

## 저장방법과 기간이 도라지 뿌리의 경도와 사포닌함량 미치는 영향

이병진\*\*\* · 신용욱\* · 이신우\* · 전현식\* · 조영손\*\*\*†

\*경남과학기술대학교 농학·한약자원학부, \*\*경남과학기술대학교 종자실용화재단

### Effects of Storage Methods and Periods on Root Hardness and Content of Saponin in *Platycodon grandiflorum* Radix

Byung-Jin Lee\*\*\*, Young-Yook Shin\*, Shin-Woo Lee\*, Hyun-Sik Chun\*, and Young-Son Cho\*\*\*†

\*Department of Agronomy & Medicinal Plant Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology

\*\*Research Center for Seed Utilization of Gyeongnam National University of Science and Technology

**ABSTRACT** The research was conducted to provide basic information for store temperature which were low and room temperature and packing methods which were vacuum, packing and nitrogen of 3 year-old *Platycodon grandiflorum*. We investigated hardness and content of saponins, 1) platycodin D3, 2) polygalacin D and 3) deapioplatycodin D, in *Platycodon grandiflorum* and hardness of *Platycodon grandiflorum*, which were reduced by increasing storage period and decreased with increasing storing temperature, respectively. The packed storing method was better than others storing methods in low temperature. The high root hardness was significantly related with storing temperature and methods. The content of saponins in *Platycodon grandiflorum*, i.e., platycodin D3 and polygalacin D were reduced during storing period, however, the content of deapioplatycodin D was increased during storing period.

**Keywords** : hardness, *Platycodon grandiflorum*, saponin, store methods

**도라지**(*Platycodon grandiflorum* A. DC)는 한국, 일본 및 중국의 산간지방에 널리 자생하는 식물로(Lim, 1971) 그 사용 용도에 따라 화훼용으로 주로 이용되는 꽃도라지는 용담과 작물이고, 약용 및 나물용으로 이용되는 도라지는 초롱꽃과로 구별할 수 있다. 그 중 나물용으로 사용되는 도라지는 주로 1-2 년근을 사용(Sung & Shu, 1998)하며, 약용도라지는 3 년근 이상 도라지를 이용(Kim *et al.*, 2007)하고 있다. 도라지의 뿌리는 길경(*Platycodi radix*)이라고 불리며

감기, 기침, 냉병, 복통, 부스럼, 설사, 산후병, 부인병, 불면증 및 염증 등에 효과가 좋아 예로부터 민간처방 약재로 사용되었을 뿐만 아니라 건강식품으로도 섭취되고 있다. 특히 도라지의 뿌리 부분에는 다량의 사포닌이 함유되어 있는데, 이러한 사포닌에는 platycodin A, C, D와 polygalacin D, spinasterol, spinasterol glucoside, inulin 등의 성분이 알려져 있다(Konishi *et al.*, 1976; Tada *et al.*, 1975). Triterpenoid 사포닌계 사포닌 platycodin D는 동물실험에서 이 물질은 진해 거담작용, 중추신경억제작용(Sung and Seo, 1998), 혈당강화작용 및 콜레스테롤 대사개선작용(Zhao *et al.*, 2006), 항암활성 효과(Choi *et al.*, 2001) 항염증 효과(Ahn *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2004), 항비만 효과(Lee *et al.*, 2010) 등이 있는 것으로 밝혀졌다.

이런 도라지의 많은 약리성에도 불구하고 채취 작업의 효율성과 약리성이 가장 뛰어난 가을이나 이른 봄에 채취하여 이것을 저장하여 필요시기에 활용하는 기술에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 도라지와 성상이 비슷한 수삼의 경우 환경을 이용한 저장기술(Kim, 1997; Lee & Kim, 1979)과 더덕의 경우 저온 2°C에 일반 시중에 판매되고 있는 지퍼팩에 바늘구멍을 만들어 저장하는 것이 가장 좋은 것(Park, 2000)으로 알려져 있으나, 상품성 및 시장성을 갖춘 도라지는 저장성과 상관관계가 깊어 양질의 도라지로 저장, 유지되도록 하는 과정은 매우 중요하다. 그러나 도라지의 저장 방법이나 적정온도에 대한 체계적인 연구가 부족하여 생산자나 소비자가 저장에 관한 많은 어려움이 있어, 이에 대한 표준화가 요구되고 있는 실정이다.

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-3221 (E-mail) choyoungson@daum.net

<Received 22 October, 2013; Revised 14 January, 2014; Accepted 13 March, 2014>

이에 본 시험은 이식을 위해 봄에 채취한 3년생 도라지 뿌리를 지퍼팩을 이용 진공, 밀폐, 질소가스포장 후 저온과 상온에 100일 동안 저장하면서 저장 50일과 100일에 경도와 사포닌 함량을 조사하여 도라지의 관리 및 품질유지를 위한 기초 자료로 활용코자 진행되었다.

### 재료 및 방법

#### 실험재료 및 처리내용

경남과학기술대학교 종합농장에서 재배한 3년근 도라지를 2013년 3월에 수확하여 선별 분류하여 사용하였다. 도라지 저장을 위해 수확 후 5일간 비닐 봉투에 넣어 예냉을 하고 물로 세척하여 도라지 뿌리 표면의 물기가 완전히 마르도록 실내에서 건조시켰다. 저장 온도는 실내 상온보관과 4°C 저온으로 설정하였으며, 저장용기는 지퍼팩을 이용, 질소가스 충전, 진공, 밀봉으로 저장 기간은 50일, 100일간 하여 도라지의 뿌리의 경도와 사포닌 함량을 조사하였다.

실험에 사용된 도라지의 크기는 Table 1과 같다.

#### 경도

도라지 뿌리의 경도는 물성분석기(Texture analyzer, Model TA-XT2, England)를 이용하여 측정하였다. 측정은 test speed 2 mm/sec, prove diameter 2 mm cylinder probe를 사용하여, 도라지 경흔에서 2 cm 아래 위치에서 5 mm 깊이까지의 경도를 측정하였다.

#### 사포닌함량

사포닌 추출방법은 Park *et al.*(2000)이 제안한 방법으로 도라지 1 g을 70% 에탄올 50 ml에 혼합하여 45°C 향온수

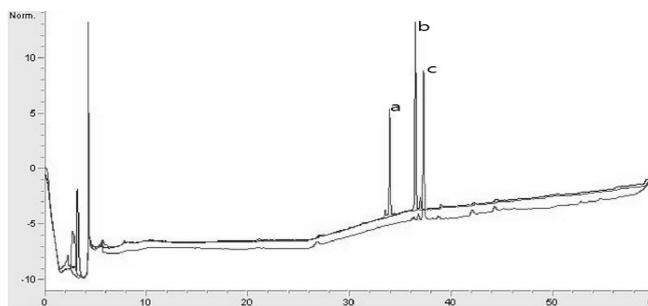
**Table 1.** Root length, diameter and fresh weight of *platycodon grandiflorum* radix before experiment.

Root length	Diameter	Fresh weight	Hardness
... cm ...	... mm ...	..... g .....	.....
18.3±1.56	17.2±2.73	14.3±0.61	1,823±83.5

**Table 2.** Calibration curves for the three saponins of *platycodon grandiflorum* radix.

Saponin	Standard curves	r <sup>2</sup>	RT <sup>†</sup>
Platycodin D3	y=1.26750-2.81952	0.99991	33.836
Deapioplatycodin D	y=2.45260-4.66187	0.99995	36.513
Polygalacin D	y=2.13819-1.30968	0.99986	37.659

<sup>†</sup>RT: Retention time (min)



**Fig. 1.** Gradient HPLC chromatograms of *platycodon grandiflorum* radix saponine standards.

조에서 2시간 진탕 4,000 rpm에서 15분 원심분리 하여 상등액 추출을 2회 반복하고 이것을 감압 농축하여 HPLC-grade 증류수 10 ml에 녹였다. 사포닌 표준시료는 천연물 물질은행으로부터 분양받은 deapioplatycodin D, platycodin D3, polygalacin D를 각각 1 mg 씩 취하여 증류수 10 ml에 녹여 HPLC용 표준 사포닌 용액을 조제하였다.

천연물질은행으로부터 분양받은 platycodin D3, deapioplatycodin D, polygalacin D, 의 표준품을 각각 100, 50, 25 µg/ml로 조절하여 표준액을 만들었다. 각 사포닌 표준액은 10 µl를 취하여 HPLC로 검량하고 피크면적을 산출 농도변화에 따른 Calibration curve를 작성하였다(Table 2). Platycodin D3, deapioplatycodin D, polygalacin D 는 각각 사포닌 농도 25~100 µg/ml에서 상관계수(r<sup>2</sup>)가 0.999 이상으로 양호한 직선상을 나타내었으며, 각 사포닌이 검출되는 시간대는 a, platycodin D3, b, deapioplatycodin D, c, polygalacin D, 순서로 33.83, 36.51 그리고 37.65로 나타났다(Fig. 1).

#### HPLC 분석방법

실험에 사용된 HPLC는 Agilent 1260 Series HPLC system(Agilent Techologies, USA)를 이용하여 측정하였다. HPLC 분석은 C<sub>18</sub>(4.6 × 250 mm, 5 µm, Shiseido, Japan) Column을 사용하였다. 이동상은 Water, Acetonitrile를 사용하였으며, Acetonitrile 비율을 0 min(18%) - 22 min(18%) - 32 min(30%) - 60 min(50%)로 순차적으로 조절하였다. Column 온도는 35°C로 유지 하였고, injection volume 은 10 µl, 유속은 1 ml/min로 하였다. 검출파장은 203 nm에서 측정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 도라지경도

저장온도와 포장 방법을 달리하여 100일 동안 저장하면

서 저장 50일과 100일에 각각 도라지의 뿌리 경도를 조사하여 Table 3으로 나타내었다. 저장 50일차에서 보관온도와 방법에 따른 경도의 차이는 없었지만 서로 상호작용은 고도의 유의성( $P \leq 0.01$ )이 인정되었다. 저장 50일차에서 보관온도에서 저온 저장은 1,596 g 상온저장은 1,287 g 으로 유의

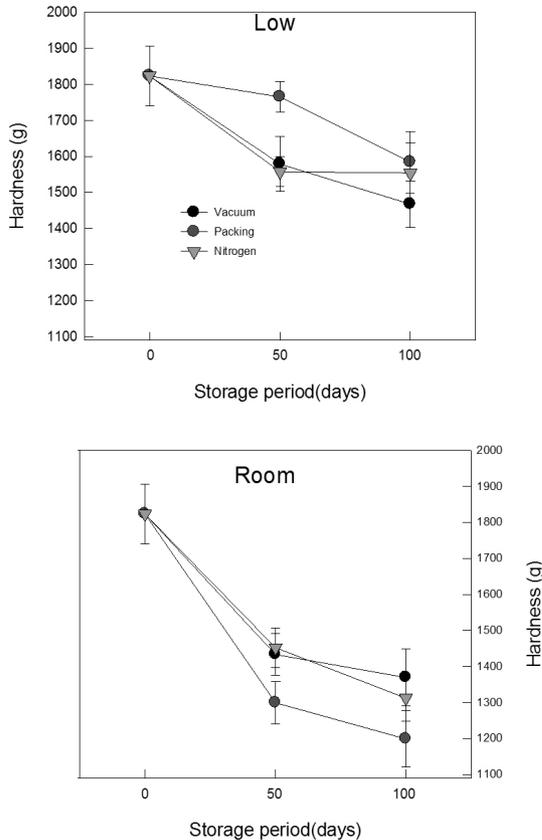
성이 인정되었으며 저장방법에 따른 경도의 차이는 없었지만 서로 상호작용은 고도의 유의성( $P \leq 0.01$ )이 인정되었다. 따라서 도라지 뿌리를 장기간 저장하고자 할 때는 저장방법 보다는 온도가 중요한 요인 것으로 사료된다.

**Table 3.** Root hardness of *platycodon grandifloru* radix for storage period by storage temperature and methods.

Parameter		50 days	100 days
		..... g .....	
Temperature (A)	Low	1,634	1,596
	Room	1,395	1,287
	Lsd. <sub>.05</sub>	ns	59
Methods (B)	Vacum	1,056	1,467
	Packing	1,532	1,436
	Nitrogen	1,505	1,420
Lsd. <sub>.05</sub>		ns	ns
A×B		**	**

†BS: before of storage

ns, \*, \*\* non-significant or significant at  $P \leq 0.05$  or  $P \leq 0.01$ , respectively.



**Fig. 2.** Root hardness of *platycodon grandifloru* radix for storage period by storage temperature and methods.

온도별 저장 방법에 따른 저장 기간별 경도변화를 Fig. 2로 나타내었다. 저온에서 저장방법별 저장에서 50일차 경도는 밀봉(packing)저장에서 1,765 g으로 가장 높았으며, 저장 100일에는 저장방법별 유의성의 차이가 없었다. 저장 50일에서 100일까지의 경도변화에서 질소충진 저장이 가장 적게 나타났다. 상온저장에서는 밀봉(packing)저장 1,299 g으로 저온저장과 상반되는 결과가 나타났다. 상온저장 100일차에는 진공(vacuum)저장의 경도가 1,369 g으로 가장 높았으며, 밀봉이 1,199 g으로 가장 낮게 나타났다. 저장온도가 높을수록 저장기간이 길어질수록 도라지의 경도가 낮게 나타났는데 이는 본 연구에서는 생체량 변화에 대한 조사가 이루어지지 않았지만 더덕에서 온도가 올라갈수록, 저장기간이 길어질수록 생체량감소가 크다(Park, 2003)고 한 연구결과로 미루어 저장기간 중에 호흡과 수분손실로 생체량감소가 원인인 것으로 사료된다. 따라서 도라지를 생체로 보관하고자 한다면 상온보다 저온에 보관하는 것이 좋으며 보관을 위한 포장방법에서는 밀봉하여 저장하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 추후 포장지 재질과 두께에 대한 연구가 앞으로 더 이루어져야 할 것으로 사료된다.

**사포닌 함량**

저장기간과 방법에 따른 platycodin D3, deapioplatycodin D, polygalacin D 함량의 변화를 Table 4로 나타내었다. 저장기간별 저온저장에서 platycodin D3, polygalacin D, 그리고 deapioplatycodin D, 각각 17, 47 그리고 36%로 상온저장에서는 platycodin D3, polygalacin D, 그리고 deapioplatycodin D, 각각 18, 42 그리고 40%로 polygalacin D의 함량이 가장 높게 나타났다. 저장온도가 달라짐에 따라 사포닌의 조성 비율도 조금씩 다르게 나타났는데 도라지 저장 중 다당류의 분해(Kim *et al.*, 2002)에 의한 것으로 사료된다. 저온저장에서 저장기간에 따른 도라지 사포닌은 50일에 platycodin D3의 함량은 변화가 없었지만 저장 100일차에는 줄어드는 경향을 보였고, polygalacin D는 일시적으로 증가하였다가 저장 100일차에는 감소하는 경향을 보였다. 도라지 사포닌 deapioplatycodin D는 상온과 저온에서 모두 저장기간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다.

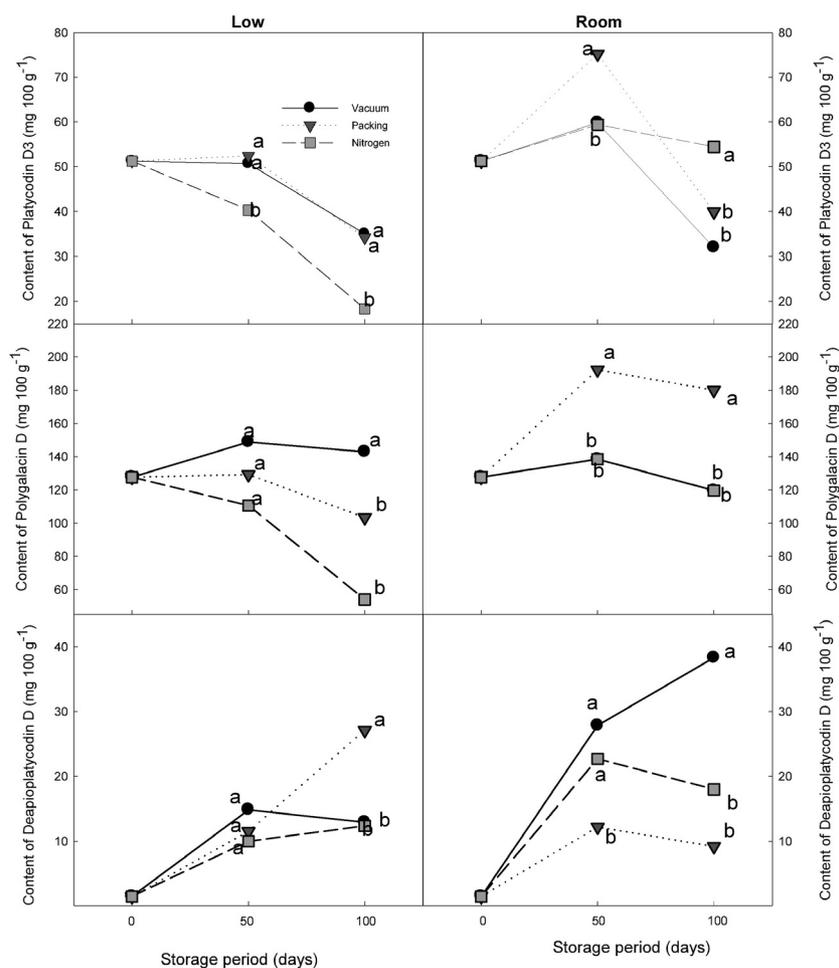
저장기간별 저장온도와 방법에 따른 platycodin D3, deapioplatycodin D, polygalacin D 함량을 Fig. 3과 같다. 저온에서 사포닌 platycodin D3와 polygalacin D 질소저장

**Table 4.** Saponin contents of *playcodon grandifloru* radix for storage period by storage temperature and methods.

Parameter		Contents of saponin (mg/100 g)					
		Platycodin D <sub>3</sub>		Polygalacin D		Deapioplatycodin D	
		50	100	50	100	50	100
BS†		51.3±5.31		127.7±7.62		1.5±0.24	
Temperature (A)	Low	47.8	29.2	129.5	100.1	12.1	17.5
	Room	64.8	42.1	152.9	146.5	20.9	21.8
Lsd. <sub>.05</sub>		ns	2.16	12.50	10.08	ns	1.50
Methods (B)	Vacuum	55.3	33.5	138.4	141.5	21.4	25.6
	Packing	63.8	37.1	160.7	141.6	11.9	18.1
	Nitrogen	49.8	36.4	124.5	86.8	16.3	15.2
Lsd. <sub>.05</sub>		ns	ns	15.88	14.55	ns	ns
A×B		ns	*	*	**	*	*

†BS: Beginning Storage

ns, \*, \*\* non-significant or significant at P ≤ 0.05 or P ≤ 0.01, respectively.



**Fig. 3.** Changes in Contents of saponin of *playcodon grandifloru* radix for storage period by storage temperature and methods.

방법을 제외하고 50일에서 증가하고 100일은 감소하는 경향을 보였으며 deapioplatycodin D는 저장기간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다. 특히 저온저장 밀폐에서 많이 증가하는 것으로 나타났다. 상온저장도 저온저장과 유사한 결과를 나타내었는데 저장 50일에 platycodin D3와 polygalacin D의 함량 증가가 저온보다 16~25% 많았으며, 100일 이후에는 감소하는 경향을 보였다. 본 연구에서는 도라지를 저장 50일과 100일에 사포닌함량을 조사한 결과(Fig. 3.) 50일 이후에 사포닌 platycodin D3와 polygalacin D의 함량이 감소하는 것으로 나타나 50일과 100일 사이에 세분화된 조사가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 적 요

도라지를 수확 후 진공포장, 밀폐포장, 질소가스포장 후 저온과 상온에 100일 동안 저장하면서 저장 50일과 100일에 도라지 정도와 사포닌 함량을 조사한 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 저장온도에 따른 도라지의 정도는 저온저장이 상온저장보다 높게 나타났으며, 저장기간이 길어질수록 도라지의 정도는 낮아졌다.
2. 저장방법에 따른 도라지의 정도는 저장 50일차 지퍼팩을 이용한 밀봉에서 1,765 g으로 가장 높게 나타났으며, 저장온도와 저장방법과의 상호작용에서는 고도의 유의성( $P \leq 0.01$ )이 인정되었다.
3. 저장온도에 따른 platycodin D3, polygalacin D, 그리고 deapioplatycodin D의 함량조성이 다르게 나타났다.
4. 저장기간에 따른 platycodin D3와 polygalacin D의 함량은 저장 50일 이후 감소하는 경향을 보였지만, deapioplatycodin D는 저장기간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청지원 경남도라지산학협력단 연구비 지원(과제번호 pj 008801)과 경남과학기술대학교 '13년도기성회연구비지원에 의해 수행된 결과로 이에 감사를 드립니다.

## 인용문헌(REFERENCES)

Ahn, K. S., E. J. Noh, H. L. Zhao, S. H. Jung, S. S. Kang,

- and Y. S. Kim. 2005. Inhibition of inducible nitric oxide synthase and cyclooxygenase II by Platycodon grandiflorum saponins via suppression of nuclear factor-kB activation in RAW 264.7 cells. *Life Sci.* 76 : 2315-2328.
- Choi, C. Y., J. Y. Kim, Y. S. Kim, Y. C. Chung, J. K. Seo, and H. G. Jeong. 2001. Aqueous extract isolated from platycodon grandiflorum elicits the release of nitric oxide and tumor necrosis factor- $\alpha$  from murine macrophages. *Int Immunopharmacol.* 1 : 1141-1151.
- Kim, J. H., N. S. Koo, E. H. Kim, and Sohn, H. J. 2002. Changes in sensory characteristics and chemical constituents of raw ginseng roots individually packaged in a soft film during storage. *J. Ginseng Res.* 26(3): 145-150.
- Konishi, T., A. Tada, J. Shoji, and O. Tanaka. 1976. The structures of platycodin A and C, monoacetylated saponins of the roots of *Platycodon grandiflorum*. *Chem Pharm Bull (ToKyo).* 26 : 668-670.
- Lee, H., R. Kang, Y. S. Kim, S. I. Chung, and Y. Yoon. 2010. Platycodin D inhibits adipogenesis of 3T3 L1 cells by modulating kruppel like factor 2 and peroxisome proliferator activated receptor gamma. *Phytother Res.* 24 : 161-167.
- Lim K. H. 1971. *A Medicinal Phytology (The details)*. Dong Myoung Sa, Seoul. p 281.
- Park, I. S., E. M. Kang, and N. S. Kim. 2000. High-performance liquid chromatographic analysis of saponin compounds in *Bupleurum falcatum*. *J. chromatographic Sci.* 38 : 229-233.
- Park, Y. M. 2000. Postharvest quality changes of fall-season lance asia Bell Roots as influenced by storage temperature and packing methods. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41(4) : 369-373.
- Tada, A., Y. Kanejwa, J. Shoji, and S. Shibata. 1975. Studies on the saponins of the root of *Platycodon grandiflorum* A, De Can dolle. I. Isolation and the structure of platycodin D. *Chem Pharm Bull (Tokyo).* 23 : 2965-2972.
- Wang, C., G. B. Schuller Levis, E. B. Lee, W. R. Levis, D. W. Lee, B. S. Kim, S. Y. Park, and E. Park. 2004. Platycodin D and D3 isolated from the root of *Platycodon grandiflorum* modulate the production of nitric oxide and secretion of TNF- $\alpha$  in activated RAW 264.7 cells. *Int Immunopharmacol.* 4 : 1039-1049.
- Zhao, H. L., K. H. Cho, Y. W. Ha, T. S. Jeong, W. S. Lee, and Y. S. Kim. 2006. Cholesterol-lowering effect of platycodin D in hypercholesterolemic ICR mice. *Eur J Pharmacol.* 537 : 166-173.
- 성낙주, 서중권 1998. 장생도라지의 약리 작용 *Proceeding Inst. Agr. Res. Util.* Symposium for 50th Anniversary GSNU. 35-47.