

안동지역 약용작물의 표고별 지표성분 분석

안희정*† · 정구민**

*경북안동농업기술약용작물개발센터, **안동대학교 식품생명공학

Analysis of Index Components in Medicinal Crops of Andong Area Cultivated at Different Altitude

Hui Jeong An*† and Koo Min Chung**

*Department of Medicinal Crops, Andong Agrotechnology Center, Pungsan 997-1, Korea.

**Department of Food Science and Biotechnology, Andong University, Andong 760-749, Korea.

ABSTRACT : The contents of index components in 5 medicinal crops cultivated at different heights in Andong area. The contents of allantoin in *Dioscorea batatas* Decne and catalpol in *Rehmannia glutinosa* Liboschitz were not different by cultivation heights (100 ~ 200 m). But the contents of index components in *Astragalus membranaceus* and *Angelica acutiloba* Kitagawa were higher in samples cultivated at elevated heights. At 700 m of heights, the contents of formononetin and astragaloside I in *Astragalus membranaceus* were 1.20 and 201.2 µg/g, respectively. The contents of decursin and nodakenin in *Angelica acutiloba* Kitagawa were 68.3 and 4.20 mg/g, respectively. Thus *Astragalus membranaceus* and *Angelica acutiloba* Kitagawa are recommended to be cultivated in higher altitude.

Key Words : Medicinal Crops, Height, Liquid Chromatography-Mass Spectrometry

서 언

산약 (*Dioscorea batatas* Decne), 황기 (*Astragalus membranaceus*), 지황 (*Rehmannia glutinosa* Liboschitz), 일당귀 (*Angelica acutiloba* Kitagawa)와 한약재로 가장 많이 사용되는 감초 (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch)는 안동지역의 기후와 토양에 적합한 약용작물이다. 안동은 남부내륙형 기후로 한서의 차가 심하고 강수량이 적으며 (Korea Meteorological Administration, 2012), 안동댐과 임하댐 건설 후 연교차가 심하고 안개 끼는 날이 많다. 또한 토양특성은 대부분 미사질양토와 사질양토로 되어 있다 (Kim, 2010). Cho (2011)는 안동지역을 주요산약 재배지인 제 2권역으로 구분하였는데, 산약은 준평지 지역에서 잘 자라는 약용작물로 경북북부 지역의 어느 곳에서나 재배가 가능한 주요 생산물이다. 산약은 다년생 초본 덩굴식물로 4월에 파종하여 11월에 수확하는 작물로 뿌리줄기를 말하며, 혈액응고에 의한 관

상동맥치료 (Au *et al.*, 2004), 면역증가 (Choi *et al.*, 2003), 항산화효과 (Farombi *et al.*, 1999; Choi and Hwang, 2002) 등 다양한 효능을 가지고 있다. 황기는 주로 강원도 정선과 태백, 경상북도 영주, 충청북도 제천 등에서 재배되고 있다 (Kim and Kim, 1997; Min and Lee, 2008; Yin *et al.*, 2009). 강장제, 이뇨제, 지한제 등의 민간약으로 사용되며, 한방에서는 보증익기탕, 황기건증탕, 십전대보탕, 팔보회춘탕, 청서익기탕 등 수많은 처방에 황기가 포함된다 (Kim *et al.*, 1996). 지황은 한방에서 포제방법에 따라 성미와 효능이 다르기 때문에 구별해서 이용하며, 생지황은 청열생진, 양혈지혈의 효능이 있고 건지황은 청열양혈, 자음생진, 숙지황은 자음보혈, 익정진수의 효능이 있다 (Takagi *et al.*, 1982; Tang and Eisenbrand, 1992; Zhang *et al.*, 2008). 생지황의 지표성분으로 알려진 catalpol은 Jiang 등 (2008)의 연구에서 치매 치료에 효과가 있다고 하였다. 당귀는 한방에서 빈혈치료와 혈액순환 장애로 인한 어혈증과 혈전증, 반신불수 등에 처방되

†Corresponding author: (Phone) +82-10-6647-7411 (E-mail) hui2018@naver.com

Received 2014 January 2 / 1st Revised 2014 January 13 / 2nd Revised 2014 January 22 / 3rd Revised 2014 February 7 / Accepted 2014 February 8
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

는 중요한 생약재로 사용되고 있다 (Kano, 1981; Yamada, 1992). 대한약전에 의하면 감초의 지표성분은 liquiritin, liquiritigenin, glycyrrhizin이나, 감초를 열처리 하면 liquiritin, glycyrrhizin의 함량은 감소한다고 하였다 (Choi *et al.*, 2005; Lim *et al.*, 2010). Liquiritigenin은 항산화작용 (Zou *et al.*, 1996), 항치매 (Hatano *et al.*, 1991; Pan *et al.*, 2000), 항균 (Hwang *et al.*, 1998), 항혈관신생 (Kobayashi *et al.*, 1995), 항피부암 (Konoshima *et al.*, 1989), 카드뮴 유발독성제거 (Kim *et al.*, 2004) 등의 활성을 가진 화합물이며, 감초의 약효 성분인 glycyrrhizin은 항바이러스 (Pompei *et al.*, 1979), 항간염 (Kiso *et al.*, 1984), 항암 (Mirsalis *et al.*, 1993) 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

한약의 기능성은 원료에 함유된 성분에 의해 나타나는 것으로 지표성분에 대한 정성 및 정량분석을 통해 확인할 수 있는 것이다 (Kim and Ryu, 2002). 한약의 지표성분의 함량은 식물 종, 수확 및 채취시기, 재배환경, 수처 등에 의해 변할 수 있고 (Kim and Ryu, 2002), 한약별로 국산 및 중국산에 따라 같은 종간에도 함량의 분포가 넓게 나타나는 것으로 나타났다 (Lee, 2006).

따라서 본 연구는 LC-MS/MS를 이용하여 안동시에서 집중 육성하고 있는 산약, 황기, 지황, 일당귀의 재배고지에 따른 지표물질을 조사하였고, 표고별 작물의 함량차이를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 약용작물의 실험재료

본 연구에 사용된 산약 (*Dioscorea batatas* Decne), 황기 (*Astragalus membranaceus*), 지황 (*Rehmannia glutinosa* Liboschitz), 일당귀 (*Angelica acutiloba* Kitagawa), 감초 (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch)는 안동시 약용작물센터에서 공동으로 분양하였으며, 경북 안동 일원에서 2012년 4월에 재배된 약용작물이다. 산약은 표고 100, 150, 200 m에서 재배되었고, 황기는 표고 150, 250, 700 m, 지황은 표고 100, 150, 200 m, 일당귀는 표고 100, 300, 700 m, 감초는 표고 200 m에서 재배되었다. 산약은 단마 (마 1호) 영여자를 심어 11월에 수확하였고, 황기는 아성 (수원 5호) 품종으로 2~3 년생 포기에서 채종하여 4월에 파종하여 11월에 1년생을 수확하였다. 지황의 품종은 고려지황으로 전년도 채종한 종자를 비가림 하우스에서 60일 육묘한 후, 파종하여 11월에 수확하였다. 일당귀는 진일 (수원 7호) 품종으로 1년간 육묘 후 정식하여 11월에 수확하였으며, 감초는 만주감초 (몽고감초)로 1년생 싹묘를 정식하여 11월에 수확하였다. 지황 표고 200 m 고지의 토질은 모래참흙이었으며, 다른 작물의 표고별 토질은 대부분 사질양토 (사양토)이었다. 시비량 및 재배법은 농촌진흥청의

표준재배법 (RDA, 2010)에 준하였다. 산약의 생산량은 1033 Kg/10a (100 m), 969 Kg/10a (150 m), 970 Kg/10a (200 m)이었고, 황기 생산량은 280 Kg/10a (150 m), 287 Kg/10a (250 m), 293 Kg/10a (700 m), 지황 생산량은 752 Kg/10a (100 m), 682 Kg/10a (150 m), 756 Kg/10a (200 m), 당귀 생산량은 330 Kg/10a (100 m), 330 Kg/10a (300 m), 352 Kg/10a (700 m)이었다. 각 시료는 취락시료채취 (Cluster Sampling) 방법으로 300평 단위에서 모집단을 6개의 취락으로 나누고 그 속에서 몇 개를 랜덤 (Random)으로 선정하는 방법을 사용하였고, 3회 반복 채취하였다. 실험용 시료는 뿌리와 줄기를 물로 세척한 후 0.5 mm로 세절하고 60°C에서 건조 (OF-22GW, Jeio Tech Co., Daejeon, Korea)하고 마쇄 (FM909T, Hanil, Wonju, Korea)하여 100 mesh체로 분말화한 다음 실험에 사용하였고, 생지황은 생시료로 실험에 사용하였다. 수분함량은 자동수분 측정기 (MB45, Ohaus, Switzerland)로 105°C에서 측정하였다.

2. 약용작물의 지표물질 표준품

시험재료인 산약 등 5종의 지표물질 표준품은 ChromaDex™사 (Irvine, CA, USA) 제품을 사용하였고, 순도는 catapol 99.7%, decursin 59.4%, nodakenin 90.0%, allantoin 98.0%, liquiritigenin 91.6%, glycyrrhizic acid 75.1%, formononetin 90.8%, astragaloside I 98.6%이었다. 표준품의 농도는 0.1-100 µg/mL가 되도록 조제하여 표준용액으로 하였고, 기기에서 측정할 수 있는 피크의 측정한계를 파악할 수 있는 신호대 잡음비 (S/N)는 3을 검출한계 (Limit of Detection), 10을 정량한계 (Limit of Quantification)로 하였을 때의 농도로 구하였다. 모든 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차를 구하였다.

3. 약용작물의 LC-MS/MS 분석조건

물질 추출에 사용한 acetonitrile과 methanol은 HPLC급 고순도 용매로 Merck KGaA (Darmstadt, Germany)에서 구입하여 사용하였다. 시료분석을 위한 LC-MS/MS는 RSLC (Ultimate 3000 Rapid Separation LC, Dionex, Thermo Fisher Scientific, Sunnyvale, CA, USA)와 질량분석기 (API-3200, AB SCIEX, Frammgham, MA, USA)로 구성된 것을 사용하였다. LC-MS/MS의 분석조건은 Tables 1-3과 같다.

1) Allantoin 함량분석

산약 시료는 5 g을 취하여 Hwang (2003)의 연구방법에 준하여 MeOH 500 mL를 넣고 혼합한 후, 80°C에서 24시간 동안 초음파 (Powersonic 410, Hwasin, Korea) 추출하였다. 추출액을 filter paper No.4 로 여과한 후 여과액을 40°C에서 감압농축 (BUCHI V-805, Buchi, Germany)하고 농축액을

Table 1. Experimented conditions of LC and LC-MS/MS.

LC condition			
HPLC	Ultimate 3000 Rapid Separation LC		
Column	YMC-Triart C18/S-3 $\mu\text{m}/12\text{ nm}$ (100 \times 2.0 mm I.D.)		
Column oven	25°C		
Flow Rate	0.2 mL/min or 0.4 mL/min		
Injection	5 μL		
Mobile phase	A: water, B: acetonitrile Gradient: B(40 ~ 80%), refer to Table 2		
MS/MS condition			
MS/MS	API 3200	Curtain gas (psi)	20
Ion source	ESI	Collision gas (psi)	5
Detection mode	Positive negative	Ion spray voltage (V)	5500* -3500
Source temperature (°C)	400	Declustering potential (V)	refer to Table 2
Dwell time (ms)	200	Entrance potential (V)	
Ion source gas (GS1) (psi)	50	Collision energy (V)	
Ion source gas (GS2) (psi)	50	Collision cell exit potential (V)	

*Positive ion is 1500 to 5500V, Negative ion is -1500 to -3500V.

250 mL 증류수에 용해시킨 다음, *n*-hexane, dichloromethane, ethyl acetate 등으로 단계적으로 3회씩 용매 분획하였다. Ethyl acetate에서 분리된 수층을 감압농축하고 MeOH에 용해하여 지표물질인 allantoin 함량을 질량분석기 API-3200으로 측정하였다.

2) Catalpol 함량분석

생지황 시료는 10 g을 취하여 Zhu 등 (2003)의 연구방법에 따라 30% MeOH 500 mL를 넣고 혼합한 후 2시간 동안 초음파 추출하였다. 추출액을 filter paper No. 2로 여과한 후 14000 rpm에서 10분간 원심분리한 상정액을 syringe filter (0.45 μm)로 여과하여 실험에 사용하였다. 생지황의 표준물질인 catalpol 함량을 질량분석기 API-3200으로 측정하였다.

3) Formononetin, Astragaloside I 함량분석

황기 시료는 3 g을 취하여 Hong (2010)의 방법에 준하여 70% EtOH 30 mL를 넣고 1시간 동안 초음파 추출하고, 24시간 상온에서 추출하였다. 추출액을 filter paper No. 4로 여과한 후 여과액을 40°C에서 진공농축하고 농축액을 250 mL 증류수에 용해시킨 다음, *n*-hexane, ethyl acetate, butanol 등으로 단계적으로 3회씩 용매 분획하였다. Ethyl acetate 분획층을 감

Table 2. Optimized parameters of LC-MS/MS.

Compound	Flow rate (mL/min)	Gradient B (%)	DP*	EP*	CE*	CXP*
Allantoin	0.2	80	-30	-7.0	-16	-2
Catalpol	0.2	70	-4	-2.0	-10	-2
Formononetin	0.4	80	76	4.0	45	20
Astragaloside I	0.2	50	-95	-10.0	-130	0
Decursin	0.4	50	71	8.0	25	4
Nodakenin	0.4	60	-40	-5.5	-20	-2
Liquiritigenin	0.2	80	56	3.5	33	4
Glycyrrhizin	0.2	40	-105	-8.0	-52	-4

*DP; Declustering Potential, EP; Entrance Potential, CE; Collision Energy, CXP; Collision Cell Exit Potential.

Table 3. MS/MS parameters for detection of medicinal crops.

Compound	Ion fragment ^a	Parent ions (m/z)	Fragment ions (m/z)	Retention time (min)
Allantoin	[M-H ⁺]	156.848	96 ^b /113/58	1.13
Catalpol	[M-H ⁺]	360.925	198/169/96	0.12
Formononetin	[M+H ⁺]	269.000	196/115/88	0.76
Astragaloside I	[M-H ⁺]	867.092	59/825/807	3.43
Decursin	[M+H ⁺]	329.007	229/213/55	6.40
Nodakenin	[M-H ⁺]	406.889	226/59/210	0.67
Liquiritigenin	[M+H ⁺]	256.997	136/147/81	1.30
Glycyrrhizin	[M-H ⁺]	821.024	350/70/85	1.53

^aIon fragmentation monitored using electro-spray ionization mode and optimized by multiple reaction monitoring (MRM) by fluid infusion analysis.

^bBold number corresponds to the most intense and most stable fragmented ion and used for quantification of residual concentration.

압농축 하고 MeOH에 용해하여 분리한 물질의 지표물질인 formononetin 함량을 질량분석기 API-3200으로 측정하였다.

Astragaloside I 함량은 Hong (2010)의 방법에 의하여 시료 3 g에 100% MeOH 30 mL를 가하여 2시간 초음파추출하고 filter paper No. 4로 여과한 후 여과액을 syringe filter (0.45 μm)로 재여과하여 질량분석기 API-3200으로 측정하였다.

4) Decursin, Nodakenin 함량분석

당귀 시료는 5 g을 취하여 50% EtOH 500 mL를 넣고 혼합한 후 6시간 동안 초음파 추출하였다 (Lee *et al.*, 2000). 생약의 품질관리를 위한 표준품의 분리방법 (KFDA, 2009)에 준하여 이 추출액을 filter paper No. 4로 여과한 후 여과액을 농축하고 농축액을 250 mL 증류수에 용해시킨 다음, dichloromethane으로 3회 용매 분획하여 얻어진 분리층을 감압 농축하여 지표물질인 decursin 함량을 측정하였고, 수층을 *n*-butanol로 3회 용매 분획하고 감압 농축하여 nodakenin 함량을 질량분석기 API-3200으로 측정하였다. 각 물질은 MeOH에 용해하여 실험에 사용하였다.

5) Liquiritigenin, Glycyrrhizin 함량분석

감초 시료는 5g을 취하여 Lee 등 (2009)의 방법에 준하여 2M HCl 500 mL를 가하여 90°C에서 1시간 동안 환류 (MS-DM 604, Dongseo Science, Korea)하여 liquiritin, liquiritin apioside를 liquiritigenin으로 가수분해하였다. 이 가수분해액을 filter paper No. 4로 여과한 후, 여액에 dichloromethane

500 mL 가하여 40°C에서 1시간 환류추출하고 3회 반복 용매 분획하였다. 분리층을 감압농축하고 MeOH에 용해하여 분리한 물질의 지표물질인 liquiritigenin 함량을 질량분석기 API-3200으로 측정하였다.

Glycyrrhizin 함량은 천연물 의약품의 “기준 및 시험방법” (KFDA, 2008)에 따라 감초시료 1g에 70% EtOH 가하여 1

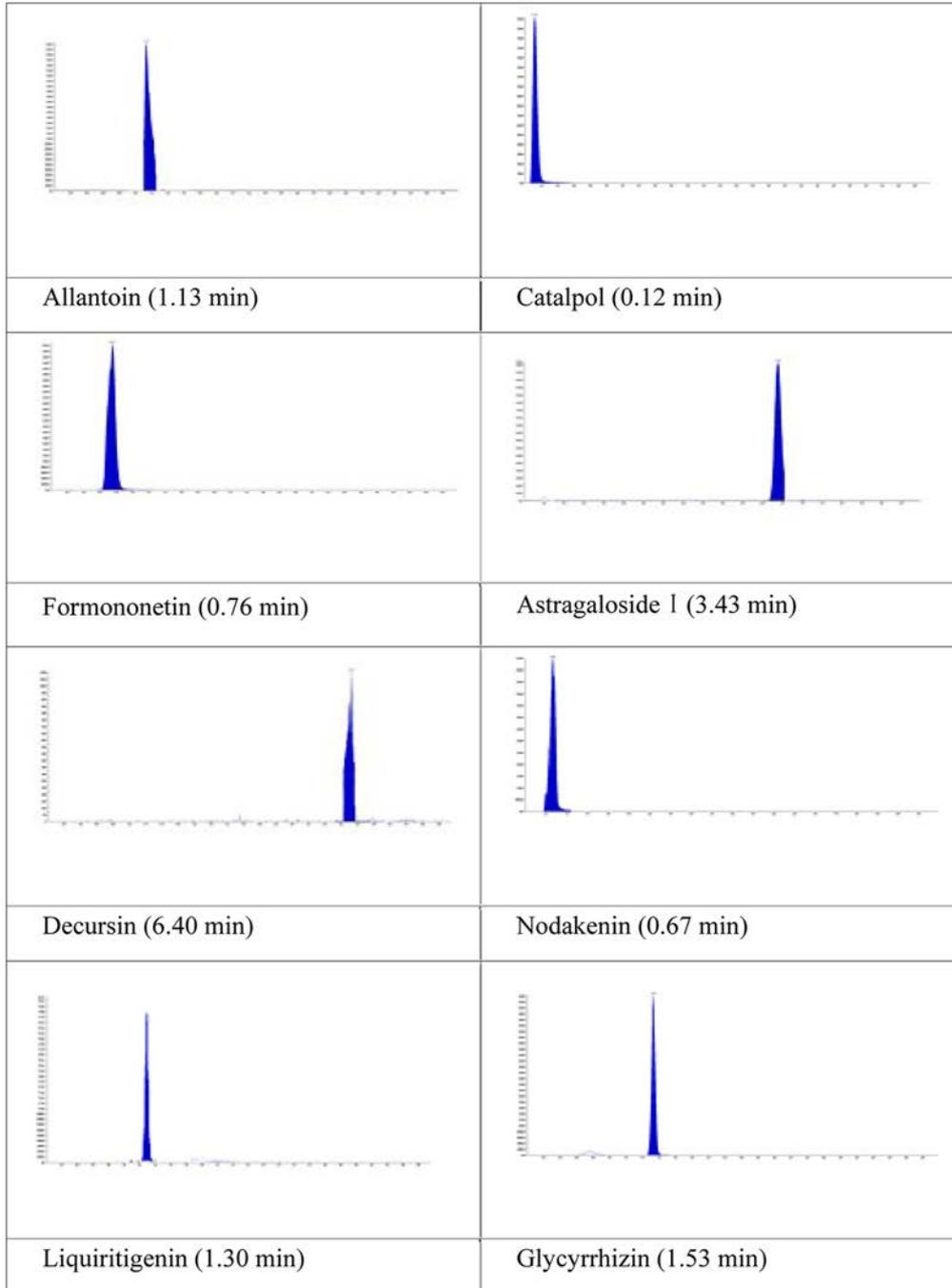


Fig. 1. LC-MS/MS Wchromatogram of medicinal crops. Xaxis is time (min) and Yaxis is intensity (cps).

Table 4. LOD and LOQ for component detection of medicinal crops.

Compound	LOD ($\mu\text{g/mL}$)	LOQ ($\mu\text{g/mL}$)	R ²
Allantoin	0.014	0.05	0.9988
Catalpol	0.042	0.14	0.9995
Formononetin	0.004	0.01	0.9950
Astragaloside I	0.025	0.08	0.9984
Decursin	0.012	0.04	0.9985
Nodakenin	0.001	0.003	0.9998
Liquiritigenin	0.013	0.04	0.9950
Glycyrrhizin	0.04	0.13	0.9965

시간 초음파 추출하고 filter paper No. 4로 여과한 후 여과액을 syringe filter (0.45 μm)로 재여과하여 질량분석기 API-3200으로 측정하였다.

4. 통계분석

통계분석은 Statistical Analysis System (ver. 9.1, SAS Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 one-way ANOVA 검정을 행하였으며, 평균간의 유의성 비교는 Duncan의 다중비교법 ($p < 0.05$)으로 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 직선성, 검출한계 및 정량한계

8종의 표준 지표물질에 대한 ion chromatograms을 Fig.1에 나타내었다. 본 실험의 검출한계 (LOD)는 0.001~0.042 $\mu\text{g/mL}$ 이고, 정량한계 (LOQ)는 0.003~0.14 $\mu\text{g/mL}$ 수준으로 나타났다. Allantoin의 각 농도 (0.0184, 0.9, 8.9, 19.1 μg), Catalpol의 각 농도 (0.9, 9.3, 18.3, 28.3 μg), Formononetin의 각 농도 (0.09, 0.413, 12.7, 22.9 μg), Astragaloside I의 각 농도 (1.0, 32.8, 58.6, 100 μg), Decursin의 각 농도 (0.1, 0.633, 10.9, 20.6, 30.0 μg), Nodakenin의 각 농도 (0.1, 1.0, 9.8, 19.7, 30.2 μg), Liquiritigenin의 각 농도 (0.076, 1.0, 10.9, 19.2 μg), Glycyrrhizin의 각 농도 (0.89, 11.1, 19.3, 30.1 μg)를 측정하여 표준검량선에서 1차 회귀식을 얻은 R²값은 0.9988, 0.9995, 0.9950, 0.9984, 0.9985, 0.9998, 0.9950, 0.9965로 양호한 직선성을 나타내었다 (Table 4).

2. 산약과 지황의 지표성분 함량

산약의 지표성분인 allantoin의 함량 (Table 5)은 표고 100 m에서 10.63 mg/g, 150 m에서 6.37 mg/g, 200 m에서 9.02 mg/g로 나타나 표고에 따른 성분함량에는 일정한 경향이 없었다. 생지황의 표고별 catalpol 함량 (Table 5)은 100 m에서 23.57 mg/g, 150 m에서 23.20 mg/g, 200 m에서 20.18 mg/g으로 표고에 따른 통계적 차이는 없는 것으로 판단된다.

Table 5. The comparison of index compounds contents on dried medicinal crop of different altitude.

Cultivation	Compound name	Height (m)	
<i>Dioscorea batatas</i> Decne	Allantoin (mg/g)	100	10.63 \pm 0.04 ¹⁾ a ²⁾
		150	6.37 \pm 0.06c
		200	9.02 \pm 0.01b
<i>Rehmannia glutinosa</i> Liboschitz	Catalpol (mg/g)	100	23.57 \pm 0.44a
		150	23.20 \pm 0.20
		200	20.18 \pm 0.24a
<i>Astragalus membranaceus</i>	Formononetin ($\mu\text{g/g}$)	150	0.80 \pm 0.01b
		250	1.00 \pm 0.01a
		700	1.20 \pm 0.01a
<i>Astragalus membranaceus</i>	Astragaloside I ($\mu\text{g/g}$)	150	179.1 \pm 0.41b
		250	197.0 \pm 0.41a
		700	201.2 \pm 0.48a
<i>Angelica acutiloba</i> Kitagawa	Decursin (mg/g)	100	12.5 \pm 0.18c
		300	50.6 \pm 0.14b
		700	68.3 \pm 0.12a
<i>Angelica acutiloba</i> Kitagawa	Nodakenin (mg/g)	100	3.60 \pm 0.01b
		300	3.90 \pm 0.02a
		700	4.20 \pm 0.01a
<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch	Liquiritigenin (mg/g)	200	16.4 \pm 0.01
	Glycyrrhizin (mg/g)	200	27.0 \pm 0.13

¹⁾Mean \pm standard deviation (n = 3).

²⁾Mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

3. 황기의 지표성분 함량

Table 5에서 황기의 isoflavonoids성분인 formononetin의 함량은 표고 150 m에서 0.80, 250 m에서 1.00, 700 m에서 1.20 $\mu\text{g/g}$ 으로 나타났고, 황기의 triterpenoids 성분인 astragaloside I의 함량은 150 m에서 179.1, 250 m에서 197.0, 700 m에서 201.2 $\mu\text{g/g}$ 으로 나타났었다. 황기의 formononetin과 astragaloside I의 함량은 표고가 높을수록 상대적으로 높아짐을 알 수 있었다. Im 등 (2010)의 HPLC에 의한 황기의 산지별 함량분석에서 formononetin의 함량은 제천 0.049%, 정선 0.048%, 영주 0.02%, 태백 0.021%, 중국산 0.05%으로 본 실험보다 formononetin의 함량이 상대적으로 높게 나타났다.

4. 일당귀의 지표성분 함량

표고별 일당귀의 decursin 함량 (Table 5)은 100 m에서 12.5 mg/g (1.25%), 300 m에서 50.6 mg/g (5.06%), 700 m에서 68.3 mg/g (6.83%)이고, nodakenin 함량은 100 m에서 3.60 mg/g (0.36%), 300 m에서 3.90 mg/g (0.39%), 700 m에서 4.20 mg/g (0.42%)으로 나타나 표고가 높을수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. Lim 등 (2010)의 HPLC에 의한 국

내 유통 당귀 생약재 2009년 생산품 (서울약령시장, 제천약초시장, 정선 등) 37점을 분석한 결과, decursin 함량은 4.07~8.98%, nodakenin 함량은 0.25~0.68%로 나타나, 본 실험의 표고 100 m의 decursin 함량이 상대적으로 적었고, 표고 300 m와 700 m의 decursin 함량과 표고 100 m, 300 m, 700 m의 nodakenin 함량은 중간정도로 나타났다.

5. 감초의 지표성분 함량

본 실험에서 200 m 고지의 감초는 liquiritigenin 함량이 16.4 mg/g (1.64%), glycyrrhizin 함량은 27.0 mg/g (2.70%)으로 나타나 품질평가 기준에 적합한 것으로 생각된다 (Table 5). HPLC 분석에서 Lee 등 (2009)은 가수분해후 liquiritigenin이 0.58~1.73%라고 하였고, Ryu 등 (2011)은 감초의 glycyrrhizin 함량이 200 m에서 0.40~0.87%, 400 m에서 1.26~1.65%, 750 m에서 1.30~1.76%로 표고별 함량의 차이가 있는 것으로 나타났다.

6. 토양특성과 기후

산약, 황기, 지황, 당귀는 산간지역이 많은 안동시에서 집중 육성하고 있는 5대 약용작물에 속하며 안동시에서 공동으로 분양한 것으로 표고별 시료를 구입하여 실험에 사용하였다. 본 연구에 사용된 약용작물의 시비량 및 재배여건은 농촌진흥청의 표준재배법 (RDA, 2010)에 준하였고, 시료의 채취는 취락 시료채취 방법으로 동일하였다. 산약의 allantoin 함량은 표고에 따른 성분함량에는 일정한 경향이 없었고, 지황의 catalpol 함량도 표고에 따른 통계적 차이는 없는 것으로 나타났다. 안동의 황기와 당귀의 재배토질은 사양토이었는데, 주요 황기 재배지인 충북 제천, 강원 정선, 경북 영주지역의 황기의 토성별 분포에서 사양토 68.3%, 양토식양토 13.2%, 미사질양토 5.3%로 황기는 주로 사양토에서 재배되는 것으로 나타났다 (An *et al.*, 2010). 기상청 (KMA)의 국내기후 평년값자료 (30년)에 의하면 평년값 평균기온이 서울 12.5, 제천 10.2, 영주 11.3, 안동 11.9°C, 최고평균기온은 서울 17.0, 제천 16.6, 영주 17.7, 안동 18.0°C, 최저평균기온은 서울 8.6, 제천 6.6, 영주 5.7, 안동 4.4°C, 평균 강수량은 서울 1450.5, 제천 1387.8, 영주 1290.9, 안동 1066.4 m로 나타나, 안동이 평년일교차 (13.6°C)가 크고 강수량은 적은 것으로 나타났다. 황기는 서늘한 산간지대에서 재배하는 것이 뿌리의 생육이 좋고 품질도 양호하며, 일당귀는 일교차가 크고 일사량이 많은 산간 고령지에서 재배가 유리하다 (RDA, 2010). 본 실험에서 황기의 formononetin과 astragaloside I의 함량은 표고가 높을수록 상대적으로 높아짐을 알 수 있었고, 일당귀의 decursin과 nodakenin 함량도 표고가 높을수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 표고 700 m에서 황기의 formononetin이 1.20 ug/g, astragaloside I가 201.2 µg/g으로 제일 높게 나타났고, 700 m에서 일당귀의 decursin이 68.3 mg/g, nodakenin이

4.20 mg/g으로 제일 높게 나타났다. 이 결과로 보아 황기와 일당귀는 비교적 지대가 높고 (250, 300 m 이상) 일교차가 큰 지역 (16°C 이상)에서 재배하는 것이 좋을 것이며, 마와 지황은 낮은 지대에서 재배하여도 무방하다고 판단된다. 표고 200 m의 감초는 liquiritigenin 함량이 16.4 mg/g, glycyrrhizin 함량은 27.0 mg/g으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 안동시 농업기술 약용작물센터의 지원에 의해 수행된 연구결과로 이에 감사드립니다. 홍성대 과장님, 심일호 과장님, 김연태 계장님, 김순섭 계장님, 정도호 선생님께 감사의 마음을 전합니다.

REFERENCES

- An TJ, Hyeon GS, Ahn YS, Kim YG, Park CG, Kim SM and Park CB. (2010). Soil environmental factors for optimal production in *Astragalus membranaceus*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 24:193-194.
- Au ALH, Kwok CC, Lee ATC and Kwan YW. (2004). Activation of iberiotoxin-sensitive, Ca⁺-activated K channels of porcine isolated left anterior descending coronary artery by diosgenin. European Journal of Pharmacology. 502:123-33.
- Choi EM, Koo SJ and Hwang JK. (2003). Immune cell stimulating activity of mucopolysaccharide isolated from yam (*Dioscorea batatas*). Ethnopharmacol. 91:1-6.
- Choi EM and Hwang JK. (2002). Enhancement of oxidative response and cytokine production by yam mucopolysaccharide in murine peritoneal macrophage. Fitoterapia. 73:629-37.
- Choi HJ, Lee WI, Park SH, Song BW, Kim DH and Kim NJ. (2005). Studies on the processing of crude drug (IX): Preparing standardization and regulation of stir-frying glycyrrhiza root (I). Korean Journal of Pharmacognosy. 36:209-19.
- Cho JY. (2011). Cultivation environment in relation to good agricultural practices in the major cultivation area of *Dioscorea batatas*. Korean Journal of Applied Biological Chemistry. 54:290-295.
- Farombi EO, Britton G and Emerole GO. (1999). Evaluation of the antioxidant activity and partial characterization of extracts from browned yam flour diet. Food Reserch International. 33:493-9.
- Hatano T, Fukuda T, Liu Y, Noro T and Okuda T. (1991). Phenolic constituents of licorice. IV. Correlation of phenolic constituents and licorice specimens from various sources and inhibitory effects of licorice extracts on xanthine oxidase and monoamine oxidase. Yakugaku Zasshi. 111:311-321.
- Hong SY. (2010). Analysis of gut mucosal immune active polysaccharides and biological active compounds in aboveground parts of *Astragalus membranaceus*. Master Thesis. Kangwon National University. p.12-13.
- Hwang GS. (2003). Isolation and quantitative determination of allantoin from *Dioscoreae rhizoma*. Korean Journal of Oriental

- Preventive Medical. 7:133-138.
- Hwang IK, Lim SS, Choi KH, Yoo KY, Shin HK, Kim EJ, Yoon-Park JH, Kang TC, Kim YS, Kwon DY, Kim DW, Moon WK and Won MH.** (2006). Neuroprotective effects of roasted licorice, not raw form, on neuronal injury in gerbil hippocampus after transient forebrain ischemia. *Acta Pharmacologica Sinica*. 27:959-65.
- Hwang JO, Ahn DK, Woo ER, Kim HJ, Seo SH and Park H.** (1998). Studies on the antibacterial constituents of baenogtang. *Natural Product Science*. 4:130-135.
- Im KR, Kim MJ, Jung TK and Yoon KS.** (2010). Analysis of isoflavonoid contents in *Astragalus membranaceus* bunge cultivated in different areas and at various ages. *Korean Journal of Biotechnology and Bioengineering*. 25:271-278.
- Jiang B, Jing D, Liu JH, Bao YM and An LJ.** (2008). Catalpol attenuates the neurotoxicity induced by β -amyloid₁₋₄₂ in cortical neuron-glia cultures. *Brain Reserch*. 1188:139-147.
- Kano Y.** (1981). Physiological actions of *Angelicae* and *Cnichi*. *Journal of Traditional Sino-Japaneses Medicine*. 2:43-48.
- Kim JS, Kim YT and Kim CS.** (1996). A study on the constituents from the roots of *Astragalus membranaceus* (I). *Korean Journal of Pharmacognosy*. 27:336-341.
- Kim JS and Kim CS.** (1997). A study on the constituents from the roots of *Astragalus membranaceus* (II). *Korean Journal of Pharmacognosy*. 28:75-79.
- Kim KS and Ryu SN.** (2002). Current status and prospects for the quality evaluation of medicinal plants. *Korean Journal of Medicinal Corp Science*. 47:186-199.
- Kim SC, Byun SH, Yang CH, Kim CY, Kim JW and Kim SG.** (2004). Cytoprotective effects of *Glycyrrhizae radix* extract and its active component liquiritigenin against cadmium-induced toxicity (effects on bad translocation and cytochrome c-mediated PARP cleavage). *Toxicology*. 197:239-251.
- Kim SD.** (2010). Analysis of growth and environmental characteristic of *X pinus rigidata* in Yeongnam province. Master Thesis. Kyungpook National University. p.23-24.
- Kiso Y, Tohin M, Ino H, Hattori M, Saamoto T and Namba T.** (1984). Mechanism of antihepatotoxin activity of glycyrrhizin I: Effect on free radical generation and lipid peroxidation. *Planta Medica*. 50:298-302.
- Kobayashi S, Miyamoto T, Kimura I and Kimura M.** (1995). Inhibitory effect of isoliquiritin, a compound in licorice root, on angiogenesis *in vivo* and tube formation *in vitro*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 18:1382-1386.
- Konoshima T, Takasaki M, Kozuka M, Inada A, Nakanishi T, Tokuda H and Matsumoto T.** (1989). Studies on inhibitors of skin tumor promotion(V): Inhibitory effects of flavonoids of Epstein-Barr virus activation II. *Shoyakugaku Zasshi*. 43:135-41.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).** (2008). <http://www.kfda.go.kr/index.html>
- Korea Meteorological Administration(KMA).** (2012). <http://www.kma.go.kr>
- Lee JH, Ze KR, Kim DH, Park JY, Shim YH, Kim JH, Lim S, Shin JS, Kim IS, Kim JY, Seong SH, Jang SY, Kim DS and Seong RS.** (2009). Analysis of liquiritigenin, an aglycone of liquiritigenin in licorice by high performance liquid chromatography. *Korean Journal of Pharmacognosy*. 40:309-314.
- Lee SH.** (2006). Isolation of biologically active compounds from *Glycyrrhiza uralensis* and *Poncirus trifoliata* and identification of genes related to the activity of those compound. RFP, 05142 Medicinal herbs 620-627. Yeungnam University. p.13-14.
- Lim SH, Ham HJ, Park YH, Kim HY, Kim KH and Kim YG.** (2010). Detection of nodakenin, decursin and decursinol angelate from *Angelica gigas* Nakai Marketed. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. p.479-480.
- Lee SY, Shin SR, Kim KS and Kwon JH.** (2000). Establishment of extraction conditions for effective components from *Angelica gigas* Nakai using microwave-assisted process. *Korean Journal of Food Science and Nutrition*. 29:442-447.
- Min SH and Lee BR.** (2008). Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *Korean Journal of Food Culture*. 23:228-234.
- Mirsalis JC, Hamilton CM, Schindler JE, Green CE and Abbs JE.** (1993). Effects of soya bean flaes and liquorice root extract on enzyme induction and toxicity in B6C3F1 mice. *Journal of Food and Chemical Toxicology*. 31:343-350.
- Pan X, Kong LD, Zhang Y, Cheng CHK and Tan RX.** (2000). In vitro inhibition of rat monoamine oxidase by liquiritigenin and isoliquiritigenin isolated from *Sinofranchetia chinensis*. *Acta Pharmacologica Sinica*. 21:949-953.
- Pompei R, Flore O, Marcialis MA, Pani A and Loddo B.** (1979). Glycyrrhizic acid inhibits virus growth and activates virus particles. *Nature*. 281:689-690.
- Ryu SH, Jeong TS, Heo SJ, Jeong HN, Kim KH, Han JK and Cho DH.** (2011). Changes of composition and yield according to cultivation area proceedings of symposium and methods of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. p.126-127.
- Rural Development Administration(RDA).** (2010). <http://www.rda.go.kr/index.html>
- Tang W and Eisenbrand G.** (1992). Chinese drugs of plant origin, Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, Germany. p.849-854.
- Takagi K, Kimura M, Harada M and Otsuka Y.** (1982). Pharmacology of medicinal herbs in east asia. Nanzando Company Limited Tokyo, Japan. p.74-75.
- Yamada H.** (1992). Pharmacological and clinical effects of *Angelicae* radix. *Journal of Traditional Sino-Japanese Medicine*. 13:102-109.
- Yin Y, Heo SI, Jung MJ and Wang MH.** (2009). Antioxidant and antidiabetic effects of various sections of *Astragalus membranaceus*. *Korean Journal of Pharmacognosy*. 40:1-5.
- Zhang RX, Li MX and Jia ZP.** (2008). *Rehmannia glutinosa*: Review of botany, chemistry and pharmacology. *Ethnopharmacology*. 117:199-214.
- Zhu MF, Hong SP, Kim CS and Lee JH.** (2003). Ditermination methods of *Rehmanniae Radix* by HPLC. *Herbology*. 18:203-209.
- Zou K, Zhao Y, Fu N, Qiao L and Zhang R.** (1996). Antioxidant constituents from *Glycyrrhiza inflata* bat root. *Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences*. 5:182-185.