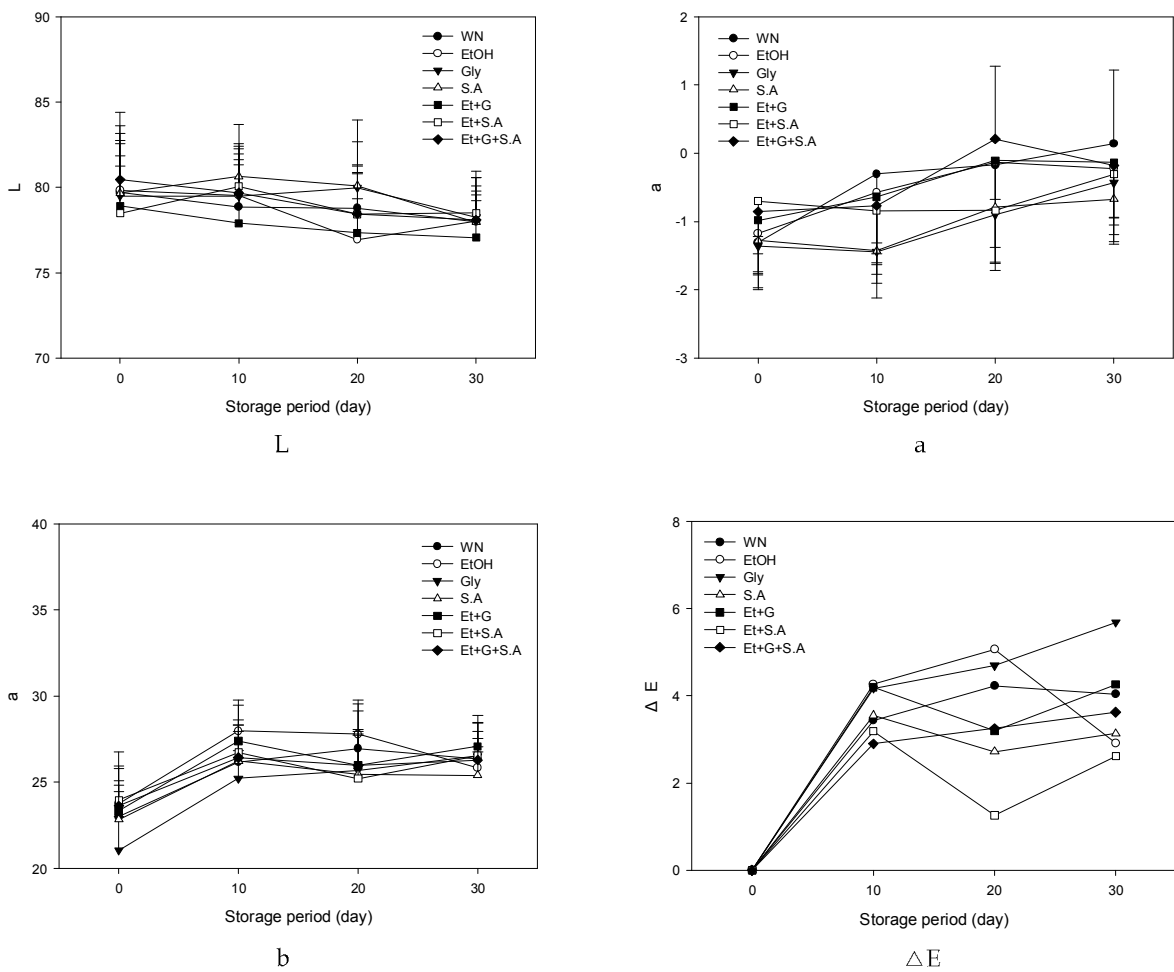
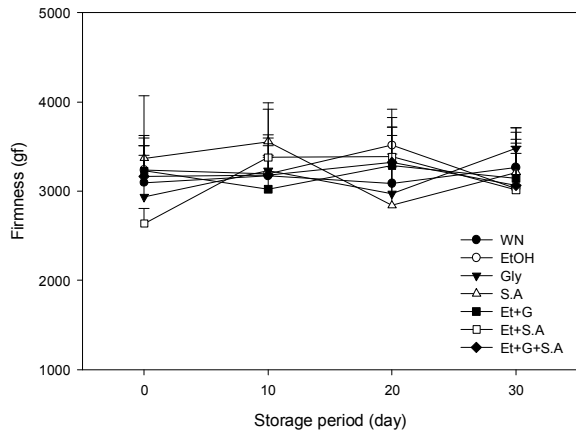
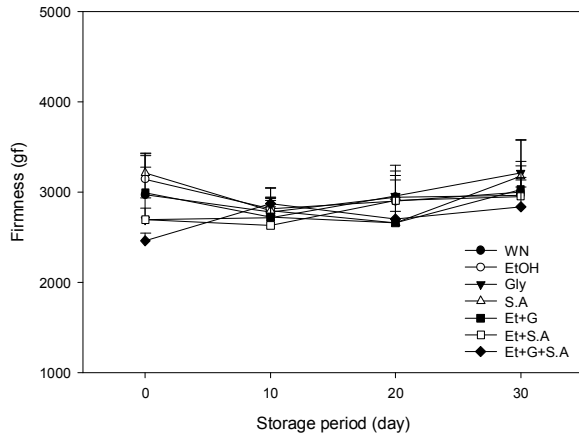


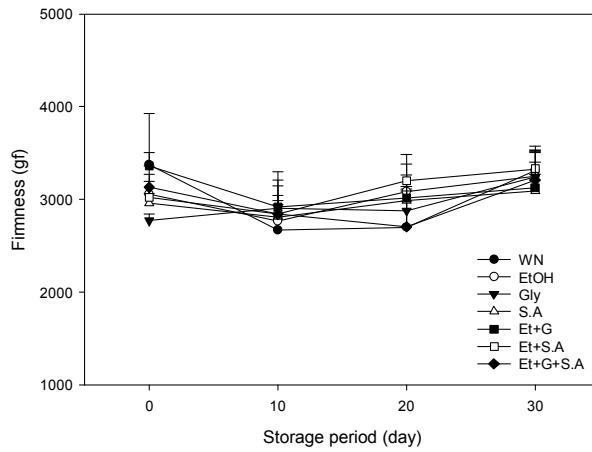
Fig. 3-58. Changes in surface color of packaged ginseng treated with different methods for surface cleaning and coating during storage



peak 1



peak 2



peak 3

Fig. 3-59. Changes in firmness of packaged ginseng treated with different methods for surface cleaning and coating during storage

표면 미생물 수는 총균 수의 경우 세척 후에는 5.80 log cfu/ea이었으며, 글리세롤 및 알긴산염 처리 후에는 4.54-4.60 log cfu/ea로 낮아졌다. 에탄올처리의 경우 에탄올 처리 후에는 2.40 log cfu/ea이었으나 이에 글리세롤, 에탄올 및 이들의 복합처리 시 2.74-3.86 log cfu/ea 로 다소 증가하였다. 각 처리군의 총균 및 곰팡이 수는 저장기간이 경과함에 따라 증가하였는데 특히 저장 후 10일 간의 급격히 발생하였다. 총균 수의 경우 에탄올 처리군이 6.40 log cfu/ea로 가장 낮았으며, 다음으로는 에탄올 처리 후 글리세롤을 처리한 구이었고, 이는 전반적으로 세척만 한 처리군에 비해 낮았다. 저장 20일 후에는 에탄올 처리 후 글리세롤을 처리한 구가 가장 낮았고, 저장 30일 후에는 에탄올만 처리한 구가 가장 낮았다. 곰팡이 수의 경우 역시 저장 10일후 그 수가 급격히 증가하였는데 에탄올 처리구, 에탄올 처리 후 글리세롤 및 알긴산염을 처리한 구가 각각 4.00-4.05 log cfu/ea로 가장 낮았다. 저장 20일 후에는 에탄올 처리 후 글리세롤, 알긴산염 및 이를 복합 처리한 구가 전반적으로 다른 처리 구에 비해 낮았다. 곰팡이는 세척 후에는 3.08 log cfu/ea이었으며 글리세롤 및 알긴산염 처리 후에는 2.63-3.32 log cfu/ea로 증가하였다. 에탄올처리의 경우 에탄올 처리 후에는 0.76 log cfu/ea이었으나 이에 글리세롤, 에탄올 및 이들의 복합처리 시 0.39-1.20 log cfu/ea 변화되었다(Fig. 3-59).

미생물의 증식과 더불어 각 처리군의 저장 중 품질변화도 진행되었는데 저장 10일 후에는 에탄올 처리 후 알긴산염을 처리 한 구가, 저장 20일 후에는 세척 처리만 한 구, 에탄올 처리 후 글리세롤 및 알긴산염을 처리한 구가, 저장 30일 후에는 모든 처리구가 상품성을 잃은 것으로 나타났다. 저장 중 품질 변화를 처리군 별로 보면 세척 처리만 한 것에 비하여 세척 후 에탄올을 처리한 구의 품질이 비교적 우수하였다(Fig. 3-60). 세척처리 후 글리세롤 및 알긴산을 처리한 구가 세척처리만 한 구에 비해 품질이 우수하였다. 에탄올 처리후 피막처리를 한 경우 전반적으로 에탄올만 처리한 구에 비하여 품질이 열등하였다. 각 처리구중 품질이 우수하게 유지된 처리구는 세척처리 후 알긴산염 처리구> 세척처리 후 글리세롤 처리구> 세척 후 에탄올처리구 순이었으며, 에탄올 처리 후 글리세롤 및 알긴산염 처리구는 세척만 한 처리구에 비하여서도 열등하였다(Fig. 3-61).

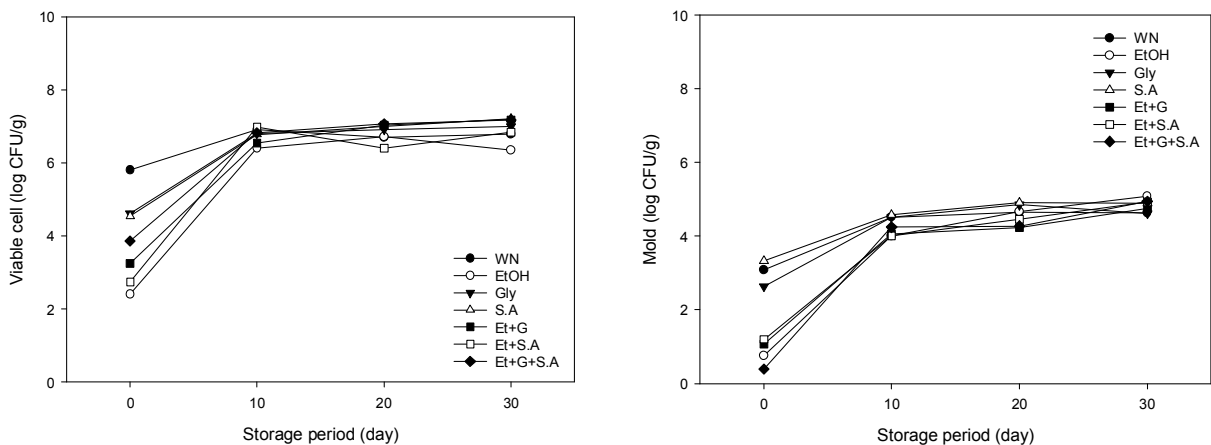


Fig. 3-60. Changes in microbial populations of packaged ginseng treated with different methods for surface cleaning and coating during storage

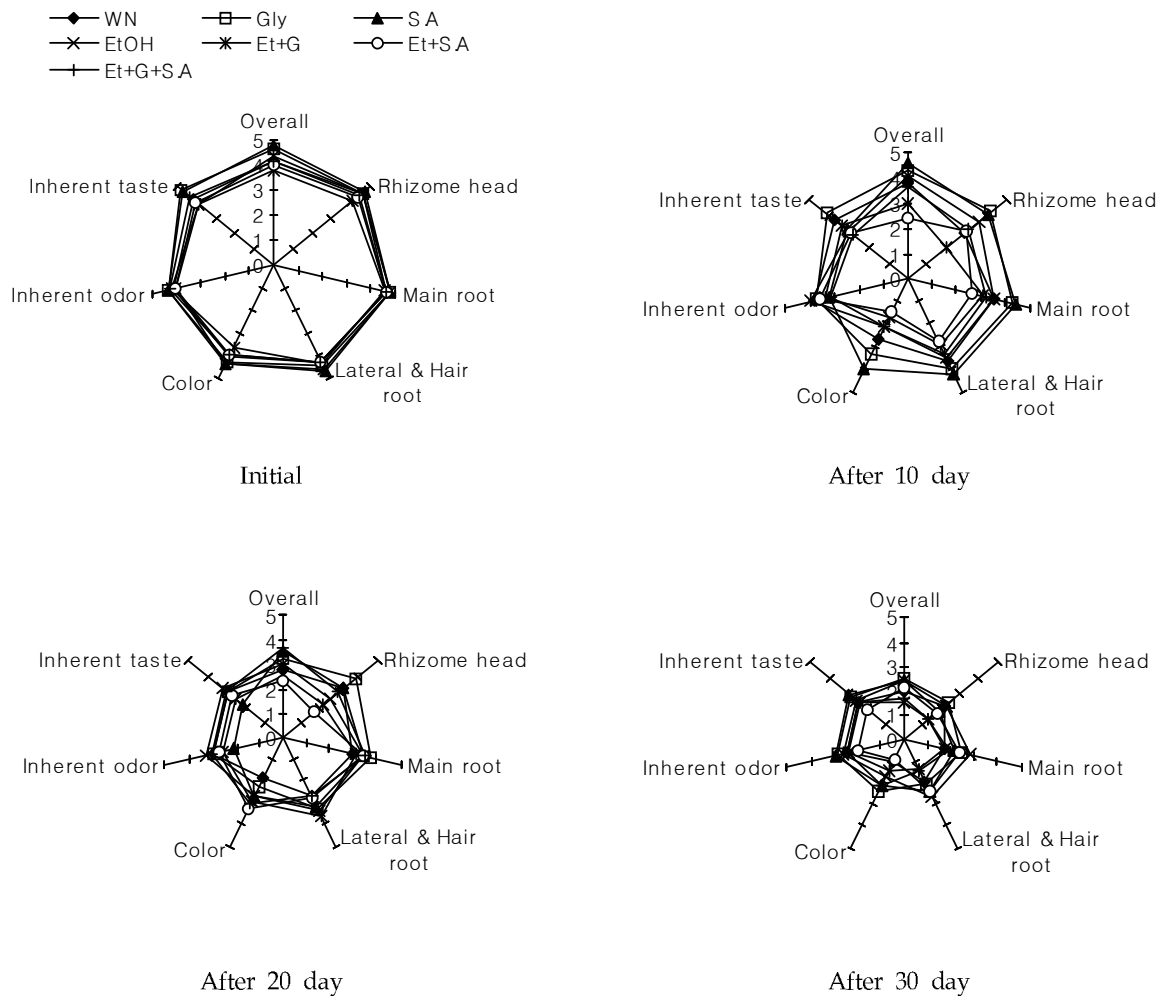
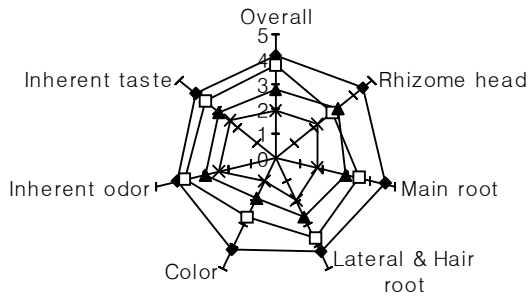
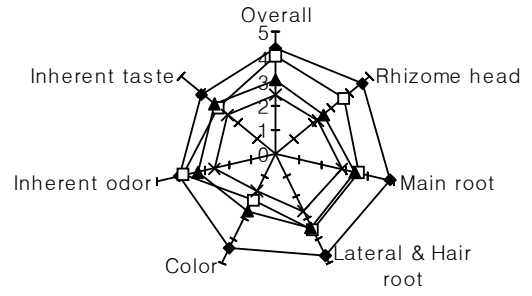


Fig. 3-61. Changes in sensory quality of packaged ginseng treated with different methods for surface cleaning and coating during storage

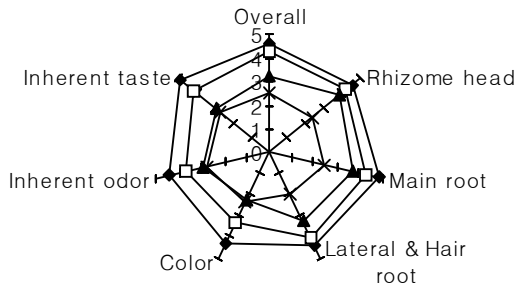
◆ Initial □ 10 day
 ▲ 20 day × 30 day



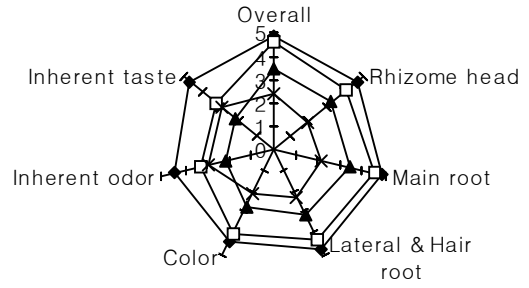
WN



EtOH

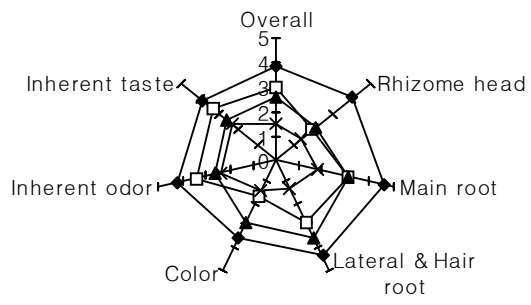


Gly

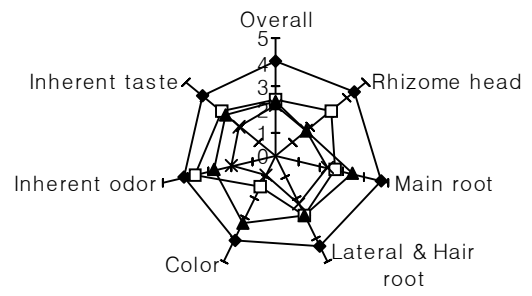


S.A

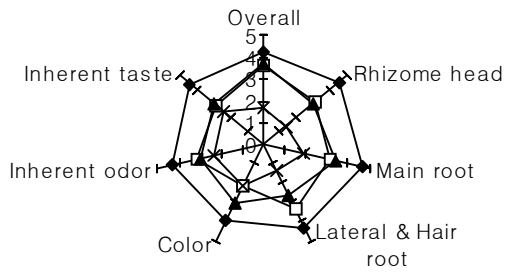
Continued



Et+G



Et+S.A



Et+G+S.A

Fig. 3-62. Changes in sensory quality of packaged ginseng treated with different methods for surface cleaning and coating during storage

3. 수삼의 세척, 전처리, 피막처리, 포장처리 개발 기술의 실증시험

가. 수삼의 효과적인 세척 등 전처리 기술 적용 실증 시험

1차년도에 수행하여 얻은 연구결과 중 수삼의 효과적인 세척 등 전처리기술의 현장 적용시험을 위하여 세척 및 전처리기술의 효과를 분석하였고, 분석된 결과 중 처리의 효과 및 실용성을 고려하여 관행대비 개발기술의 품질 유지효과를 비교키 위한 실험을 협동기관 및 세부과제와 연계하여 수행하였다.

세척 처리한 수삼의 유통 중 미생물에 의한 변질을 억제하기 위한 연구로 처리방법에 따른 미생물 제어효과를 조사하였다. 수삼을 세척처리 한 후 200 ppm의 차아염소산나트륨 용액, 70% 에탄올 용액, 3% 과산화수소 용액, pH2.3인 전해산화수, 3 ppm의 오존수를 각각 처리하여 처리방법에 따른 총균 수와 곰팡이 및 효모 수를 조사하였던바 총균 수의 경우 에탄올 처리구가 가장 높은 제어율을 보였으며 다음으로는 과산화수소용액 및 전해산화수 처리구순이었고, 차아염소산나트륨용액 처리구가 비교적 낮은 처리효과를 나타내었다.

처리방법에 따른 미생물 제어효과 연구를 통하여 처리구중 비교적 미생물 제어 효과가 높은 것으로 나타난 열수 처리구, 에탄올 처리구 및 전해산화수 처리구를 각각 단독으로 처리하였고, 복합처리효과를 조사하였던바 열수와 에탄올을 병행 처리 시 효과가 높았다.

수삼의 표면세척을 위하여 침지 세척 방법과 고압분사 방법을 적용하였던 바 고압살수처리가 실용적이고 효과적인 것으로 조사되었다. 또한 고압분사세척 방법의 효과를 보다 개선하기 위해 분사 시 사용하는 용수에 연마제를 첨가하여 그 효과를 분석하였던바 세척 효과 및 미생물 제어효과가 향상되는 것으로 조사되었다. 특히, 수삼표면에 황 등 이물질이 잔존하는 경우 특히 세척효과가 우수하였다. 수삼의 세척 시 물 또는 물에 불용성 연마제를 혼합하여 처리 시 임계처리 압력을 조사하였던바 물만 분사할 경우의 20kg/cm²의 압력을 가하여야만 만족할만한 세척도를 얻을 수 있었으나 부분적으로 수삼표면일부가 손상되는 것으로 조사되었다. 이에 반해 물에 불용성 연마제를 함유시켜 분사한 경우 물의 경우보다 낮은 15kg/cm²에서도 관능적으로 만족할 만한 청결도를 나타내었다. 고압분사 세척 시 세척매체인 물에 불용성 연마제를 함유시킴으로서 세척 효과를 높일 수 있는 것으로 나타남에 따라 연마제의 적정 함량을 조사키 위해 함량별 시간에 따른 세척도를 조사하였던 바 5%정도가 적절한 것으로 나타났다.

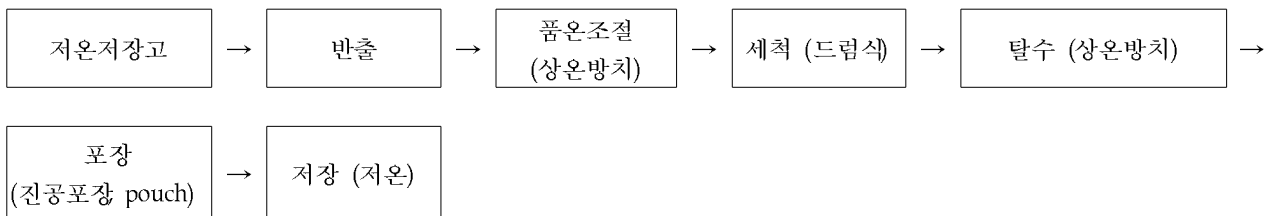
저장 및 유통 중 세척수삼의 미생물 증식 등 품질변화는 주로 세척 후 수삼의 표면에 잔존하는 수분의 함량에 의하여 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 수삼의 세척 후 표면 수분의 효과적인 제거방법을 조사하기 위하여 저온방치방법, 고압공기처리 및 원심분리처리를 적용하여 처리방법에 따른 표면수 제거효과를 조사하였다. 통풍방식에 의한 표면 건조방식은 소요시간이 길고, 경우에 따라 세균 등 부분적인 과 탈수현상이 발생함에 따라 상품적 가치가 떨어지는 점이 문제로 될 수 있다. 따라서 세척 수삼표면의 수분을 신속하게 제거키 위해 압축공기 및 원심분리식 탈수방법을 적용하였던바 각각 1분간씩 처리 시 수삼의 생리적 특성에 영향을 미치지 않으면서도 탈수가 가능하였으나 압축공기 처리 시 수삼의 뇌두 및 세근의 손상이 발생할 수 있는 위험성이 있었다.

수삼을 고압살수 방법 등으로 세척 처리 시 표피가 벗겨지는 등 손상이 발생할 수 있으며, 이는 상품성에 영향을 줄 뿐 만 아니라 저장 유통 중 손상된 표면을 통하여 미생물의 번식 및 수분의 손실을 초래하여 전반적으로 품질의 손상을 발생시킬 수 있다. 따라서 손상된 표면의 치유를 통하여 품질을 보존키 위해 표면의 갈변 방지를 목적으로는 아스코르브산과 구연산을,

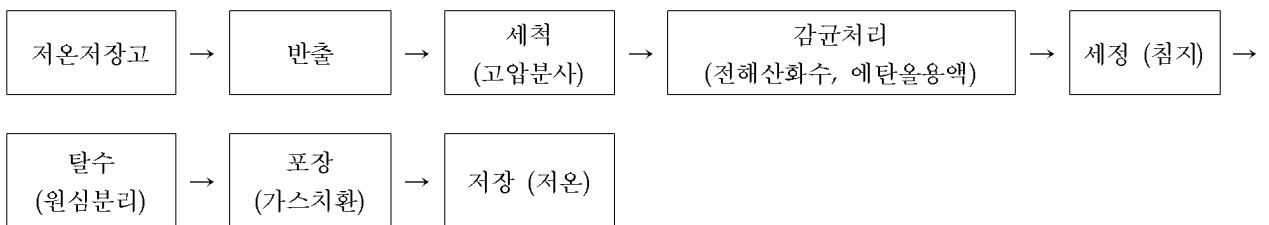
표면의 개질 및 공기와의 접촉차단을 통한 품질 유지 목적으로 글리세롤과 알긴산염을 수삼 표면에 코팅한 후 저장 중 그 효과를 분석하였던바 글리세롤과 알긴산염 처리가 효과적인 것으로 판단되었다.

1) 세척 및 전처리기술적용에 따른 품질특성분석

수삼의 효과적인 세척 등 전처리기술의 현장 적용시험을 위하여 세척 및 전처리기술의 효과를 분석하였고, 분석된 결과 중 처리의 효과 및 실용성을 고려하여 관행대비 개발기술의 품질 유지효과를 비교키 위한 실험을 협동기관 및 세부과제와 연계하여 수행하였다. 선발된 전처리기술 중 세척기술로는 1단계에서는 수삼표면에 붙어 있는 흙 등의 이물질을 제거키 위해 기포 발생식 세척방법을 적용하고, 2단계에서는 노즐을 이용한 고압살수방식을 선발하였다. 고압분사방식은 2종을 선발하였는데 밭에서 재배된 삼과 같이 표면 고르고 세척이 용이한 경우 고압분사방법을, 논에서 재배된 삼과 같이 표면에 굴곡이 많고 황 등이 끼어 있는 경우를 위하여 물에 불용성 연마제를 희석시켜 고압 분사하는 방식을 채택하였다. 수삼의 표면세척 후 미생물 제어 처리로는 실험결과 비교적 효과적인 것으로 평가된 알콜 처리방식을 택하였고 비교구로 전해산화수 처리도 병행하였다. 수삼의 탈수방법은 관행적으로 저온에 방치하여 자연 탈수시키는 방법 대신 효율성 및 효과성을 고려하여 원심분리방식을 채택하였다. 수삼의 처리 후 포장은 관행적으로 파우치를 이용한 진공포장방법을 사용하고 있는데 유통기간이 길 경우 포장 내 수삼의 호흡으로 인한 진공 풀림현상 발생하는 점을 감안하여 본 연구에서는 내부공기를 탄산가스로 치환하는 포장방법을 실험적으로 택하였다. 이와 같은 결과를 종합하여 다음과 같은 전처리 시스템을 구축하였다(Fig. 3-63).



<세척 포장 수삼의 관행적 처리 공정>



<연구결과 적용 처리공정>



Conditioning before washing



Entering raw fresh ginseng into cleaner



Washed ginseng from cleaner



Surface drying after washing



Packaging under vacuum



Final washed and packaged product

Fig. 3-63. Conventional treatments for washed and packaged fresh ginseng product

2) 개발기술적용에 따른 품질특성분석

참여기업 현장에서 기존 관행적 방법 및 개발기술을 적용하여 각각 제조한 세척·포장수삼의 처리방법별 품질특성 비교로 세척도, 청결도, 잔존 미생물 및 경도를 조사하였고 아울러 관능적 품질을 비교하였다(Fig. 3-64). 세척도는 세척 전 원료 삼 표면의 L값을, 청결도는 세척한 수삼표면의 L값을 측정된 후 이를 다시 술질을 하여 표면이 최대한 깨끗해지도록 한 후 측정된 L값을 기준으로 하여 각각 산출하였다. 연구결과 현장의 관행적인 세척방법에 의해 참여기업 현장에서 처리한 수삼표면은 원료 삼에 비해 16.3% L값이 증가하였고, 개발기술에 의해 처리한 수삼의 경우 18.8-19.1% 증가하여 기존기술 대비 개발기술에 의한 세척도 증가율은 15.3-17.2%정도 향상된 것으로 나타났다. 세척방법에 따른 수삼표면의 청결도는 관행적인 세척방법의 경우 95.4%이었던 반면 개발기술에 의한 처리 시 97.9- 98.2%로 증가하였다(Fig. 3-65).



Fig. 3-64. Samples prepared by conventional and new treatments

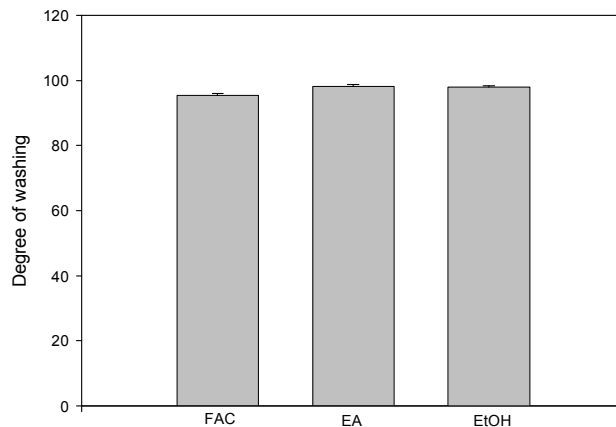


Fig. 3-65. Degree of washing of fresh ginseng surface by treatments

처리방법에 따른 미생물 측면에서의 품질을 비교하여 보면 총균 수의 경우 4.31 log CFU/ea 이었으나 기존 관행적 처리 시 3.78 log CFU/ea로 감소되었고, 개발기술인 전해산화수 처리 및 알콜처리 시 각각 2.23 log CFU/ea, 3.02 log CFU/ea로 기존 관행적인 처리보다 크게 감소

되었다. 또한 곰팡이 수의 경우 원료수삼에서는 3.05 log CFU/ea 검출되었으나 기존 관행적 처리 시 2.47 log CFU/ea로 감소되었고, 개발기술인 전해산화수 처리 시에는 전혀 검출되지 않았으며, 알콜처리 2.05 log CFU/ea로 기존 관행적인 처리보다 크게 감소되었다. 한편 대장균군의 수를 비교하여보면 처리 전 원료수삼의 경우 5.48 log CFU/ea 이었으나 기존 관행적 처리 시 3.14 log CFU/ea로 크게 감소되었고, 개발기술인 전해산화수 처리한 경우에는 아예 검출되지 않았으며, 알콜처리 시에는 1.03 log CFU/ea로 기존 관행적인 처리보다 크게 감소되었다(Fig. 3-66).

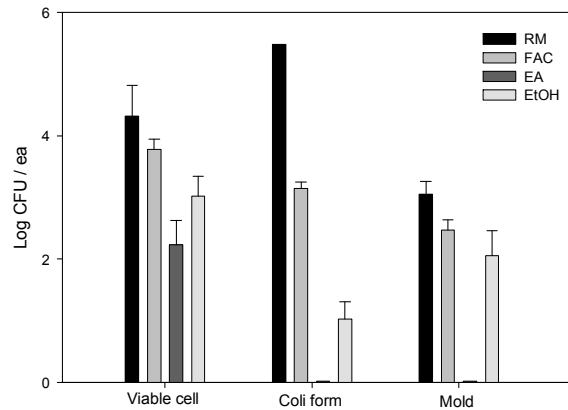


Fig. 3-66. Comparison of microbes on fresh ginseng surface by treatment (RM: raw material, FAC: conventional, EA: eletrolyzed acidic water, EtOH: ethanol)

처리구간의 관능적 품질의 비교하였던바 관행적 처리방법에 의한 경우 외관의 전반적인 상태는 5.0만점 기준으로 4.5를 나타낸 반면 개발기술에 의해 처리하였던 수삼의 경우 5.0으로 평가되었다. 세척수삼의 이취발생유무는 관행적 처리방법으로 처리한 경우 약간의 이취가 감지되었으나 개발기술로 처리한 경우 이취는 감지되지 않았다. 수삼의 외형적 상태를 부위별로 구분하여 품질을 평가한 결과 관행적 처리방법의 경우 뇌두와 지근 부위의 품질이 개발기술에 의해 처리한 수삼에 비해 약간 낮은 것으로 조사되었다(Fig. 3-67).

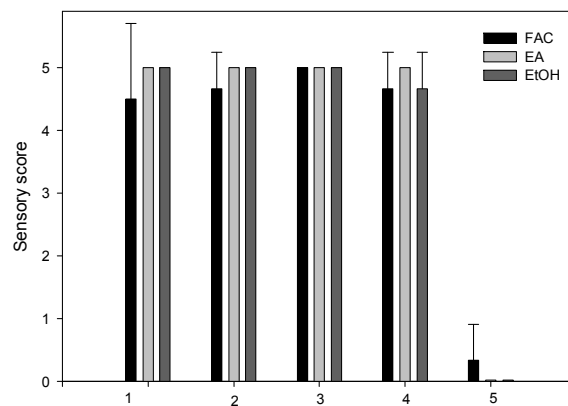


Fig. 3-67. Comparison of sensory characteristics of fresh ginseng by treatment (1: overall acceptability, 2: appearance of rhizome head, 3. appearance of main root, 4. appearance of lateral root, 5. off-flavor)

3) 관행방식대비 개발기술 적용에 따른 품질 유지효과 분석

개발기술 적용 따른 세척 수삼의 품질 유지효과를 분석하기 위하여 참여업체 겸 협동연구기관인 백제인삼협동조합 가공공장과 협력하여 시료를 제조한 후 5℃의 저온저장고 보관하면서 주기적으로 품질을 평가하였다(Fig. 3-68).



Fig. 3-68. Samples prepared by conventional and new treatments for quality test during storage

처리방법에 따른 미생물 측면에서의 저장 중 품질을 비교하여 보면 총균 수의 경우 4.31 log CFU/ea 이었으나 기존 관행적 처리 시 3.78 log CFU/ea로 감소되었고, 개발기술인 전해산화수 처리 및 알콜 처리 시 각각 2.23 log CFU/ea, 3.02 log CFU/ea로 기존 관행적인 처리보다 크게 감소되었다. 각 처리 수삼을 저온에 저장하였던 바 5일 후에는 그 값이 증가하여 대조구는 5.40 log CFU/ea, 기존관행 처리구는 4.79 log CFU/ea, 개발기술 처리구는 관행처리구보다 0.9-2.4 log CFU/ea 낮은 2.35-3.85 log CFU/ea 를 나타내었다. 곰팡이 수의 경우 처리 전에는 3.05 log CFU/ea 이었으나 기존 관행적 처리 시 2.47 log CFU/ea로 감소되었고, 개발기술인 전해산화수 처리 시에는 검출되지 않았으며, 알콜 처리시 2.05 log CFU/ea로 기존 관행적인 처리보다 크게 감소되었다. 각 처리 수삼을 저온에 저장하였던 바 5일후에는 대조구는 3.11 log CFU/ea로 그 값이 거의 초기치 수준을 유지하였으며, 기존관행 처리구는 2.07 log CFU/ea로 약간 감소하였으나 편차를 고려하면 초기 값과 차이가 없었다. 개발기술 처리구중 전해산화수 처리구에서는 0.46 log CFU/ea 의 곰팡이가 증식되었으며 알콜 처리구는 초기에 비해 오히려 감소한 것으로 나타났다(Fig. 3-69). 처리방법에 따른 대장균군의 수를 비교하여보면 처리 전 원료수삼의 경우 5.48 log CFU/ea 이었으나 기존 관행적 처리 시 3.14 log CFU/ea로 크게 감소되었고 개발기술인 전해산화수 처리한 경우에는 아예 검출되지 않았으며 알콜 처리 시에는 1.03 log CFU/ea로 기존 관행적인 처리보다 크게 감소되었다. 각 처리 수삼을 저온에 저장하였던 바 5일후에는 그 값이 증가하여 대조구는 3.38 log CFU/ea로 저장 중 오히려 감소하였고, 기존관행 처리구는 4.21 log CFU/ea로 약간 증가하였으며, 개발기술 처리구중 전해산화수 처리구에서는 1.80 log CFU/ea로 약간의 증식이 있었으나 관행 처리구에 비하여서는 훨씬 낮은 수준이었고, 알콜 처리구는 곰팡이의 경우와 유사하게 초기 치에 비해 오히려 감소한 것으로 나타났다(Fig. 3-70).

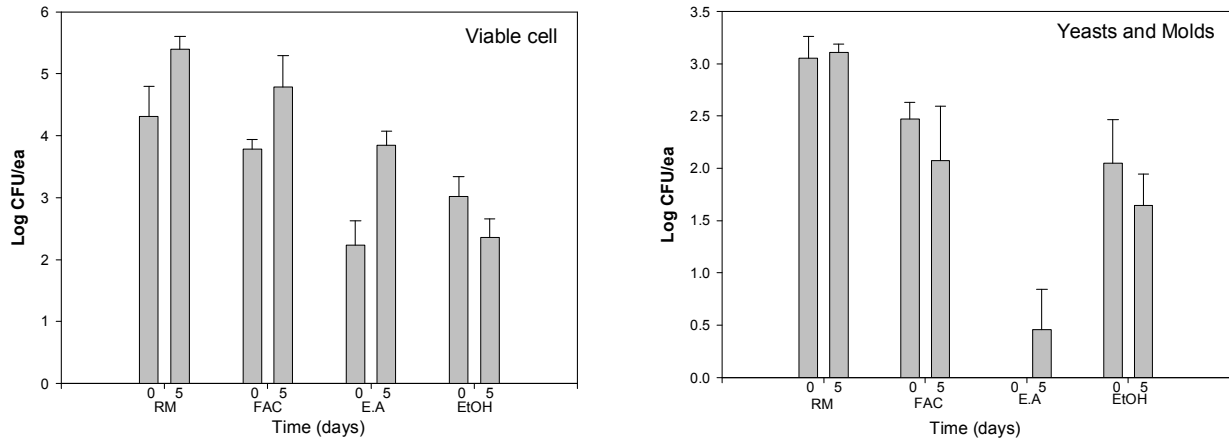


Fig. 3-69. Changes in population of microbes on fresh ginseng surface treated by different method during storage (RM: raw material, FAC: conventional, EA: eletrolyzed acidic water, EtOH: ethanol)

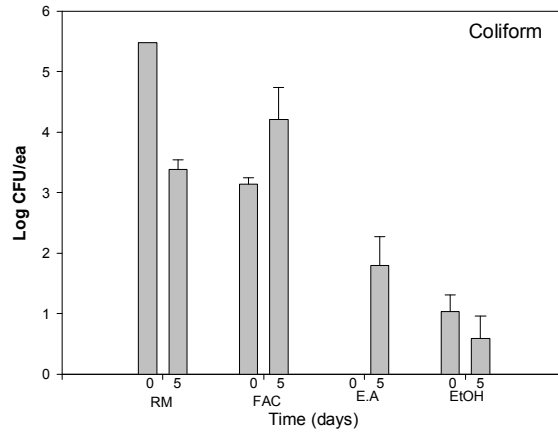


Fig. 3-70. Changes in population of microbes on fresh ginseng surface treated by different method during storage

세척, 감균 처리, 탈수, 포장을 달리하여 제조한 수삼의 저장 색상변화를 조사하였다. 평가항목으로는 'L'값의 변화를 나타내는 갈변도와 전반적인 색상차이를 의미한 ΔE 값을 적용하였다. 수삼을 처리하여 5일간 저장하였을 때 발생한 갈변도는 원료삼이 0.1로 변화가 미미한 것으로 나타났고, 관행적 처리방법은 2.7로 전해산화수 처리구 2.1 및 알콜 처리구의 2.5에 비하여 다소 높은 값을 보였다(Fig. 3-71). ΔE 값은 원료삼이 4.8로 변화 정도가 큰 것으로 나타났는데 이는 원료 삼에 묻어있던 흙 등의 이물질이 떨어져 나감으로 발생한 차이라 판단된다. 한편 관행적 처리방법의 경우 4.0으로 전해산화수 처리구 2.5 및 알콜 처리구의 3.5에 비하여 높은 값을 보였으며 이는 관행적 처리를 한 수삼의 경우 다른 처리구에 비해 L값 이외 a 및 b 값의 변화도 다소 높게 진행되었음의 의미하는 것으로 판단된다(Fig. 3-72).

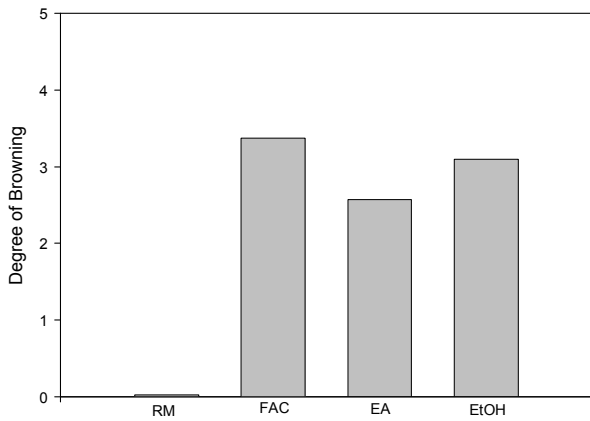


Fig. 3-71. Browning degree of fresh ginseng surface by treatments after 5days storage

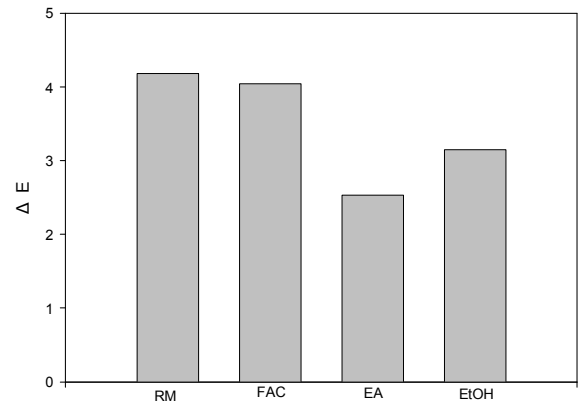


Fig. 3-72. Color difference value of fresh ginseng surface by treatments after 5days storage

처리에 따른 세척 수삼의 저장 중 품질 비교하고자 관능평가를 하였던 바 세척 수삼 중 전해산화수로 처리한 경우가 저장 10일 후 다른 처리구에 비해 전반적인 외관상태가 양호한 것으로 나타났으며, 알콜 처리구의 경우도 관행적인 처리에 비하여 품질이 다소 우수한 것으로 평가되었다.

수삼의 외관 상태를 부위별로 보면 주근의 상태는 처리구에 따른 큰 차이를 보이지 않았으나 지근의 경우 전해산화수 처리구가 다른 처리구에 비해 비교적 우수하였고, 알콜 처리구의 경우 초기에는 관행의 경우와 유사한 품질 수준이었으나 10일째에는 관행보다 품질이 우수하게 유지된 것으로 나타났다. 처리구간의 특이사항으로는 전해산화수 처리구 및 알콜 처리구에서는 이취가 발생되지 않았으나 관행적인 방법으로 제조한 경우 이취가 감지되었다(Table 3-47)

Table 3-47. Organoleptic quality of fresh ginseng processed by different treatments

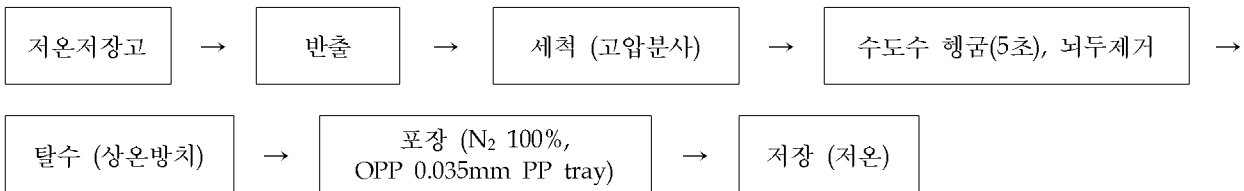
Treatment	Day	Overall acceptability	Rhizome head	Main root	Lateral root	Off-flavor
Control	0	5.0±0.6	4.7±0.6	5.0±0.0	4.7±0.6	0
	5	5.0±0.6	4.7±0.6	4.7±0.6	4.7±0.6	0
	10	4.3±0.6	4.3±0.6	4.7±0.6	4.7±0.6	0
FAC	0	5.0±0.0	4.7±0.6	5.0±0.6	4.7±0.6	0.3±0.6
	5	3.3±0.6	4.3±0.6	4.3±0.6	4.0±0.0	0.7±0.6
	10	3.3±0.6	3.3±0.6	4.0±0.0	3.0±1.0	1.0±0.0
EA	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	0
	5	4.0±0.0	4.7±0.6	5.0±0.0	4.7±0.6	0
	10	4.0±0.0	4.3±0.6	4.7±0.6	4.3±0.6	0
EtOH	0	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	4.7±0.6	0
	5	3.7±0.6	4.3±0.6	5.0±0.0	4.3±0.6	0
	10	3.7±0.6	4.0±0.0	4.0±0.0	4.0±0.0	0

나. 세척수삼의 선도유지를 위한 포장방법 적용 실증시험

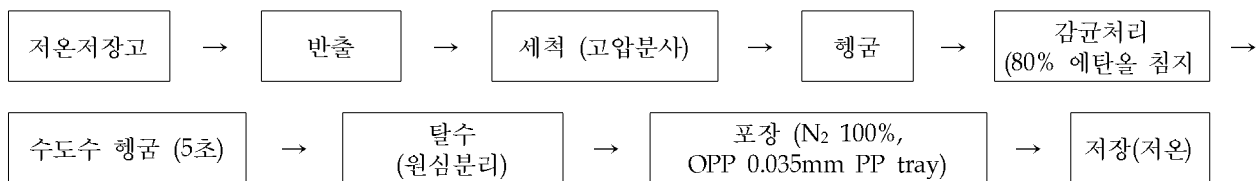
세척수삼의 선도유지를 위한 포장방법 현장 적용 실증 시험으로 세척처리, MAP처리 및 표면 보존 처리연구결과 세척처리 방법 중 미생물 제어 효과가 우수한 에탄올 처리, 유통기간연장 효과가 우수한 active MA 포장기술(MAP처리에서 가장 효과적으로 나타난 포장 내 공기치환 처리(N₂ 100%), 그리고 품질 유지를 위한 피막처리 실험에서 가장 효과적으로 나타난 알긴산 염 처리를 시스템화한 새로운 공정을 설정하여 기존에 개발된 공정과 효과를 비교하였으며, 아울러 새로운 처리공정과 관행적 방식 대비 개발기술적용에 따른 품질유지 효과 비교를 현장에서 실시하였다.

1) 개발포장재 및 포장기술 적용에 따른 품질특성분석

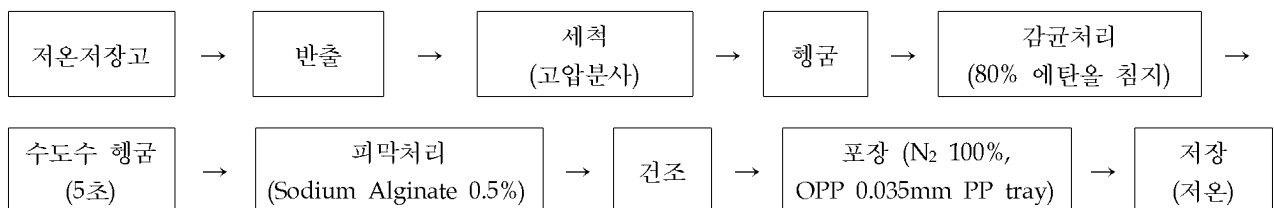
현재 시판되고 있는 세척수삼의 품질유지 및 유통기간의 연장을 위해 2차년도 걸쳐 세척처리, MAP처리 및 표면 보존 처리연구를 수행하였던 바 세척처리 방법 중 미생물 제어 효과가 우수한 에탄올 처리, 유통기간연장 효과가 우수한 active MA 포장기술(MAP처리에서 가장 효과적으로 나타난 OPP 0.035mm필름 이용, 포장 내 공기조성(N₂ 100%), 그리고 품질 유지를 위한 피막처리 실험에서 가장 효과적으로 나타난 sodium alginate 처리를 시스템화한 새로운 공정을 설정하였다. 각 연구단계별로 개선된 공정을 보면 관행적 방법 중 포장의 외관 및 감압처리에 따른 저장 중 세균 등의 손상방지를 위해 포장방법만을 개선한 처리방법(A), 관행적 방법 중 세척, 포장 및 탈수처리를 개선한 처리방법(B), 그리고 최종적으로 B의 처리방법에 수삼의 표면처리기술이 추가된 처리방법(C)이 적용되었다.



< A: 세척 포장 수삼의 관행적 처리 공정 중 세척 및 포장방법을 변형시킨 공정 >



< B : 1차 개선 공정 >



< C : 2차 개선 공정 >

본 연구에서는 개발포장재 및 포장기술 적용에 따른 품질특성분석을 위하여 우선적으로 관행적 방법 중 포장의 외관 및 감압처리에 따른 저장 중 세균 등의 손상방지를 위해 포장방법만을 개선한 처리방법(A), 관행적 방법 중 세척, 포장 및 탈수처리를 개선한 처리방법(B), 그리고 최종적으로 B의 처리방법에 수삼의 표면처리기술이 추가된 처리방법(C)을 적용하여 수삼을 세척, 피막처리, 포장을 한 후 저장하면서 품질특성을 비교 분석하고 그 효과를 분석하였다.

포장방법만 개선된 관행적 처리 공정 및 1차 개선공정(에탄올 처리공정)과 2차 개선공정(에탄올 처리 공정 및 피막 처리공정 추가)에 따라 수삼을 각각 처리한 후 수삼을 포장한 후, 10°C 저장고에서 총 4주간 저장하면서 품질의 변화를 조사하였다.

· 포장 내 가스 조성

저장기간 중 수삼의 호흡에 따른 포장 내 가스조성을 2주 간격으로 분석한 바 그 결과는 다음과 같다. 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리군에서 CO₂ 농도는 전체적으로 증가하였고, O₂ 농도는 그 값이 매우 불규칙적이었는데, 이는 필름의 각 가스 투과율에 의해 포장 내 O₂ 및 CO_{2d} 외부로부터 포장 내로 이동함에 따라 가스조성이 변화된 것으로 사료된다. 저장 2주후에 CO₂ 농도는 관행적 처리군과 1차 개선처리군 및 2차 개선 처리군에서 각각 4.63%와 6.76% 및 3.78%로 나타났으며, 저장 4주후에는 5.04%와 8.42% 및 6.16%로 나타났다.

O₂ 농도는 관행적 처리군에서 2주와 4주에 각각 0.37%와 1.14%로 저장기간이 경과함에 따라 점차 증가되는 추세였고, 1차 개선 처리군에서는 2주와 4주 모두 0%로 나타났으며, 2차 개선 처리군에서는 2주와 4주에 각각 1.14%와 0.44%로 저장기간이 경과함에 따라 O₂농도가 점차 감소되는 추세였다(Fig. 3-73).

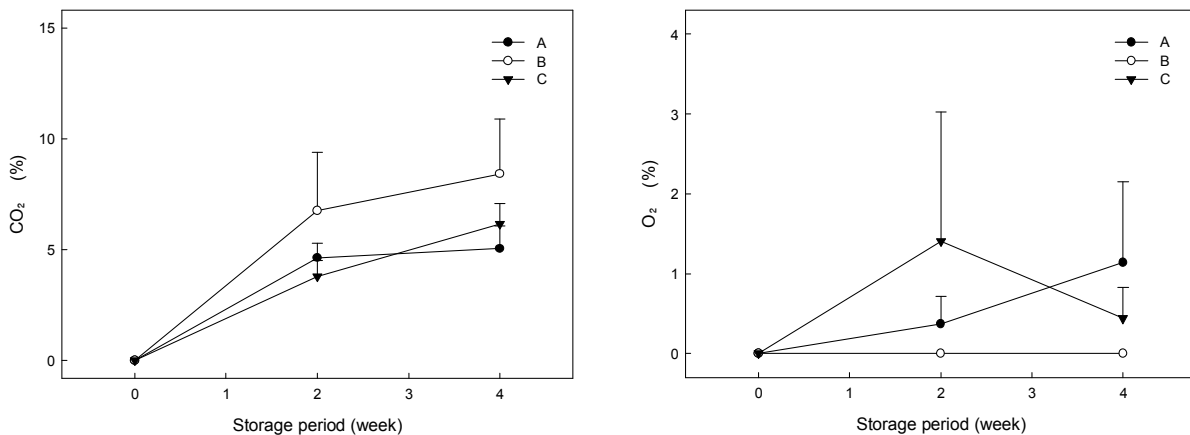


Fig. 3-73. Changes in CO₂ and O₂ concentration in packages of fresh ginseng processed by different procedures during storage

· 변질율과 중량감소

관행적 처리방법과 개선공정을 이용하여 실험한 처리군의 변질정도를 비교하고자 주단위로 변질율을 분석한 바 그 결과는 다음과 같다.

변질은 전체 저장 4주 기간 동안 세균부위에서만 발생되었으며, 저장기간이 경과함에 따라 변질율도 증가되었다. 1차 개선처리군(B)과 2차 개선처리군(C)사이의 저장기간에 따른 변질율 발

생정도의 차이는 유의적이지 않았으나, 관행적 처리군(A)과 비교하면 두 처리군 모두 변질율이 낮은 것으로 사료되었다. 처리군 별로 살펴보면 경우 저장 1주부터 변질이 진행되어 0.42%로 나타났으며, 저장 2주에는 2.22%, 저장 3주와 4주에는 각각 5.83%와 8.33%로 변질율이 비교적 높게 나타났다. 1차 개선처리군(B)와 2차 개선처리군(C)의 경우 저장 2주 후부터 변질이 시작되어 각각 1.11%와 0.56%의 변질율을 보였다. 저장 3주 후에는 5.00%와 4.17%로 나타났고, 저장 4주에는 두 처리군 모두 5.00%로 나타났다.

저장기간에 따른 중량 감소율을 측정하였던 바 관행적 처리군과 1,2차 개선 처리군 간의 유의성은 없었으며, 개체별 편차가 큰 것으로 나타났다. 중량감소율은 저장 1주 후에 0.02~0.07%로 나타났으며, 저장 2주 후에는 0.02~0.06%로 나타났고, 저장 3주와 4주 후에는 각각 0.10~0.16%와 0.09~0.20%로 나타났다(Fig. 3-74).

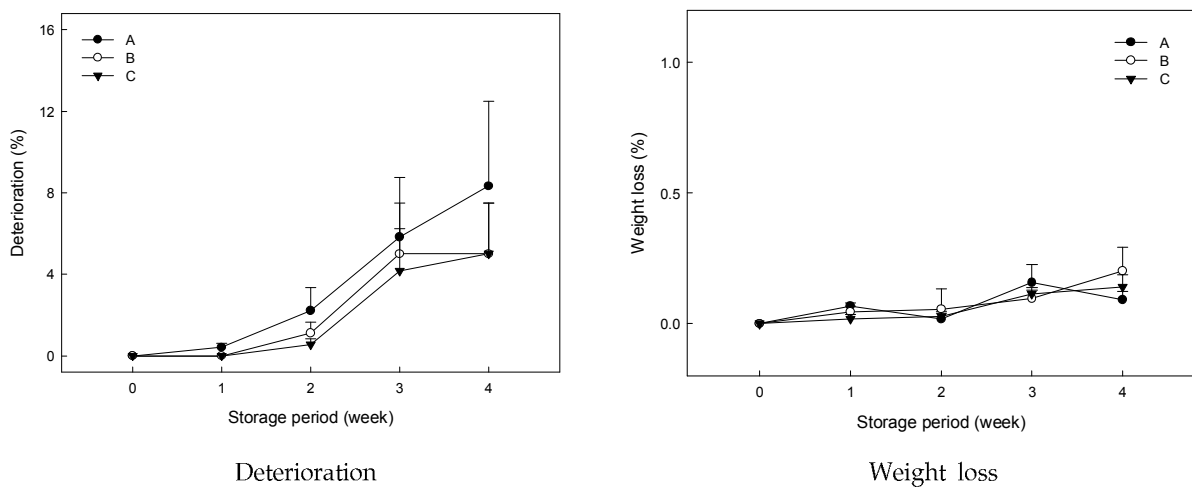


Fig. 3-74. Changes in deterioration rates and weight loss of fresh ginseng processed by different procedures during storage

· 미생물 수준

포장방법 및 개발기술 적용이 저장 중 수삼의 표면 미생물억제에 미치는 영향을 조사하였던바 전체적으로 저장기간이 경과함에 따라 총균 수와 곰팡이 수는 증가하였고, 전체 처리군 중에서는 저장기간에 경과함에 따라 관행적 처리군의 미생물 수준이 가장 높게 나타났다. 또한 포장방법 및 개발기술 적용에 따른 총균 수의 억제는 유의적이지 않았으나, 곰팡이 수의 경우 1차 개선 처리군 및 2차 개선 처리군이 관행적 처리군에 비해 곰팡이 억제에 효과적인 것으로 사료되었다. 그 결과를 처리구별로 살펴보면 관행적 처리구의 경우 초기 총균수와 곰팡이 수가 각각 4.55 log CFU/g와 3.11 log CFU/g로 나타나 3개의 처리군 중 가장 높은 미생물 수준을 나타냈으며, 저장 4주 후에는 각각 7.44 log CFU/g와 4.66 log CFU/g로 나타났다. 1차 개선 처리군의 경우 초기 총균 수와 곰팡이 수는 각각 3.83 log CFU/g와 0.90 log CFU/g로 나타나, 총균 수의 경우는 유의적이지 않았으나 처리직후의 곰팡이 수가 3개 처리군 중에 가장 낮은 것으로 나타났다. 저장 4주 후에는 각각 7.36 log CFU/g와 3.52 log CFU/g로 나타나 전체 처리군 중 가장 낮은 미생물 수준을 나타냈다. 한편 2차 개선 처리군의 초기 총균수와 곰팡이 수는 각각 3.06 log CFU/g와 1.46 log CFU/g로 나타났으며 저장 4주후에는 7.42 log CFU/g와 3.75 log CFU/g로 나타났다(Fig. 3-75).

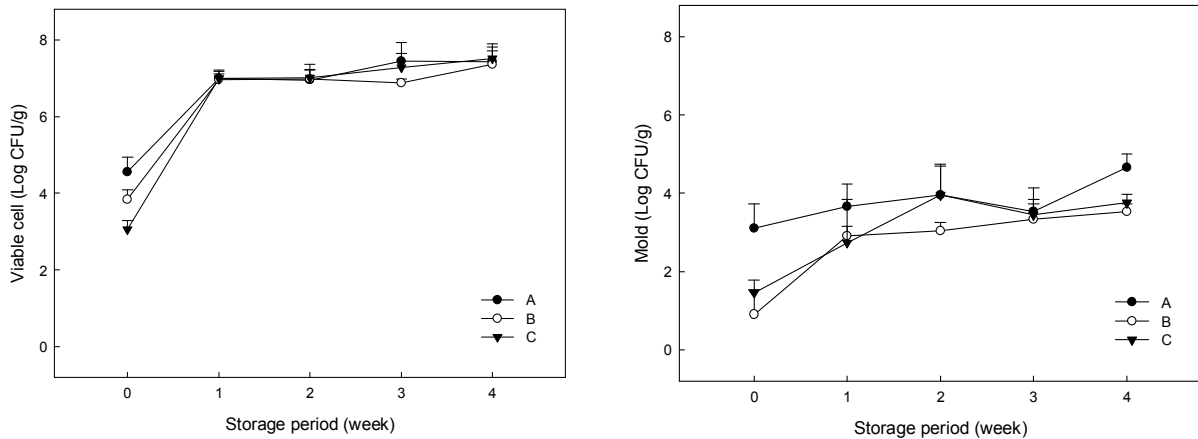


Fig. 3-75. Changes in microbial population of fresh ginseng processed by different procedures during storage

· 관능적 품질

포장방법 및 개발기술 적용에 따른 저장기간 중 관능적 품질을 평가한 바, 전체적으로 세근부위의 품질을 제외한 모든 평가항목에서 저장 4주 후까지 상태가 양호한 것으로 나타났고, 이를 처리군 별로 비교하면 2차 개선 처리군의 품질이 가장 양호한 것으로 나타났으며, 그 다음으로 1차 개선 처리군과 관행적 처리군 순서였다.(Fig. 3-76)

저장 초기에는 3가지 처리군 모두 평가항목에서 4.50~4.55의 품질점수를 얻었으나 저장 기간이 경과됨에 따라 저장 1주 후에 관행적 처리군과 1차 개선 처리군에서 세근부위의 품질저하가 발생되어 각각 4.12과 4.14 및 4.21의 점수를 얻었다. 저장 2주 후에는 관행적 처리군에서 뇌두의 품질저하가 추가로 발생되어 3.67점으로 4.07의 전체 품질점수를 받았으며, 1차 개선처리군 및 2차 개선처리군의 경우 4.10~4.179점으로 저장 1주 후와 거의 유사한 품질 상태를 보였다. 저장 3주 후에는 전체적으로 뇌두와 세근 및 맛과 향에서 품질저하가 발생하였다. 특히 세근부위의 품질점수를 2.83점을 받은 관행적 처리군의 경우 전체 품질점수가 3.52점으로 나타났고, 1차 개선 처리군에서는 3.71점, 2차 개선 처리군에서는 3.76점으로 나타났다. 마지막으로 저장 4주에는 관행적 처리군이 세근과 고유의 향에서 각각 2.50과 2.67로 전체 품질 점수가 3.29로 나타났다. 1차 개선 처리군에서는 세근부위의 품질저하가 나타나 2.83점으로 나타났고, 전체적으로 3.50점이었다. 2차 개선 처리군은 모든 평가항목에서 양호한 품질상태를 보여줘 3.60의 점수를 나타내었다(Fig. 3-77).

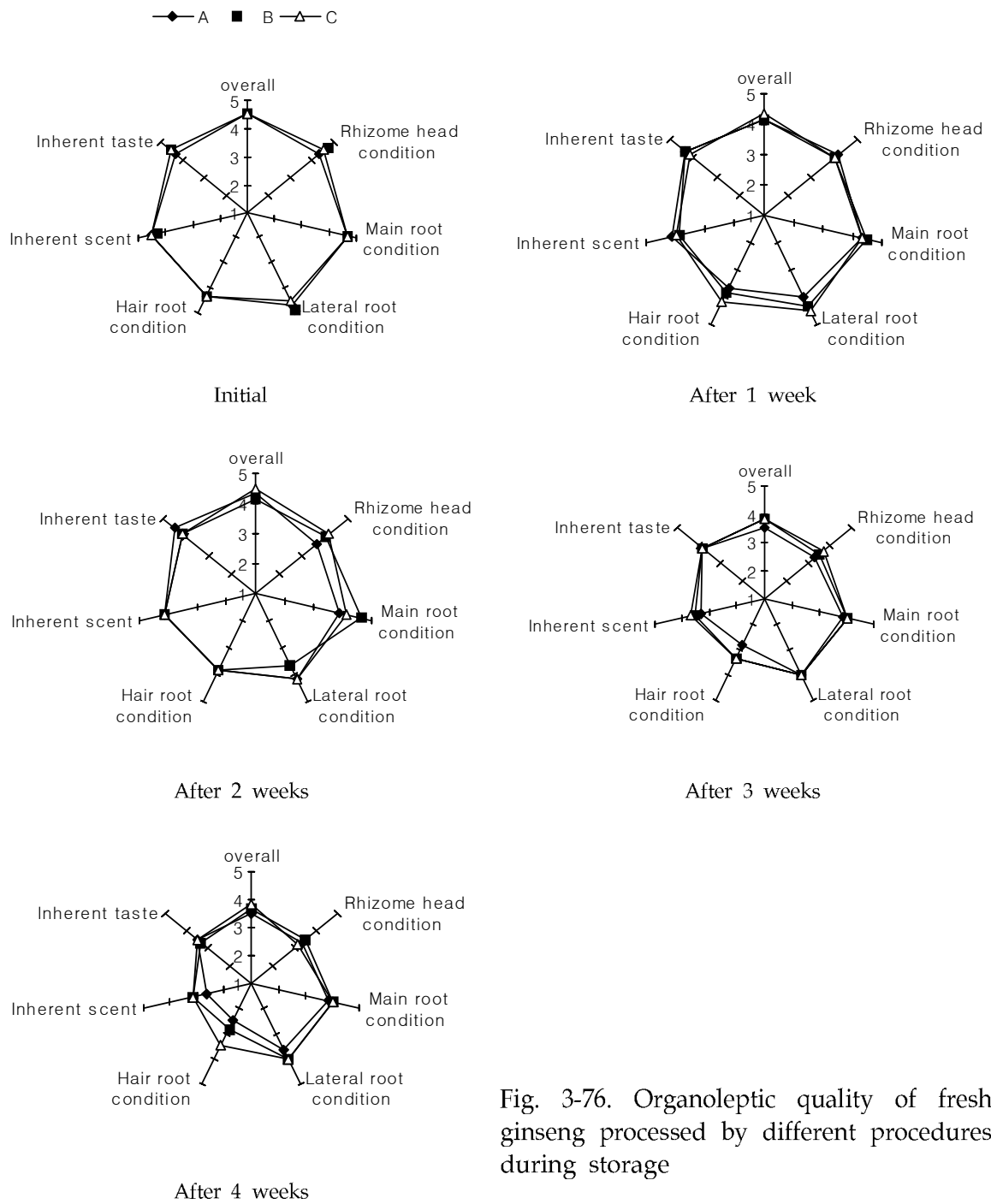


Fig. 3-76. Organoleptic quality of fresh ginseng processed by different procedures during storage

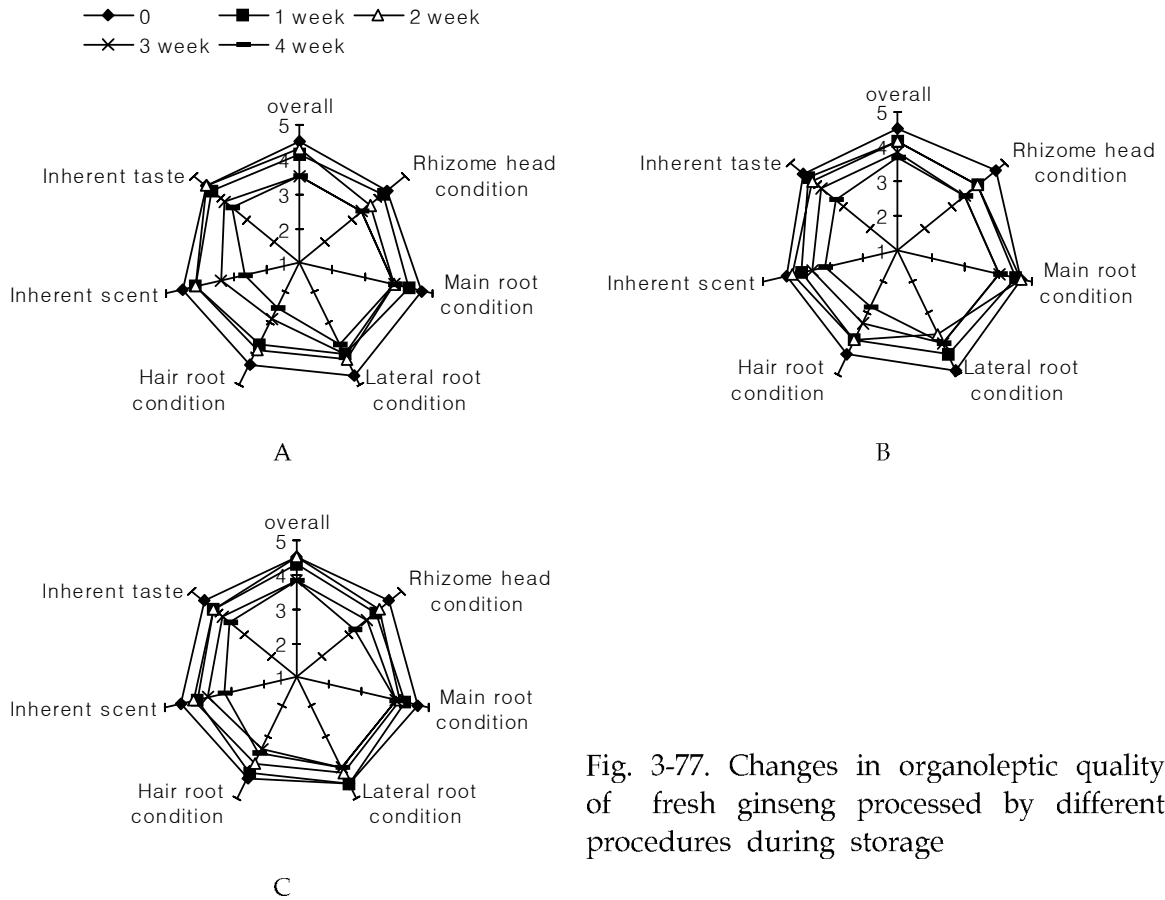
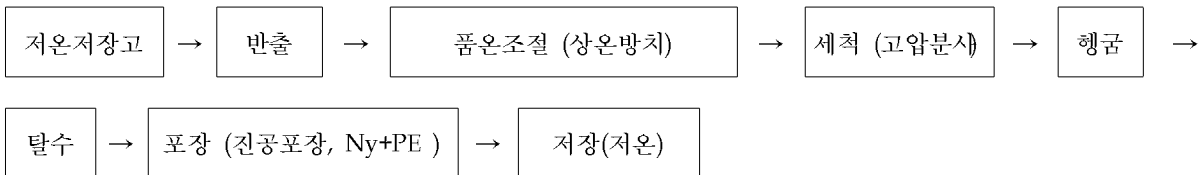


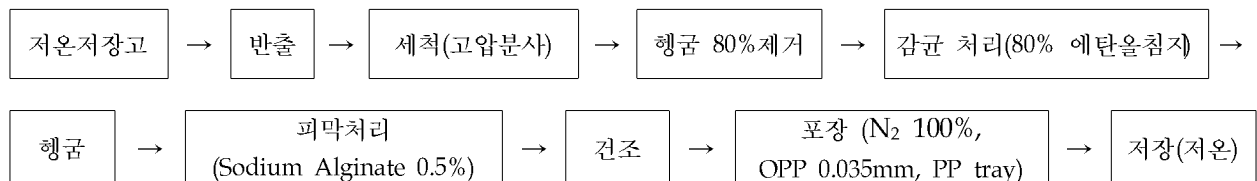
Fig. 3-77. Changes in organoleptic quality of fresh ginseng processed by different procedures during storage

2) 관행적 방식 대비 개발기술 적용에 따른 품질유지 효과 비교 분석

관행적 방식 대비 개발기술 적용에 따른 품질유지 효과를 비교하기 위한 실험을 실시하였다. 개발기술로 적용하였던 처리기술은 관행적 처리 공정(A)과 상기 실험에서 세척수삼의 품질유지에 우수한 효과를 보였던 처리공정(B)을 각각 적용하여 수삼을 처리한 후 10℃에 저장하면서 처리방법에 따른 포장 내 가스조성, 변질률, 중량감소, 표면색도, 미생물 수, 관능적 품질을 비교하였다.



< A: 세척 포장 수삼의 관행적 처리 공정 >



< B : 2차 개선 공정 >

· 포장 내 가스조성

저장기간 중 수삼의 포장 내 가스조성을 조사하기 위해 진공포장을 한 대조군은 저장 기간에 따라 진공포장이 풀리는 시점부터 포장 내 가스를 분석하였다. 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리군에서 CO₂농도는 전체적으로 증가하였고, O₂농도는 저장기간 동안 계속 0%를 유지하였다. 대조군에서 저장 3주 후부터 진공상태가 풀리기 시작하였고, 이때의 CO₂농도는 95.08%로 나타났으며, 저장 4주 후에는 95.93%로 나타났다. 이것은 2차 개선처리군(B)의 실험결과에서 저장 4주 후의 CO₂농도가 6.16%였으며, O₂농도는 0.44%인 것과 비교할 때 차이가 있었다(Fig. 3-78).

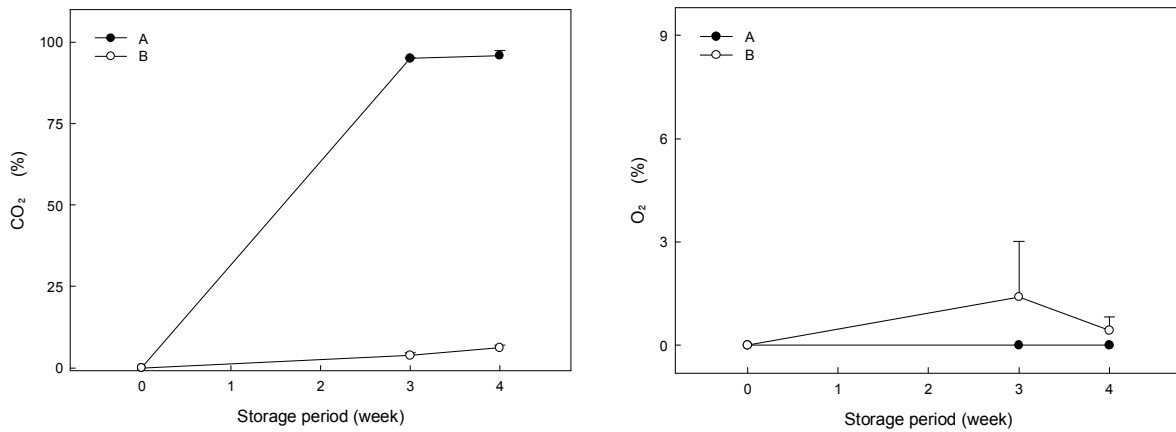


Fig. 3-78. Changes in CO₂ and O₂ concentration in packages of fresh ginseng processed by different procedures during storage (A: conventional, B: Developed)

· 변질율과 중량감소

관행적 처리방법과 개선공정을 적용 시 처리방법에 따른 수삼의 저장 중 변질정도를 비교하였다. 변질율은 저장기간이 경과함에 따라 증가되었는데 변질은 전체 저장 4주 기간 내 세근부위에서만 발생되었다. 최초 변질율이 발생된 시점으로는 대조군이 저장 2주 후에 발생되기 시작하여, 저장 2주 후에 변질율은 1.7%, 3주 후에 4.2%, 4주 후엔 11.7%로 나타나 급격한 변질진행을 보였다. 이것은 2차 개선처리군(B)의 실험결과에서 저장 2주부터 변질이 시작되어 0.56%의 변질율을 보였고, 저장 3주 후에는 4.17%로 나타났으며, 저장4주 후에는 5.0%로 나타난 것과 비교할 때 개선처리 방식이 변질률을 낮추는데 효과적인 것으로 사료된다.

저장기간이 경과에 따른 중량 감소율을 측정하였던바 대조군의 저장 1주후의 중량 감소율은 0.03%였고, 저장 2주 후에는 0.34%였으며, 저장 3주 후와 4주 후에는 각각 0.37%와 0.65%로 나타났다. 이것은 2차 개선처리군(B)의 실험결과에서 저장 1주 후의 중량 감소율이 0.02%, 저장 2주 후의 중량 감소율은 0.03%였으며, 저장 3주 후와 4주 후는 각각 0.11%와 0.20%인 것과 비교하면 개선처리 방식이 중량 감소율을 낮추는데 효과가 큰 것으로 판단된다(Fig. 3-79).

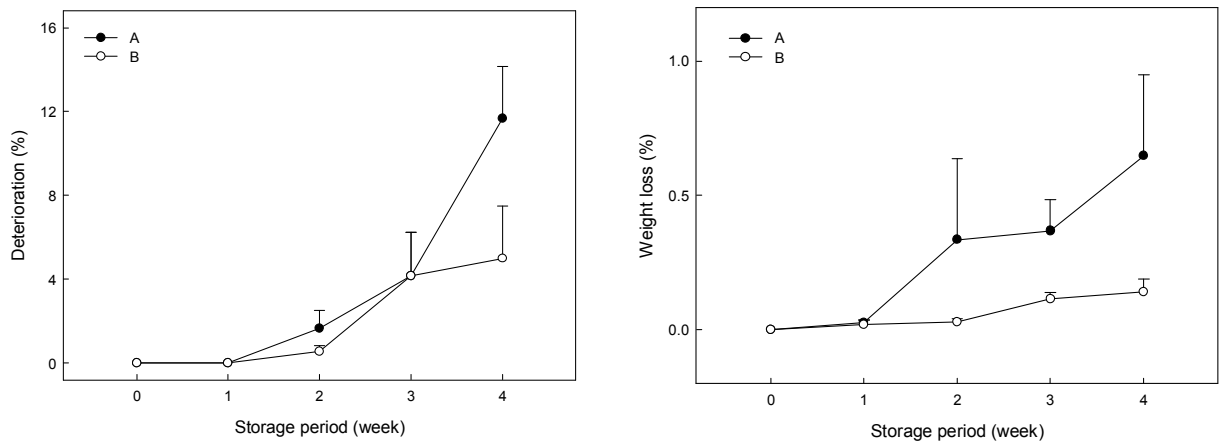


Fig. 3-79. Changes in deterioration rates and weight loss of fresh ginseng processed by different procedures during storage

· 미생물 수준

개발기술 적용이 저장 중 수삼의 표면 미생물억제에 미치는 영향을 조사하였다. 전체적으로 저장기간이 경과함에 따라 총균 수와 곰팡이 수는 증가하였는데 저장 초기의 대조군의 총균 수와 곰팡이 수는 각각 4.59 log CFU/g와 3.21 log CFU/g로 나타났고, 저장 2주 후에 총균 수가 급격히 증가하여 저장 4주 후에는 7.33 log CFU/g와 3.48 log CFU/g로 나타났다.

2차 개선처리군(B)의 경우 초기 총균 수와 곰팡이 수는 각각 3.06 log CFU/g와 1.46 log CFU/g로 저장 초기 대조군에 비해 월등히 낮은 미생물 수준을 나타냈으나, 저장 2주 후부터 미생물 수가 급격히 증가하여 저장 4주 후의 미생물 수를 비교하면 총균 수와 곰팡이 수가 각각 7.42 log CFU/g와 3.75 log CFU/g로 나타났다(Fig. 3-80).

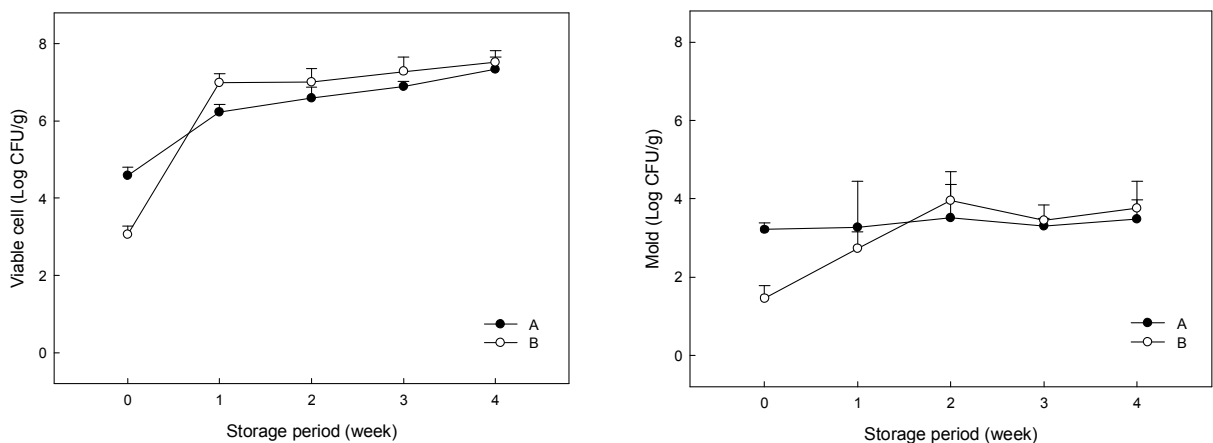


Fig. 3-80. Changes in microbial population of fresh ginseng processed by different procedures during storage

· 관능적 품질

포장방법 및 개발기술 적용에 따른 저장기간 중 관능적 품질변화 조사로 전반적인 품질, 뇌두 부위의 상태, 주근부위의 상태, 지근부위의 상태, 세근부위의 상태, 고유의 향, 고유의 맛에 대하여 각 문항에 따라 5점 척도법으로 평가하였다(Fig. 3-81). 전체적으로 대조군의 경우 저장기간이 경과함에 따라 뇌두, 외관, 고유의 맛과 향 부분에서 심각한 품질저하가 나타났다. 저장 3주 후의 경우 뇌두부위의 품질저하가 발생되어 뇌두 부분 항목의 점수가 2.50이었으며, 저장 4주 후에는 2.33이었다. 또한, 저장 3주 후부터 이미도 감지되어 저장 3주후와 4주후에 고유의 맛 항목에서 각각 2.83과 2.67의 점수를 얻었고, 대조군의 저장 4주후에 모든 평가항목 합산하여 계산한 평균 점수는 2.76이었다. 2차 개선처리군(B)의 경우 저장 4주 후에도 모든 평가항목에서 양호한 품질상태를 나타내 3.60의 점수를 얻은 것을 비교하면, 개선처리 방식이 관능적 품질저하를 방지하는 것에도 효과적인 것으로 판단되었다(Fig. 3-82).

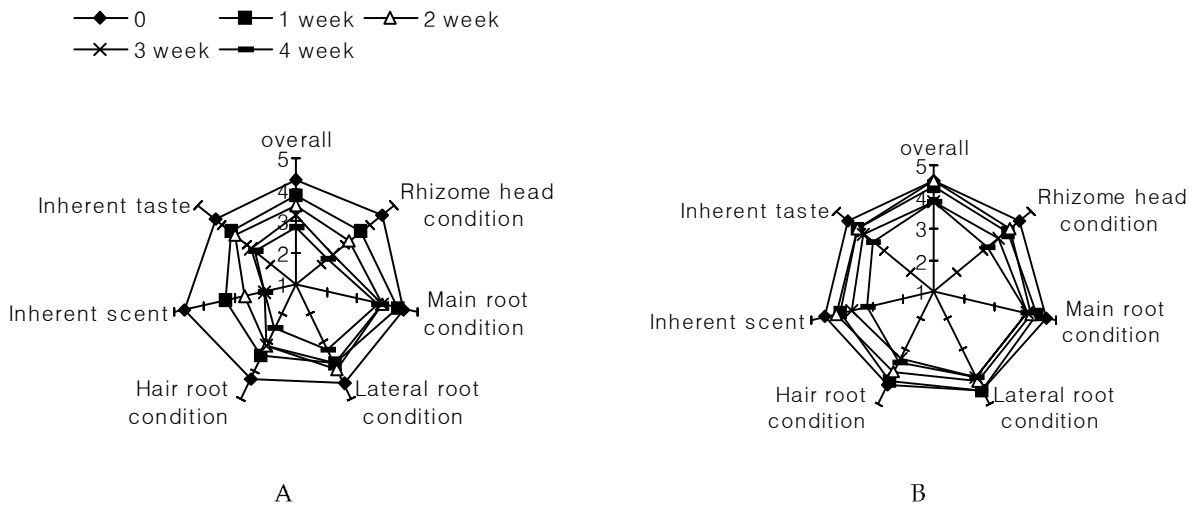


Fig. 3-81. Changes in organoleptic quality of fresh ginseng processed by different procedures during storage

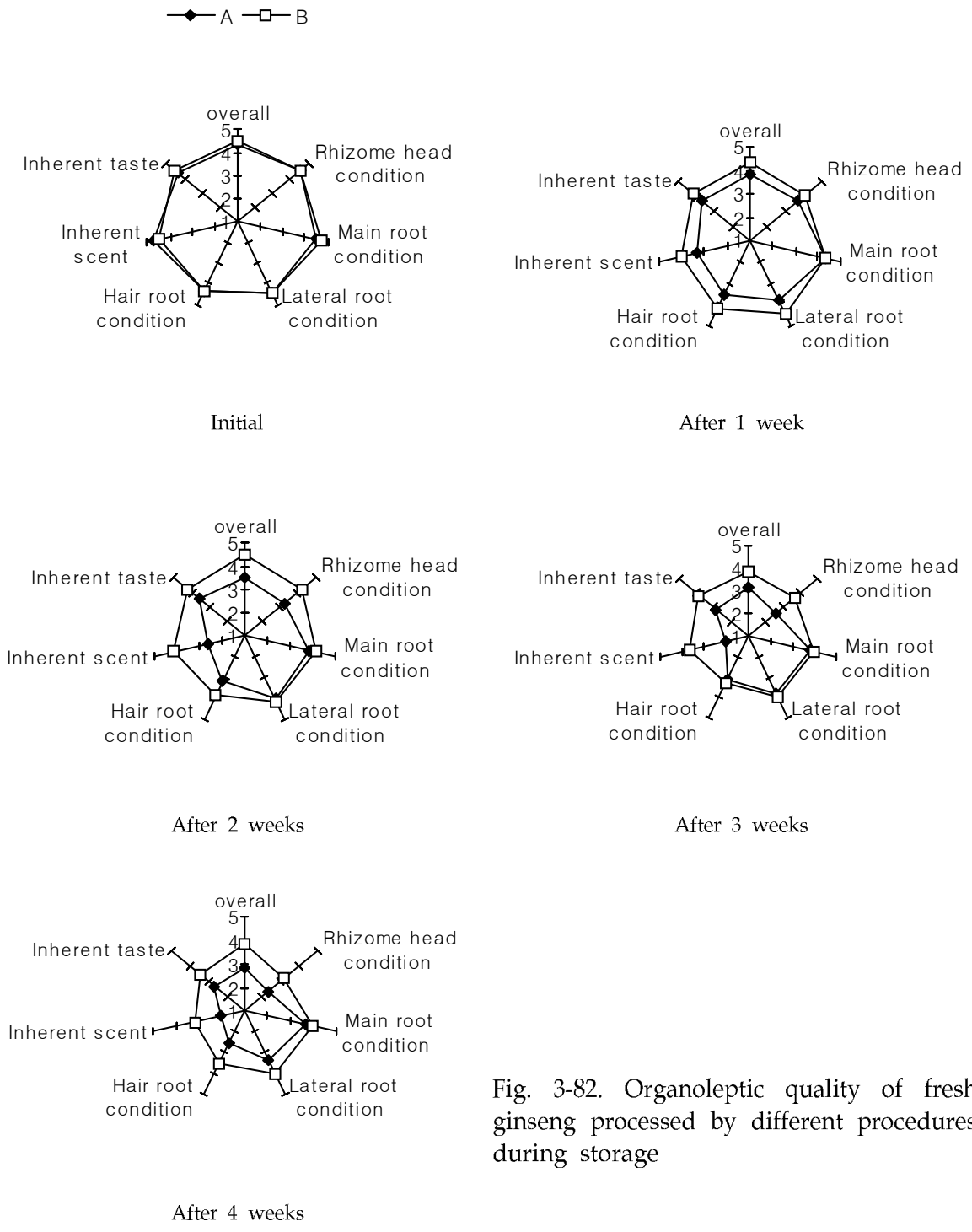


Fig. 3-82. Organoleptic quality of fresh ginseng processed by different procedures during storage

다. 세척수삼 제조를 위한 복합처리기술 현장 적용 실증 시험

1) 복합 표면처리효과 분석

세척수삼의 선도연장을 위한 표면처리기술 개발을 위하여 수삼의 세척처리 후 에탄올처리, 글리세롤처리, 알긴산염을 단독으로 처리 시 수삼의 선도 연장에 효과를 보였다. 이와 같은 처리 효과를 보다 향상시키기 위해 수삼을 세척처리한 후 에탄올을 처리하고 이에 글리세롤, 알긴산염을 각각 부가적으로 복합 처리하였으며, 더 나아가 알긴산과 글리세롤을 혼합 처리하였던 바 복합처리에 따른 선도연장 상승효과를 미미한 것으로 나타났다. 이에 개발기술의 현장 적용을 위한 실증 실험단계에서 복합처리에 따른 선도연장 상승효과를 재확인키 위한 실험을 실시하였다.

효과 비교를 위한 1차 대조구로는 현행 세척수삼가공업체에서 관행적으로 적용하고 있는 방법으로 수삼을 세척한 후 0.16mm두께의 Ny+PE필름으로 포장하였다. 또한 표면처리 방법에 따른 효과를 검증하기 위한 대조구로는 세척 처리한 수삼을 PP용기에 담은 후 이에 포장 내부의 가스 치환과 동시에 OPP필름으로 밀봉하였다. 에탄올 처리구, 글리세롤 처리구, 알긴산염 처리구는 세척수삼을 각각 70% 에탄올용액, 5% 글리세롤 용액, 0.5% 알긴산염 용액에 침지 처리하고 표면을 건조시킨 후 가스치환포장처리를 하였다. 한편 복합표면처리 효과를 검증키 위해 세척 수삼을 에탄올 처리 후 글리세롤 및 알긴산염을 복합 처리하였고, 아울러 에탄올 처리 후 글리세롤과 알긴산염을 단계적으로 복합 처리하였다. 이와 같이 처리한 시료들은 10℃의 저장고에 저장하면서 처리에 따른 품질을 평가하였다. 한편 최근 항균 및 갈변 억제효과가 있는 것으로 알려진 AC(Active Calcium)의 효과를 검증키 위해 글리세롤 단독처리군 및 복합 처리군과 같은 방법으로 각각 처리 후 포장, 저장하면서 품질유지효과를 다른 처리구와 비교하였다.

· 변질을

세척 수삼의 포장 및 피막처리에 따른 변질을 비교하였던바 저장 7일까지 대조군을 포함한 모든 처리군에서 발생되지 않았으나 저장 14일 후 글리세롤 및 에탄올+AC처리구에서 4.17%로 가장 낮았으며, 에탄올과 알긴산염 복합 처리구는 8.3%, 에탄올 처리구는 25.0%로 나타났다. 저장 21일 후에는 진공포장구를 제외한 모든 처리군에 변질이 발생되었는데, 에탄올과 알긴산염 복합 처리구와 에탄올 처리구가 각각 가장 심하였다. 표면처리 실험대조군의 경우 변질율이 47.6%이었고, 알긴산염처리구와 AC 처리구 및 에탄올과 글리세롤 복합 처리구는 이보다 낮았으며, 글리세롤 처리군이 가장 낮은 값을 보였다. 저장 28일 후에는 저장 21일후와 유사한 경향을 보였으며 변질율이 가장 낮은 처리군은 진공포장 군을 제외하고는 글리세롤 단독 처리군이었다. 진공포장군의 경우 저장 14일 후부터 진공이 풀리고 수삼의 연화가 진행되며, 이취를 발산하였으나 저장 21일 후까지 외관상 변질은 발생되지 않은 것으로 나타났다.

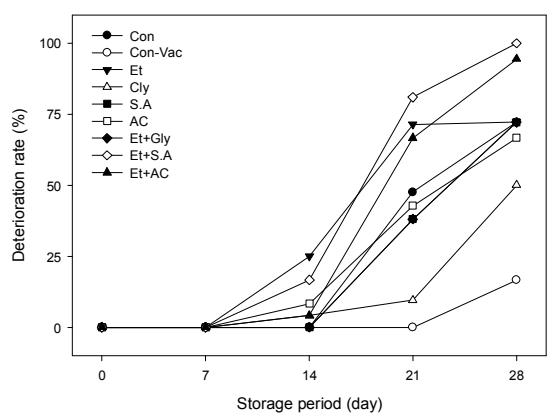
수삼의 변질 발생 부위는 뇌두와 세근이 주를 이루는 것으로 나타났고, 주근과 지근은 특정 처리군에서만 일부 발생된 것으로 나타났다. 뇌두부위의 변질은 전체변질율과 거의 유사한 경향으로 저장 14일 후부터 발생되었고, 저장기간이 경과함에 따른 수준도 유사하였다.

저장 14일 후 뇌두부위의 변질율을 보면 에탄올 처리군과 에탄올과 알긴산염 복합 처리구가 각각 20.8%와 16.7%로 높게 나타났고, 글리세롤 처리구와 AC처리구 및 에탄올+AC처리구는 8.3%이하로 비교적 낮은 수준이었으며, 대조군과 진공포장구, 알긴산염 처리구 및 에탄올과 글리세롤 복합 처리군은 변질이 발생되지 않았다. 저장 21일 후에는 진공포장구를 제외한 모든

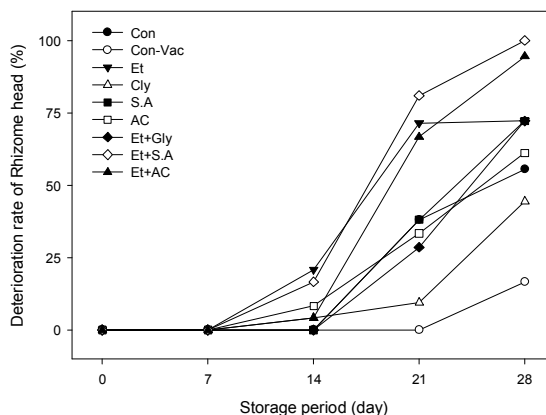
처리군에서 뇌두부위 변질이 발생되었는데, 에탄올 처리군과 에탄올과 알긴산염 복합 처리군, 에탄올+AC처리군이 매우 높게 나타났고, 대조군 및 AC처리군, 알긴산염처리군, 에탄올과 글리세롤 복합 처리군에서도 29~38%의 변질이 발생하였으나 글리세롤 처리군은 9.5%로 낮은 수준이었다. 저장 28일 후의 경우 저장 21일후와 유사한 경향을 보였으며 변질율이 가장 낮은 처리군은 진공포장 군을 제외하고는 글리세롤 단독 처리군이었다. 그러나 발생한 뇌두부위의 변질은 뇌두부위자체가 완전히 변질된 것이 아니고, 뇌두 외피 일부만이 변질된 경우가 대부분이었다.

세근의 경우 저장 14일 후까지 모든 처리군에서 변질이 발생되지 않았으나 저장 21일 후부터 대조군과 에탄올과 글리세롤 복합 처리군 및 에탄올과 알긴산염 복합처리군에서 14.3~19.0% 발생되었고, AC처리군에서도 9.5%발생된 것으로 나타났다. 저장 28일 후에는 모든 처리군에서 세근부위 변질이 발생되었는데 진공포장군과 에탄올 처리군이 각각 11.1%로 가장 낮았다(Fig. 3-83).

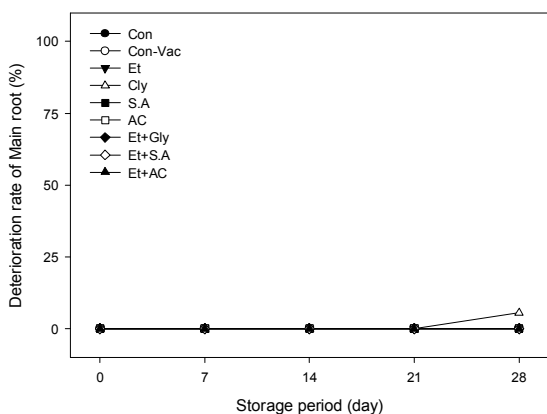
이와 같은 결과를 정리하여 보면 진공포장군의 경우 외관상 변질율은 저장 21일 후까지 양호한 것으로 보였지만 저장 14일 후부터 진공포장이 풀리고, 수삼의 연화가 진행되었으며, 이취를 발산하여 포장방법으로 적합하지 않은 것으로 판단되었으며, 표면처리방법에 따른 효과를 비교하여 보면 에탄올, 글리세롤 및 알긴산염 단독처리군이 복합처리군에 비하여 변질발생이 적은 것으로 나타났다. 복합처리군이 단독처리군에 비해 변질발생이 많았던 것은 복합처리과정이 단독처리과정에 비해 복잡하고, 이에 따라 취급 중 뇌두 및 세근 등 연약한 부위의 손상이 발생되고 이러한 손상이 저장 중 발현됨에 따라 나타난 결과라 판단된다.



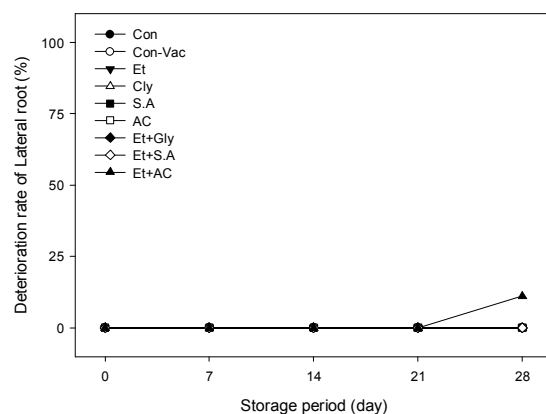
Total



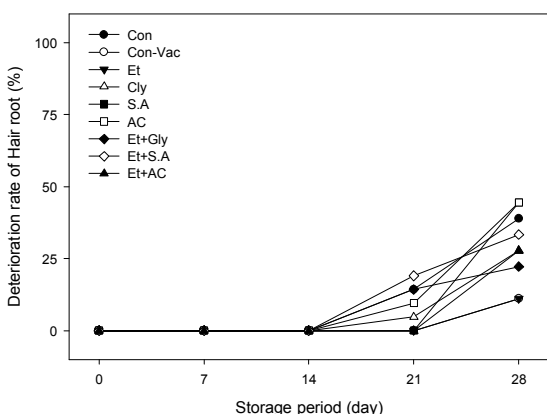
Rhizome head



Main root



Lateral root



Hairy root

Fig. 3-83. Changes in deterioration rate of ginseng treated by different surface treatments and packaging methods during storage at 10°C

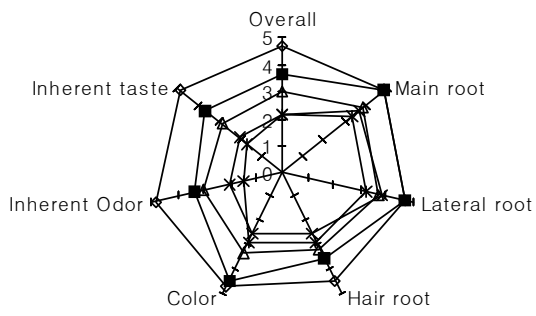
· 관능적 품질

포장 방법 및 표면 피막처리에 따른 수삼의 저장 중 관능적 품질 변화를 '뇌두', '주근', '지근', '세근'의 상태 및 '색', '고유의 맛'과 '향' 및 '전반적인 품질' 항목으로 5점 척도를 이용하여 평가하였다. 피막처리에 따른 수삼의 품질은 저장 14일 후까지 전반적으로 품질이 양호한 수준이었으나 이후 저장기간이 경과됨에 따라 변질 및 연화, 급격한 변색 및 이취 등으로 인해 품질이 저하되었으며, 이는 처리에 따른 차이를 보였다.

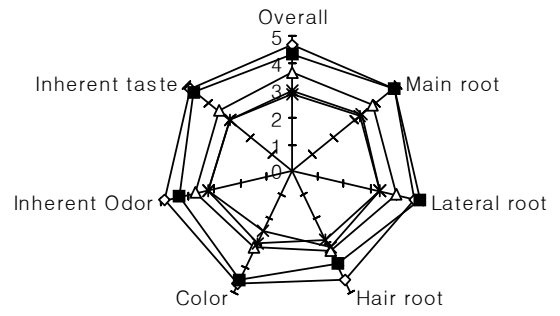
저장 21일후 진공포장군은 진공포장이 완전히 풀리면서 수삼 뇌두 및 세근의 변질은 발생되지 않았으나 표면 변색 및 연화가 진행되었으며, 급격한 이취와 이미가 감지되어 '전반적인 품질'이 2.17로 저하되었다. 개발된 포장기술을 적용한 대조군의 경우 급격한 변색으로 인한 '색' 항목을 제외하고는 '전반적인 품질'이 3.0로 양호한 수준이었다. 표면처리군 중 글리세롤 처리군과 알긴산염 처리군 및 에탄올과 글리세롤 복합처리군, 에탄올과 AC 복합처리군은 모든 평가항목의 품질이 양호한 것으로 나타났다. 에탄올 처리군 및 에탄올과 알긴산염 복합처리군은 뇌두부위에 품질저하가 발생하였고, 이취 및 이미가 감지되어 전반적인 품질 점수가 각각 2.80이었다. AC처리군은 '세근'부위 및 '색' 항목에서 일부 품질저하가 발생하였으나 미미한 수준으로 '전반적인 품질' 3.0이었다.

저장 28일 후 진공포장 처리군은 저장 21일과 유사한 수준이었으며 개발 포장처리군인 대조군은 '뇌두' 및 '세근'부위의 품질저하로 '전반적인 품질'이 2.8로 저하되었고, 에탄올 처리군, 에탄올과 알긴산염을 복합처리군, 에탄올과 글리세롤 복합처리군도 품질이 급격히 저하되어 대조군과 유사한 수준을 나타내었다. 에탄올과 AC 복합처리군의 경우 '주근'과 '지근' 및 '색' 항목은 양호한 수준이었으나 뇌두부위와 세근부위의 품질저하가 발생과 함께 이미와 이취가 감지되어 전반적인 품질이 2.33으로 다른 복합처리군에 비해서도 낮았다. 이에 반하여 세척 후 표면의 피막을 단독으로 처리한 구의 경우 복합 처리한 구에 비하여 품질이 높게 유지되었는데, AC 처리군의 경우 '세근'과 '색' 항목의 품질저하가 일부 발생하였으나 전반적인 품질은 3.2점으로 양호한 수준이었고, 글리세롤 처리군은 모든 평가항목에서 3점 이상을 받았으며, '전반적인 품질' 점수도 3.7점으로 가장 양호하였다(Fig. 3-84).

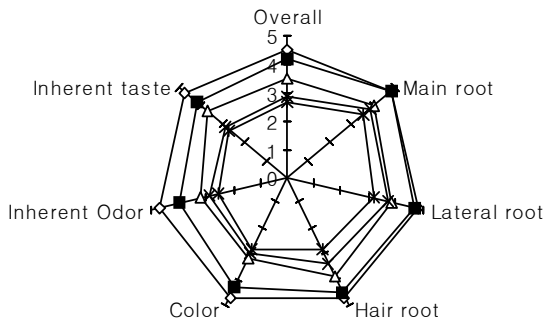
◇ Initial ■ 1 week ▲ 2 week
 × 3 week * 4 week



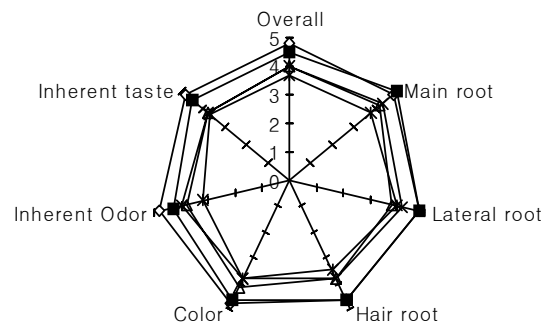
Con-Vac



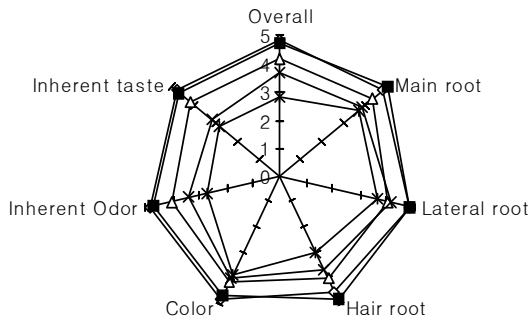
Con



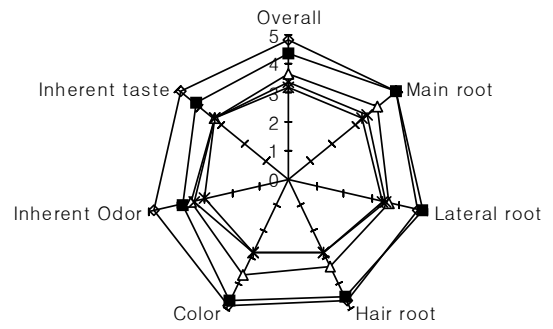
Et



Gly

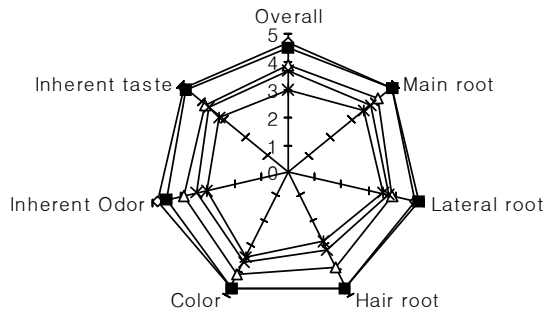


S.A

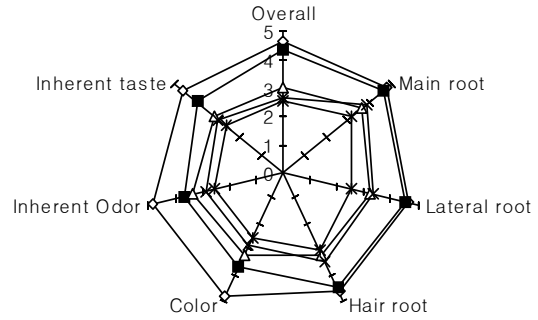


AC

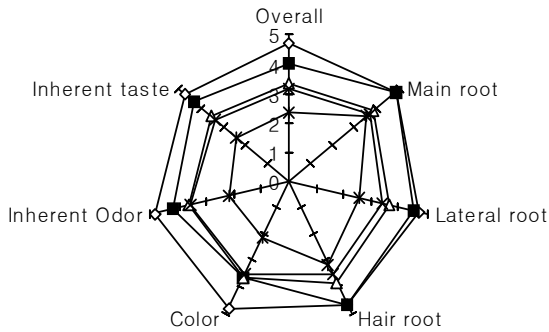
Continued



Et+Gly



Et+S.A



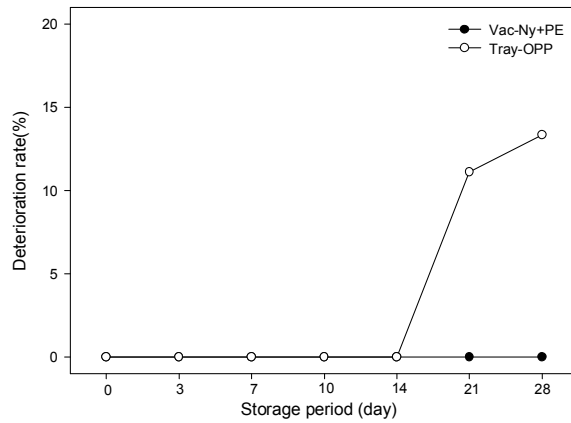
Et+AC

Fig. 3-84 Changes in sensory quality of ginseng treated by different surface treatments and packaging methods during storage at 10 °C

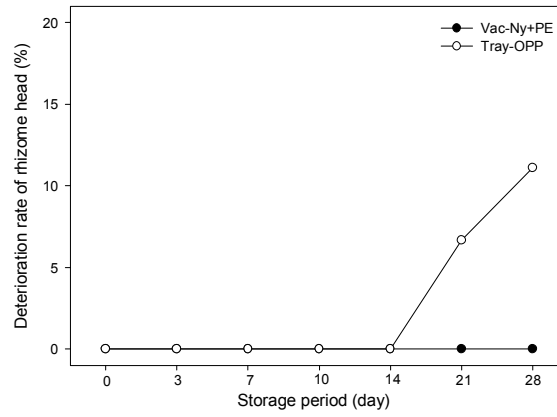
2) 관행방식 대비 개발기술 적용에 따른 품질유지 효과 분석

세척수삼제조를 위한 복합처리기술 현장 적용을 위한 실증실험을 실시하였다. 실험을 위하여 세척수삼을 관행적 포장 형태로 시판중인 0.16mm 두께의 Ny+PE필름 사용을 사용하여 진공 포장한 군과 개발공정으로 세척수삼을 글리세롤로 피막처리 후 용기에 담고 가스치환과 동시에 상단부위를 OPP필름으로 밀봉 포장한 수삼을 10°C에서 각각 저장하면서 저장 중 품질을 조사하였다.

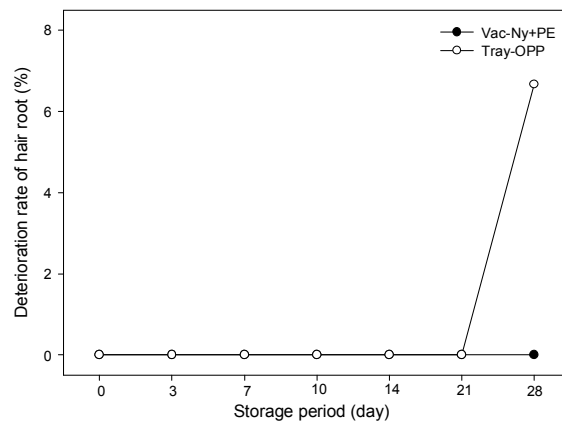
수삼은 뇌두가 있는 상태로 처리하여 10°C에서 저장 시 변질율은 진공포장구의 경우 저장종료 시점까지 외관상의 변질은 발생되지 않았으나 저장 21일 후부터 뇌두 및 세근조직이 무름 및 연화현상이 발생하였다. 개발기술을 적용한 처리군은 저장 21일 후부터 변질이 발생하여, 저장 35일 후에는 88.9%의 높은 변질을 나타냈다. 변질이 발생한 부위는 주근과 지근부분을 제외한 뇌두와 세근부위이었으며, 이 중 뇌두부위가 가장 변질이 심하였으나 이 부위의 전체 면적 당 차지하는 변질 정도는 매우 미미한 수준이었다(Fig. 3-85).



Total



Rhizome head



Hairy root

Fig. 3-85. Changes in deterioration rate of ginseng with rhizome head treated by conventional and improved treatment and packaging methods during storage at 10°C

저장 중 수삼의 중량 감소율은 저장 7일 후까지, 관행적 처리구는 0.1~0.2%정도 감소하였으며 이후 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 중량이 감소되어 저장종료시점인 28일 후에는 1.03%를 나타내었다. 반면 개발처리군은 저장 7일 후 관행적 처리구보다 약간 높은 수준의 중량이 감소하였지만 이 이후부터 변화가 매우 적어 종료시점에는 0.69%로 관행적 처리구에 비해 매우 적었다(Fig. 3-86).

저장 중 관능적 품질은 관행처리구의 경우 저장 7일 후까지 전반적으로 품질이 양호한 수준이었으나 저장 14일 후부터 진공이 풀리면서 뇌두 및 세근부위의 품질저하가 발생되었고, 이취와 이미가 감지되어 전반적으로 관능적 품질이 불량하였다. 반면 개발처리군은 관행처리 군에 비하여 7일 후인 저장 14일 까지는 전반적으로 품질이 양호한 수준이었으며, 저장 21일 후에는 뇌두 및 세근부위의 품질저하와 함께 이취가 발생하였지만 관행적 처리구에 비하여서는 관능적으로 품질이 훨씬 높은 것으로 평가되었다(Fig. 3-87).

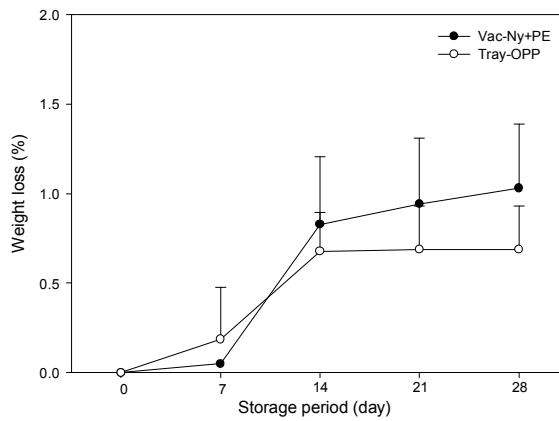


Fig. 3-86. Changes in weight loss of ginseng with rhizome head treated by conventional and improved treatment and packaging methods during storage at 10°C

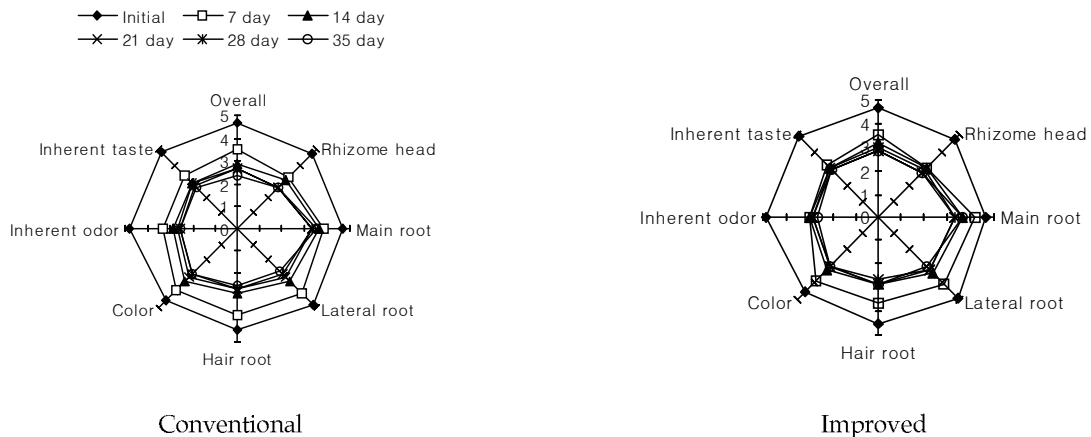


Fig. 3-87. Changes in sensory quality of ginseng with rhizome head treated by conventional and improved treatment and packaging methods during storage at 10°C

뇌두를 제거한 수삼의 경우 변질율은 저장 21일까지 관행적 포장군 및 개발공정처리군 모두 변질이 발생되지 않았으나 저장 28일 후에 개발처리군의 세근부위에 8.3%의 변질이 발생되었다. 저장 중 중량 감소율은 저장 7일까지 0.10%이하로 매우 낮은 수준이었으나 저장 14주 후부터 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 중량이 감소되어 관행적 포장군은 0.58%가 감소되었고, 개발처리군은 이보다 낮은 0.46%가 감소되었다. 저장종료시점인 28일 후에는 관행적 처리군이 0.91%의 중량이 감소되었고, 개발처리군은 이보다 낮은 0.65%로 나타났다(Fig. 3-88). 저장 중 관능적 품질은 관행적 포장군과 개발처리군 모두 저장 14일까지 품질이 양호하였으나 이후부터 차이가 발생하였다. 관행적 처리군은 저장 14일 후부터 진공이 풀렸고, 저장 21일 후부터는 세근부위의 품질저하가 발생되었으며, 이취와 이미가 감지되어 전반적인 품질 점수가 2.83점으로 관능적 품질이 불량하였다. 그러나 개발처리군은 저장 21일 후까지 모든 평가항목이 3점 이상으로 관능적 품질이 양호하였고, 저장 28일 후에는 세근 및 향 항목에서 다소 품질저하가 발생되었지만 전반적인 품질은 3.17점으로 양호한 것으로 나타났다(Fig. 3-89).

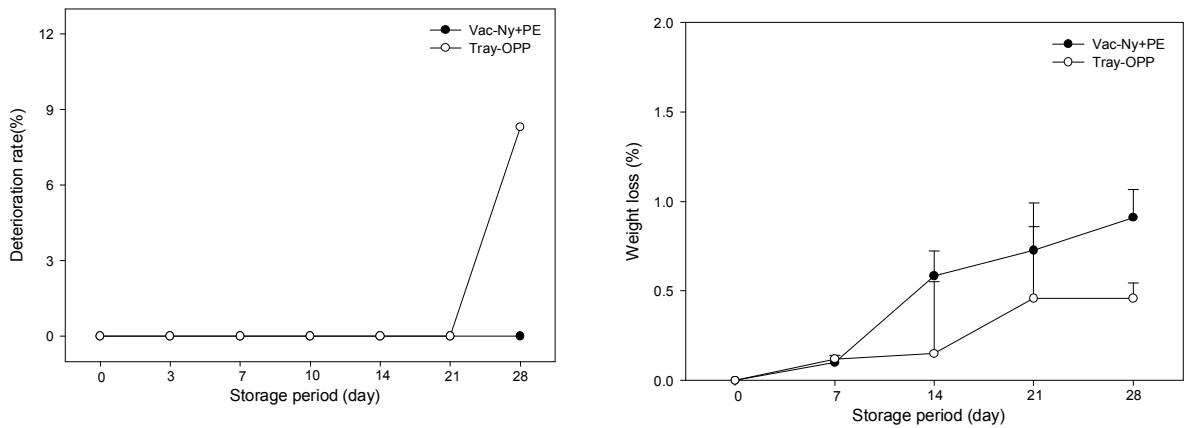


Fig. 3-88. Changes in deterioration rate and weight loss of ginseng without rhizome head treated by conventional and improved treatment and packaging methods during storage at 10°C

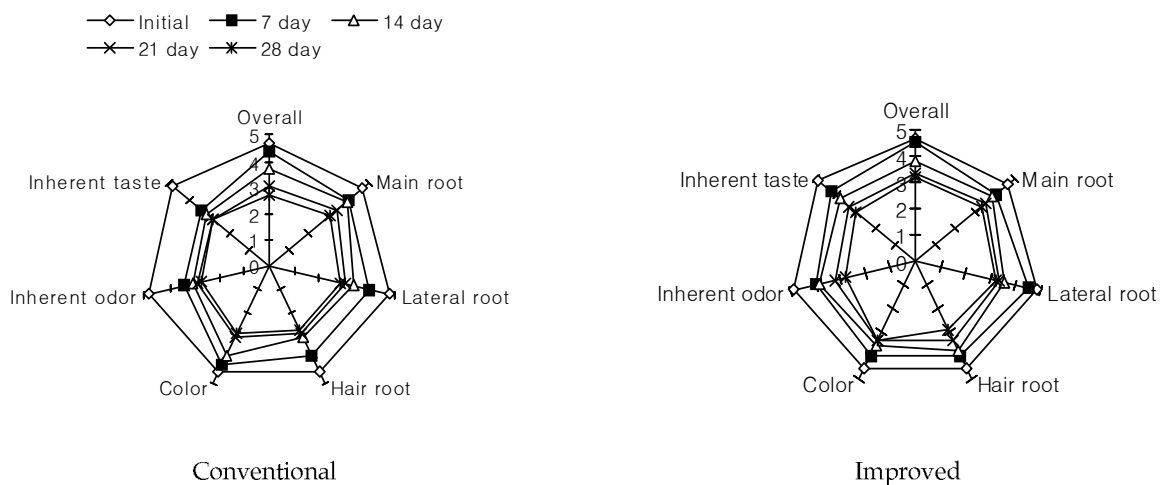


Fig. 3-89 Changes in sensory quality of ginseng without rhizome head treated by conventional and improved treatment and packaging methods during storage at 10°C

3) 수삼의 효과적인 세척, 전처리, 피막처리, 포장처리기술 활용체계구축

연구결과 중 수삼의 효과적인 세척 등 전처리기술의 현장 적용시험을 위하여 세척 및 전처리 기술의 효과를 분석하였고, 분석된 결과 중 처리의 효과 및 실용성을 고려하여 관행대비 개발 기술의 품질 유지효과를 비교기 위한 실험을 협동기관 및 세부과제와 연계하여 수행하였다.

세척 처리한 수삼의 부위별 미생물을 조사하였던바 뇌두부위가 가장 많이 존재하는 것으로 나타났으며, 저장실험을 통해 부위별 변질율을 조사하였던 바 뇌두부위의 변질이 가장 심각한 것으로 나타났다. 수삼의 유통 중 미생물에 의한 변질을 억제하기 위한 연구로 처리방법에 따른 미생물 제어효과를 조사하였던바 총균의 경우 에탄올 처리구가 가장 높은 제어율을 보였으며 다음으로는 과산화수소용액 및 전해산화수 처리구순이었으며 차아염소산나트륨용액 처리구가 비교적 낮은 처리효과를 나타내었다.

수삼의 표면세척을 위하여서는 고압살수처리가 실용적이고 효과적인 것으로 조사되었다. 고압 살수처리 시 연마제를 첨가하면 세척 효과 및 미생물 제어효과가 향상되고 물만 분사할 때에 비해 낮은 압력에서도 관능적으로 만족할 만한 청결도를 나타내었다.

수삼의 세척 후 표면 수분의 효과적인 제거방법을 조사하기 위하여 저온방치방법, 고압공기 처리방법 및 원심분리방법을 적용하였던바 수삼의 생리적 특성에 영향을 미치지 않으면서도 탈수가 가능하였으나 압축공기의 경우 수삼의 뇌두 및 세근의 손상이 발생할 수 있는 위험성이 있었다. 수삼을 고압살수 방법 등으로 세척 처리 시 발생하는 표면 손상 치유를 위해 표면의 갈변 방지를 목적으로는 아스코르브산과 구연산을, 표면의 개질 및 공기와의 접촉차단을 통한 품질 유지 목적으로 글리세롤과 알긴산염을 수삼 표면에 코팅한 후 저장 중 그 효과를 분석하였던바 글리세롤과 알긴산염 처리가 효과를 보였다.

이러한 결과를 바탕으로 세척수삼의 선도연장을 위한 표면처리기술 개발을 위하여 수삼의 세척처리 후 에탄올처리, 글리세롤처리, 알긴산염을 단독으로 처리하였던바 수삼의 선도 연장에 효과를 보였다. 이와 같은 처리 효과를 보다 향상시키기 위해 수삼을 세척처리한 후 에탄올을 처리하고 이에 글리세롤, 알긴산염을 각각 부가적으로 복합 처리하였으며, 더 나아가 알긴산과 글리세롤을 혼합 처리하였던 바 복합처리에 따른 선도연장 상승효과를 미미한 것으로 나타났다. 세척수삼의 현행 포장 방법으로는 진공포장방법을 사용하고 있는데 포장 초기의 품질상태는 비교적 양호하나 일정 시간이 경과하면서 포장 내 진공이 풀리며 이취 및 이미가 감지되어 상품성이 소실되는 문제가 있는 것으로 조사되었다. 세척수삼의 선도 연장을 위한 포장 방법연구로 다양한 포장 재질 및 가스치환 방식을 적용하였던 바 선도유지를 위한 포장방법으로는 PP재질의 포장용기에 수삼을 포장하고 OPP 재질의 필름을 사용하여 밀봉 포장하는 것이 효과적인 것인 것으로 조사되었으며, 포장 시 용기 내부공기를 질소가스로 100%치환하는 것이 선도유지기간을 연장하는데 상승효과를 보였다.

세척수삼 제조과정 각 단계에서 발생한 연구결과를 현장 적용을 위한 실증시험을 단계별로 실시하였고, 최종적으로는 이를 종합하여 복합적으로 처리 시행하였던 바, 수삼의 세척은 고압살수처리 또는 이에 불용성 연마제를 혼입처리 하는 것이 바람직하며, 뇌두부위는 제거한 후 수삼표면에 에탄올, 글리세롤 및 알긴산을 단독으로 처리하는 것이 수삼의 유통기간연장 및 외관 등의 품질유지에 효과적인 것으로 조사되었다. 표면 처리가 된 수삼은 PP재질의 포장용기에 담고 OPP 재질의 필름을 사용하여 밀봉 포장하는 데 용기 내부공기를 질소가스로 100%치환하는 것이 선도유지기간을 연장하는데 상승효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

4. 세척수삼의 소비자 품질평가

가. 수삼에 대한 세척 및 포장형태의 선호도

수삼에 대한 세척 및 포장형태의 선호도를 확인하기 위해 서울 거주자인 20~40대 여성 60명을 대상으로 실험 제시 후 소비자 선호도를 조사하였다. 흙 삼과, 세척수삼으로는 뇌두 유무, 코팅 유무 등으로 시료를 구분하여 외관에 대한 선호도 조사를 실시하였다. 세척은 브러쉬로 하였고, 코팅은 5% glycerol을 이용하여 피막 처리하였다. 또한, 포장형태로는 진공포장, 용기포장 및 현재 판매되고 있는 형태인 봉지포장을 대상으로 하였다(Fig. 3-90).



Fig. 3-90. 수삼 처리형태 및 포장 선호도 평가

조사결과, 소비자가 수삼 구입 시 가장 선호하는 형태는 코팅된 형태(78.3%)로 조사되었고, 코팅 형태 중에서는 뇌두가 없는 것이 전체의 60.0%로 조사되었으며, 이 외 코팅되지 않은 형태가 11.7%, 흙 삼은 10.0%로 조사되었다(Fig. 3-91).

수삼의 포장 형태에 대한 선호도 조사 결과 PP Tray를 이용해 OPP film(0.035mm)으로 세척수삼을 포장한 형태가 65.0%로 가장 높은 선호도를 보였고, 진공포장이 28.3%, 봉지포장이 6.7% 순으로 조사되었다(Fig. 3-92).

이상의 조사결과에 의하면 소비자들은 세척 후 코팅처리한 수삼의 뇌두를 제거하고, 용기를 이용해 포장한 형태의 수삼을 가장 선호하고 있음을 확인 할 수 있다.

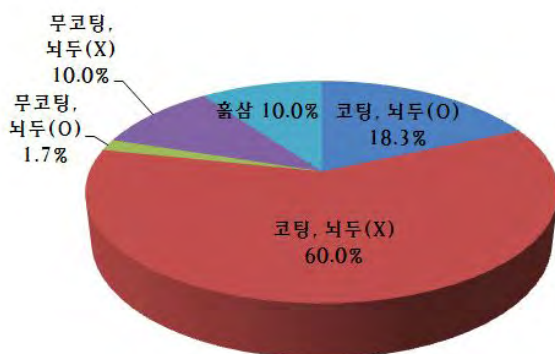


Fig. 3-91. 수삼의 시료형태별 선호도

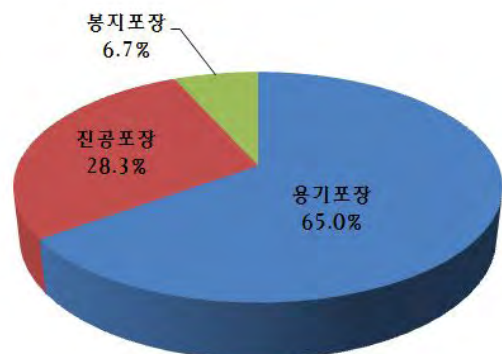


Fig. 3-92. 수삼의 포장형태별 선호도

나. 세척수삼의 소비자 품질만족도 평가

흙 삼과, 세척수삼으로는 뇌두 유무, 코팅 유무 등으로 시료를 구분하여 외관 및 세척도에 대해 만족도 조사를 실시하였으며, 포장형태로는 진공포장, 용기포장 및 현재 판매되고 있는 형태인 봉지포장을 대상으로 만족도 조사를 실시하였다.

외관에 대한 만족도 조사결과, 5% glycerol로 코팅된 수삼이 코팅하지 않은 처리구보다 더 높았으며, 또한, 뇌두를 제거한 수삼의 만족도가 더 높았다(Fig. 3-93). 뇌두 제거 후 코팅된 수삼에 대해 63.6%가 매우 만족한다고 응답하였으며, 36.4%는 만족한다고 응답하였다. 반면, 흙 삼의 외관에 대해서는 45.5%가 불만족하다고 응답하였고, 27.3%가 매우 불만족으로 응답하였다. 세척도에 대한 만족도 조사결과에서도 세척삼에 대해서는 대부분이 매우 만족하거나, 만족한다고 응답함에 따라, 세척된 형태의 수삼을 선호하고 있음을 확인할 수 있었다(Fig. 3-94).

세척수삼을 PP Tray를 이용해 OPP film(0.035mm)으로 포장한 형태에 대해서는 매우 만족한다고 응답한 경우가 72.7%였으며, 진공포장의 경우 54.5%가 만족한다고 응답하였다. 봉지포장에 대해서는 대부분이 불만족하다(81.8%)는 응답을 하였다(Fig. 3-95).

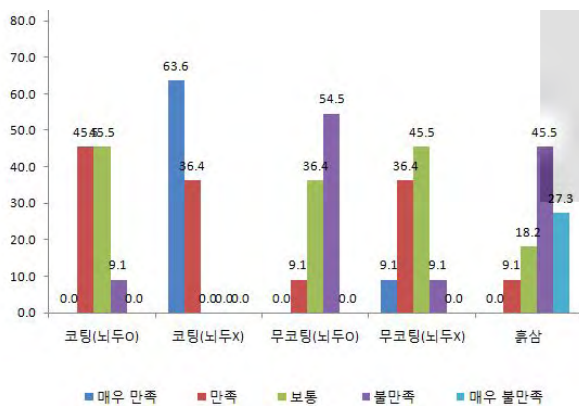


Fig. 3-93. 외관 만족도

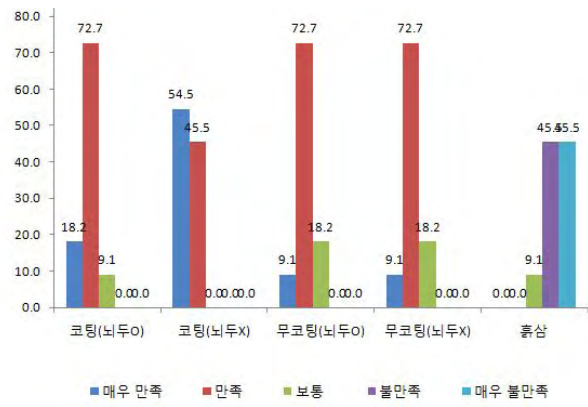


Fig. 3-94. 세척도

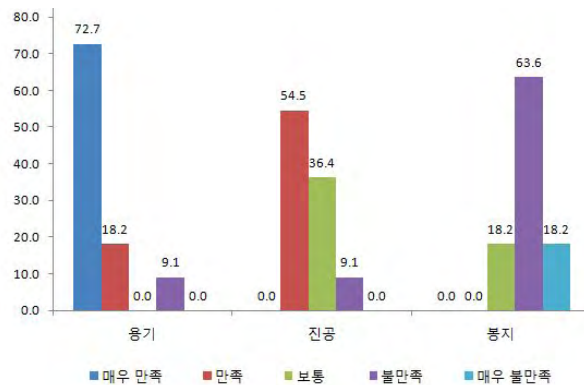


Fig. 3-95. 포장 방법에 따른 만족도

5. 세척수삼의 유통 중 품질변화 요인 분석 및 유통기간설정

가. 세척수삼의 유통 중 품질변화 요인 분석

세척수삼의 유통 중 품질에 영향을 미치는 주요 요인에 대한 평가로 수삼의 뇌두의 존재 여부, 포장 방법, 유통시기 및 유통온도에 따른 영향을 조사하였다.

통시기에 따른 세척수삼의 품질변화 요인을 분석하여 품질유지와 저장성 향상을 위해, 채굴시기가 다른 두 가지의 수삼을 실험에 사용하였다. 저장삼은 2010년 10월 수확된 삼을 사용했으며, 햇삼은 2011년 3월 경기도 여주에서 채굴된 삼을 시료로 사용하였다. 수삼은 세척처리를 달리하거나, 뇌두유무, 포장 형태 및 저장온도를 달리하였다.

세척처리를 위해 형태가 완전한 수삼을 선별하여 표면의 겉흙을 제거하였고, 직경이 0.5 mm이고 길이가 3 cm이며 끝이 둥근 세모로 만들어진 솔을 사용하여 흐르는 물에 솔질 처리하였다. 이를 80% 에탄올용액, 5% glycerol, 0.5% sodium alginate 등을 이용하여 세척처리 후 실험에 사용하였다. 포장은 PP Tray + OPP 0.035mm film으로 3편씩 질소충전(N₂ - 100%, O₂ - 0%) 후 밀봉 처리하였고, 포장 형태에 따른 품질특성 비교를 위해 일부는 진공 포장하여 사용하였다. 시료는 0℃, 10℃, 20℃의 저장고에 입고 후 저장 중 품질특성을 분석하였다.

1) 뇌두 유·무에 따른 영향

수삼의 뇌두부위는 소비자가 수삼을 구입 후 사용 시에는 대부분 제거하는데 수삼의 저장 및 유통에 있어서는 품질에 큰 영향을 미치는 인자로 작용하고 있다. 수삼의 뇌두부위는 다른 부위에 비해 저장 유통 중 변질이 빠르기 때문에 본 연구의 앞부분 연구에서는 소비자의 구입 후 편의성 및 상품성 유지기간 연장을 목적으로 수삼 뇌두 부위의 제거 효과를 조사한 바 있다. 이에 본 장에서는 수삼의 뇌두제거 효과를 유통온도를 달리하여 재확인하였다.

뇌두가 있는 수삼의 경우 0℃ 및 10℃에서는 저장 7일후 20℃에서 저장 4일후부터 변질이 발생하여 품질에 영향을 미쳤으며, 이에 따라 관능적 상품성 유지 기준인 3점을 나타낸 기간이 0℃에서는 28일 미만이었으며, 10℃에서는 21일 미만이었으며, 저장 20℃에서는 11일 이내인 것으로 평가되었다. 이에 반하여 뇌두를 제거한 수삼의 경우 0℃ 및 10℃에서 28일 이상이었고, 10℃에서는 21일 미만이었으며, 저장 20℃에서는 14일 이상인 것으로 평가되었다(Fig. 3-96).

2) 포장방법에 따른 영향

기존 세척 수삼의 유통을 위하여 대부분 진공포장 방법을 사용하고 있는데 본 연구 결과 진공 포장 시 처리가 간단하고 취급 및 미생물 제어 측면에서 효과가 있는 것으로 보이지만 맛 과향 등 품질 측면에서는 문제가 있는 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 수삼의 적정 포장방법으로 용기를 이용한 OPP 필름밀봉처리와 용기 내 공기를 질소로 치환하는 방법이 효과적임을 제시하였다. 이에 본 실험에서는 유통온도를 달리하여 그 효과를 확인 하였다.

0℃에서 28일 저장한 경우 OPP필름포장구의 종합적인 품질은 3.63점이었고, 진공포장구는 이보다 낮은 3.13점을 나타내었다. OPP 필름포장구의 전반적인 품질을 보면 지근, 세근 표면색, 고유의 향과 맛이 진공 포장군보다 우수하였다. 10℃에서는 OPP필름 포장구는 저장 28일 후 종합적인 품질이 3.13점으로 상품성을 유지하였으나 진공 포장구는 저장 21일 후 이전에 상품성이 소실된 것으로 나타났다. 20℃에서 저장한 경우 OPP필름 포장구는 11일 후에도 종합적

품질이 3.33점이었던 반면 진공포장구는 2.63점으로 나타나 OPP필름 포장구가 최소 3일 이상 상품성 유지에 효과를 보였다(Fig. 3-97).

3) 유통시기에 따른 영향

흙삼을 세척 수삼으로 가공하기 위해서는 원료 흙삼이 안정적으로 공급되어야 한다. 수삼은 저장기간이 경과함에 따라 품질이 저하되므로 양적 측면에서 원료 공급도 중요하지만 질적 측면에서 품질이 중요한 인자로 대두된다. 이에 저장 수삼과 채굴 직후의 수삼을 사용하여 세척 수삼을 제조한 후 수확시기에 따른 저장 중 품질을 평가하였다.

저장 수삼의 경우 뇌두부위의 변질이 약간씩 발생하였기에 저장삼 및 햇삼 모두 뇌두를 제거한 후 사용하였다. 세척 및 포장 처리 후 0℃에 저장 한 수삼의 경우 햇삼이 저장 삼에 비해 전반적으로 약간씩 품질이 우수한 것으로 나타났다. 10℃ 및 20℃에서의 경우도 햇삼이 저장 삼에 비해 저장 중 품질이 다소 우수한 것으로 나타났으며, 특히 세근 부위에서 품질의 차이를 보였다. 이와 같은 결과는 원료 수삼의 세척 처리 전 저장이 원만히 수행되어 품질이 크게 변화되지 않았던 점과, 저장중 주요 변질부위인 뇌두를 제거하였기에 얻을 수 있는 결과라 판단된다(Fig. 3-98).

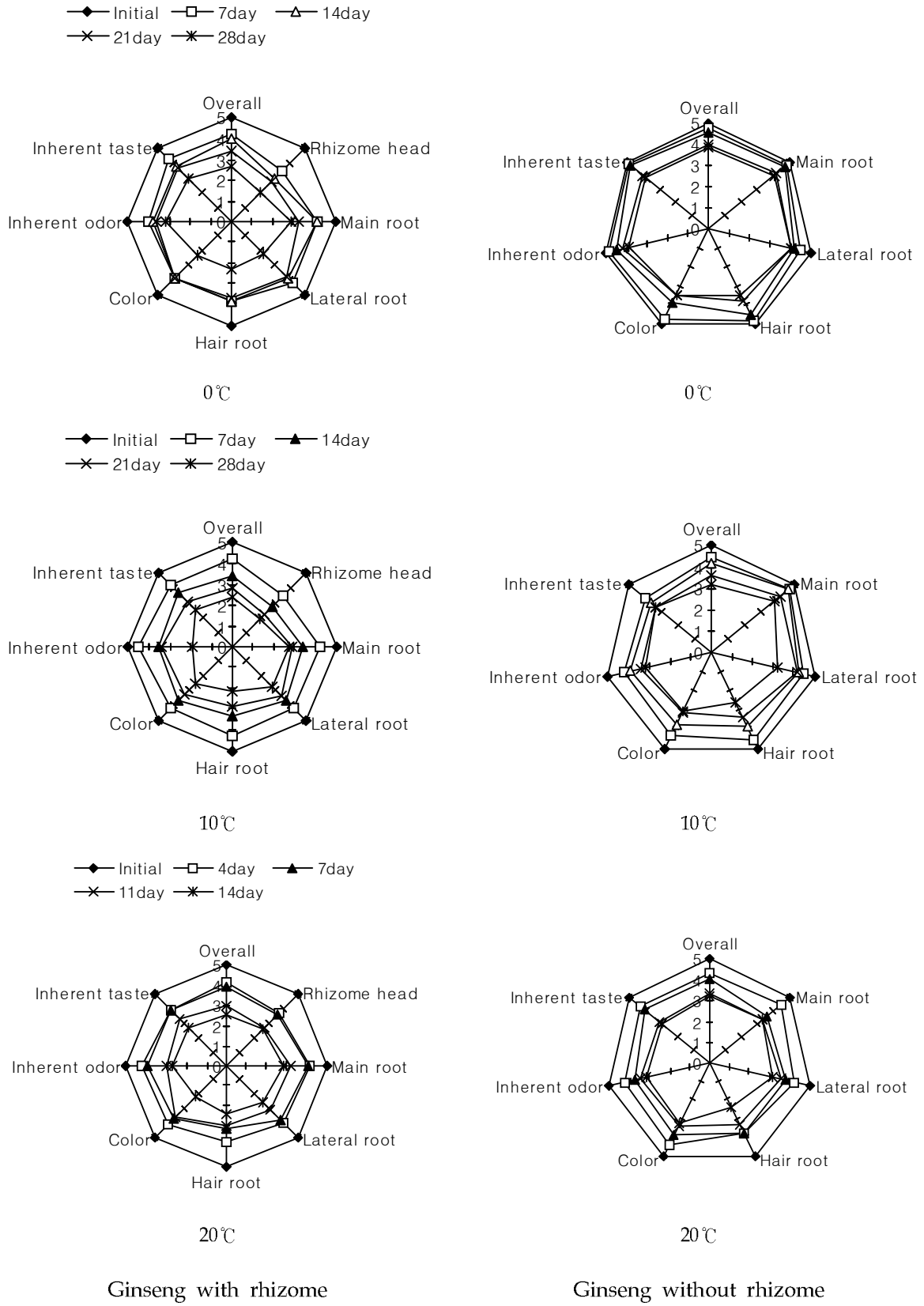


Fig. 3-96. Changes in sensory quality of ginseng during storage after washing, trimming and packaging (Packaging: OPP, N₂ 100%)

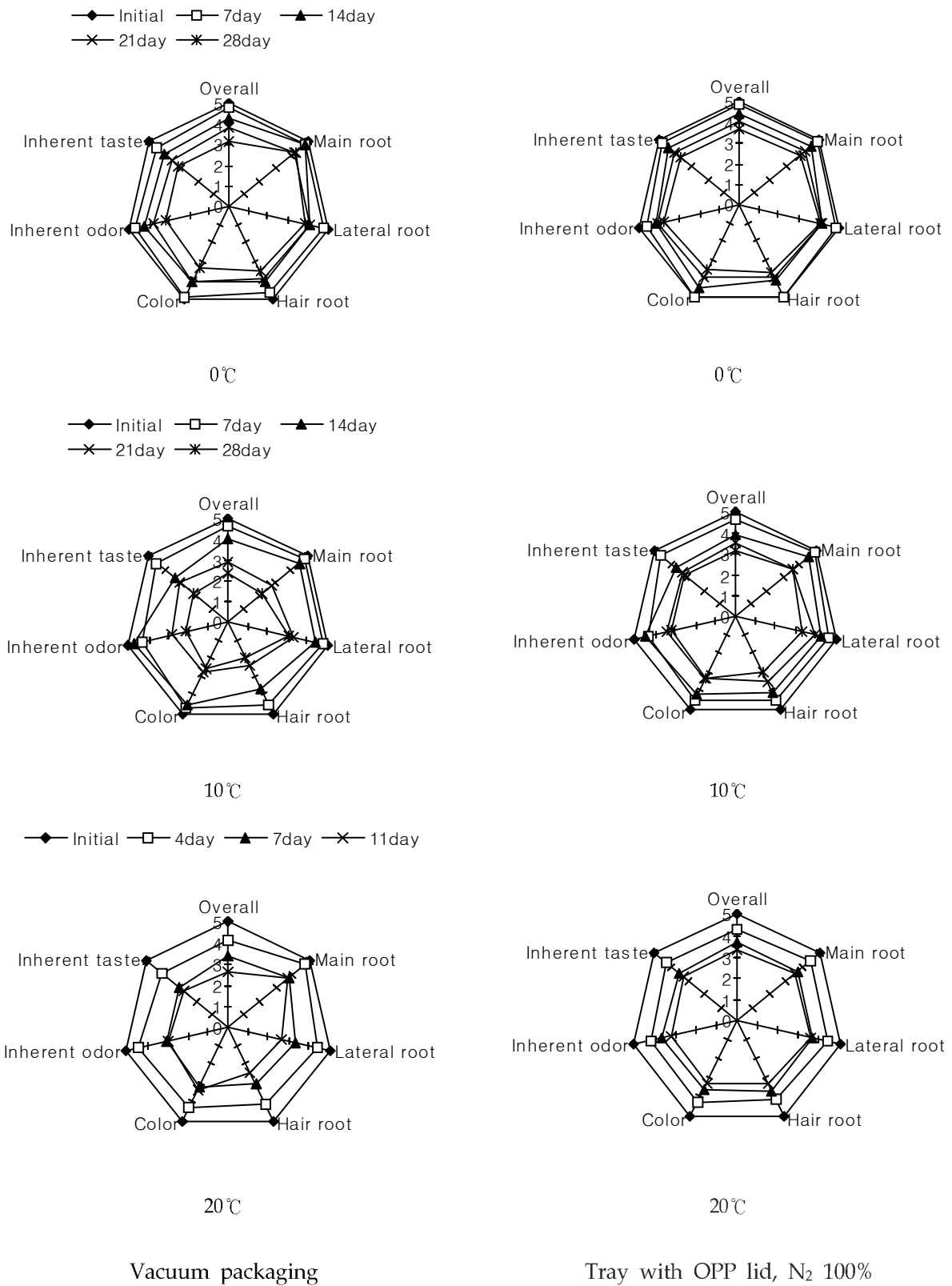
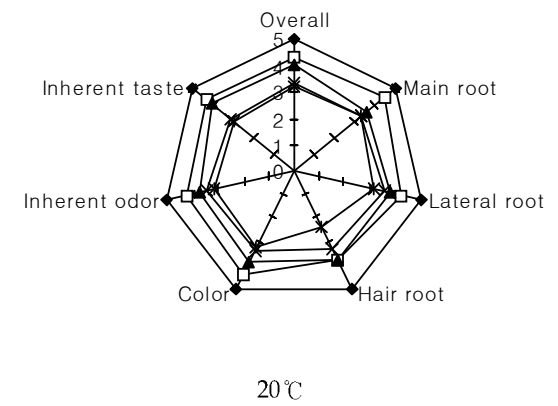
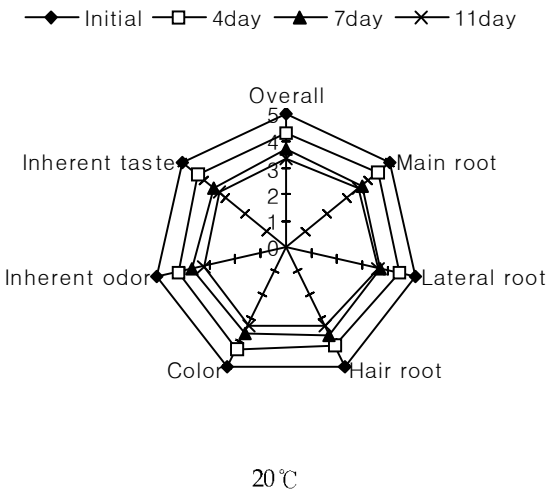
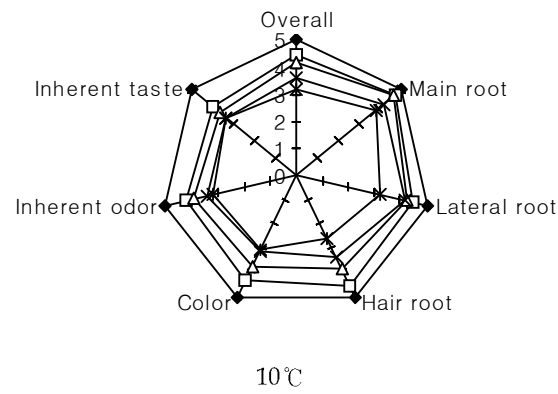
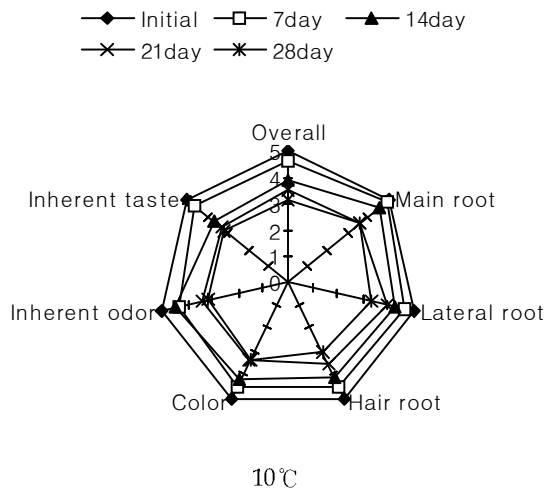
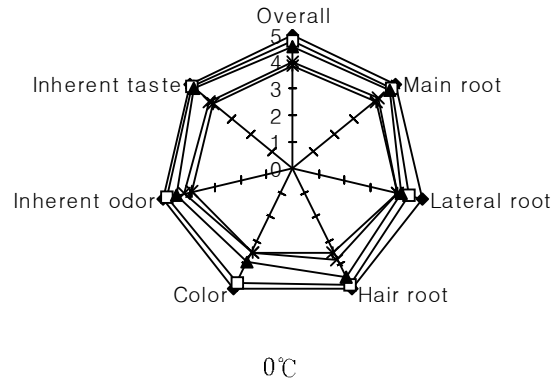
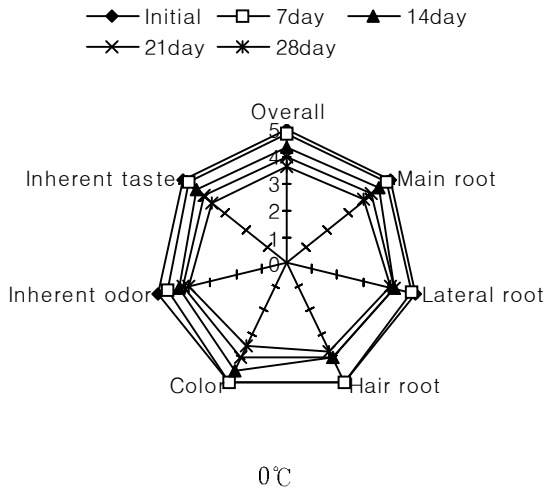


Fig. 3-97. Changes in sensory quality of ginseng packaged in different conditions during storage after washing and trimming



Ginseng harvested in fall

Ginseng harvested in spring

Fig. 3-98. Changes in sensory quality of ginseng harvested in different seasons during storage after washing and trimming

나. 세척수삼의 유통기간설정

세척 후 포장 처리된 수삼의 유통 중 상품성 유지기간을 포장방법, 뇌두의 제거 유무, 표면처리 방법, 유통온도에 따라 산정하였다. 수삼의 품질이 수확시기, 산지 및 저장기간 등 다양한 인자에 의하여 차이를 보일 수 있어 일정 실험 결과만으로 유통가능기간을 설정하기에는 무리가 있을 것으로 판단하여 본 연구과정중 세척, 표면처리, MAP 연구 등에서 각 처리효과를 분석키 위해 품질을 평가하기 실시하였던 관능검사결과 중 상품성 평가결과만을 모으고, 이를 이용하여 저장기간과 상품성과의 관계에 대한 상관관계를 1차 방정식으로 구한 후 이를 사용하여 유통기간을 산정하였다. 유통기간을 산정하는 적용하였던 품질 수준은 1차적으로 상품성의 한계치인 3점 (5점 만점)을 기준으로 하였으며, 아울러 세척수삼을 구입한 소비자가 구입 후 이용할 때까지 기본적인 품질이 유지되어야 할 필요가 있을 것으로 판단되어 2차적으로는 4점을 기준으로 산정하였다.

세척 수삼의 포장 방법별 유통가능기간을 비교하여 보면 현재 세척수삼 포장을 위해 일반적으로 사용하고 있는 진공포장에 뇌두가 있는 상태로 수삼을 포장 유통할 경우 3점을 기준으로 0℃에서는 7.3주, 10℃에서는 3주, 20℃에서는 8.4일정도 상품성을 유지할 수 있는 것으로 계산되었다. 본 연구를 통하여 개발된 포장 방법을 사용할 경우 0℃에서는 9주, 10℃에서는 3.5주, 20℃에서는 11.2일정도 상품성을 유지할 수 있는 것으로 계산되어 0℃에서는 1.7주, 10℃에서는 0.5주, 20℃에서 2.8일 정도 더 상품성이 유지될 것으로 예측된다.

수삼의 품질 상태를 4점 기준으로 유통가능기간을 산출하면, 뇌두가 있는 진공포장의 경우 0℃에서는 3.4주, 10℃에서는 1.5주, 20℃에서는 4일 정도 상품성을 유지할 수 있는 것으로 계산되었고, 개발된 포장 방법을 사용하여 유통할 경우 0℃에서는 3.8주, 10℃에서는 1.6주, 20℃에서는 5.5일 정도 상품성을 유지할 수 있을 것으로 계산되었다(Table 3-48).

현재까지는 세척 수삼은 뇌두가 있는 상태로 유통되고 있는데 본 연구결과 뇌두제거가 신선도 연장에 효과가 높은 것으로 판단됨에 따라 뇌두를 제거한 수삼의 포장 방법별 유통가능기간을 산정하였다. 진공포장의 경우 0℃에서는 9.8주, 10℃에서는 3.3주, 20℃에서는 9.1일 정도로 뇌두가 있는 수삼에 비해 유통기간이 연장되는 것으로 나타났다. 또한 개발 포장 방법을 사용할 경우 0℃에서는 12.5주, 10℃에서는 4.6주, 20℃에서는 13.8일 정도 상품성을 유지할 수 있을 것으로 계산되었으며, 뇌두제거 효과는 진공포장의 경우 보다는 개발 포장 방법에 있어서 더 큰 것으로 나타났다(Table 3-49).

세척수삼의 표면 처리방법에 따른 유통 중 상품성 유지기간을 보면 뇌두가 있는 수삼을 개발 포장방법만 적용하여 0℃에서 유통할 경우 3점 기준으로 9주 정도이며, 글리세롤을 처리한 경우 13.1주, 알긴산을 처리한 경우 13.8주로 표면처리에 의해 상품성 유지기간이 4.1-4.8주 정도 더 연장되는 것으로 나타났다. 뇌두를 제거한 수삼을 10℃에서 유통할 경우 개발포장방법만 적용하면 3점기준으로 4.6주, 표면처리로 에탄올 처리 시에는 5.5주, 글리세롤처리 시에는 6.5주, 알긴산염 처리시에는 5.9주로 글리세롤처리가 보다 효과적인 것으로 나타났다. 표면 처리방법에 따른 유통기간을 비교하면 에탄올처리는 세척처리만 한 것에 비해 유통기간을 약간 연장하는 효과를 보였는데, 글리세롤 및 알긴산염 처리는 세척수삼의 유통기간 연장에 효과 큰 것으로 나타났다. 표면처리제 중 글리세롤과 알긴산염의 효과를 상호 비교하여보면 0℃에서 유통할 경우 알긴산염처리가 더 효과를 보인 반면 10℃에서는 글리세롤처리가 더 효과를 보였다(Table 3-50).

Table 3-48. Shelf-life prediction of fresh-cut type ginseng with rhizome head packaged by different methods

Packaging	Temperature	Equation	r^2	Shelf life	
				Level 3	Level 4
Vac-O	0℃	$y=-0.2558x+4.8750$	0.9384	7.3w	3.4w
	10℃	$y=-0.6386x+4.9351$	0.8107	3.0w	1.5w
	20℃	$y=-0.2307x+4.9363$	0.9893	8.4d	4.0d
OPP-O	0℃	$y=-0.1919x+4.7291$	0.7037	9.0w	3.8w
	10℃	$y=-0.5117x+4.7910$	0.9514	3.5w	1.6w
	20℃	$y=-0.1753x+4.9623$	0.9871	11.2d	5.5d

* w; week, d; day

Table 3-49. Shelf-life prediction of fresh-cut type ginseng without rhizome head packaged by different methods

Packaging	Temperature	Equation	r^2	Shelf life	
				Level 3	Level 4
Vac-X	0℃	$y=-0.1731x+4.6983$	0.5298	9.8w	4.0w
	10℃	$y=-0.5893x+4.9351$	0.8938	3.3w	1.6w
	20℃	$y=-0.2185x+4.9795$	0.9955	9.1d	4.5d
OPP-X	0℃	$y=-0.1369x+4.7136$	0.4717	12.5w	5.2w
	10℃	$y=-0.4006x+4.8378$	0.9006	4.6w	2.1w
	20℃	$y=-0.1380x+4.8971$	0.9572	13.8d	6.5d

Table 3-50. Shelf-life prediction of fresh-cut type ginseng prepared by different surface treatments

Treatment	Temperature	Rhizome head	Equation	r^2	Shelf life (week)	
					Level 3	Level 4
OPP	0℃	yes	$y=-0.1919x+4.729$	0.7037	9.0	3.8
	10℃	yes	$y=-0.5117x+4.7910$	0.9514	3.5	1.6
	10℃	no	$y=-0.4006x+4.8378$	0.9006	4.6	2.1
EtOH	0℃	yes	-	-	-	-
	10℃	yes	$y=-0.5358x+4.9715$	0.8876	3.7	1.8
	10℃	no	$y=-0.3316x+4.7540$	0.8839	5.5	3.0
Gly	0℃	yes	$y=-0.1650x+5.1627$	0.8348	13.1	7.0
	10℃	yes	$y=-0.2894x+4.4664$	0.5974	5.1	1.6
	10℃	no	$y=-0.2977x+4.9463$	0.8418	6.5	3.2
S.A	0℃	yes	$y=-0.1523x+5.1051$	0.7443	13.8	7.3
	10℃	yes	$y=-0.3606x+4.5965$	0.5984	4.4	1.6
	10℃	no	$y=-0.3460x+5.0380$	0.5984	5.9	3.0

제 4 장 목표달성도 및 관련연구 분야에의 기여도

구분	연구개발의 목표	달성도(%)	관련분야에의 기여도
1차년도	수삼의 효과적인 세척 탈수, 표면 치유 기술 개발	100	매우 큼
	원료 수삼의 안정적 공급을 위한 채굴현장 포장 및 전처리 기술 연구	100	매우 큼
	수삼의 효과적인 세척 등 전처리 기술 활용체계 구축	100	매우 큼
	세척 및 시판수삼의 소비자인식 조사 및 유통수삼의 품질평가	100	매우 큼
2차년도	세척수삼의 선도유지를 위한 효과적인 포장방법 개발	100	매우 큼
	원료 수삼의 안정적 공급을 위한 수삼의 수확후 저장 전처리 및 포장 기술 확립	100	매우 큼
	세척수삼의 선도유지를 위한 포장 방법과 원료 수삼의 전처리 및 포장 기술 활용체계 및 구축	100	매우 큼
	소비자의 품질요구분석 및 세척 처리가 수삼의 안전성 증진에 미치는 효과 조사	100	매우 큼
3차년도	세척수삼의 새로운 처리 및 유통 기술 확립	100	매우 큼
	원료 수삼의 안정적 공급 을 위한 수삼의 장기비축 기술 확립	100	매우 큼
	세척 수삼의 복합처리 및 신선도 유지 기술의 활용 체계 구축	100	매우 큼
	세척수삼의 소비자 만족도 평가와 유통기간설정	100	매우 큼

최근 생활수준의 향상으로 인해 건강에 대한 욕구가 높아지면서 인삼에 대한 관심도 증가되었으며, 다양한 식품가공기술의 발달과 함께 소비자의 기호에 부응하는 다양한 제품이 개발되어 점차 인삼 제품에 대한 수요가 증가하고 있다. 현재 인삼을 소재로 한 제품유형은 홍삼, 백삼, 태극삼 등 1차 가공 인삼류와 1차 가공인삼을 이용한 농축 인삼류, 인삼 분말, 인삼차, 인삼음료, 인삼과자, 당침인삼 등이 주류를 이루고 있다.

2006년 이후 인삼소비량은 급증하여 2009년 총 소비량은 27,459톤으로 국내소비량은 23,403톤으로 크게 증가하였고, 수출물량도 4,056톤으로 90년대 이후 최고치를 갱신하였다. 수삼의 소비 형태를 보면 2009년도 총 소비량을 기준으로 추정된 자료에 의하면 전체소비량의 45%에 해당하는 12,377톤

이 수삼으로 소비되고 있으며, 이는 전량 내수용으로 판매되었다.

이와 같이 수삼은 인삼의 소비량 측면에서 큰 비중을 차지하고 있는데, 아직까지도 재래의 전통적인 방식에 의해 거래 유통됨에 따라 수확기와 단경기간의 품질 및 가격차이가 매우 큰 실정이다. 따라서 고품질 수삼을 안정적으로 유통시킬 수 있는 방안 모색이 필요하다. 그러나 수삼이 농산물 중 경제적으로 중요한 위치를 점하고 있는 품목임에도 불구하고 있음에도 그동안 수삼의 유통관련 연구 및 기술 개발은 매우 취약한 실정이다.

이에 본 연구에서는 고품질 수삼 유통을 위한 기본 연구로 수삼 채굴현장 포장 및 전처리 기술 연구, 수삼의 수확 후 저장 전처리 및 포장 기술 연구, 수삼의 장기비축 기술 연구, 수삼의 포장, 전처리 및 저장기술의 효과 검증을 실시하였다. 본 연구에서 수행한 연구내용 및 결과는 현장에서 겪고 있는 애로기술을 개선하는데 적용할 수 있을 뿐만 아니라 향후 수삼 유통구조 및 이를 위한 세부 기술개발방향을 제시한데 의의가 있는 것으로 사료된다.

한편, 최근 경제 수준의 향상과 더불어 건강 증진에 대한 소비자의 욕구 증가는 수삼을 새로운 건강 지향형 식품소재로서 수요를 증가시킬 수 있는 좋은 기회이다. 수삼의 소비 확대를 위해서는 단지 삼계탕 소재 등 매우 제한적인 기존의 소비방식을 탈피하여 소비자의 새로운 수요를 창출할 수 있도록 수삼의 다양한 식품 소재화가 추진되어야 한다. 이를 위한 선행적 조치로 소비자의 수삼 구매가 용이하고 이용이 편리하도록 할 수 있는 방안이 필요하다. 현행 유통되고 있는 수삼의 품질 기준 및 포장 단위자체가 매우 모호하여 소비자의 수삼구매 시 불만 요인으로 작용하고 있으며, 현행 유통되고 있는 수삼은 표면에 흙이 묻어 있는 상태이어서 소비자가 수삼을 구매한 후에는 사용 전에 반드시 세척을 하여야 하는 번거로움을 겪고 있다.

이와 같은 요인들은 소비자로 하여금 수삼의 구매를 기피하게 요인 중의 일부로서 최근 이러한 문제를 해소키 위한 방안중의 하나로 포장이 세척수삼이 부상되고 있으나 현재로서의 시장 규모는 매우 미미하지만 이러한 수삼의 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

세척수삼을 유통시키기 위해서는 수삼의 수척처리 자체뿐만 아니라 이에 수반되는 관련 기술들의 적절한 적용이 필요로 된다. 세척 수삼제조를 위한 관련기술로는 전처리, 세척, 탈수, 포장 및 유통기술 등이 요구되는 데 이를 위한 선행연구는 매우 취약한 단계이다.

이에 본 연구에서는 세척 수삼제조를 위해 효과적인 전처리, 세척, 탈수, 포장 및 유통기술 연구를 수행하였으며, 이를 종합한 일관시스템 개발을 시도하였다. 이를 통하여 얻은 연구 결과는 현재 시장 개척의 초기단계인 세척수삼의 제조현장에서 겪고 있는 어려움을 개선하는데 활용할 수 있을 뿐만 아니라 향후 소비자 지향의 수삼 유통구조 및 이를 위한 세부 기술개발방향을 제시한데 의의가 있는 것으로 사료된다.

제 5 장 연구개발성과 및 성과 활용계획

본 연구과제는 식품소재로서 수삼의 새로운 수요창출하고 수삼의 상품 경쟁력 확보 및 부가가치 제고를 위하여 품질 및 위생측면에서 소비자의 욕구를 충족시키며, 합리적인 가격으로 유통시킬 수 있도록 고품위의 안전한 소포장 세척 수삼을 안정적으로 공급할 수 있는 유통체계 구축하여 세척 수삼제조를 위해 효과적인 전처리로 수삼의 효과적인 세척, 탈수, 표면치유기술을 개발하였고, 세척수삼의 선도유지를 위한 효과적인 포장방법 개발하였으며, 세척 수삼 처리 단계별 개발기술의 효과 검증을 통하여 이를 종합한 일관시스템 개발하였다. 원료의 수삼의 안정적 확보를 위하여 수삼 채굴현장 포장 및 전처리 기술 연구와 수삼의 수확 후 저장 전처리 및 포장 기술 연구를 연구하였으며 이를 통하여 수삼의 저장기간 연장 등 수삼의 수확단계에서부터 품질을 관리할 수 있는 관리기술을 개발하였다.

개발된 기술은 홍삼제품, 홍삼, 홍삼농축액, 홍삼파우치, 태극삼등을 생산하며 세척수삼제조 유통 사업을 하고 있는 백제인삼협동조합에 2011. 5월 '세척수삼유통을 위한 처리기술'을 이전하여 제조현장의 애로기술을 해소토록 하였다. 이전 기술의 주 내용은 수삼의 표면 미생물 제어를 위한 위생적 전처리기술, 표면의 세척도 향상기술, 연속식 탈수기술, 표면코팅처리기술, 가스치환방식 및 용기를 이용한 포장기술, 유통 중 선도연장을 위한 온도관리기술 등이며, 본 기술을 이전 받은 백제인삼협동조합은 2005년부터는 세척수삼을 제조 판매하고 있으며 이전받은 기술은 단계적으로 기존의 세척수삼 제품생산에 활용할 계획이다. 또한 개발기술은 추후 백제인삼협동조합 이외 필요로 하는 농민 및 생산자 단체 및 기업에 단계적으로 이전할 계획이다.

본 연구의 수행 중 과제와 관련하여 수삼의 선도 연장기술 및 수삼의 소비 진작 관련 내용의 교육을 인삼 재배농민, 유통업자 및 연구자 등을 대상으로 10여회 실시하였다. 대표적인 사례로 2008년 12월 인삼의 주요산지인 풍기 소재 동양대학교 산학협력단이 운영 중인 농민사관학교의 특성화사업 일환으로 '풍기인삼재배, 가공 및 유통교육과정'에 참가하여 인삼재배 및 유통 종사자를 대상으로 본 연구결과를 토대로 한 '수삼의 수확후 관리기술 및 세척수삼의 제조 및 유통 관련기술'을 교육한 바 있다. 2009년 10월 농협중앙회 안성교육원에서 개설한 '2009년 최고기술아카데미 『인삼』 과정' 교육에서 전국 인삼재배 선도농업인을 대상으로 '인삼의 선도연장 기술'을 강의하였다. 이 강의에서는 수삼의 수확현장에서의 취급, 선별, 포장 등에 대한 기술과, 현재 중매인 중심의 수삼의 유통구조 개선 방안과 수삼의 저장에 따른 경제적 효과 등을 강의하여 생산위주의 사고에 치우쳐 있는 인삼 재배 선도 농업인의 의식을 개선하는데 일조하는 계기가 되었다. 2009년 10월 인삼의 주요 산지중 하나인 증평군에서 한국식품연구원 주관으로 개최된 '제3회 고려인삼의 세계화를 위한 전략수립 및 제품개발 심포지움'에서 인삼재배농민, 유통업체, 연구기관 및 학계 참석자를 대상으로 '수삼의 선도유지기술'이라는 주제로 수삼의 수확현장에서부터 유통단계에 이르기까지의 현재의 문제점과 개선 방안 등을 제시하였다. 이 이외 충남대학교, 명지대학교, 한국식품연구원 등에서 실시하고 있는 농산물 및 인삼 유통인 교육프로그램에 참가하여 수삼 저장 및 유통에 관련된 교육을 실시한 바 있다. 아울러 금년 하반기 한국식품연구원이 증평의 인삼재배 농민을 위한 '인삼산업 활성화를 위한 프로그램' 등 향후 개최될 수삼 관련 유통 교육에 적극 참가하여 개발 기술을 토대로 수삼의 유통기술 등을

보급할 계획이다.

과제와 관련하여 기술지원을 실시하였는데 본 과제의 참여기업인 백제인삼협동조합을 우선 하여 수삼의 채굴, 포장, 처리 등 대상기관의 애로사항을 해소키 위해 과제 수행 중 수시로 지원하였다. 또한 금산 소재 수삼의 유통업체, 전북인삼협동조합, KT&G 인삼연구소, 진안홍삼연구소 등을 대상으로 수삼유통관련 애로 기술을 해소키 위한 기술 지원을 실시한바 있다.

또한 수삼의 선도연장기술과 관련하여 2009년 10월 한국식품연구원 주관으로 개최된 '제3회 고려인삼의 세계화를 위한 전략수립 및 제품개발 심포지엄'에서 인삼재배농민, 유통업체, 연구기관 및 학계 참석자를 대상으로 수삼의 수확현장에서부터 유통단계에 이르기까지 현행 문제점과 개선 방안을 제시한 '수삼의 선도유지기술'관련 내용이 농업인 신문 등 10여개의 매체를 통하여 홍보된바 있다.

한편 연구개발을 통하여 얻은 결과 중 산업적으로 의미가 있는 것으로 판단된 기술의 특허를 2건 출원하였다. 출원한 특허 중 수삼표면의 피막 처리방법(출원번호: 10-2010-0034 306)은 세척수삼 유통을 위한 수삼의 세척 처리 후 포장 전처리에 관한 것으로 채굴 및 세척 시 표면에 발생하는 조직 및 외피부위의 손상으로 인해 저장 유통 중 발생하는 수분손실, 미생물 증식 및 변색 등을 방지키 위한 수삼표면의 다층 피막처리기술에 관한 것이다. 또한 '풍미를 개선한 인삼차 제조방법(출원번호: 10-2011-0051268)'은 연구 수행 중 부가적으로 발생한 것으로 인삼의 독특한 향과 맛을 줄이고 구수한 향과 개운한 맛을 부여하고 색을 개선함으로써, 기존 인삼차의 풍미에 익숙한 소비자에게는 새로운 맛과 향의 인삼차를 제공하고, 기존 인삼차의 풍미에 거부감이 있는 소비자도 거부감 없이 상음할 수 있도록 수삼을 주원료로 한 인삼차 제조방법이다.

연구를 통하여 얻은 정보를 수삼관련 연구자들과 공유키 위해 학술지등에 게재 및 발표하였다. '세척 및 시판 수삼 이용실태와 소비자 인식도 분석'(한국식품저장유통학회지 16(4) 579-589, 2009)에서는 소비자의 욕구를 충족시키기 위해서 기본적인 수삼에 대한 소비자 인식을 조사하여 소비자 관점에서 문제점을 분석하고 이를 바탕으로 고부가가치 수삼의 제품화 및 산업화의 개선안을 도출하였다. 수삼의 세척과 관련된 논문으로 '세척처리에 따른 수삼표면의 미생물 제어효과'(한국식품저장유통학회지 17(3) 405-409, 2010)에서는 현재 대부분의 수삼이 흙이 묻은 채 유통되고 있는데 소비자의 편이성을 고려한 세척 수삼의 유통을 위한 기본적인 처리로 세척처리에 따른 표면 세척효과와 미생물 감균 효과를 조사한 결과이다.

수삼의 적정 저장 온도 구명을 위하여 수삼을 -3℃, -1.5℃ 및 0℃에 각각 저장하면서 저장 중 수삼의 품질 변화를 조사하여 얻은 연구결과를 정리하여 두 편의 논문('저온 저장온도가 수삼의 품질에 미치는 영향' 및 '저온저장 온도가 수삼의 호흡률 및 내적 품질에 미치는 영향')을 한국식품저장유통학회에 투고하여 2011 상반기에 게재예정중이며, International Society for Horticultural Science(ISHS)의 sub section이 주관하는 International Conference on Quality Management of Fresh-cut Produce (2011. 7. 17-21, 이탈리아)에 2편의 논문 (1. Effects of Surface Coating Treatments on the Quality of Washed Fresh Ginseng during Marketing, 2. Effects of MAP Conditions on the Quality of Washed Fresh Ginseng during Storage)을 투고하였다.

아울러 본 과제를 수행한 결과를 관련 연구자등과 정보를 공유키 위해 한국식품과학회 및 한국식품저장유통학회 학술대회에서 10편을 발표하였다.

- 1) 계절 및 지역에 따른 수삼의 유통실태조사, 한국식품저장유통학회 제30차 정기총회 및 학술대회(2009. 11.13)
- 2) 수삼에 대한 소비자 인식도 및 이용 실태조사(P04-003), 한국식품과학회 제 76차 학술대회 및 정기총회(2009. 5. 27-29)
- 3) 세척방법 및 처리수에 따른 수삼의 수삼표면 미생물 제어 효과(P08-010), 한국식품과학회 제76차 학술대회 및 정기총회(2009. 5. 27-29)
- 4) 수삼의 전처리가 저장 중 품질에 미치는 영향(P08-024), 한국식품과학회 제 77차 학술대회 및 정기총회(2010.6.16~2010.6.18)
- 5) 시판수삼의 등급 및 품질특성(P08-025), 한국식품과학회 제77차 학술대회 및 정기총회(2010.6.16~2010.6.18)
- 6) 세척수삼의 품질유지를 위한 피막제 처리연구(P1-6), 한국저장유통학회 제 31차 정기총회 및 학술대회(2010. 09.30~10.01)
- 7) MAP조건이 세척수삼의 저장 중 품질에 미치는 영향(P1-23), 한국저장유통학회 제 31차 정기총회 및 학술대회(2010. 09.30~10.01)
- 8) Effects of storing temperatures on respiration rate and internal quality of fresh ginseng (P08-004), 한국식품과학회 제78차 학술대회 및 정기총회(2011.6.8~2010.6.10)
- 9) Effects of storing temperatures on external quality of fresh ginseng (P08-005), 한국식품과학회 제78차 학술대회 및 정기총회(2011.6.8~2010.6.10)
- 10) Quality of fresh ginseng by various washing treatments during storage (P08-028), 한국식품과학회 제78차 학술대회 및 정기총회(2011.6.8~2010.6.10)

전술하였듯이 인삼에 관하여 수행되었던 그동안의 연구는 주로 홍삼 등 인삼의 기능성 및 효능평가와 가공기술개발 위주로 진행되었으며, 수삼의 저장 및 유통, 수삼을 원료로 신선가공제품류에 대한 연구는 극히 한정된 연구진에 의해 일부만 수행되어 왔다. 수삼은 인삼 전체 소비량의 45%로 가장 큰 비중을 차지하며, 다른 농산물에 비해 고가인 경제 작물임에도 불구하고 수삼의 저장 및 유통기술은 매우 타 농산물에 비해 매우 낙후되어 있다. 따라서 인삼산업활성화를 통한 국민 건강증진과 재배농민의 소득증대를 위하여서는 수삼의 활용도 제고를 위한 저장 유통기술의 선진화와 수삼을 소재로 한 가공식품의 개발 및 보급이 필요하다.

이를 위하여 본 연구진은 품질 및 위생측면에서 소비자의 욕구를 충족시키며, 합리적인 가격으로 유통시킬 목적으로 개발한 고품위 안전한 소포장 세척 수삼 제조 및 유통기술의 현장 보급 확산을 위해 기술지원을 지속적으로 수행할 계획이며, 이를 기반으로 추후 필요로 기술은 농림수산식품기술기획평가원, 농림수산식품부 및 관련 농협의 지원을 통하여 개발토록 할 계획이다. 또한 수삼의 저장기간 연장을 통한 수삼의 안정적 유통을 위하여 개발한 수삼 채굴현장에서 처리기술, 저장을 위한 전처리 및 포장기술과 유통 기술 등 수삼의 수확후 관리기술은 관련 농협 및 생산자단체 농민에게 교육을 통하여 지속적으로 보급할 것이며, 관련기술을 적용한 수삼의 새로운 수확후 관리 시스템 구축을 위하여서는 농림수산식품부 정책적 배려와 관련 농협의 적극적인 의지가 우선되어야 하며, 관련 기반 기술구축을 위하여서는 농림수산식품기술기획평가원의 적극적인 지원이 필요하다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

인삼의 CODEX 규격

본 규격은 2항에서 정의된 그리고 직접 소비하도록 제공된 인삼 제품에 적용되는데, 여기에는 단체 급식용도 포함되며 필요할 경우 재포장된 것도 포함된다. 하지만 본 규격은 추가 가공이 필요하다고 표시된 제품에는 적용되지 않는다. 본 규격은 식품이나 식품 원료로 사용되는 인삼 제품에는 적용되지만 의학적 목적으로 사용되는 제품에는 적용되지 않는다.

본 규격에는 제품 정의, 인삼 제품의 형태, 필수성분 및 품질요소, 오염물질, 위생, 표시, 분석 및 시료채취 방법이 규정되어 있다.

REGIONAL STANDARD FOR GINSENG PRODUCTS
(Asia¹)

CODEX STAN 295R-2009

1. SCOPE

- 1.1** This standard applies to the ginseng products as defined in Section 2 below and offered for direct consumption, including for catering purposes or for repacking if required. It does not apply to the product when indicated as being intended for further processing. This standard applies to ginseng products² used as a food or food ingredient and does not apply to products used for medicinal purposes.
- 1.2** This Standard applies only in those jurisdictions where products defined in 2.1 are regulated as foods.

2. DESCRIPTION

2.1 PRODUCT DEFINITION

The compulsory ingredient of ginseng product is fresh ginseng roots suitable to eating, derived from *Panax ginseng* C.A. Meyer and *P. quinquefolius* L., cultivated for commercial purposes and used for foods. Ginseng products should be packaged in such a manner as to safeguard the hygienic, nutritional, technological and organoleptic quality of the products.

2.2 TYPES OF GINSENG PRODUCTS

2.2.1 Dried Ginseng

2.2.1.1 Dried Raw Ginseng

Dried Raw Ginseng is manufactured when fresh ginseng roots are sun dried or hot air dried or dried using other recognized methods. The product may be classified into one of such product types that have the main root and/or lateral roots or that are powdered or sliced.

2.2.1.2 Dried Steamed Ginseng

Dried Steamed Ginseng is manufactured when fresh ginseng roots are prepared using the steaming method or other recognized methods, and dried. The product may be classified into one of such product types that have the main root and/or lateral roots or that are powdered or sliced.

2.2.2 Ginseng Extract

2.2.2.1 Raw Ginseng Extract

Raw Ginseng Extract is manufactured when soluble components of fresh ginseng roots or *Dried Raw Ginseng* are extracted, using water, ethanol or their mixture and then, they are filtered and concentrated. This product has a dark brown colour and a high viscosity when much of the water is removed from it. The product may be also presented as a powdered type through spray- or freeze-drying.

2.2.2.2 Steamed Ginseng Extract

Steamed Ginseng Extract is manufactured when soluble components of *Dried Steamed Ginseng* are extracted, using water, ethanol or their mixture and then, they are filtered and concentrated. This product has a dark brown colour and a high viscosity when much of the water is removed from it. The product may be also presented as a powdered type through spray- or freeze-drying.

3. ESSENTIAL COMPOSITION AND QUALITY FACTORS

3.1 INGREDIENTS

Fresh ginseng roots as defined in Section 2.1.

¹ Members of the Codex Alimentarius Commission in the Region of Asia are indicated on the Codex website at http://www.codexalimentarius.net/web/members_area.jsp?lang=EN.

² Any health claims should comply with the Codex Guidelines for Use of Nutrition and Health Claims (CAC/GL 23-1997)

3.2 QUALITY FACTORS

Ginseng products shall have normal flavour, colour, taste and a ginsenoside pattern³ unique to ginseng as well as be free from foreign matters.

3.2.1 Dried Ginseng

- | | |
|---|---|
| (a) Moisture: | no more than 14.0% (Powdered type: no more than 9.0%) |
| (b) Ash: | no more than 6.0% |
| (c) Water-saturated 1-butanol extracts: | no less than 20 mg/g |
| (d) Ginsenoside Rb ₁ : | to be identified |

In addition, in case of the product manufactured from *P. ginseng* C.A. Meyer, ginsenoside Rf should be also identified.

3.2.2 Ginseng Extracts

3.2.2.1 Ginseng Extracts (liquid form)

- | | |
|---|----------------------|
| (a) Solids: | no less than 60.0% |
| (b) Water-insoluble solids: | no more than 3.0% |
| (c) Water-saturated 1-butanol extracts: | no less than 70 mg/g |
| (d) Ginsenoside Rb ₁ : | to be identified |

In addition, in case of the product manufactured from *P. ginseng* C.A. Meyer, ginsenoside Rf should be also identified.

3.2.2.2 Ginseng Extracts (powdered form)

- | | |
|---|----------------------|
| (a) Moisture: | no more than 8.0% |
| (b) Water-insoluble solids: | no more than 3.0% |
| (c) Water-saturated 1-butanol extracts: | no less than 70 mg/g |
| (d) Ginsenoside Rb ₁ : | to be identified |

In addition, in case of the product manufactured from *P. ginseng* C.A. Meyer, ginsenoside Rf should be also identified.

3.3 DEFINITION OF DEFECTS

The following defects shall be applied to the dried ginseng.

- (a) ***Insect-damaged ginseng***: Ginseng that is visibly damaged by insects or contains dead insects
- (b) ***Mouldy ginseng***: Ginseng that is visibly affected by mould

3.4 CLASSIFICATION OF "DEFECTIVES"

A container that fails to meet one or more of the applicable quality requirements, set out in Sections 3.2 and 3.3, shall be considered a "defective".

3.5 LOT ACCEPTANCE

A lot can be considered as meeting the applicable quality requirements referred to in Sections 3.2 and 3.3, when the number of "defectives", defined in Section 3.4, does not exceed the acceptance number (c) of the appropriate sampling plan.

³ The unique constituents of ginseng are found to be a complex mixture of saponins often referred to as ginsenosides, and more than 30 ginsenosides are known. Ginsenoside Rb₁ or ginsenoside Rf is one of the major ginsenosides. Ginsenoside Rb₁ is identified in all ginseng species in quantities, while ginsenoside Rf is identified mainly in *Panax ginseng* C.A. Meyer.

4. CONTAMINANTS

The products covered by this Standard shall comply with the maximum levels of the *Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Foods* (CODEX/STAN 193-1995).

The products covered by this Standard shall comply with the maximum residue limits for pesticides established by the Codex Alimentarius Commission.

5. HYGIENE

5.1 It is recommended that the products covered by the provisions of this Standard be prepared and handled in accordance with the appropriate sections of the *Recommended International Code of Practice - General Principles of Food Hygiene* (CAC/RCP 1-1969), and other relevant Codex texts, such as Codes of Hygienic Practice and Codes of Practice.

5.2 The products should comply with any microbiological criteria established in accordance with the *Principles for the Establishment and Application of Microbiological Criteria for Foods* (CAC/GL 21-1997).

6. LABELLING

The products covered by this Standard shall be labelled in accordance with the *Codex General Standard for the Labelling of Prepackaged Foods* (CODEX STAN 1-1985). In addition, the following specific provisions apply:

6.1 NAME OF THE PRODUCT

The name of the products defined in subsections 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.2.2.1 and 2.2.2.2 shall be “*Dried Raw Ginseng*”, “*Dried Steamed Ginseng*”, “*Raw Ginseng Extract*”, and “*Steamed Ginseng Extract*”, respectively. In this case, the products manufactured with *P. ginseng* C.A. Meyer can be named “*White Ginseng*”, “*Red Ginseng*”, “*White Ginseng Extract*”, and “*Red Ginseng Extract*”.

6.2 NAME OF THE GINSENG SPECIES

All ginseng products shall be labelled the scientific or common name of the ginseng that is used as raw material. The common names of the ginseng shall be declared in accordance with the law and custom of the country where the product is consumed, in a manner not to mislead the consumer.

6.3 COUNTRY OF ORIGIN

The country of origin of the product and/or raw material shall be declared if its omission is likely to mislead or deceive the consumer.

6.4 LABELLING OF NON-RETAIL CONTAINERS

Information about non-retail containers shall be given on the container or in accompanying documents, except that the name of the product, lot identification and the name and address of the manufacturer, packer or distributor, as well as storage instructions, shall appear on the container. However, lot identification, and the name and address of the manufacturer, packer or distributor may be replaced by an identification mark, provided that such a mark is clearly shown in the accompanying documents.

6.5 OTHER LABELLING REQUIREMENTS

Except when otherwise specified by national legislation, the products should have a clear marking to indicate that they are not intended for medicinal purposes, including other labelling(s) stipulated by any country where ginseng products are distributed.

7. METHODS OF ANALYSIS AND SAMPLING

7.1 DETERMINATION OF MOISTURE

According to AOAC 925.45.

7.2 DETERMINATION OF SOLID

According to AOAC 925.45 and calculated by subtracting the content of water from 100%.

7.3 DETERMINATION OF ASH

According to AOAC 923.03.

7.4 DETERMINATION OF WATER-INSOLUBLE SOLIDS

According to the method described in Annex A.

7.5 DETERMINATION OF WATER-SATURATED 1-BUTANOL EXTRACTS

According to the method described in Annex B.

7.6 IDENTIFICATION OF GINSENOSESIDES Rb₁ AND Rf

According to the method described in Annex C.

Annex A**Determination of Water-insoluble Solid Content**

Place ca 1 g sample in 25 ml centrifugal tube with constant weight. Add 15 ml of distilled water and dissolve the sample. Centrifuge for 15 min at 3000 rpm and discard supernatant. Repeat twice this centrifugation. Dry centrifugal tube and residue to constant weight at 105°C. Report results in percent.

$$\text{water-insoluble solid content (\%)} = (W_1 - W_0) / S \times 100$$

S: weight of sample (g)

W₁: weight of centrifugal tube and residue after drying (g)

W₀: weight of centrifugal tube (g)

* The method mentioned in Annex A is stipulated in the Korean Food Standards Law and modifies the "AOAC Official Method 950.66."

Annex B

Determination of water-saturated 1-butanol extracts

1. Preparation of water-saturated 1-butanol

Mix 1-butanol with water in separatory funnel in the ratio of 70:30 and shake it vigorously. Let stand until the upper and lower phases are separated. Discard lower layer (water layer).

2. Analysis method**2.1 Dried ginseng**

Weigh ca 5 g test portion, ground to pass 80 mesh or finer sieve, into 250 ml erlenmeyer flask and reflux with 50 ml water saturated 1-butanol on a water bath at 80°C for 1 hour. Decant 1-butanol into another 250 ml erlenmeyer flask. Repeat twice the above extraction. Combine the solvent and filter into a 250 ml separatory funnel. Add 50 ml of distilled water. Shake and stand until the upper and lower layer are separated completely into two layers. Collect 1-butanol layer (upper layer) in an evaporation flask, vacuum-evaporate to dryness. Add 50 ml of diethyl ether, re-flux it on a water bath approximately at 46°C for 30 minutes, and decant the diethyl ether. Dry flask and contents to constant weight at 105°C. Report increase in weight flask as "1-butanol extracts in ginseng". Express the result as mg per gram on dried ginseng.

$$\text{water-saturated 1-butanol extracts (mg/g)} = (A-B) / S$$

S: weight of sample (g)

A: weight of flask after concentrating and drying extracts (mg)

B: weight of flask (mg)

2.2 Ginseng extract (including a powdered type)

Place 1-2 g sample in 250 ml erlenmeyer flask, dissolve in 60ml water and transfer into separating funnel. Add 60ml of diethyl ether. Shake and stand until the upper and lower layer are separated. Collect lower layer and extract with 60 ml water saturated 1-butanol for three times. Combine the solvent into a 250 ml separatory funnel. Add 50 ml of distilled water. Shake and stand until the upper and lower layers are separated completely into two layers. Collect 1-butanol layer (upper layer) in an evaporation flask with constant weight, vacuum-evaporate to dryness. Dry flask and contents to constant weight at 105°C. Report increase in weight flask as "1-butanol extracts in ginseng extract". Express the result as mg per gram on ginseng extract.

References

1. *Planta Medica*, Vol. 25, pp 194-202, 1974
2. *Chem. Pharm Bull.*, Vol. 14, pp 595-600, 1966
3. *Korean J. Ginseng Sci.*, Vol. 10(2), pp 193-199, 1986

Annex C

Identification of ginsenosides Rb₁ and Rf

Ginsenosides in ginseng products can be identified either by thin layer chromatography (TLC) or high performance liquid chromatography (HPLC).

1. Preparation of sample solution

Dilute the dried 1-butanol extract of Annex B with ten-fold volume of methanol, dissolve completely, and filter through 0.45 µm membrane filter.

2. Preparation of standard solution

Dissolve standard ginsenosides, such as ginsenoside-Rb₁ and -Rf, in methanol to make a 1% solution and filter through 0.45 µm membrane filter.

3. Identification**3.1 Thin layer chromatography**

Spot 2-5 µl of the standard and sample solutions, as indicated in the above, on TLC plate (silica gel), previously dried at 110°C for 15 minutes in dry oven. Develop with an upper solution of 1-butanol:ethylacetate:water (5:1:4, v/v/v) or a lower solution of chloroform:methanol:water (65:35:10, v/v/v). Spray 10% sulfuric acid or 30% sulfuric acid-ethanol solution over TLC plate and oven dry it at 110°C for 5-10 minutes to reveal its colour. Identify the ginsenosides of Ginseng products by comparing the Rf values and colours with those of standard ginsenosides.

3.2 High performance liquid chromatography

Prepare standard and sample solutions, as indicated in the above. Analyze ginsenoside with HPLC depending upon the operating condition. Identify ginsenosides of sample by comparing retention times of peaks with those of the standard.

<Operating condition>

Column: NH₂ column, µ-Bondapak C18 column, carbohydrate analyzing column or equivalent

Detector: UV (203 nm) or ELSD

Eluent: UV: acetonitrile: water (30:70, v/v)

ELSD: acetonitrile: water: isopropanol (94.9:5.0:0.1, v/v/v)

Flow rate: 1.0 ml/min ~ 2.0 ml/min

References

1. Journal of Chromatography, Vol. 921, Issue 2, 2001, pp 335-339
2. Journal of Chromatography, Vol. 868, Issue 2, 2000, pp 269-276
3. Journal of Chromatography, Vol. 356, 1986, pp 212-219
4. Journal of Chromatography, Vol. 499, 1990, pp 453-462
5. Planta Medica, Vol. 212, Issue 1, 1981, pp 37-49
6. J. Pharm. Soc. Korea, 23(3,4), 1979, pp181-186

제 7 장 참고문헌

1. Yun, S.D. (1998) Biochemical Metabolism and Quality Changes of Fresh and Processed Korean Ginseng as Influenced by CA storage. Ph.D thesis, Seoul National University, Seoul, Korea.
2. Lee, S.K., Kim, J.K., Park, Y.M., Seo, J.K., Yang, Y.J., & Hwang, Y.S. (2006) Manual of Postharvest Technology -Leafy, Stem and Root Vegetables, Ministry of Agri. and Fishery, National Agricultural Cooperative Federation, 310-350.
3. Kim, C.S., Jung, I.C., Kim, S.B., & Yang, D.C. (2005) Physicochemical properties of red ginseng on storage condition of the fresh ginseng. *Kor. J. Medicinal Crop Sci*, 13, 52-56.
4. Anon. (2010) General Information of Agricultural Technology, RDA.
www.rda.go.kr/board/board.do?mode=html&prgId=arg_cropfarmskillEntry#ac_tech_btn
5. Kim, E.J., Seo, J.Y., Hong, S.I., Kim, DM. (2005) Effects of picking season, size and storage conditions in respiratory characteristics of Korean fresh ginseng. (*Panax ginseng* C.A.Meyer) *Kor. J. Food Preserv*, 12, 529-533.
6. Hu, W.Z., Xu, P. & Uchino, T. (2005) Extending storage life of fresh ginseng by modified atmosphere packaging. *J. Food & Agriculture. Sci.* 84, 2475-2481.
7. Hu, W.Z., Tanaka, S., Uchino, T., Hamanaka, D. & Hori, Y. (2004) Effects of packaging film and storage temperature on the quality of fresh ginseng packaged in modified atmosphere. *J. Food & Agriculture Sci.* 49, 139-147.
8. Kim, DM., Hong, S.I., Jeong, J.W., Park, H.W. and Kim, K.H. (1997) Quality of fresh ginseng stored at MA conditions. In: Proceedings of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, Saltveit, M.E., University of California, Davis, USA, 4, 89-95.
9. Jeon, B.S., Park, C.K., Kim, N.M., Park, M.H., & Chang, K.S. (1998) Effect of controlled atmosphere and modified atmosphere storage on the color and sensual properties of fresh and red ginseng. *Kor. J. Ginseng. Sci*, 22, 82-90.
10. Sohn, HJ., Kim, E.H., Lee, S.K., & Noh, K.B. (2001) Quality change and weight loss of fresh ginseng individually packaged in a soft film according to its storage condition. *Kor. J. ginseng. Res*, 25, 122-126.
11. Jeon, B.S., Sung, H.S., Tang, J.W., Park, C.K., & Jang, K.S. (1995) Effect of controlled atmosphere and modified atmosphere storage on the apparent quality and saponin component of fresh and red ginseng. *Kor. J. Ginseng. Sci*, 19, 62-72.
12. Kim, S.B. (1996) Effects of Harvesting Stage on Physico-Chemical Characteristics of White Ginseng Extracts. Hanyang University, Seoul, Korea.
13. Kim, DM. (1997) Study on storage of fresh ginseng. Bulletin of Food Technology, Korea

Food Research Institute, 10, 11-15

14. Kim, D.M., Jeong, M.C., Hong, S.I., Choi, J.H., Kim, E.J., Seo, J.Y., Ock, E.J. (2005) Development of Pre-treatment Technology for Fresh Ginseng. Korea Food Research Institute, E056007-05126.
15. Jeon, B.S. (1994) Studies on Physicochemical Changes of Fresh Ginseng Stored in Controlled Atmosphere and Modified Atmosphere. Ph.D thesis, Chungnam National University, Daejeon, Korea.
16. Lee, S.W., & Kim, K.S. (1979) Studies on CA storage of fresh ginseng. *Kor. J. Food Sci. Technol*, 11, 131-137.
17. Yun, S.D., & Lee, S.G. (1999) MA storage of Korean fresh ginseng. *Kor. J. Soc. Hort. Sci.*, 40, 689-692.
18. Hong, S.I., Park, H.W., & Kim, D.M. (2002) Respiratory characteristics and storage quality of Korean fresh ginseng as influenced by harvest time and plastic film packaging. *Food Sci. Biotechnol.*, 11, 494-499.
19. Nahmgung, B., Jeong, M.C., Kim, D.M., Moon, J.D., & Choi, J.U. (2000) Freshness extension of ginseng with freezing point depressing agents. *Kor. J. Food Preserv*, 7, 57-62.
20. Kim, E.J. (2005) Effects of Storage Temperature and Antimicrobial Treatment on Quality of Washed Fresh Ginseng. MS thesis, Duksung Women's University, Seoul, Korea.
21. Sohn, H.J., Joo, I.S., & Sung, C.K. (1999) A study on suppression components of spoiling ginseng. *J. Ginseng. Res*, 23, 67-73.
22. Oh, H.I., Noh, H.W., Kim, S.D., & Hong, S.K. (1981) Physico-chemical and microbiological changes during storage of fresh ginseng. *Kor. J. Ginseng Sci.* 5, 87-95.
23. Cho, S.D., Jang, M.S., Kim, D.M., & Kim, G.H. (2009) Analysis of consumer attitudes to washed fresh ginseng. *Kor. J. Food Preserv.* 16, 579-589.
24. Kim, E.J., Kim, G.H., & Kim, D.M. (2007) Effect of surface washing treatment on quality of fresh ginseng during storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 39, 380-385.
25. Lee, H.S., Cha, H.S., Kim, B.S., & Kwon, K.H. (2009) Quality characteristics during storage of ginseng washed by different methods. *Kor. J. Food Preserv.* 16, 342-347.
26. Kim, H.S., Kim, E.J., Choi, J.H., Hong, S.I., & Kim, D.M. (2010) Reduction of microbial populations on the surface of fresh ginseng by various washing treatment. *Kor. J. Food Preserv.* 17, 405-409.
27. King, A.D., & Bolin, H.R. (1989) Physical and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*, 43, 132-135.
28. Peter, R., Win, V., Frank, D., & Johan, D. (2004) Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Qual. Preference*, 15, 259-270.

29. Gardial, S.F., Clemons, D.S., Woodruff, R.B., Schumann, D.W., & Burns, M.J. (1994) Comparing consumer's recall of prepurchase and postpurchase product evaluation experiences. *J. Consumer Res.*, 20, 548-560.
30. Marshall, J.J., Duxbury, L., & Heslop, L.A. (1995) Coping with household stress in the 1990s: who uses convenience foods and do they help? *Advances in Consumer Res.*, 22, 729-734.
31. Kim, D.M. (1999) Extension of freshness of minimally processed fruits and vegetable. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 17, 790-795.
32. Lund, D.B. (1989) Food processing from art to engineering. *Food Technol.*, 43, 242-247.
33. Ahvenainen, R. (1996) New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trend Food Sci. Technol.*, 7, 179-186.
34. Kim, B.S. (2005) The equipment and facilities for high quality fresh-cut agricultural products. *Food Preserv. Processing Ind.*, 4, 41-48.
35. Day, B.P.F. (1994) Modified atmosphere packaging and active packaging of fruits and vegetable. In: Minimally processing of foods (VTT Symposium series 142). Ahvenainen R, Mattila, ST and Ohlsson, T (eds), pp.14-15. Majvik, Germany.
36. Kim, D.M., & Hong, S.I. (2004) The strategies and currents of freshness of minimally processed fruits and vegetable. *Food Preserv. Processing Ind.*, 3, 18-22.
37. IFPA, International Food Produce Association. (2001) Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry.
38. Woo, D.S., Cho, J.Y., & Han, T.H. (2009) New direction on food safety policy. *Safe Food*, 4, 15-24.
39. Oh, D.H., Tian Ding, Ha, S.D., & Bahk, G.J. (2009) The risk estimation of *Listeria monocytogenes* for ready-to-eats fresh-cut vegetables. *J. Fd. Hyg. Safety*, 24, 50-55.
40. Froeder, H., Martins, C.G., De Louza, K.L.O., Landgraf, M., France, B.D.G.M., & Destro, M.T. (2007) Minimally processed vegetable salads; Microbial quality evaluation. *J. Food Prot.*, 70, 1277-1280.
41. Bolin, H.R., Stafford, A.E., King, A.D. Jr, & Huxsoll CC. (1977) Factors affecting the stability of shredded lettuce. *J. Food Sci.*, 42, 1319-1320.
42. Cho, S.D., Park, J.Y., Kim, E.J., Kim, D.M., & Kim, G.H. (2007) Quality evaluation of fresh-cut products in the market. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 36, 622-628.
43. Kim, J.G. (2005) Safety insurance method of fresh-cut fruits and vegetables. *Food Preserv. Processing Ind.*, 4, 18-25.
44. Jeong, J.W., Lee, S.M., Kim, E.M., Kim, J.H., & Kim, M.H. (2001) Antibrowning effects of electrolyzed oxidizing water with/without freezing point depressing agents on peeled

- chestnut during storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 385-392.
45. Jeong, S.W., Jeong, J.W., & Park, K.J. (1999) Microbial removal effects of electrolyzed acid water on lettuce by washing methods and quality changes during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 1511-1517.
 46. Li Zuo, Lee, E.J., & Lee, J.H. (2004) Effect of hot water treatment on quality of fresh-cut apple cubes. *Food Sci. Biotechnol.*, 13, 821-825.
 47. Hong, S.I., Lee, H.H., Son, S.M., & Kim, D.M. (2004) Effect of hot water treatment on storage quality of minimally processed onion. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 36, 239-245.
 48. Ohlsson, T. (1994) Minimal processing-preservation methods of the future: an overview. *Trend Food Sci. Technol.*, 5, 341-344.
 49. Kim, J.G. (2007) Fresh-cut market potential and challenges in Far-East Asia. *Acta Hort*, 746, 33-38.
 50. Beuchat, L.R., Haris, L.R., Linda, J., Ward, T.E., & Kajs, T.M. (2001) Development of processed standard method for accessing the efficacy of fresh produce sanitizers. *J. Food Prot.*, 64, 1103-1109.
 51. Ruiz-Cruz, S., Acedo-Felix, E., Diaz-Cinco, M., Islas-Osuna, M.A., & Gonzalez-Aguilar, G.A. (2007) Efficacy of sanitizers in reducing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* populations on fresh-cut carrots. *Food Control*, 18, 1383-1390.
 52. Lee, S.H., & Jang, M.S. (2004) Effects of electrolyzed water and chlorinated water on sensory and microbiological characteristics of lettuce. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 20, 589-597.
 53. Beuchat, L.R. (2000) Use of sanitizers in raw fruit and vegetable processing, p. 63-77. In: Alzamora, S.M., Tapia, M.S., & Lopez-Malo, A. (eds.). Minimally processed fruits and vegetables. Gaithersburg, M.D., USA: Aspen Publishers, Inc.
 54. Brackett, R.E. 1992. Shelf stability and safety of fresh produce as influenced by sanitation and disinfection. *J. Food Prot.*, 55, 804-814.
 55. US FDA, US Food and Drug Administration. (2007) Guidance for industry: guide to minimize microbial food safety hazards for fruits and vegetables. Available at: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/prodguid.html>. Accessed March 15, 2007.
 56. Sanz, S., Gimenez, M., Olarte, C., Lomas, C., & Portu, J. (2002) Effectiveness of chlorine washing disinfection and effects on the appearance of artichoke and borage. *J applied Microbiology*, 93, 986-993.
 57. Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A.K., & Stroshine, L. (2002) Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*, 35, 720-729.
 58. Kim, J.G., Yaptenco, K.F., & Lim, C.I. (2006) Effect of sanitizers on microbial growth

- and quality of fresh-cut carrot shreds. *Hort. Environ. Biotechnol.*, 47, 313-318.
59. Gonzalez, R.J., Luo, Y., Ruiz-Cruz, S., & McEvoy, J.L. (2004) Efficacy of sanitizers to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 on fresh-cut carrot shreds under simulated process water conditions. *J. Food Prot.*, 67, 2375-2380.
 60. KFPA, Korea Fresh-cut Produce Association (2008) Available from: <http://www.kfreshcut.com>.
 61. Hong, S.I., Son, S.M., Chung, M.S., & Kim, D.M. (2003) Storage quality of minimally processed onions as affected by seal-packaging methods. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 35, 1110-1116.
 62. Jacxsens, L., Devlieghere, F., & Debevere, J. (2002) Predictive modelling for packaging design: Equilibrium modified atmosphere packages of fresh-cut vegetables subjected to a simulated distribution chain. *Intl. J. Food Microbiol.*, 73, 331-341.
 63. Rooney, M.L. (1995) Active food packaging. pp.1-37. Blackie Academic & Professional, London, UK.
 64. Sapers, G.M. (1993) Browning of foods: control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technol.*, 47, 75-84.
 65. Hwang, T.Y., Son, S.M. & Moon, K.D. (2002) Screening of effective browning inhibitors on fresh-cut potatoes. *Food Sci. Biotechnol.*, 11, 397-400.
 66. Mcevil, A.J., Iyengar, R. & Otwell, W.S. (1992) Inhibition of enzymatic browning in food and beverages. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 32, 253-255.
 67. Galvao, D.S. & Caldas, M.J. (1988) Polymerization of 5, 6-indolequinone : A view into the band structure of melanins, *J. Chem. Phys.*, 88, 4088-4089.
 68. Sciancalepore, V., & Longone, V. (1984) Polyphenol oxidase activity and browning in green olives. *J. Agric. Food Chem.*, 32, 320-321.
 69. Nicolas, J.J., Florence, C.R.F., Goupy, P.M. & Aubert, S.Y. (1994) Enzymatic browning reactions in apple and apple products, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 34, 109-111.
 70. Mathew, A.G. & Parpia, H.A.B. (1971) Food browning as a polyphenol reaction. *Advances in Food Research* (ed Chichester C.O. Mark E.M. & Stewart G.F. eds), Academic Press, 19, New York, p. 104.
 71. Coultate, T.P. (1984) *Food, The Chemistry of its components*. 2nd edition, Royal society of chemistry.
 72. Hwang, T.Y., Son, S.M., Lee, C.Y. & Moon, K.D. (2001) Quality changes of fresh-cut packaged Fuji apples during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 33, 469-473.
 73. Siddiq, M., Sinha, N. K., & Cash, J.N. (1992) Characterization of polyphenol oxidase from Stanley Plums. *J. Food Sci.*, 57, 1177-1179.

74. Burton, K.S., Frost, C.E. & Atkey, P.T. (1987) Effect of vacuum cooling on mushroom browning, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 22, 599-606.
75. Francis, C.A., Thomas, C., & O'Berine, D.O. (1999) The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int. J. Food Sci.*, 34, 1-22.
76. Marchetti, R., Casadei, M.A., & Guerzoni, M.E. (1992) Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads. *Italian J. Food Sci.*, 44, 97-108.
77. Kim, J.S., Pang, O.K., & Chang, H.C. (2004) Examination of microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salad. *J. Fd. Hyg. Safety*, 19, 60-65.
78. Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S. (1971) Chemical studies on the oriental plants drug. (XXY) comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and relate crude drugs. *Yakugaki Nutr Zasshi* 25, pp. 28-32.
79. Namba, T., Yoshizaki, M., Tomimori, T., Kobashi, K., Matsui, K. and Hase, J. (1974) Fundamental studies on evaluation of the crude drug. I. Chemical and biochemical evaluation of ginseng and related crude drugs. *Takugaku Axsshi* 94, pp.252-258.
80. KFDA: Food Regulation, (2011) Available from http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_01.jsp

※ 보고서 겉표지 뒷면 하단에 다음 문구 삽입

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 식품기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.