

지대별 적산온도와 묘 크기가 당귀의 수량 및 Decursin 함량에 미치는 영향

김영국*[†] · 안영섭* · 안태진* · 여준환* · 박충범* · 박호기*

*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부

Effect of Yield and Decursin Content According to the Accumulative Temperature and Seedling Size in Cultivation Areas of *Angelica gigas* Nakai

Young Guk Kim*[†], Young Sup Ahn*, Tae Jin An*, Jun Hwan Yeo*, Chung Berm Park*, and Ho Ki Park*

*Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to find out some conditions for optimum cultivation of *Angelica gigas* Nakai by the investigation of root yield and decursin content from different seeding sizes and accumulative temperature. Accumulative temperature from April to October was 4,309 °C on altitude 100 m, 4,242 °C on 250 m, 3,662 °C on 530 m, 3,435 °C on 730 m, and altitude 530~730 m was less 650~870 °C than altitude 100 m cultivation areas of *A. gigas*. Seedling stand rate was increased from 86.4% to more than 90% as accumulative temperature decreases, and was increased in above 7 mm of seedling size, and 10% in non-mulching more than PE film mulching. Yield was increased as accumulative temperature decreases and in PE film mulching as 310.2 kg/10a. Also, Yield was increased in 7~9 mm than seedling diameter 5~7 mm as 313.0 kg/10a. Decursin content of primary roots was increased as altitude rises, ie, as 2.55% on altitude 100 m, 3.33% on 250 m, 5.51% on 530 m, and 6.24% on 730 m. Decursinol angelate content appeared little than decursin content as 1.08% on altitude 100 m, 1.37% on 250 m, 1.99% on 530 m, 2.38% on 730 m, and as altitude was heightened, content was increased.

Key Words : Seedling Size, Accumulative Temperature, Decursin Content, *Angelica gigas*

서 언

당귀에는 당귀 (*Angelica gigas* Nakai)와 중국당귀 (*A. sinensis* (Oliv.) Diels), 일당귀 (*A. acutiloba* (Sieb. et Zucc.) Kitagawa)가 있다. 당귀와 중국당귀, 일당귀는 식물체의 형태가 조금씩 다른데 (Lee, 1994), 국내에서는 당귀와 일당귀를 재배하고 있다. 특히 당귀는 대한약전에 수재되어 있는 한약재 중에서도 처방 빈도가 매우 높은 한약재로 2008년에는 재배면적 710 ha에서 2,581톤을 생산하였다 (농림수산식품부, 2009). 국내에서 당귀의 재배지역은 주로 강원 평창, 충북 제천, 경북 봉화에서 주로 많이 재배되고, 경기 여주, 충북 청원 등 일부지역에서 소면적으로 분산되어 재배되고 있다. 이처럼 당귀는 국내 생산 약용작물 중에서 중요한 작물로서 추대를 경감시키고 수량성을 높이기 위해 파종, 육묘방법, 이식시기, 시비법, 추대 반응 등 다양한 연구가 수행되었으나 (Chang and Choi, 1987; Cho and Kim, 1991; Yu *et al.*, 2003), 당귀 육묘이식재배시 재배 지대별 생육 및 수량 변이에 대한 구체적으로 구명되지 않았다.

당귀에 함유되어 있는 주요 성분도 중국당귀와 일당귀는 vitamin B12를 함유하고 있어 보혈작용이 있는 반면, 당귀는 보혈보다는 활혈 효과가 있고 빈혈이나 생리불순, 무월경 등의 여성혈관계질환에 효과가 있으며, 장을 부드럽게 하여 대장의 건강을 증진시킨다 (Hwang, 1984; Kim *et al.*, 2008; Jeong *et al.*, 2009). 또한 당귀에는 decursin과 decursinol angelate 성분이 함유되어 있어서 (Han, 1988), 항종양 및 폐암, 간암 등 암세포에 대해 강한 치사작용을 가진 항암제이며 세포내의 신호전달에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다 (Lee *et al.*, 2003).

Seong *et al.* (1993)은 재배지역에 따라 decursin 함량 변이가 크다고 보고하였으며, Yu and Jo (2000)는 생약재 당귀를 감마선으로 조사한 후에도 당귀 내 유효성분은 변화가 없었다고 하였다. 그러므로 당귀의 외관특성뿐만 아니라 유효성분인 decursin 및 decursinol angelate의 함량도 중요한 요인 중의 하나이다.

따라서 본 연구는 당귀 육묘이식재배시 재배 지대별 적산온도와 묘크기에 따른 생육 및 수량변이와 decursin 및

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5565 (E-mail) kimyguk@korea.kr

Received 2009 October 24 / 1st Revised 2009 December 8 / Accepted 2009 December 15

decursinol angelate 함량변이를 구명하여 고품질 당귀 한약재 생산 최적 지대 선정하고 및 재배법을 개선하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 지대별 적산 온도와 묘 크기별 생육 및 수량 반응

본 시험은 농촌진흥청에서 육성한 만추당귀를 이용하여 해발 100 m (수원), 250 m (제천), 530 m (진부 송진), 730 m (진부 탑동) 등 4지역의 시험지 및 당귀 재배 농가 포장에서 수행하였다. 묘는 2007년 봄에 파종하여 1년간 노지에서 육묘한 묘를 2008년 정식하기 전에 채취하여 4월 5~10일에 각 지대별로 정식하였다. 묘의 크기는 묘두 직경 5~7 mm, 7~9 mm, 9 mm 이상으로 구분하여 정식하였으며, 정식 거리는 이랑 90 cm (고랑 60 cm)에 조간 거리 50 cm 주간거리 20 cm로 정식하였으며 비닐피복재배와 무피복재배를 하였다. 처리별 시험구 면적은 22.5 m²으로 난괴법 3반복으로 정식하였다. 정식 직후 재배 지대별 4지역의 시험포장에 온습도계 (EsayLog, RH/TEMP DATA LOGGER)를 설치하였다. 기타 재배법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다. 조사내용은 지대별 평균 온도, 적산온도 등의 기상 환경을 분석하였고, 지대별 당귀 묘 크기에 따른 초장, 엽수 등 지상부 생육 특성과 근장, 근경, 근중 등 지하부 특성 및 수량 등을 조사하여 비교 분석하였다. 통계분석은 SAS program을 이용하여 처리 간 수량의 유의성 검정을 하였다.

2. 지대별 당귀 근의 decursin과 decursinol angelate 함량 분석

지대별 당귀 뿌리의 주요 약효성분인 decursin과 decursinol angelate를 분석하기 위하여, 시험 1의 각 지대별 4개 지역에서 처리별 3반복으로 수확한 뿌리를 이용하여 열풍건조 후 주근과 세근으로 나누어 HPLC 분석을 위한 전처리를 하였다. 전처리 과정은 건조한 주근과 세근을 분쇄하여 20 mg씩 튜브에 평량해서 담고, 1 ml 80% MeOH을 첨가한 후 뚜껑을 닫고 ultrasonic bath (Power sonic) 넣은 후 20분 동안 초음파 추출을 하였고, 추출한 후 원심분리 (4000 rpm, 10분)하였고,

잔사에 다시 1 ml 80% MeOH을 첨가한 후 초음파 추출 후 원심분리로 얻은 추출물을 합쳐서 0.45 μm membrane filter로 여과하였다. decursin 및 decursinol angelate를 정량하기 위해 사용한 분석기기는 HPLC (HP1100, Agilent Technologies, U. S. A.)를 사용하였으며, 실험에 이용된 시약은 HPLC Grade 용매를 사용하였다. HPLC의 시스템은 G1379A Degasser 분리모듈을 사용하였고, pump는 G1311A Quat-Pump, 검출기 (detector)는 G1314A VWD, column은 Zorbax SB-C18를 사용하였다. HPLC의 이동상은 acetonitrile (solvent B)과 H₂O (solvent C)를 사용하였으며, solvent B의 비율은 60~85% (0~20분), 85~100% (20~25분), 100% (25~29분), 100~60% (29~30분) 및 60% (30~35분)로 순차적으로 조절하였다. 시료주입은 주입기에 20 μl 씩 주입하였으며, 검출 (detection)은 280 nm 파장에서 하였고, 유속은 분당 0.8 ml로 하였다. Column 온도는 35°C에서 하였고, 머무름 시간에 따라 나타나는 HPLC 상의 peak를 조사하여 정량하였다. 표준물질에 대한 정량선 작성을 위하여 표준용액은 decursin과 decursinol angelate 모두 2.5 mg과 0.5 mg을 정량하여 10 ml의 100% MeOH에 녹여 조제하여 각각 250, 187.5, 125, 62.5, 50, 37.5, 25, 및 12.5 ppm의 농도가 되도록 희석하여 조제하였다. 표준검량선은 각 성분의 희석 조제액 20 μl씩 HPLC에 주입하여 얻어진 chromatogram상의 peak height를 기준으로 작성하였다. 통계분석은 SAS program을 이용하여 decursin과 decursinol angelate 함량의 처리간 유의성 검정을 하였다.

결과 및 고찰

1. 지대별 적산온도와 묘 크기별 생육 및 수량 반응

지대별 시험지의 기상환경을 살펴보면 Fig. 1과 같다. 지대별 시험지역의 평균온도는 해발 100 m (수원)에서 250 m (제천)보다 1~3°C, 530 m (진부 송진), 730 m (진부 탑동) 보다 5~7°C 높은 것으로 나타났으며, 당귀 생육기간 (4~10월)의 적산온도는 해발 100 m에서 4,309°C, 250 m에서 4,242°C, 530 m에서 3,662°C, 730 m에서 3,435°C로 해발 100 m와 250 m는 67°C 차이로 큰 차이가 없었으나, 530~730 m에서는

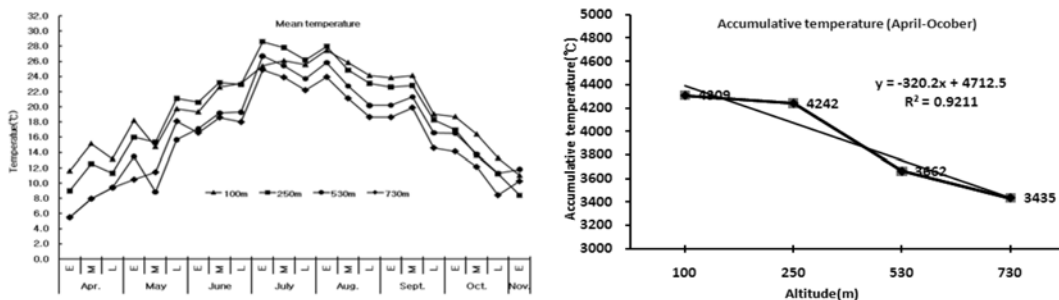


Fig. 1. Mean temperature and accumulative temperature of examination field of *A. gigas*.

Table 1. Seedling stand percentage according to the seedling size at the different altitude in *A. gigas*.

Altitude (m)	Accumulation temperature (°C)	Root diameter, %						Mean
		5~7 mm		7~9 mm		> 9 mm		
		M [†]	N [‡]	M [†]	N [‡]	M [†]	N [‡]	
100	4,309	70.2	85.2	87.3	96.1	83.3	96.1	86.4
250	4,242	65.6	87.7	79.4	95.6	79.5	95.2	83.8
530	3,662	87.3	95.1	94.1	100	95.1	99.0	95.1
730	3,435	75.5	89.2	86.4	97.1	92.2	98.0	89.7
Mean		74.7	89.3	86.8	97.2	87.5	97.1	88.8

[†]M: Mulching, [‡]N: Non-mulching

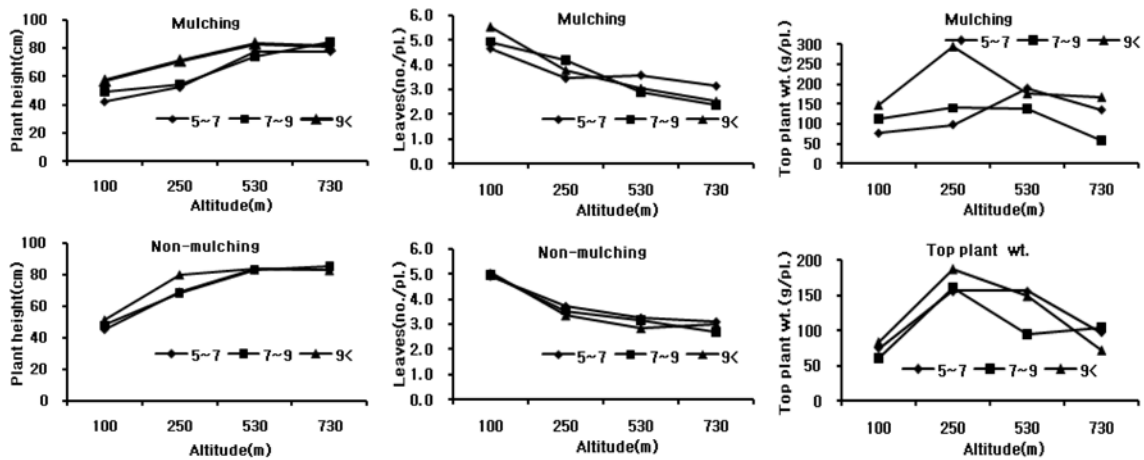


Fig. 2. Relation between top plant growth by seedling sizes and altitude on mulching or non-mulching cultivation of *A. gigas*.

해발 100 m에 비해 347~874°C 적었다.

당귀의 노지육묘 이식재배시 지대별, 묘 크기별 활착율은 Table 1에서와 같다. 지대별로는 해발 530 m와 730 m에서 묘의 평균 활착율이 각각 95.1, 89.7%로 해발 100 m와 250 m의 86.4~83.8% 보다 3.3~11.3% 높았다. 묘 크기별로는 7 mm 이하의 활착율 74.7~89.3% 보다 7 mm 이상에서 86.8~97.2%로 활착율이 양호하였다. 대부분의 작물에서도 이식할 때 묘가 클수록 활착율이 높은 것으로 알려져 있는 바와 같이 (Cho and Kim, 1991; Yu *et al.*, 2000), 당귀에 있어서도 묘 두 직경 7 mm 이상에서 활착율이 양호하고 지대가 높아질수록 활착율이 높아지는 것을 알 수 있었다. 또한 지대별 비닐피복 유무에 따른 활착율은 비닐피복구의 활착율 74.7~87.5%보다 무피복구의 활착율이 89.3~97.2%로 양호한 것으로 나타났다. 이러한 원인은 비닐을 피복하고 묘를 정식하게 되면 정식작업이 원활하지 않고 출아가 균일하지 않았기 때문으로 판단된다.

지대별 묘 크기에 따른 만추당귀의 지상부 생육특성은 Fig. 2와 같다. 초장은 묘의 크기와 상관없이 해발 530 m 및 730 m에서 가장 큰 것으로 나타났으며, 비닐피복구보다는 무피복구의 초장이 양호하였다. 엽수는 해발 100 m에서 가장 많

았으며, 특히 묘 크기가 9 mm 이상인 비닐피복구에서 5.5개로 가장 많았다. 지상부중은 묘 크기가 9 mm 이상의 해발 250 m에서 비닐피복구가 294.3 g/주와 무피복구 188g/주로 가장 높게 나타났다. 지대가 높아질수록 엽수가 줄어드는 것은 지대가 낮은 지역보다 수확기의 온도가 낮아져서 낙엽이 빨리 되기 때문인 것으로 판단된다.

지대별 묘 크기에 따른 만추당귀 지하부 생육특성은 Fig. 3과 같다. 묘 직경 7 mm 이하에서는 근장은 해발 530, 730 m의 비닐피복구에서 39 cm로 가장 길었고, 근경은 해발 530, 730 m의 무피복구에서 51 mm로 가장 양호하였다. 근중은 해발 530 m의 비닐피복구에서 가장 양호하였으며 묘 직경 7~9 mm에서는 근장은 해발 100 m의 비닐피복구에서 41.1 cm로 가장 길었고 근경은 해발 730 m의 비닐피복구에서 53.2 mm로 가장 굵었으며, 생근중도 191.7 g으로 가장 양호하였다. 묘 직경 9 mm 이상에서는 해발 730 m의 비닐피복구에서 생근중이 197 g으로 가장 양호한 것으로 나타났다. Cho and Kim (1991)은 강원도 수집종을 가지고 묘 크기별로 시험한 결과 묘 근두 직경 3.1 mm와 5.4 mm에서 생근중과 건근중이 높게 나타났고, 7.2 mm와 9.3 mm에서는 추대가 되어 목질화되었다고 하

당귀의 묘 크기와 적산온도가 수량 및 Decursin 함량에 미치는 영향

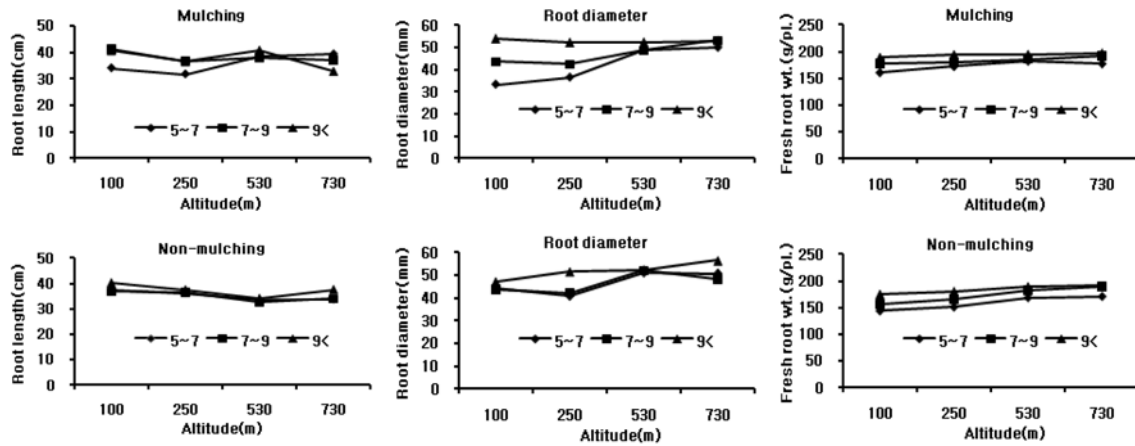


Fig. 3. Characteristics of root growth to the seedling size at the different altitude in *A. gigas*.

Table 2. Effect of yield (kg/10a) according to the seedling size at the different altitude in *A. gigas*.

Altitude (m)	Accumulation temperature (°C)	Root diameter					
		5~7 mm		7~9 mm		> 9 mm	
		M [†]	N [‡]	M [†]	N [‡]	M [†]	N [‡]
100	4,309	191.4d*	207.6cd	262.8cd	255.0cd	266.1dc	286.3bcd
250	4,242	163.0e	224.4bc	241.9d	269.7c	261.1d	292.2abc
530	3,662	236.0b	271.9a	296.0ab	310.2a	312.9ab	318.8a
730	3,435	215.2c	258.5a	280.3bc	313.0a	307.4ab	316.7a

[†]M: Mulching, [‡]N: Non-mulching

* Mean with same letters are not significantly different in DMRT (p = 0.05)

였는데 이러한 원인은 수집된 종자의 추대성과 관련이 있는 것으로 생각된다.

지대별 묘 크기에 따른 만추당귀의 수량은 Table 2와 같다. 묘 크기 7 mm 이하 당귀의 지대별 수량에 있어 해발 530 m와 730 m의 무피복구의 수량이 각각 271.9 kg/10a와 258.5 kg/10a로 다른 지대에 비하여 유의성 있게 높았으며, 해발 250 m의 비닐피복구가 163.0 kg/10a로 가장 낮았다. 묘 크기가 7~9 mm에서도 무피복구의 해발 530 m, 730 m의 수량이 각각 310.2 kg/10a, 313.0 kg/10a로 각각 유의성 있게 높았다. 또한, 묘 크기 9 mm 이상의 시험에서도 무피복구의 해발 530 m, 730 m의 수량이 318.8 kg/10a와 316.7 kg/10a로 높은 유의성을 나타내었다.

적산온도와 수량의 관계 (Fig. 4)에 있어 적산온도가 높을수록 수량은 낮아지는 경향을 보였다. Yu *et al.* (1995)은 당귀를 노지에서 육묘하면 묘의 크기 차이가 많아 0.51~0.7 cm의 생산량이 극히 적어서 필요한 묘 확보가 어렵고, 0.71~0.9 cm 묘는 추대의 위험성이 있어서 적정묘두 직경의 범위는 0.31~0.7 cm라고 하였다 (Yu *et al.*, 2000). 그러나 본시험에서 내추대성인 만추당귀를 이용하여 시험한 결과 0.7 cm 이하는

0.7~0.9 cm에 비해 묘 확보가 어려울 뿐만 아니라 활착율과 수량도 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 내추대성인 만추당귀를 재배할 경우에는 묘두 직경 0.7~0.9 cm가 적합하고 피복재 배하는 하는 것 보다는 무피복재배를 하는 것이 유리한 것으로 판단된다.

2. 지대별 당귀 근의 Decursin과 Decursinol 성분 변이

당귀의 주요 약리성분인 decursin과 decursinol angelate의 검량선은 Fig. 5와 같다. 최소자승법에 의해 구한 decursin과 decursinol angelate의 직선회귀식은 검량선 작성 범위인 12.5~250 ppm에서 각각 $y = 19.711x + 6.831$ 과 $y = 22.267x - 3.737$ 이었으며, 두 성분의 결정계수는 0.9999 이상으로 검량선 작성 농도범위에서 주입농도와 area 간에 직선적 정의 상관관계가 인정되었다.

지대별로 재배된 당귀의 주근 및 세근에서의 decursin과 decursinol angelate의 함량은 Table 3에서와 같이 나타났다. 당귀 주근의 decursin 함량은 해발 100 m에서 2.55%, 250 m 3.33%, 530 m 5.51%, 730 m 6.24%로 지대가 높아질수록 증가되었고, decursinol angelate도 해발 100 m 1.08%보다 지대

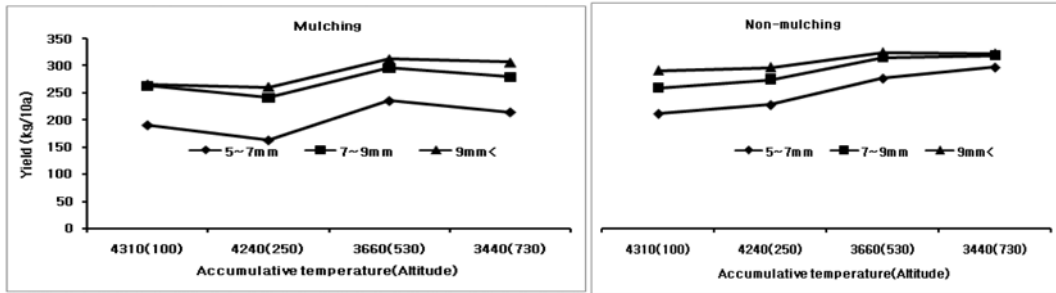


Fig. 4. Response of accumulative temperature and root yield according to cultivation at the different altitude and seedling size in *A. gigas*.

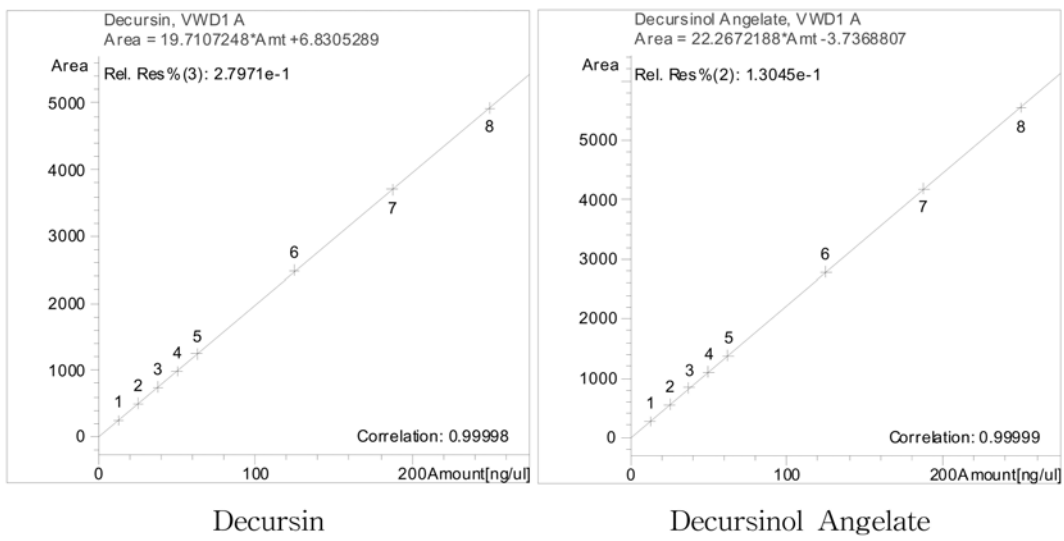


Fig. 5. Calibration curve for decursin and decursinol angelate.

Table 3. Decursin and decursinol angelate content(%) of main root and fine root according to cultivation at the different altitude in *A. gigas*.

		Altitude (m)				
		100	250	530	730	Mean
Main root	D [†] cont(%)	2.55d*	3.33c	5.51b	6.24a	4.41
	DA cont(%)	1.08d	1.37c	1.99b	2.38a	1.71
Rootlet	D cont(%)	4.73c	5.60c	8.12b	9.57a	7.01
	DA cont(%)	2.73c	3.44b	3.66b	5.04a	3.72

[†]D : Decursin, DA : Decursinol angelate

* Mean with same letters are not significantly different in DMRT(p=0.05)

가 높아질수록 증가되어 유의성 검정 결과 지대별 유의성이 인정되었다. 그리고 세근의 decursin과 decursinol angelate의 함량이 주근에서의 함량보다 지대에 상관없이 높은 경향을 나타내었으며, 주근과 세근의 지대별 decursin과 decursinol angelate의 함량 지대별 유의성 검정에 있어 지대가 높을수록 유의성 있게 decursin과 decursinol angelate의 함량이 높아지는 것을 알 수 있었다.

Seong *et al.* (1993)은 봉화, 영천, 수원 등 7개 지역에서

재배된 당귀 뿌리의 decursin과 decursinol angelate 함량을 분석한 결과 경북 봉화에서 4.86%, 3.46%, 영천 4.75%, 3.23%, 수원 2.33%, 1.49%로 지역간 재배환경에 의해 품질이 크게 영향을 받는다고 하였으며, decursin과 decursinol angelate 두 물질간 구성비율은 6 : 4의 조성을 나타냈다고 하였다. Cho (1992)는 당귀 뿌리 부위별 decursin과 decursinol angelate 함량은 세근이 가장 높았고 지근, 주근 순으로 낮아졌으며, 피층부가 중심주보다 높았다고 하였다.

이상의 결과에서 당귀의 수량이나 성분은 재배지역의 환경 조건에 의해 크게 영향을 받으므로, 지대가 해발 500m 이상 높고 적산온도가 3,700℃ 이하인 지역에서 재배하는 것이 수량을 높이고 주요 성분인 decursin과 decursinol angelate 함량을 증가시키는데 유리하다고 생각된다.

LITERATURE CITED

- Chang SM and Choi J.** (1987). Effect of N, P and K application on the contents of the decursin and total sugar in *Angelica gigantis* Radix. Journal of Korean Agricultural Chemical Society. 30:9-16.
- Cho SH.** (1992). Studies on the relationships between inhibition of floral induction and content of active principles and increase of germination percent of *Angelica gigas* Nakai. Ph.D. program in Agriculture Graduate School of Kon-Kuk University.
- Cho SH and Kim KJ.** (1991). Effects of root head diameter and fertilization on shoot growth and root yield in *Angelica gigas* Nakai. Korean Journal of Crop Science. 36:254-258.
- Han DS.** (1988). Pharmacognosy. Dong Myung Publishing Company. Seoul :201-203.
- Hwang YS, Won DH, Yoon TB, Jo JH and No HW.** (1984). Studies on quality control method of crude drug preparations. Report of NIH Korea. 21:341-348.
- Jeong HS, Han JG, Ha JH, Kim Y, Sung HO, Kim SS, Jeong MH, Choi GP, Park UY and Lee HY.** (2009). Enhancement of anticancer activities of *Ephedra sinica*, *Angelica gigas* by ultra high pressure extraction. Korean Journal of Medicinal Corp Science. 17:102-108.
- Kim CH, Kwon MC, Han JG, Na CS, Kwak HG, Choi GP, Park UY, and Lee HY.** (2008). Skin-Whitening and UV-protective effects of *Angelica gigas* Nakai extracts on ultra high pressure extraction process. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:255-260.
- Lee SH, Lee YS, Jung SH, Shin KH, Kim BK, and Kang SS.** (2003). Anti-tumor activities of decursinol angelate and decursin from *Angelica gigas*. Archives of Pharmacal Research. 26:727-730.
- Lee SI.** (1994). Phytology. Young Lim Publishing Company. Seoul. p:578-580.
- Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. (2009). Actual output of industrial crop.
- Seong NS, Lee SW, Kim KS and Lee ST.** (1993). Environmental variation of decursin content in *Angelica gigas*. Korean Journal of Crop Science. 38:60-65.
- Yu HS, Kang BH, Kim CG, Kim YG and Lee ST.** (1995). Seedling growth pattern and growth characteristics in different seeding amount in *Angelica gigas*. Korean Journal of Medicinal Corp Science. 3:84-90.
- Yu HS, Bang JK, Kim YG, Seong NS, Lee BH and Jo JS.** (2000). Effect of root head diameter of seedling on growth and bolting response in *Angelica gigas* Nakai. Korean Journal of Medicinal Corp Science. 8:283-289.
- Yu YB and Jo SK.** (2000). Evaluation on the safety of -irradiated *Angelica gigas* Nakai: stability of active components and safety in genotoxicity test. The Korean Society of Food Science and Nutrition. 29:300-306.
- Yu HS, Jo JS, Park CH, Park CG, Sung JS, Park HW, Seong NS and Jin DC.** (2003). Plant growth and bolting affected by transplanting time in *Angelica gigas*. Korean Journal of Medicinal Corp Science. 11:392-396.