한국지역사회생활과학회지
Korean J. Community Living Science
16(4): 3~13, 2005

야산 재배더덕의 포장·저장 조건에 따른 이화학적 특성 변화

최 무 영·오 혜 숙·김 준 호*
상지대학교 식품영양학과·상지대학교 화학과*

Changes of Physicochemical Properties of *Codonopsis lanceolate* Cultivated on a Wild Hill and Stored at Various Conditions

Choi, Moo Young · Oh, Hae Sook · Kim, Jun Ho*
Dept. of Food and Nutrtion, Sangji University, Wonju, Korea
Dept. of Chemistry, Sangji University, Wonju, Korea*

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the changes in some physicochemical properties of *Codonopsis lanceolata* cultivated on a wild hill, which were packed with woven polypropylene (WP) or low density polyethylene (LDPE, thickness 0.04 mm) bags and stored at 4℃ or 20℃ for 30 days. Those characteristics of fresh samples were as follows. pH : 5.3, moisture and ash content : 86% and 5.5% respectively, Ca, Mg, Na and K content per 100g dry matter : 427.3mg, 203.4 mg, 10.2mg, 619mg, respectively and crude saponin and codonoposide : 29.7mg and 3.82mg. Among the physicochemical properties, the pH, color parameters and Ca and Mg contents decreased or changed significantly during the storage period, but the content of crude saponin and codonoposide were almost maintained as a fresh sample for 30 days except for the condition of the WP packaging and room temperature. We could conclude that both of the LDPE packaging and chilled conditions were necessary for the best storage of *Codonopsis lanceolata* cultured on a wild hill for a long time.

Key words: *Codonopsis lanceolata*, physicochemical properties, package materials, storage conditions

이 논문은 2003년도 농림기술관리센터의 연구비 지원에 의해 수행되었음.
접수일: 2005년 8월 10일 채택일: 2005년 10월 5일
Corresponding Author: Choi, Moo Young Tel: 82-33-730-0497
E-mail: mychoi@mail.sangji.ac.kr

I. 서론

암과 혈액순환기계 질환의 발병율이 급속히 증가하고 있는 최근의 질병 양상은 에너지와 동물성 식품의 과잉 섭취 및 식물성 식품의 섭취 감소와 결코 무관하지 않다.

더덕은 생약학적 가치 외에 칼슘과 식이섬유가 풍부하여 최근의 식생활 양상에 따른 건강 위해 요인을 수정하기에 적합한 식재료이다. 더덕의 섬유질 함량은 가식부위 100g당 6.4g이며, 칼슘은 90mg으로 비교적 다량 함유되어 있으며, 열량은 53kcal로 매우 낮은 반면, 열량 대사 시 필요한 비타민 B_1, B_2, 나이아신은 각각 0.12mg, 0.22mg 및 0.8 mg으로 비교적 풍족한 편이다(농촌생활연구소 2001). 이밖에 Spinasterol, oleanolic acid, Stigmasterol, albigenic acid 및 apigenin 등을 함유하고 있어 최유, 해독, 거담, 두통 등에 이용되며 Saponin, Inulin, Triterpene 등은 성인병 치료 및 강장, 건위 등의 약효를 나타내나(정보섭 · 나도선 1977; Hab et al. 1976; 장영경 등 1986) 화학적 조성은 인삼과는 다른 것으로 알려져 있다(Yuda et al. 1990; Wong et al. 1983). 더덕의 사포닌 물질은 teraxeryl acetate, friedelin, taraxorol로 밝혀졌고(Yuda et al. 1990), 중국산 더덕 추출물의 TLC 분석에서 얻은 12가지 화합물 중 4종이 인삼과 유사하였다는 보고(Wong et al. 1983) 외에 더덕 사포닌 성분에 대한 연구는 인삼에 비해 매우 미비한 실정이다. 이석건(1984)은 국내 야생더덕과 경작더덕의 사포닌 함량을 각각 1.5%와 1.4%로 보고한 바 있으며, 최명석과 최필승(1999)은 HPLC 분리를 통해 약 10개 정도의 사포닌 물질을 검출하였다.

향이 우수하고 고기능성 식품으로 기대되는 더덕은 전국적으로 산야에서 자생하고 있으며, 아직까지 국내 재배수준은 미비하고 전업농이 거의 없는 실정이나, 해마다 재배면적이 조금씩 늘어나고 있어 1997년에는 약 760ha에 약 3900여톤이 생산되었다고 한다(http://www.nhri.go.kr/ddd/crop/vegetable/더덕.htm). 더덕은 봄, 가을 2회에 걸쳐 채취하기 때문에 장기간 저장하면서 연중 출하된다. 저장기간이 길어짐에 따라 더덕의 성분은 자가 변화 혹은 토양 유래 미생물에 의한 변패가 발생할 수 있으며, 따라서 고품질의 더덕을 출하하기 위해서는 품질 변화가 적으면서 유통기간의 연장이 가능한 저장조건을 탐색할 필요가 있다. 더덕의 저장조건에 관한 연구는 활발하지 않은 편으로, 저장온도와 포장방법에 따른 품질변화에 관한 보고(박윤문 2000), 침지액을 이용한 전처리 방법의 효과(Park & Lee 2000) 등이 있을 뿐이다.

본 연구에서는 최근의 질병 양상 개선에 대한 기대효과가 크지만 재배 및 이용 특성상 장기 저장할 수밖에 없는 더덕의 품질을 유지하기 위한 것으로, 야산에 파종한 것 외에는 거의 야생으로 자라도록 한 야산 재배더덕을 이용하여 장기 저장에 따른 품질 변화를 조사하였다. 즉, 저장온도 및 포장재 등의 조건을 달리하여 장기 저장하면서 더덕의 이화학적 품질 요소의 변화 양상을 조사하였고, 이화학적 특성의 유지 측면에서 바람직한 저장조건을 알아보았다.

II. 연구방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 시료는 경기도 양평군 서종면 문호리 소재 야산에 파종 후 토양에 시비를 하지 않고 재배한 더덕을 5월 중순경 직접 채취하였다. 채취 당일 더덕에 묻은 흙과 기타 이물질을 충분히 제거한 후 2.5kg씩 총 8군으로 나누어 2종의 포장재에 넣고 30일간 저장하면서 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 포장재는 두께 0.04mm의 항균포장지(Low Density Polyethylene, Mirafresh Co., 이하 LDPE라 함)와 더덕농가에서 일반적으로 사용하는 마대포대(Woven Polypropylene, 이하 WP라 함)이었으며, 각 포장재를 50 x 90cm 크기로 잘라서 시료를 넣은 후 양끝을 열 접착시켰다. 저장온도는 4 ± 0.5℃의 냉장고와 20 ± 0.5℃의 항온실에서 30일간 저장하면서 15일 간격으로 이화학적 특성의 변화 양상을 조사하였다. 분석에 들어가기 전에 저장 더덕을 깨끗이 수세하여 물기를 최대한 제거하고 박피 및 세절하여 풍건시킨 후 저장기간별 이화학적 특성 측정에 사용하였다.

더덕의 주요 사포닌계 물질 즉, codonoside의 함량 측정 시 표준물질은 Lee et al.(2002)에게서 공급받았다. 무기질 함량, 조사포닌 및 주요 사포닌계 물질의 함량 측정 시 사용한 질산, 과산화수소, 에테르, 부탄올, 메탄올, 클로로포름 및 에틸아세테이트 등은 모두 HPLC 등급 시약을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 수분과 조 회분

저장기간에 따른 수분과 조 회분 함량은 AOAC(1995)법에 따라 분석하였다.

2) pH

생더덕 10g에 증류수 30ml을 가하여 마쇄한 후 여과(Whatman No. 1)하여 얻은 여액의 pH (Orion 520A, USA)를 측정하였다.

3) 색도

더덕의 색도는 pH 측정시와 동일한 여액을 이용하여 측정하였다. 더덕 즙액의 색도를 측정한 이유는 식품에 있어서 색은 향, 맛 및 영양성분과 함께 그 식품의 가치를 나타내는 중요한 품질특성으로 더덕의 저장 중 갈변도를 알아보고자 색도변화를 측정하였다. 측정에 적합하도록 더덕 편을 준비하는 시간 중에 이미 갈변현상이 나타났기 때문이다. 색도는 색차계(Color quest II, Hunter lab, USA)를 이용하여 L(lightness), a(redness/ greenness), b(yellowness/blueness)값을 측정하였고, 3회 반복 측정치의 평균값으로 나타내었다. 표준석판으로 사용된 백색판의 색도 값은 L : 92.66, a : - 0.83, b : 0.84였다.

4) 무기질

풍건 및 마쇄한 시료 2g을 250ml의 비이커에 취하고 질산용액(질산:이온교환수 = 1:1) 10 ml를 가하여 시계접시를 덮고 가열판에서 증발, 건조 및 냉각시킨 다음 농질산 5ml를 첨가하여 2시간 가열 및 냉각하는 과정을 3회 반복하여 질산화반응을 거쳤다. 여기에 다시 3ml의 과산화수소와 증류수 2ml을 가하여 30분간 가열, 냉각 후 과산화수소 1ml를 첨가하는 조작을 6회 반복하여 과산화반응을 완성시켰다(www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/sw846.htm. Method 3050B Acid Digestion of sediments, sludges, and soils. 2nd Re 1996). 시료를 여과(Whatman No. 41)한 다음 총 용량을 100ml로 조절하고 ICP(Inductively Coupled Plasma, VISTA MPX, Varian Co., USA)로 분석하였으며, 측정조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operation conditions of ICP for mineral analysis

Model	Vista MPX (Varian Co., USA)
Operation condition	RF Power : 0.9(kW)
	Plasma flow : 15.0(L/min)
	Auxiliary flow : 1.5(L/min)
	Nebulixer Pressure : 200(kPa)
	Replicate read time : 5(sec)
	Instrument stabilization delay : 15(sec)
Sample introduction settings	Uptake delay : 30(sec)
	Pump rate : 20(rpm)
	Rinse time : 10(sec)
Wave length	Ca 422.673 nm
	K 766.491 nm
	Mg 285.213 nm
	Na 589.598 nm

5) 조사포닌의 함량

더덕의 조사포닌 함량 측정은 인삼 제품류의 조사포닌 함량 시험방법(식품공업협회 1991)을 이용하였다. 즉, 삼각플라스크에 풍건 후 마쇄한 더덕 20~30g 정도를 정확히 취하여 증류수 60ml에 분산시키고 분액깔때기에 옮긴 다음 에텔 60ml로 씻어 분리된 물층을 물포화 부탄올 60ml로 3회 추출하였다. 추출액을 모두 합하여 50ml의 증류수로 씻고, 미리 항량을 구한 농축 폴라스크에 물포화 부탄올 층을 옮겨 감압농축 한 후 105℃에서 20분간 건조하고, 다시 데시케이터에서 30분간 식혀 무게를 달아 검체 1g당 조사포닌 함량을 구하였다.

6) Saponin계 물질(Codonoposide)의 함량

더덕의 주사포닌 성분 중 하나로 알려진 codonoposide(Lee et al. 2002; Glensk et al. 1999)를 지표물질로 하였으며, 분석조건을 최적화하기 위해 다양한 용매 조건을 검토하였다(Oleszek 2002; Nyberg et al. 2000). 더덕으로부터 사포닌 성분의 추출은 환류냉각관을 부착시킨 플라스크 내에 100g의 시료를 넣고 시료 중량의 5배 용량의 메탄올을 가하여 60℃의 수욕상에서 6시간 동안 2회 반복 추출한 후 감압 여과하였고, 얻어진 추출물은 rotary vacuum evaporator(Eyela N-N-series, Japan)를 사용하여 농축하였다. 이 농축물로 부터 극성이 다른 용매들을 이용하여 3개의 수층 분획과 부탄올 분획을 단계적으로 분리하였다. 즉, 메탄올 추출물에 증류수와 클로로포름의 1:1 혼합용액을 가하여 혼합한 후 최초의 수층 분획을 얻었고, 다시 에틸아세테이트를 넣어 분리한 제 2의 수층 분획에 부탄올을 가해 마지막 수층 분획물과 부탄올 분획을 얻은 후 각 분획을 농축하였다.

농축시킨 부탄올 분획을 정확히 15mg 분취하

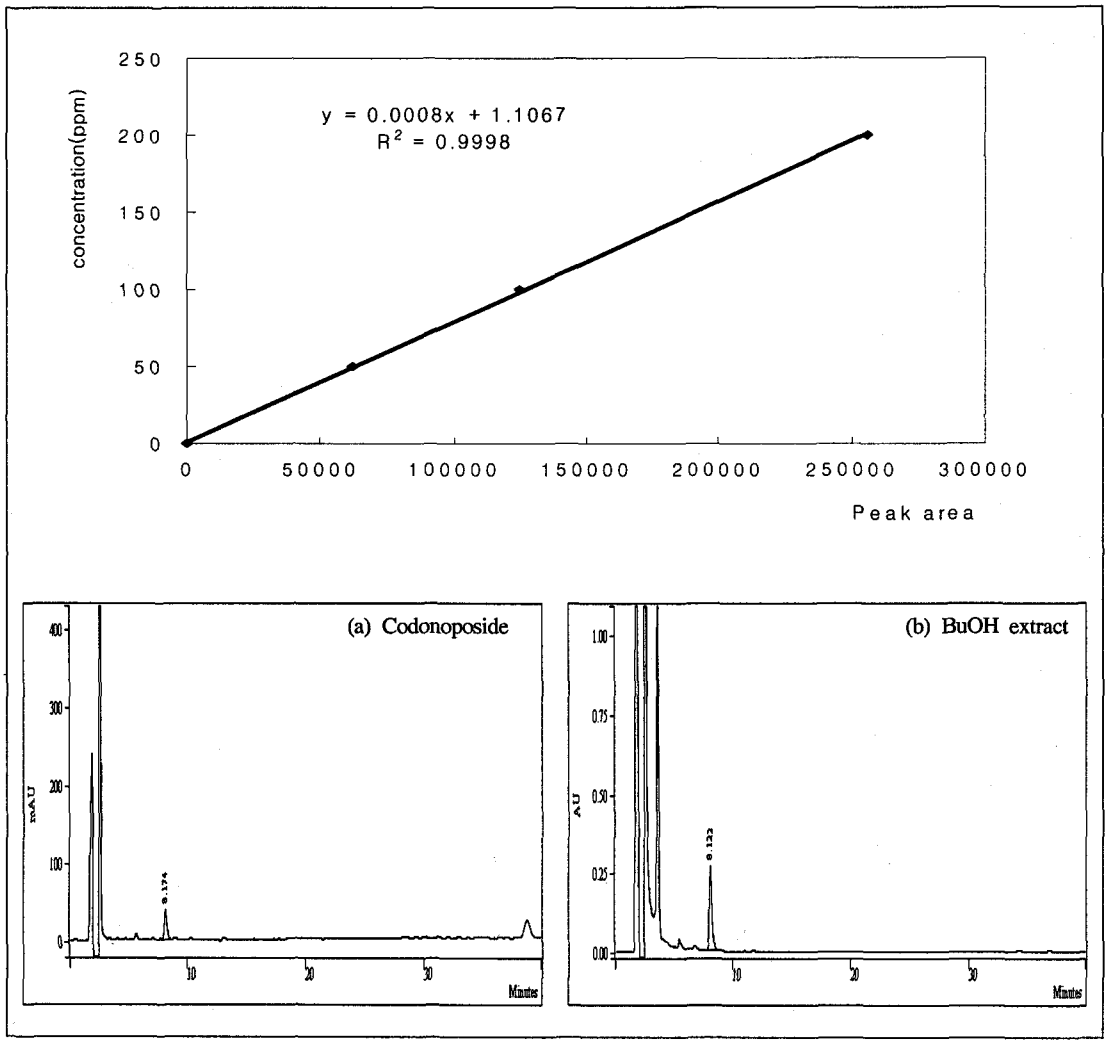

Figure 1. Standard curve for determination of codonoposide concentrations(top) and HPLC chromatogram of codonoposide(left) and BuOH extract(right)

Table 2. HPLC operation condition for analysis of codonoposide isolated from *Codonopsis lanceolata*

Instrument			
Pump	9012 solvent Delivery System, Varian Co.		
Detector	9050 Variable Wavelength UV-VIS Detector, Varian Co.		
Autosampler	9300 Autosampler, Varian Co.		
Column	Capcell Pak C18 (150 * 4.6 mm: 5u), Shiseido Co.		
Operating condition			
UV Absorbance	210 nm		
Column temp.	40℃		
Injection vol	20 $\mu\ell$		
Mobile phase A	0.1% Acetic acid in Acetonitrile		
Mobile phase B	0.1% Acetic acid in Water		
Gradient profile			
time(min)	%A	%B	Flow(ml/min)
0:00	75	25	0.8
15:00	70	30	0.8
30:00	60	40	0.8
40:00	55	45	0.8

여 메탄올 2ml에 용해시키고 0.45μm membrane filter로 여과한 후 HPLC(9050 Variable UV-VIS Detector, 9300 Autosampler, 9012 solvent Delivery System, Varian Co., USA)로 분석하여 saponin계 물질을 정량하였다. 표준물질 codonoposide와 부탄올 엑스에서 분리된 codonoside의 retention time은 각각 8.174분과 8.122분이었으며 chromatogram은 Figure 1에 제시하였다.

검량선 작성용 표준용액으로 codonoposide 0.2mg을 1ml의 메탄올에 용해(0.2 mg/ml)시킨 후 0.1mg/ml 및 0.05mg/ml 농도의 희석액을 조제하였으며, HPLC 분석한 피크 면적과 표준물질의 농도와의 상관성을 산출한 결과, r^2=0.9998 ($p<0.001$)의 높은 상관계수를 얻었다(Figure 1). HPLC 분석 조건은 Table 2와 같다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분의 변화

야산에서 재배한 더덕을 마대 및 항균포장재에 넣어 밀봉한 후 냉장온도와 실온에서 장기 저장하면서 pH, 수분 및 회분 함량의 변화를 측정하였고 그 결과는 Figure 2에 나타내었다. 신선한 더덕 즙액의 pH는 5.3이었고, pH는 모든 저장조건에서 거의 일정한 양상으로 변화하였다. 즉, 저장온도와 포장재질의 종류에 무관하게 15일 저장시에는 4.6~4.8로, 30일에는 4.2~4.3까지 유의적으로 낮아졌다(모두 $p<0.001$). 이러한 양상은 본 실험에서 측정한 일부 양이온들의 함량 감소 현상(Figure 4 참조)과 무관하지 않을 것 같다.

수분함량은 마대포장-실온저장 이외의 조건에서는 15일 저장으로 0.7~4.4% 정도 감소하였으며 ($p<0.05$ 혹은 0.001), 그 후 30일 까지는 유의적인 감소를 보이지 않았다. 수분 보유정도는 항균포장재를 사용한 것이 마대포장 더덕보다 높았으며, 항균포장-실온저장 더덕은 마대포장-냉장저장 더덕보다도 수분증발이 적었다. 한편 마대포장-실온저장 더덕은 30일간의 저장으로 20.5%의 수분을 함유하였는데, 이는 처음 채취한 더덕의 76%가 감소한 것이었다. 이상의 결과로서 수분 보유 측면에서 볼 때 저장 온도보다는 포장재질의 영향이 컸음을 알 수 있으며, 습도를 적절하게 유지할 수 있는 조건이라면 항균포장재에 넣어 실온 보관도 가능할 것으로 여겨진다.

건조중량으로 환산한 회분함량은 신선더덕에서 5.5%였고, 저장기간이 증가할수록 크게 감소하여, 30일 후에는 신선더덕의 14~67%만을 함유하고 있었다(항균-냉장:67%, 항균-실온:48%, 마

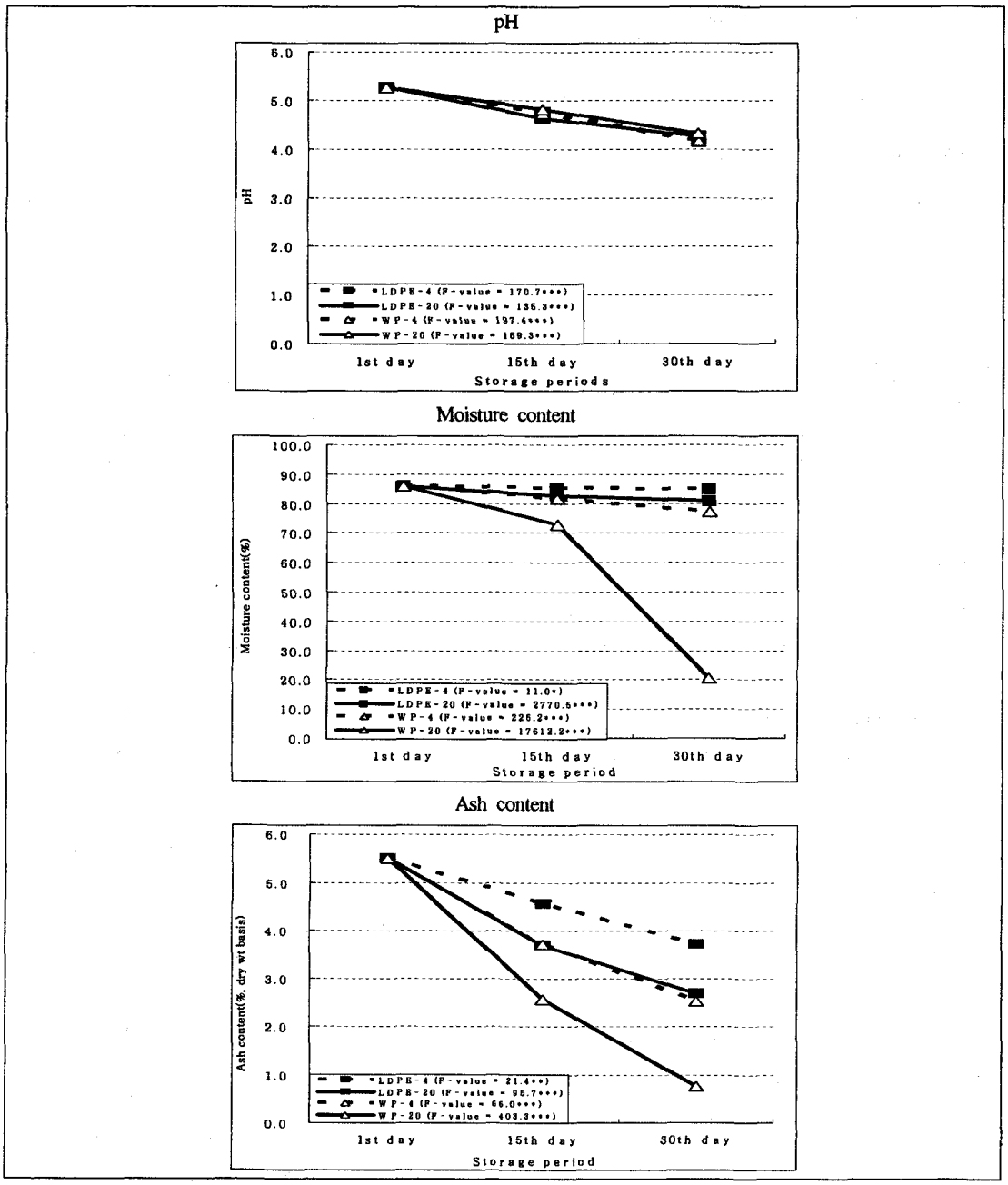

Figure 2. pH and contents of moisture and ash of *Codonopsis lanceolata* stored at various conditions during 30 days

2.5kg in each package of 25×50cm (W×L) size bags were sealed. LDPE: Low density polyethylene (thickness 0.04 mm) bag, Woven PP: linen made of polypropylene straps, Values are mean ± S.D. from triplicate.

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

대-냉장:46%, 마대-실온:14%). 저장조건별로 감소경향을 살펴보면, 항균-냉장 저장이 회분 보유율이 높았고, 가장 낮은 것은 마대포장-실온저장 더덕이었다. 회분함량의 감소는 저장기간 중 칼슘을 포함한 4종의 무기원소들의 감소현상(Figure 3)으로 일부 설명이 가능하다. 더덕의 회분함량은 재배토양의 시비에 의해 영향을 받는다고 보고하였다(이석건 1984; 김혜자 1985). 본 실험에 사용한 더덕의 경우 야산에서 재배하였기 때문에 일반 밭재배와 달리 비료공급 등이 전혀 이루어지지 않았으나, 식품성분표(농촌생활연구소 2001)의 더덕 분말(수분함량 8.5%)의 회분함량(4.2g/100g)이나 이석건(1984)의 3.7~3.8%, 박 부덕 등(1985)이 보고한 3.78~5.22%보다 높은 수치였다.

2. 무기질의 변화

저장기간 중 더덕의 칼슘과 마그네슘, 나트륨, 칼륨의 함량은 Figure 3과 같다. 채취 직후의 더덕의 무기성분 함량은 건조중량 100g당 칼슘 427.3mg, 마그네슘 203.4mg, 나트륨 10.2mg, 칼륨 619mg이었으며, 식품성분표(농촌생활연구소 2001)에 제시된 더덕분말 100g당(수분함량 8.5%) 칼슘

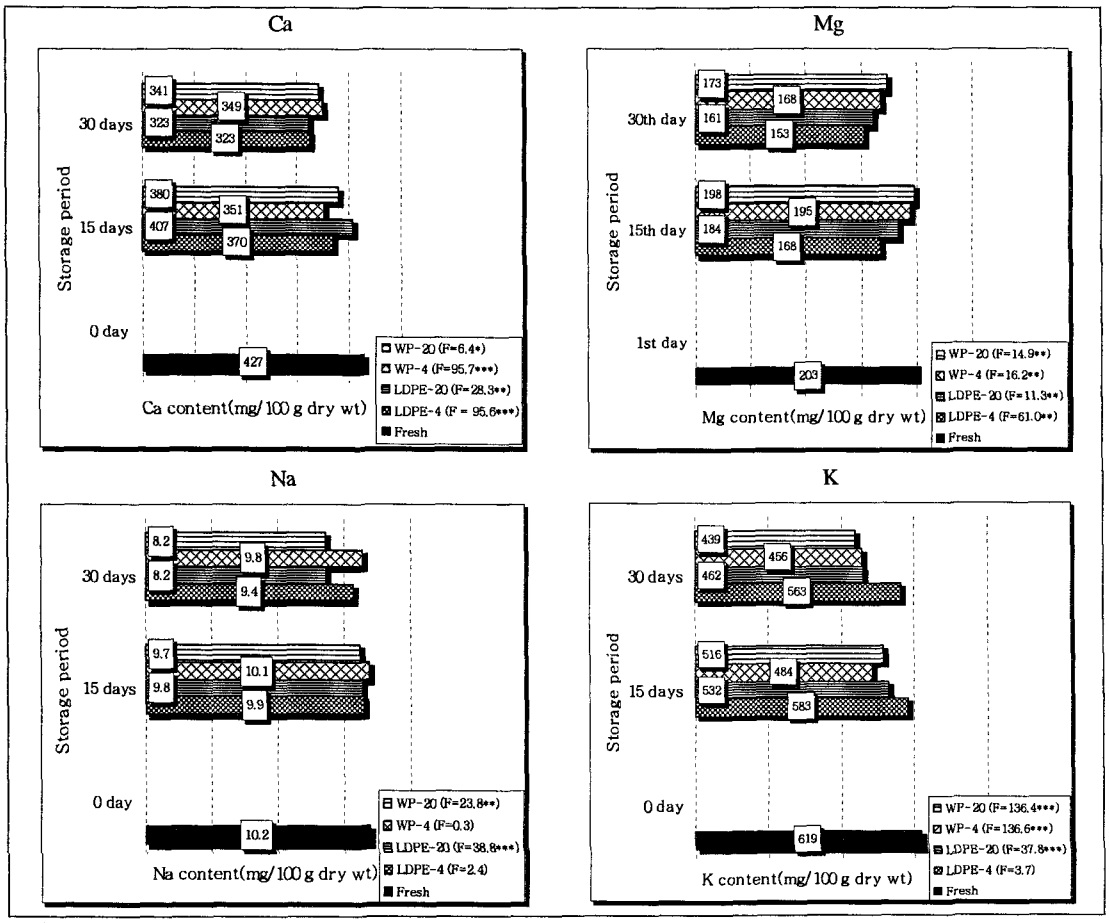

Figure 3. Some macro-mineral contents of *Codonopsis lanceolata* stored at various conditions during 30 days
2.5kg in each package of 25×50cm (W×L) size bags were sealed. LDPE: Low density polyethylene (thickness 0.04 mm) bag, Woven PP: linen made of polypropylene straps, Values are mean ± S.D. from triplicate.
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

272mg, 나트륨 51mg, 칼륨 1661mg과 비교시 칼슘은 높은 편이며, 나트륨과 칼륨은 각각 20%와 37% 정도에 해당하는 것으로 나타났다. 더덕의 무기성분 함량은 연구자마다 서로 다름을 알 수 있으며(이석건 1984; 박부덕 등 1985; 김혜자 1985; 이승필 등 1995), 이는 특히 재배더덕의 경우 토양의 성분에 의해 달라지기 때문이라고 하였다.

칼슘의 경우, 15일 저장 시 351.3~406.5mg/100g, 저장 30일에는 322.7~349.2mg으로 각 저장조건별로 감소하였다(마대포장-실온저장:$p<0.05$, 나머지:$p<0.001$). 나트륨은 포장재의 종류와 저장온도에 상관없이 15일까지는 큰 변화가 없었으며, 냉장 저장 시에는 30일까지도 채취 직후의 더덕과 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 실온에서 30일간 저장한 더덕은 항균포장과 마대포장 조건 모두 신선 더덕과 15일 저장 더덕보다 20% 정도의 유의적인 감소가 초래되었다(항균포장: $p<0.001$, 마대포장:$p<0.01$). 마그네슘의 경우 채취 직후에는 건조중량 100g당 203.4mg이었던 것이 15일 및 30일의 저장기간 동안 167.6~198.4mg%와 153.3~173.2mg%로 크게 감소하였다. 항균포장-냉장저장을 제외하면 15일간 저장 시에는 신선더덕과의 차이가 크지 않은 것으로 보이나, 30일에는 신선더덕은 15일 저장 더덕보다 크게 감소되었다(모두 $p<0.01$). 항균포장-냉장저장 조건에서는 0일, 15일과 30일에 모두 유의적인 감소 현상이 관찰되었다($p<0.01$). 더덕의 칼륨 함유량은 냉장저장 시에는 항균포장 및 마대포장 더덕 모두 신선더덕과 유사한 값이었으나, 실온에서는 포장재의 종류와 무관하게 15일과 30일 크게 감소하였고(모두 $p<0.001$), 잔류율은 15일에 초기의 90.1~92.1%에서 30일에는 65.9~74.4% 까지 낮아졌다.

칼슘과 나트륨은 30일 동안에는 저장조건에 무관하게 유지되었고, 마그네슘은 저장조건에 무관하게 감소하였으며, 칼륨의 경우에는 실온저장 시 포장재의 종류에 무관하게 크게 감소되는 등 저장기간 동안 더덕 중의 무기성분 함량의 변화는 종류에 따라 다양한 양상을 보였다.

3. 색도

Table 3은 포장재 처리구별 저장온도에 따른 더덕즙액의 색도변화를 측정한 결과이다. 저장기간이 증가함에 따라 더덕 즙액의 색탁은 약간 어두어졌고, 15일 저장 시 약간 붉은 색을 띠는 경향이 뚜렷했으나 점차 감소하였으며, 황색도의 변화 양상은 다양하다고 할 수 있다. 즉, 신선한 더덕의 명도는 49.1이었고, 적색도와 황색도를 나타내는 a 값과 b 값이 0.1과 9.6으로 매우 밝고 연한 미색에 가까운 색깔을 띤다고 할 수 있다. 색도 측정 조건이 달라 직접 비교가 어려우나 정미숙(1999)은 재배더덕 박편의 L, a, b 값이 각각 84.74, -1.32, 20.06이라고 보고한 바 있다. 저장조건이 색도 변화에 미치는 영향을 비교해보면, 마대포장-실온저장 처리군을 제외하면 모든 조건

Table 3. Changes in Hunter color values of *Codonopsis lanceolata* stored at various conditions during 30 days

Package materials	Color index	Storage period at 4℃				Storage period at 20℃			
		1st day	15th day	30th day	F-value	1st day	15th day	30th day	F-value
LDPE	L	49.1±0.20^{a}	51.1±0.06^{b}	50.0±0.02^{c}	214***	49.1±0.20^{a}	50.7±0.04^{b}	51.0±0.01^{c}	229***
	a	0.1±0.01^{a}	0.6±0.01^{b}	-0.1±0.01^{c}	4251***	0.1±0.01^{ab}	0.5±0.40^{a}	-0.3±0.01^{b}	10*
	b	9.6±0.16^{a}	8.9±0.02^{b}	8.7±0.02^{c}	83***	9.6±0.16^{a}	10.0±0.03^{b}	9.4±0.01^{a}	30**
WP	L	49.1±0.20^{a}	45.4±0.05^{b}	47.7±0.03^{c}	754***	49.1±0.20^{a}	52.8±0.07^{b}	52.5±0.03^{b}	812***
	a	0.1±0.01^{a}	2.5±0.03^{b}	1.3±0.03^{c}	7437***	0.1±0.01^{a}	2.7±0.02^{b}	1.0±0.03^{c}	12525***
	b	9.6±0.16^{a}	8.0±0.04^{b}	9.7±0.02^{a}	293***	9.6±0.16^{a}	10.9±0.10^{b}	10.6±0.02^{b}	105***

2.5kg in each package of 25×50cm (W×L) size bags were sealed. LDPE: Low density polyethylene(thickness 0.04 mm) bag, Woven PP: linen made of polypropylene straps, Values are mean ± S.D. from triplicate.

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

a-c : Values with different superscrits within the same row are significantly different by ANOVA test

에서 명도는 저장함에 따라 약간 증가하였으나 a와 b값의 변화 양상은 저장조건에 따라 서로 다른 경향을 보였다. a값은 모든 조건에서 15일에는 크게 증가하다가 30일에는 항균포장 더덕은 -0.3~-0.1의 값으로, 마대포장은 1.0~1.3으로 감소하였다. 황색도의 변화 정도는 적색도보다 크지는 않았으나 모든 조건에서 차이를 보였다.

4. 조사포닌 및 Codonoposide 함량 변화

건조 더덕의 조사포닌 함량은 적게는 1.4~1.5%에서 2.69~3.32%(김상국 등 1999) 까지 연구자들에 따라 크게 차이가 난다(이석건 1984; 최명석·최필선 1999; 김상국 등 1999). 최명석과 최필선은(1999)은 butanol 가용성 사포닌을 HPLC에 의해 분리하여 얻은 분획들이 최소 240㎍/g fresh wt이라고 하였고, 김상국 등(1999)은 재배지에 따라 더덕의 조사포닌 함량이 크게 다르다고 하였다. 야산재배 더덕의 경우 채취 직후 조사포닌 함량은 1g당 29.7mg으로(Figure 4) 학기산과 일월산 등에서 채취한 더덕의 조사포닌 함량(김상국 등 1999)과 유사한 양이다. 저장조건을 달리하여 30일간 저장한 더덕의 조사포닌 함량은 항균포장을 이용한 경우와 마대포장 후 냉장저장한 더덕에서는 유의적 차이가 없었으나 마대에 포장하여 실온에서 30일간 저장 시에는 24.9mg으로 유의적으로 감소하였다 ($p<0.001$).

더덕 사포닌 성분 중 하나로 알려진 codonoposide 함량은 건조 더덕 100g 중 382 mg으로, 조사포닌 총량의 약 8% 정도에 해당되는 양이다. 저장기간에 따른 codonoposide 함량은 조사포닌의 경우와 약간 다른 경향을 보였다. 15일 저장 시 마대포장-실온저장 더덕은 3.93mg/g으로 약간 증가한

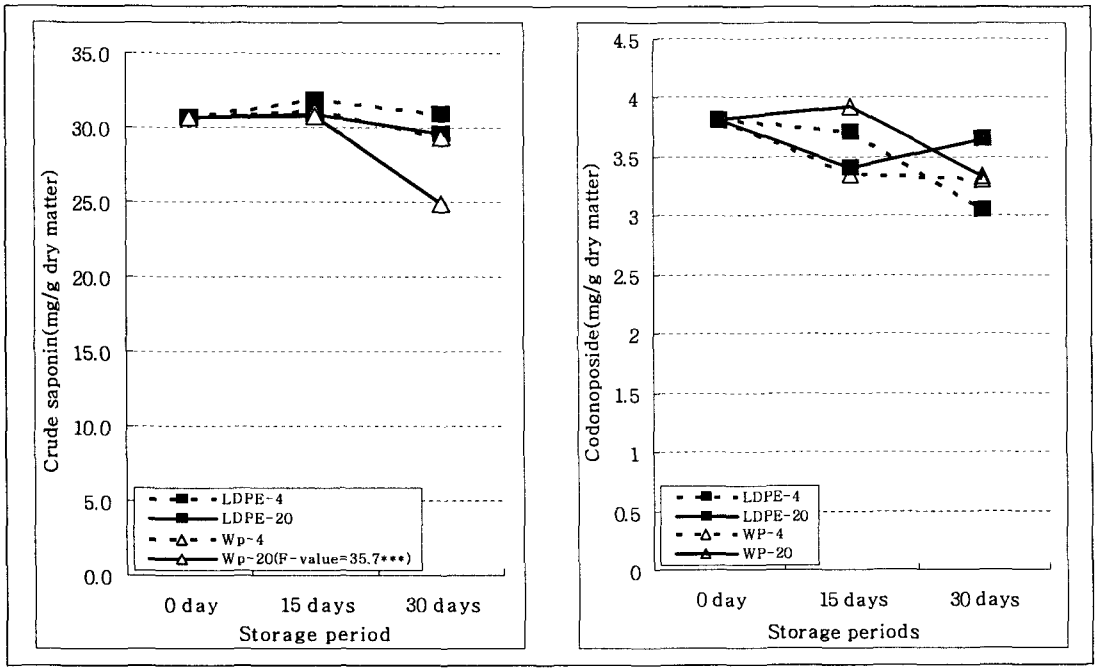

Figure 4. Contents of crude saponin(left) and codonoposide(right) in *Codonopsis lanceolata* stored at various conditions for 30 days

2.5kg in each package of 25×50cm (W×L) size bags were sealed. LDPE: Low density polyethylene(thickness 0.04 mm) bag, Woven PP: linen made of polypropylene straps, Values are mean ± S.D. from triplicate.

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

반면, 다른 3 조건에서는 3.35~3.71 mg/ g으로 감소하였고, 30일 저장 시에는 3.04~3.65mg/g 으로 초기 시료보다 낮아져, 전반적으로는 감소 경향을 보였다. 그러나 저장조건에 따른 변화는 유의적인 것은 아니었다. 더덕의 품질 지표가 될 수 있는 조사포닌과 사포닌계 물질의 하나인 codonoposide의 함량의 변화는 저장기간 중 전반적으로 크지 않았으므로 사포닌계 물질은 저장조건 및 기간에 크게 영향을 받지 않는다고 할 수 있다.

IV. 요약 및 결론

본 실험은 야산에서 재배한 더덕의 장기 저장을 목적으로 포장재와 온도를 달리하여 30일간 저장하면서 pH, 수분, 회분, 일부 무기성분과 사포닌의 함량 변화를 조사하였다.

신선한 더덕 즙액의 pH는 5.3이었고 30일에는 4.2~4.3으로 유의적으로 감소하였다. 수분함량은 저장 온도보다는 포장재질에 의해 영향 받는 정도가 컸다. 회분함량은 저장기간이 증가할수록 크게 감소하여, 30일 후에는 신선더덕의 14~67% 만을 함유하고 있었다. 더덕의 무기성분 함량은 종류에 따라 정도는 다르지만 저장기일이 증가함에 따라 감소하였으며, 이는 더덕의 pH와 회분함량의 변화와 관련이 있을 것으로 여겨진다. 저장기간이 증가함에 따라 더덕 즙액의 색탁은 약간 어두어졌고, 15일 저장 시 약간 붉은 색을 띠는 경향이 뚜렷했으나 점차 감소하였으며, 황색도는 저장조건별로 변화 양상이 달랐다. 조사포닌 함량은 1g당 29.7mg이었고, 30일간 저장 시 항균포장을 하거나 냉장 저장을 한 경우에는 초기 함량과 유의적 차이가 없었으나 마대포장-실온저장 더덕은 30일간 저장 시 24.9mg으로 유의적으로 감소하였다. Codonoposide 함량은 건조 더덕 100g 중 382mg으로, 조사포닌 총량의 약 8%였으며, 15일 저장 시 마대포장-실온저장 더덕은 약간 증가한 반면, 나머지 조건에서는 감소하였고, 30일 저장 시에는 304~365mg으로 초기 시료보다 낮아져, 전반적으로는 감소 경향을 보였으나 모든 저장조건에서 유의적인 변화는 아니었다.

이상의 결과로 미루어 야산에서 재배된 더덕의 장기 저장 조건은 항균포장-냉장저장인 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 2003년도 농림기술관리센터의 연구비 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드리며, codonoposide를 제공해주신 상지대학교 자원식물학과 박 희준 교수에게 감사드립니다.

참고문헌

김상국 · 강동균 · 민기군 · 정상환 · 이승필 · 이상철 · 최부술(1999) 표고에 따른 더덕의 향기성분과 정유 함량. 약잡지 7(1), 58-62.

김혜자(1985) 자연산과 재배더덕의 일반성분 및 아미노산 조성. 한국식품과학회지 17(1), 22-24.

농촌생활연구소(2001) 식품성분표 제 6차 개정. 상록사. pp. 100-101.

박부덕 · 박용곤 · 최광수(1985) 더덕(沙蔘)의 년근별 화학성분에 관한 연구. 14, 274-279.

박윤문(2000) 저장온도와 포장방법에 따른 가을더덕의 품질변화. 한국원예학회지 41(4), 369-373.

식품공업협회(1991) 식품공전. 서울:한일인쇄. p. 327.

이석건(1984) 건조된 야생더덕과 경작더덕의 화학성분. 한국농화학회지 27(4), 225-230.

이승필 · 김상국 · 최부술 · 이상철 · 김길웅(1995) 야생 및 재배더덕의 재배장소에 따른 생육 및 향기성분. 약잡지 40(5), 587-593.

장영경 · 김상열 · 한병훈(1986) 더덕의 알칼로이드 성분에 관한 연구. 30(1), 1-7.

정미숙(1999) 재배방법에 따른 더덕의 성분 및 색도. 한국식생활문화학회지 14(5), 529-534.

정보섭 · 나도선(1977) 사삼의 terpenoid 성분에 관한 연구. 8, 49-53.

최명석 · 최필선(1999) 더덕의 체세포배로부터 식물체 재생과 사포닌 함량 변화. 약잡지 7(4), 275-281.

AOAC(1995) Official Methods of Analysis. Vol 1. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Virginia

Glensk M, Wray V, Nimtz M, Schopke T(1999) Silenosides A-C, triterpenoid saponins from Silene vulgaris. J. Nat. Prod. 62, 717-721.

Han BH, Kang SS, Woo WS(1976) Triterpenoids from *Codonopsis lanceolata*. J. Pharm. Soc. Korea 20, 79-84.

http://www.nhri.go.kr/ddd/crop/vegetable/더덕.htm

Lee KT, Choi JW, Jung WT, Nam JH, Jung HJ, Park

HJ(2002) Structure of a new echinocystic acid bisdesmoside isolated from *Codonopsis lanceolata* roots and the cytotoxic activity of prosapogenins. J. Agric. Food Chem. 50, 4190-4193.

Nyberg NT, Kenne L, Ronnberg B, Sundquist BG(2000) Separation and structural analysis of some saponins from Quillaja saponaria Molina. Carbohydr. Res. 323, 87-97.

Oleszek WA(2002) Chromatographic determination of plant saponins. J. Chromatogr. A. 967, 147-162.

Park YM, Lee JH(2000) Effects of pre-packaging dip treatments and shelf temperature on the market quality of peeled Lance Asia Bell Roots. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41(5), 440-444.

Yuda M, Obtani K, Mizutani K, Kasai R, Tanaka O, Jia M, Ling Y, Pu X, Saruwatari Y(1990) Neolignan glycosides from roots of *Codonopsis tangshen*. Phytochem. 29(6), 1989-1993.

Wong MP, Chiang T, Chang M(1983) Chemical studies on danshen the root of *Codonopsis pilosula*. Planta Med. 49(1), 60.

www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/sw846.htm(1996) Method 3050B Acid Digestion of sediments, sludges, and soils. 2nd Re