

Change of Fibrinolytic and Antioxidative Activities of *Codonopsis lanceolata* According to Various Storage Conditions, and Heat or Salt Treatments

Jun-Ho Kim[†], Hae-Sook Oh¹ and Moo Young Choi¹

Department of Chemistry and ¹Department of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju, Kangwon-do 220-702, Korea

We investigated the changes of fibrinolytic and antioxidative activities of wild or cultivated *Codonopsis lanceolata*, which were packed in woven polypropylene (WP) film or low density polyethylene (LDPE) film and stored for 0, 15, and 30 days at refrigerated (2~4°C) or room (18~20°C) temperature (So we have 16 samples, and wrote them as the abbreviated words such as W-WP-RE-15, W-WP-RO-15, W-LDPE-RE-15, W-LDPE-RO-15, W-WP-RE-30, W-WP-RO-30, W-LDPE-RE-30, W-LDPE-RO-30, C-WP-RE-15, C-WP-RO-15, C-LDPE-RE-15, C-LDPE-RO-15, C-WP-RE-30, C-WP-RO-30, C-LDPE-RE-30, C-LDPE-RO-30). Fibrinolytic activity of fresh *Codonopsis lanceolata* cultivated in the mountain or field were 0.8 unit (plasmin unit/ml) or 7.3 units, respectively. In descending order, the activities of wild *Codonopsis lanceolata* stored for 15 days were as followed ; LDPE-RE (0.70 unit), WP-RO (0.52 unit), WP-RE (0.45 unit), and LDPE-RO (0.30 unit). After 30 days, fibrinolytic activities of them decreased to 0.47 unit (LDPE-RE), 0.28 unit (WP-RO), 0.21 unit (WP-RE), and 0.30 unit (LDPE-RO). Considering from the point of fibrinolytic activity, the optimal storage condition of wild *Codonopsis lanceolata* was packing with LDPE film and storing at 4°C. The change of fibrinolytic activities of *Codonopsis lanceolata* cultivated in the field revealed the similar trend as wild samples, but the fibrinolytic activities of 30 days-stored samples were maintained better than the wild *Codonopsis lanceolata*. Fibrinolytic activity of wild *Codonopsis lanceolata* was increased by heating for 5 min at 100°C and decreased by addition of NaCl. Antioxidative activities of *Codonopsis lanceolata* were also compared from the electron donating activity. Fresh *Codonopsis lanceolata* had about 70% of electron donating activity. Independent of cultivation area, electron donating activity dropped to 19~74% (wild *Codonopsis lanceolata*) and 27~59% (cultivated *Codonopsis lanceolata*) during 15 days storage. But after 30 days storage, we obtained the unexpected results, which meant that the activities were higher activities than 15 days-stored samples or even though the fresh samples. In general, *Codonopsis lanceolata* could maintain antioxidative activities most strongly with LDPE film and chilled condition.

Key Words: Antioxidative activity, *Codonopsis lanceolata*, Fibrinolytic activity, Storage conditions

서 론

여러 가지 원인에 의해 혈관이 손상되어 출혈이 생기면 혈소판과 섬유소원의 응집체에 트롬빈이 작용하여 섬유소 혈전이 형성되는 지혈과정이 일어난다. 이 때 과응고가 일어나면 조직이 재생된 후에도 플라스민에 의한 용해가 불완전하게 되고, 이 혈전은 혈관을 따라 흐르면서 뇌혈전증, 뇌졸중, 심장 마비 등과 같은 심각한 혈관계 질환을 유발

한다. 현재 우리나라 국민의 사망률을 보면 혈관계 질환에 의한 사망률이 전체의 약 43%로 중앙이나 그 외의 사망원인에 비해 월등히 높아 혈관계 질환의 원인이 되는 혈전에 대한 관심이 매우 높은 실정이다.

이러한 혈전증 치료에 urokinase, streptokinase, tPA (tissue-type plasminogen activator) 등과 같은 다양한 치료제가 이용되고 있으나 가격이 매우 높고, 전신 출혈이나 면역 작용 등의 단점이 있고, urokinase를 제외하고는 경구투여가 불가능하다. 따라서 이들 혈전용해제들과는 달리, 혈전을 직접 용해하는 혈전용해 효소에 관한 관심이 커지고 있으며, 이러한 효소들을 뱀독 (Chung et al., 1992)과 지렁이 (Mihara et al., 1993; Park et al., 1998), 콩 발효식품 (Kim et al., 1996)과 야생버섯 (Kim et al., 1998; Kim et al., 1999; Kim 2000)들로부터 분리한 예들이 알려지고 있다. 또한 최근에는 발효식품이나

* 논문 접수: 2005년 1월 12일

수정재접수: 2005년 2월 15일

† 교신저자: 김준호, (우) 220-702 강원도 원주시 우산동 660번지,

상지대학교 이공과대학 화학과

Tel: 033-730-0423, Fax: 033-730-0403

e-mail: jhokim@mail.sangji.ac.kr

건강식품에 사용되는 재료에서 혈전용해 물질을 찾고자 많은 연구들이 진행되고 있다. 이는 여러 가지 부작용을 일으키는 의약품과는 달리 식품은 반복해서 장기간 섭취하기 때문에 유효성분이 미량이라 하더라도 항상 공급됨으로써 유익한 영향을 줄 수 있기 때문이다. 특히 혈전성 성인병은 병징이 나타나기 시작한 후에는 치료가 매우 어려운 한계가 있으므로 혈전을 감소시키는 식품이나 약품을 상시 섭취하여 혈전에 의한 성인병을 미리 예방하는 것이 최선의 방법 중 하나이다.

더덕 (*Codonopsis lanceolata*)은 초롱꽃과에 속하는 다년생 식물로 전국 각지에서 생산되고 있으며, 산삼에 버금가는 뛰어난 약효가 있다고 한다 (Kim et al., 1975; Choi et al., 1999). 산야채류의 섭취 비율이 높은 우리나라에서는 주로 박피 후 양념처리를 거쳐 생으로 이용하거나 불에 살짝 구워 부식으로 이용해온 작물이지만 최근에는 자연식품과 건강식품으로 이용되면서 소비시장의 확대가 기대되는 작물이다. 식용 외에 거담, 강장, 해독, 해열 등의 약리 작용이 탁월하여 질병 치료의 목적으로 사용해 오던 더덕의 기능성 유효성분으로 사포닌, 비타민, 단백질, 탄수화물과 함께, triterpene, steroid, flavonoid 등이 확인되었고, 그 밖에 상당량의 칼슘, 인, 철분 등의 무기질을 함유하고 있어, 뼈와 혈액을 건강하게 유지하는데 효과가 있다고 한다 (Chung et al., 1997; Lee, 1997). 이와 같이 다양한 종류의 생리활성 물질을 함유하고 있는 더덕에 혈전을 용해하는 물질이 포함되어 있다면 더덕의 건강기능성 식품으로서의 위치를 더욱 확고히 할 수 있을 것으로 사료되어 더덕으로부터 혈전용해 물질을 탐색하게 되었다.

더덕은 재배 특성상 봄과 가을 일정기간에 걸쳐 수확된 후 거의 냉장보관하면서 시장에 출하되고 있다. 이 과정에서 저장 방법과 온도와 습도 등 저장고의 환경에 따라 더덕의 품질은 크게 차이가 나며, 더덕에 포함되어 있는 유효성분의 함량 혹은 활성에도 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 새로운 혈전용해제로서의 더덕의 이용 가치를 탐색하고자 저장기간 중 저장온도 및 포장방법이 더덕의 혈전용해 물질의 활성 변화에 미치는 영향을 측정하였고, 동시에 식품제조 시 흔히 개입되는 식염과 열처리의 영향을 조사하였다. 또한, 심혈관계 질환을 포함한 최근의 질병 양상이 영양결핍 보다는 항산화능과 관련된 만성 질환이 주를 이룸에 따라 항산화 활성의 변화도 함께 알아보았다 (Kim et al., 1997; Oh et al., 2002; Oh et al., 2003).

재료 및 방법

1. 실험 재료

시료는 2004년 6월 강원도 횡성군 둔내면 삽교리에서 재

배된 밭더덕과 경기도 양평군 서종면 문호리에서 재배된 산더덕을 일시에 채취하여 사용하였다. 저장기간에 따른 혈전용해 활성변화를 관찰하기 위해 산더덕과 밭더덕을 각각 1 kg씩 항균 포장지 (Low Density Polyethylene, Mirafresh Co., thickness 0.04 mm)와 더덕농가에서 흔히 사용하는 마대 (WP film: Woven Polypropylene film)에 담고 봉한 다음 실온 ($20\pm 0.5^\circ\text{C}$)과 냉장 ($4\pm 0.5^\circ\text{C}$) 조건에서 30일간 저장하였다. 시약으로 사용한 fibrinogen, plasmin, thrombin, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl은 Sigma 제품을 사용하였으며, 나머지 시약은 특급 시약을 사용하였다.

2. 더덕 추출물의 조제

저장조건을 달리하여 0일, 15일 및 30일간 저장한 산더덕과 밭더덕을 깨끗이 씻고 껍질을 제거한 후 세절하여 3~5일간 풍건시켰다. 이를 분쇄기로 곱게 갈고 5배 (W/V)의 증류수를 가하여 약 30분 정도 수화시킨 다음 homogenizer로 균질화시키고 (1,000 rpm, 2분, GTR-1000, EYELA Co., Japan), 12,000 rpm에서 1시간 동안 원심분리 (Supra 21, 한일과학) 및 여과 (Whatman No. 1)하여 얻어진 상층액을 시료로 사용하였다. 더덕의 혈전용해 활성 및 항산화 활성에 열안정성 및 염농도가 미치는 영향을 알아보기 위해 조리 가공 중 흔히 가해지는 조건을 선정하였으며, 따라서 시료를 50°C 에서 5분 그리고 100°C 에서 5분, 10분, 20분 열처리하여 이들 활성을 측정하였고, 염농도에 의한 영향은 0.5, 1, 2, 3%에서 측정하였다.

3. 혈전용해 활성의 측정법

Haverkate-Trass (1974)의 fibrin plate법에 따라 2% gelatin용액에 녹인 0.7% (w/v) fibrinogen용액 10 ml와 0.05 M barbital 완충용액 (pH 7.5)에 녹인 thrombin (100 NIH units) 50 μl 를 잘 섞은 후 이를 petri dish에 부어 fibrin막을 만들었다. 준비한 더덕 추출물을 20 μl 씩 fibrin plate 위에 점적하고 36°C 에서 18시간 방치한 후 용해면적을 측정하였다. 대조구로는 plasmin (1.0 unit/ml)을 사용하였으며, 추출액의 혈전용해 활성은 대조구의 용해면적에 대한 시료의 용해면적의 상대적인 비율로 환산하여 계산하였다. 또한 열안정성 및 식염농도에 의한 혈전용해 활성의 변화 여부를 확인하였는데, 50°C 에서 5분 그리고 100°C 에서 5분, 10분, 20분 열처리 한 후 fibrin plate에 점적하여 얻어진 용해 면적으로부터 열안정성을 측정하였다. 각각 0.5, 1, 2, 3%의 NaCl 농도가 되도록 염을 첨가하고 상대 활성의 크기를 산출하였다.

4. 전자공여능에 의한 항산화 활성 측정

Blois (1958) 및 김 등 (1997)의 실험 방법에 따라 전자공여능을 측정하였다. 시료 2~3 g를 취해 3배 분량 (w/v)의 증

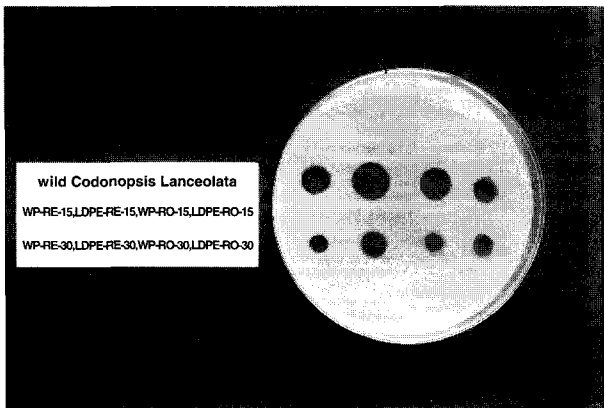


Fig. 1. Fibrinolytic activities of water extract of wild *Codonopsis lanceolata* stored at various conditions.

WP: Woven Polypropylene film

LDPE: Low Density Polypropylene film (thickness 0.04 mm)

O: Room temperature

RE: Refrigerated temperature

류수를 가한 다음 10분간 수화시켰다. 1,000 rpm에서 2분간 균질화시킨 후 (GTR-1000, EYELA Co., Japan) 12,000 ×g에서 60분간 원심분리하고 (Supra 21, 한일과학) 여과한 (Whatman, No 1) 여액 0.4 ml를 시험관에 넣고 5.6 ml의 1×10^{-4} M의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl ethanol 용액을 가하여 6 ml이 되도록 하였다. 4분간 반응시키고 다시 여과한 다음, 총 반응 시간이 10분이 되면 525 nm에서 흡광도를 측정하였다 (UV-1201, Shimadzu Co., Japan). 다음 식에 의해 전자공여능을 계산하였으며, 바탕시험은 증류수를 사용하였다. 전자공여능 = $\{1 - (O.D. \text{시료} / O.D. \text{증류수})\} \times 100$.

결 과

1. 저장기간 및 저장조건에 따른 산더덕과 발더덕의 혈전용해 활성의 변화

갓 채취한 더덕의 혈전용해 활성은 산더덕의 경우 8.0 plasmin units/ml였으며, 발더덕은 7.3 units/ml로 산더덕에 비해 발더덕이 약간 작았다. 그러나 이들의 비활성도 (specific activity)를 계산하면 산더덕은 0.010 U/mg이고 발더덕은 0.018 U/mg으로 발더덕의 활성이 더 컸다. 이 활성은 뽕나무버섯 (17.02 U/mg)이나, 발효식품인 청국장 (1.84 U/mg)과 젓갈 (1.4 U/mg)로부터 분리한 효소보다는 작지만, 많은 단백질과 효소를 포함하고 있어 식생활에 다양하게 이용되는 강낭콩, 청태, 거두, 선비콩, 황태, 울타리콩, 서리태와 같은 발효식품의 추출물들의 활성과 비교하면, 활성이 좋은 강낭콩, 황태, 선비콩과 비슷하고, 나머지 콩들보다는 더 좋은 활성을 나타냈다 (Oh et al., 2002).

저장기간에 따른 산더덕의 혈전용해 활성 변화 결과는

Table 1. Fibrinolytic activities of wild *Codonopsis lanceolata* stored at various condition

Storage periods	Storage conditions			
	4°C		20°C	
	WP film	LDPE film	WP film	LDPE film
Fresh sample	0.80			
15 days	0.45	0.70	0.52	0.30
30 days	0.21	0.47	0.28	0.30

WP film: Woven Polypropylene film

LDPE film: Low Density Polyethylene film (thickness 0.04 mm)

Plasmin unit: One unit will produce a ΔA_{275} of 1.0 from α -casein in 20 min at pH 7.5 at 37°C, when measuring perchloric acid soluble products in a volume of 5.0 ml

Fig. 1과 Table 1에 제시하였다. 15일 저장시 혈전용해 활성을 비교해 보면 평균포장하여 냉장저장한 것이 0.70 plasmin units/ml으로 가장 컸으며, 그 다음은 마대포장·실온저장 (0.52 unit), 마대포장·냉장저장 (0.45 unit) 순이었고, 평균포장 후 실온 저장한 경우가 0.3 unit으로 가장 활성이 적게 나타났다. 이 결과를 통해 알 수 있는 것은 마대 포장하여 15일간 저장 시에는 저장고의 온도에 의해 혈전용해 활성이 비교적 영향을 받지 않았으며, 반면 평균포장지로 포장한 경우에는 냉장저장하지 않는 한 평균의 효과보다는 더덕의 자가 변질이 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 현상은 마대가 공기 유통이 자유로워 풍온이 상승되는 것을 억제하여 그 결과 더덕 성분의 자가분해 방지가 어느 정도 영향을 미친 것으로 여겨진다.

30일간 저장 시에는 혈전용해 활성이 가장 낮았던 평균포장·실온저장 더덕을 제외하면 모든 처리군에서 더덕의 혈전용해 활성이 크게 감소하였다. 손실율을 기준으로 살펴보면, 평균포장·실온저장 더덕은 0.3 unit으로서 15일 저장시와 활성의 변화가 거의 없었으나, 활성이 가장 컸던 평균포장·냉장저장 더덕이 0.47 unit으로, 손실율이 약 33% 정도로 큰 편이었으며, 마대포장 실온저장 시 46% (0.28 unit), 마대포장 냉장저장 더덕의 경우 53% (0.21 unit) 순이었다.

Fig. 2와 Table 2는 발더덕 저장 혈전용해 활성변화를 비교한 것이다. 15일간 저장한 발더덕을 살펴보면, 역시 평균포장하여 냉장저장한 것이 활성이 가장 컸고 (0.64 unit), 그 다음은 마대포장, 냉장저장 (0.53 unit) 더덕이 혈전용해 활성을 비교적 잘 유지하였으며, 산더덕의 경우와 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 평균포장·실온저장 더덕과 마대포장·실온저장 더덕은 각각 0.27 unit과 0.23 unit으로 매우 낮았으며, 동일 조건에서 동일 기간 저장한 산더덕과 비교시 크게 큰 감소하였음을 알 수 있다.

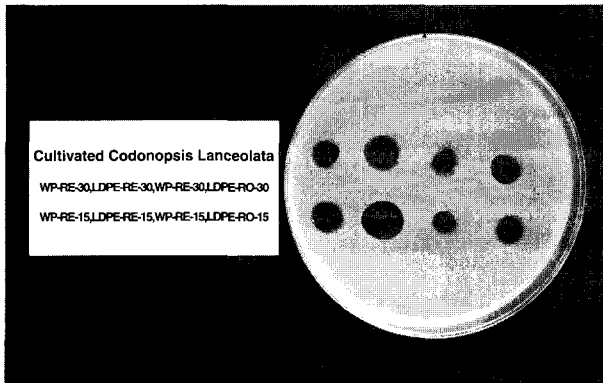


Fig. 2. Fibrinolytic activities of water extract of cultivated *Codonopsis lanceolata* stored at various conditions.
 WP: Woven Polypropylene film
 LDPE: Low Density Polypropylene film (thickness 0.04 mm)
 RO: Room temperature
 RE: Refrigerated temperature

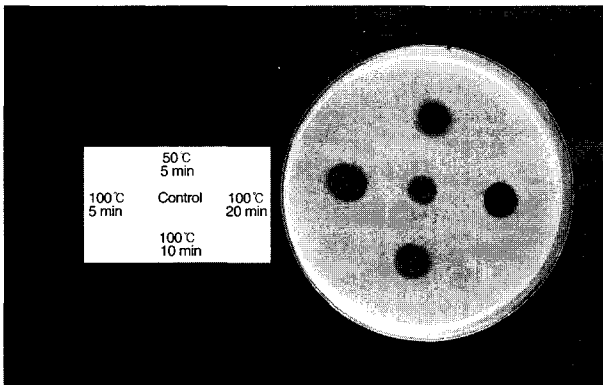


Fig. 3. The effect of heat treatments on fibrinolytic activities of water extract of wild *Codonopsis lanceolata*.

30일간 저장 시에는 활성이 가장 컸던 항균포장·냉장저장 한 더덕이 0.62 unit였고, 마대포장·냉장저장 더덕 0.44 unit, 마대포장·실온저장 더덕 0.17 unit, 항균포장·실온저장 더덕은 0.23 unit의 활성을 보였고, 이를 혈전용해활성의 잔존을 관점에서 비교해 보면, 항균포장·냉장저장 더덕 97%, 마대포장·냉장저장 더덕 83%, 마대포장·실온저장 더덕 74%, 항균포장·실온저장 더덕 100%로서 산더덕에 비해 저장기간의 연장에 따른 활성 감소 현상이 비교적 낮음을 알 수 있다.

2. 산더덕의 혈전용해 활성 함유 성분의 열 안정성 조사

산더덕 물추출물의 혈전용해 활성은 열처리에 의해 더욱 증가되는 것으로 나타났다 (Table 3). Fig. 3에서 알 수 있는 바와 같이, 50°C에서 5분간 가열한 경우 비열처리 군의 162%에 해당하는 fibrin 분해 활성을 나타냈다. 한편 100°C

Table 2. Fibrinolytic activities of cultivated *Codonopsis lanceolata* stored at various conditions

(unit: plasmin unit)

Storage periods	Storage conditions			
	4°C		20°C	
	WP film	LDPE film	WP film	LDPE film
Fresh sample	0.73			
15 days	0.53	0.64	0.23	0.27
30 days	0.44	0.62	0.17	0.23

WP film: Woven Polypropylene film

LDPE film: Low Density Polyethylene film (thickness 0.04 mm)
 Plasmin unit: One unit will produces a ΔA_{275} of 1.0 from α -casein in 20 min at pH 7.5 at 37°C, when measuring perchloric acid soluble products in a volume of 5.0 ml

Table 3. Fibrinolytic activities of wild *Codonopsis lanceolata* according to various heating condition and 0~3% of salt additions

Sample treatment	Fibrinolytic activities
Control (Not treated)	100%
50°C, 5 min, heated	162%
100°C, 5 min, heated	197%
100°C, 10 min, heated	169%
100°C, 20 min, heated	169%
0.5% salt added	91%
1.0% salt added	91%
2.0% salt added	85%
3.0% salt added	85%

에서 5분간 열을 가한 경우는 대조군에 비해 약 197%의 큰 활성을 보였고, 100°C에서 10분 및 20분으로 가열 강도를 증가시킨 경우 처리 시간에 무관하게 혈전용해 활성은 대조군의 169%로 같았으며, 100°C에서 5분 처리 시보다는 낮았으나 비열처리 군보다는 현저히 크고, 50°C에서 5분간 열처리 한 것과 유사한 활성을 유지하여 열에 의한 안정성이 비교적 큰 물질로 생각할 수 있다.

3. 산더덕의 혈전용해 활성에 미치는 염의 영향

Table 3과 Fig. 4는 산더덕 물추출물에 각각 0.5, 1, 2, 3%의 NaCl 첨가 효과에 대한 결과이다. 실험에 첨가한 모든 농도의 NaCl은 더덕의 혈전용해 활성을 저해시키는 것으로 나타났는데, 0.5%와 1%의 염을 가했을 때는 첨가하지 않았을 때의 약 91%의 활성을 나타냈고, 2%와 3%를 첨가 시에는 85%의 활성으로 같았다. 그러나 0.5~3%는 식품의 조리·가공시 첨가되는 일반적인 식염의 농도 범위로서 무첨가군에 비해 혈전용해 활성이 약간 낮기는 하였으나 실험

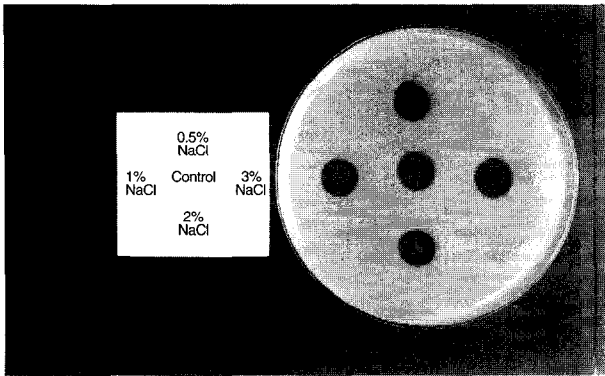


Fig. 4. The effect of addition of salt on fibrinolytic activities of water extract of wild *Codonopsis lanceolata*

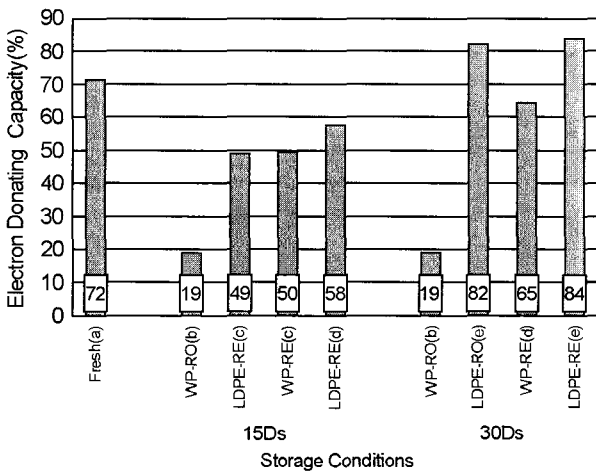


Fig. 5. Antioxidative activities of water extract of wild *Codonopsis lanceolata* stored at various conditions.
 WP: Woven Polypropylene film
 LDPE: Low Density Polypropylene film (thickness 0.04 mm)
 RO: Room temperature
 RE: Refrigerated temperature
 (a)-(e): Sample names with different letters in the brackets are significantly by ANOVA test

되거나 크게 감소하는 것은 아니라고 할 수 있으며, 식품으로서 더덕의 혈전용해 활성을 기대할 수 있는 결과라고 여겨진다.

4. 저장기간 중 산더덕과 발더덕의 항산화 활성변화

더덕의 저장조건에 따른 항산화 활성의 변화 양상을 알아보기 위해 산더덕과 발더덕의 전자공여능을 측정된 결과는 Fig. 5 & 6으로 표현하였다. 채취 직후 산더덕과 발더덕의 전자공여능은 각각 72%와 71%로서 재배지역에 따라 유의적인 차이는 없었다. 저장조건을 달리하여 15일 동안 저장한 산더덕의 항산화 활성은 신선한 산더덕에 비해 모두

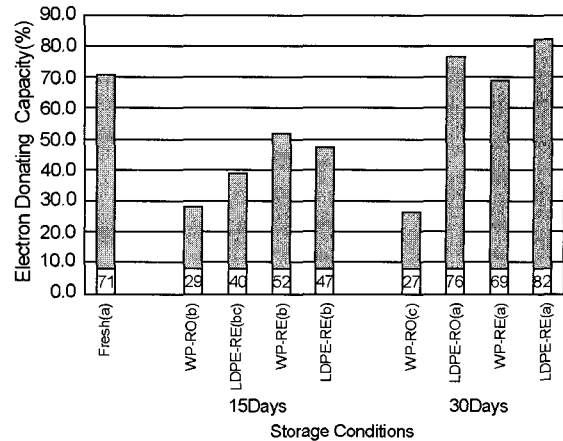


Fig. 6. Antioxidative activities of water extract of cultivated *Codonopsis lanceolata* stored at various conditions.
 WP: Woven Polypropylene film
 LDPE: Low Density Polypropylene film (thickness 0.04 mm)
 RO: Room temperature
 RE: Refrigerated temperature
 (a)-(e): Sample names with different letters in the brackets are significantly by ANOVA test

감소되었으며, 저장조건별 감소율은 마대포장·실온저장 74%로 가장 컸으며, 향균포장·실온저장 및 마대포장·냉장저장이 각각 32%, 31%로 유의적 차이를 보이지 않았고, 향균포장 후 냉장 시 19%의 순으로서 혈전용해 활성과는 큰 차이를 보였다 ($P < 0.001$). 한편 30일 저장한 산더덕의 항산화 활성은 특이한 현상을 보였다. 즉, 향균포장지에 포장한 더덕은 저장온도에 무관하게 항산화 활성이 오히려 증가하였으며, 마대포장·냉장저장 더덕은 신선 제품에 비해 10% 정도 감소하긴 하였으나 15일 저장 더덕보다 오히려 높은 항산화 활성을 보였다. 그러나 마대포장·실온저장 더덕은 15일 저장 시와 같이 19%의 전자공여능을 함유하고 있어 항산화능이 극히 낮은 것을 알 수 있다.

발더덕의 경우 역시 산더덕과 유사한 경향을 보였다. 15일 간의 저장 시 산더덕의 경우 마찬가지로 당일 채취한 발더덕에 비해 항산화 활성이 27~59%가 감소되었으며, 저장조건별로 잔존율을 비교해 보면 마대포장·냉장저장, 향균포장·냉장저장, 향균포장·실온저장 그리고 마대포장·실온저장 순으로 높았다. 30일 저장 후 측정된 항산화 활성은 마대포장·실온저장 더덕은 15일 저장한 것과 차이가 없었으며, 향균포장지에 넣어 저장한 것은 신선 발더덕에 비해 항산화 활성이 오히려 7~15% 정도로 증가하였고, 마대포장하여 냉정한 더덕은 신선 더덕의 항산화 활성과 유의적 차이가 없는 항산화 활성을 나타내었다. 30일 저장 더덕은 마대포장·실온저장한 것을 제외하면 다른 3군 사이에 유의적인 차이는 없었다.

더덕을 장기 저장한 경우 항산화 활성이 오히려 증가한

이유는 예측하기 어려우나 산더덕과 발더덕 모두 유사한 양상을 보이는 것으로 미루어 저장기간 중 더덕 성분의 자체 변화가 있었음을 짐작할 수 있다. 또한 한번 채취하여 3~4개월 동안 장기간 저장해야 하는 더덕의 경우 항산화 활성을 유지하기 위해서는 냉장저장이 필수적이며, 항균포장재를 사용하게 되면 더욱 효과적일 것으로 여겨진다.

고 찰

예로부터 거담, 강장, 해독, 해열 등의 약리 작용이 탁월하여 질병 치료의 목적으로 사용해 오던 더덕은 우리나라 산야채류의 생산량의 3위를 차지할 뿐 아니라 점차 그 생산량이 증가하는 추세이다. 또한 더덕은 채취 후 3~4개월 동안 장기 저장하면서 출하하게 되는데, 이 과정 중에 더덕의 품질 저하가 초래되기도 하며, 따라서 폐기되는 더덕의 활용가치를 개발하기 위한 연구는 매우 가치 있는 일이라 할 수 있다. 본 연구에서는 더덕의 기능성 유효성분을 규명하기 위한 것으로 새로운 혈전용해제 및 항산화 활성 물질의 소재로 더덕의 활용가치를 알아보고자 하였다. 그 결과 더덕에서 함유된 비교적 높은 혈전용해 활성을 확인하였으며, 산에서 야생 재배한 더덕과 발더덕의 차이점을 확인한 결과 혈전용해 활성에 약간의 차이가 있었는데 이는 재배 환경이 틀리므로 그들이 함유하고 생리활성 물질의 양에도 차이가 나타난 것으로 생각 한다 (Chung, 1999). 좀 더 오랫동안 활성을 보존하기 위해 항균 포장지를 사용하고 이를 기존에 사용되고 있는 마대 포장의 결과와 비교한 결과 저장 기간과 보관 방법에 따라 혈전용해와 항산화 활성의 변화에 차이가 나타남을 볼 수 있었는데 이는 다른 실험의 경우와 비슷했다 (Park et al., 2000a; 2000b; 2000c). 15일 저장 후 혈전용해 활성의 변화를 보면 산더덕의 경우 항균포장 냉장저장 한 경우를 제외하고는 모두 활성이 급격히 감소함을 볼 수 있다. 발더덕의 경우도 냉장 저장의 경우는 활성 감소가 적었으나 실온 저장의 경우는 활성이 급격히 감소하였다. 30일 후에 남아 있는 활성의 크기 변화는 15일 저장의 경우와 비교해서 산더덕의 경우는 활성이 급격히 감소하지만 발더덕의 경우는 산더덕에 비해 감소 폭이 적었다. 즉 장기간 저장 할 경우 실온보다는 냉장 보관이 유리하고 마대보관 보다는 항균포장을 하는 경우가 더 유리하였으며 발더덕의 경우 장기 저장에 더 유리함을 알 수 있었다. 항균포장지와 마대를 사용한 경우를 비교하면 냉장의 경우 산더덕이나 발더덕 모두 항균포장을 한 경우 더 큰 활성을 유지했지만 실온 저장의 경우는 더덕의 활성 자체가 크게 감소되어 두 포장 방법에 따른 활성 차이는 작았다. 보관 온도에 따른 활성 변화는 낮은 온도의 저장 시에는 실온의 경우보다 대체로 활성의 감소 속도가 느린 것을 알 수

있었다. 따라서 장기간 저장 시에는 냉장 온도에서 항균포장으로 보관하는 방법이 최적 조건임을 확인하였다.

열처리에 의해 활성이 증가함을 볼 수 있는데, 이는 열을 가해서 요리를 하더라도 활성의 감소가 아닌 활성의 증가가 나타남으로써 혈전용해의 더 큰 효과를 얻을 수 있음을 나타냈다. 즉 100℃에서 5분 동안 열을 가하면 활성이 최대로 증가하지만 100℃에서 10분 이상 열을 가하면 오히려 활성이 감소함을 알 수 있었다. 염을 첨가한 경우는 첨가하지 않은 경우에 비해 대체로 활성이 감소하지만 낮은 농도에서는 활성의 감소량이 크지 않았다. 이는 적은 양의 염을 첨가해 식품을 만들 시 염에 의한 활성 감소 효과는 크지 않음을 나타내고 있다.

산더덕과 발더덕의 항산화 활성은 큰 차이가 없었지만 시간이 경과함에 따라 활성에 변화가 나타났다. 혈전용해 활성의 변화와 같이 저장 기간에 따른 항산화 활성 유지도 저장온도가 중요하며, 포장 재질로는 마대포장 보다는 항균포장이 더 유리한 것을 알 수 있었다.

여러 종류의 약리활성 물질을 함유하고 있는 더덕은, 혈전용해 물질과 함께 항산화 활성도 함유하고 있어, 더덕을 이용하여 만든 식품을 지속적으로 섭취할 경우 혈관계 질환의 치료와 예방에 효과가 클 것으로 기대되며 또한, 새로운 혈전용해제 개발의 후보 물질로 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 농림기술개발과제 연구비 지원으로 수행된 과제의 일부입니다.

REFERENCES

- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 1958. 181: 1199-1120.
- Chung BS, Lah DS. Studies on the terpenoid component of the roots of *Codonopsis lanceolata* Benth et Hook. *Kor J Pharmacog*. 1997. 8: 49.
- Chung KH, Kim DS. Fibrinolytic and cogulation activities of korean snake venoms. *Kor Biochem J*. 1992. 25: 696-701.
- Chung MS. Composition & color of *Codonopsis lanceolata* affected by cultivation methods. *Kor J Dietary Culture*. 1999. 14: 529-534.
- Choi MS, Choi PS. Plant regeneration and saponin contents in *Codonopsis lanceolata* L. *Kor J Med Crop Sci*. 1999. 7: 275-281.
- Haverkate F, Traas DW. Dose-response curves in the fibrin plate assay. Fibrinolytic activity of protease. *Thromb Haemost*.

1974. 32: 356-365.
- Kim CH, Chung MH. Pharmacognostical Studies on *Codonopsis lanceolata*. Kor J Pharmacog. 1975. 6: 43-47.
- Kim JH. Purification and characterization of fibrinolytic enzymes from *Tricholoma saponaceum*. Kor J Mycol. 2000. 28: 60-65.
- Kim JH, Kim YS. Purification and characterization of fibrinolytic enzyme from *Armillariella mellea*. Kor J Mycol. 1998. 26: 583-588.
- Kim JH, Kim YS. A fibrinolytic metalloprotease from the fruiting bodies of an edible mushroom, *Armillariella mellea*. Biosci Biotech Biochem. 1999. 63: 2130-2136.
- Kim YJ, Kim CK, Kwon YJ. Isolation of antioxidative components of *Perillae emen*. Kor J Food Sci Technol. 1997. 29: 38-43.
- Kim YT, Kim, WK, Oh HS. Purification and characterization of a fibrinolytic enzyme produced from *Bacillus* sp. Strain CK 11-4 screened from ChungkookJang. Appl Environm Microbiol. 1996. 2482-2488.
- Lee IR. Pharmacologie and chemical constituents of the root of *Codonopsis pilosula* Nannfeldt. Kor J Pharmacog. 1997. 8: 43-48.
- Mihara H, Nakajima N, Sumi H. Characterization of potent fibrinolytic enzymes in earthworm, *Lumbricus rubellus*. Biosci Biotech Biochem. 1993. 57: 1727-1730.
- Oh HS, Kim JH, Lee MH. Isoflavone contents, antioxidative and fibrinolytic activities of red bean and mung bean. Kor J Soc Food Cookery Sci. 2003. 19: 263-270.
- Oh HS, Park YH, Kim JH. Isoflavone contents, antioxidative and fibrinolytic activities of some commercial cooking-with-rice soybeans. Kor J Food Sci Technol. 2002. 34: 498-504.
- Park YD, Kim JW, Min BG, Seo JW, Jeong JM. Rapid purification and biochemical characteristics of *Lumbrokinase III* from earthworm for use as a fibrinolytic agent. Biotechnol Lett. 1998. 20: 169-172.
- Park YM. Postharvest quality changes of fall-season Lance Asia Bell Roots as influenced by storage temperature and packing methods. J Kor Soc Hort Sci. 2000. 41: 369-373.
- Park YM, Lee JH. Postharvest quality changes of spring-season Lance Asia Bell Roots as influenced by storage method. J Kor Soc Hort Sci. 2000. 41: 435-439.
- Park YM, Lee JH. Effects of pre-packaging dip treatments and shelf temperature on the market quality of peeled Lance Asia Bell Roots. J Kor Soc Hort Sci. 2000. 41: 440-444.