

## 토양 pH가 더덕의 조성분과 정유성분 함량에 미치는 효과

이승필\*·김상국\*·정상환\*·최부술\*·이상철\*\*

### Effects of Soil pH on Crude Components and Essential Oil Contents of *Codonopsis lanceolata* Trautv.

Seong Phil Lee\*, Sang Kuk Kim\*, Sang Hwan Chung\*  
Boo Sull Choi\* and Sang Chul Lee\*\*

**ABSTRACT** : This experiment was to determine the effects of soil pH on crude components and aromatic constituents of *Codonopsis lanceolata*. Vine length of *Codonopsis lanceolata* grown at soil pH of 6.5 was longer (299cm) compared to that grown under other soil pHs. Fresh root weight increased at soil pH of 5.5 and 6.5, showing 17.9 and 15.6g per plant, respectively. Contents of crude components such as protein, fat, fiber, and ash decreased as soil became alkalized and crude ash content ranged from 2.99% to 3.85%, showing a similar response to soil pH. Forty-eight volatile aromatic compounds in the root of *Codonopsis lanceolata* were identified by GC/MS. Major aromatic compounds were 1-hexanol, *cis*-3-hexanol, and *trans*-2-hexanol. In particular, *trans*-2-hexanol was highest in soil pH of 6.5, attaining the 156.87 % area. Essential oil content was also highest at soil pH of 6.5 with 0.007%. As a result, it was considered that the soil pH of 6.5 was most effective for the improvement of essential oil and aromatic constituents in the roots of *Codonopsis lanceolata* Trautv.

**Key words** : *Codonopsis lanceolata*, soil pH, aromatic constituent, essential oil.

## 서 언

약용식물의 연구가 활발한 요즘은 천연물의 탐색과 생리활성물질의 연구, 합성, 의약품 개발, 임상응용 등에 관한 연구와 함께 최근에는 줄기, 잎, 꽃, 뿌리 등의 모든 부위가 인간에게 유용하게 이용되는 이른바 허브식물에 대한 소비자의 요구가 높아지고 있으며 향을 내는 식물은 옛부터 서양요

리에서 맛과 향취를 증진시키고 불쾌한 냄새를 없애기 위한 향신료로 많이 이용되고 있으며 아울러 소화촉진, 항균, 강장, 소염, 식욕증진, 살균, 항산화 활성 등에 효과가 있어 민간에서는 흔히 사용하고 있다(Bunney, 1992).

국내의 약용식물 가운데 향을 내는 식물은 고본, 곽향, 구절초, 더위지기, 사철쑥, 향유 등 많이 존재하지만 이들 식물 가운데 더덕(*Codonopsis lanceolata* Trautv)의 향기성분에 대한 연구는 정 등

\* 경북농업기술원 (Kyongbuk Provincial ATA, Taegu 702 - 320, Korea)

\*\* 경북대학교 농과대학 (Coll. of Agric., Kyungpook Nat'l Univ., Taegu 702 - 701, Korea)

( '98. 9. 10 접수 )

(1987)과 박 등(1989)에 의해 50종 이상이 확인되었고, 김 등(1992)이 용매 추출 분획 방법(SEF)과 head space sampler(HSS) 장치를 이용하여 *trans*-2-hexenol, *cis*-3-hexen-1-ol, 1-octen-3-ol 등 30여종의 휘발성 향기성분을 검출했다는 보고와 더덕의 향성분 증대와 관련된 재배법 연구는 이 등(1995, 1996)이 자생지의 기상 및 생태환경 조사와 유기물 시용 시험 외에는 연구 보고가 저조한 실정이다. 따라서 본 연구는 일반 노지에 더덕 재배시 향기가 낮아지는 원인을 알아보기 위한 재배기술의 일환으로 토양 pH를 달리하여 이 등(1995, 1996)이 조사한 야생더덕의 특성과 유사한 방향성 향기성분의 향상 및 정유성분의 수율을 높이기 위하여 실험을 수행하여 얻어진 몇가지 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

본 시험은 1997년 경북농업기술원 북부시험장(안동) 시험포장에서 실시하였고 실험재료는 1996년 4월에 종자를 노지에 산파 후 10월에 수확하여 저온저장고에 보관한 1년생 묘를 사용하였다.

토양의 시험전 특성에서 토양산도는 6.5로 다소 약산성이었고 유기물 함량은 1.9%였다. 이러한 토양조건하에서 토양 pH별 처리를 위한 산도조절은 구당 토양 부피량을 1.5m<sup>3</sup>로 하여 토양 100kg을 기준으로 유허분말을 pH 4.5는 1,650g, pH 5.5는 825g, Ca(OH)<sub>2</sub>를 pH 6.5는 1,050g, pH 7.5는 5,250g을 살포하여 실시하였으며 토양 pH별 처리간의 차이를 줄이기 위하여 더덕 생육기간동안 4월부터 10월까지 7개월동안 매월 1일에 토양 pH처리구마다 pH를 조사하여 차이를 보이는 처리구는 유허분말과 생석회를 이용하여 보정하였는데 월별 토양 pH처리구에 대한 변화는 그림 1에 나타내었다.

시비량은 대조구와 처리구 모두 10a당 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 6-6-6kg 전량기비로 사용하였고 정식은 묘를 45°로 뉘여 재식거리를 조간 30cm, 주간 15cm로 하였고 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 생육조사는 농사시험연구조사기준(농촌진흥청, 1983)에 따랐고 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분은 건조분말시료 1g을 정확히 칭량하여 사료

분석실험(맹원재 등, 1981)에 준하였다.

향기성분 분석을 위한 정유성분 추출은 생체뿌리 1kg을 깨끗이 씻은 다음 Linkens와 Nikerson 장치의 오른쪽 등근플라스크에 생체뿌리와 증류수 2l를 혼합하고 왼쪽 등근 플라스크에는 재증류한 diethylether 50ml를 넣어 각각 60volt, 80volt의 전압을 흘려 시료가 끓기 시작한 후 1시간 동안 수증기 증류(SDE)시켰다. 추출된 용매액은 무수황산 마그네슘으로 탈수시켜 감압농축기로 4℃ 감압하에서 농축시킨 후 1μl를 GC에 주입하였다. 이때 GC(Finnigan GCQ Mat, USA)의 오븐온도는 분당 4℃로 하여 210℃에서는 30분간 유지시켰고 칼럼은 극성이 높은 DB-FFAP(0.25mm i.d./0.025μm thickness/30m)를 사용하였고, 운반가스는 헬륨을 이용하여 초당 40cm로 하였다. 물질 확인은 NIST(GP, TR, TX) 라이브러리로 하여 동정하였다. 식물정유의 수율 조사는 시료무게와 수증기 증류장치에서 얻어진 essential oil의 무게에 대한 백분율로 환산하여 표시하였다.

## 결과 및 고찰

더덕의 식용부위인 뿌리의 향기성분 향상을 위하여 토양환경가운데 양분의 흡수와 이동에 주요한 요소인 토양 pH를 인위적으로 조절하여 더덕의 생육반응을 조사하기 위한 시험전 토양분석은 표 1에서 보는 바와같이 토양 pH가 6.3으로 약산성을 띠며 유기물 함량은 1.9%를 나타내었으며 토양 pH처리구에 대한 월별 pH변화는 그림 1에 나타난 바와 같이 모든 처리구에서 월별에 따라 차이를 보였으며, 특히 7월에 다소 pH가 증가하였고 pH 7.5처리구는 수확기인 10월에 약간 증가하는 경향을 보였다.

Table 1. Chemical properties of soil before treatment.

| Soil texture | pH (1:5) | O. M. (%) | Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg) | Ex. -cation (cmol <sup>+</sup> /kg) |      |      |
|--------------|----------|-----------|---|-------------------------------------|------|------|
|              |          |           |   | K                                   | Ca   | Mg   |
| Sandy Loam   | 6.3      | 1.9       | 143                                       | 0.20                                | 6.52 | 1.00 |

Table 2. Effects of soil pHs on growth characteristics of *Codonopsis lanceolata*.

| Soil pH | Vine length<br>(cm) | Leaf |                |               | Fresh root wt.<br>(g/plant) |
|---------|---------------------|------|----------------|---------------|-----------------------------|
|         |                     | No.  | Length<br>(cm) | Width<br>(cm) |                             |
| pH 4.5  | 247d <sup>1)</sup>  | 32b  | 5.7            | 4.6           | 10.8c                       |
| pH 5.5  | 277c                | 36a  | 5.7            | 3.7           | 17.9a                       |
| pH 6.5  | 299a                | 24c  | 5.2            | 5.0           | 15.6b                       |
| pH 7.5  | 284b                | 24c  | 5.5            | 4.2           | 11.4c                       |

<sup>1)</sup> In each column, the means with the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

토양 pH에 따른 생육특성을 표 2에서 살펴 보면 토양 pH 4.5에서의 만장생육은 다른 토양 pH처리와 비교해 볼 때 247cm로 가장 짧았으나 토양 pH 6.5는 299cm로 생육이 가장 촉진되었고 엽수는 토양 pH가 알칼리 토양으로 갈수록 크게 감소하였으나 엽장과 엽폭은 큰 차이가 없었다. 토양 pH에 직접적인 영향을 받는 뿌리의 무게에 있어서 토양 pH 4.5에서는 주당 10.8g이었으나 토양 pH 5.5와 6.5에서는 각각 17.9g과 15.6g으로 나타나 이 등 (1996)이 전국 10개 지역의 더덕 자생지에 대한 토양환경조사에서 토양 pH의 범위가 4.8~6.4였다는 보고와 비교해 볼 때 더덕재배에 알맞는 토양 pH는 5.5~6.5인 것으로 생각되었다.

토양 pH에 따른 조성분 변화를 표 3에서 살펴 보면 조단백질은 토양 pH가 알칼리 토양으로 진행될수록 감소되었는데 이러한 경향은 조지방, 조섬유, 조회분에서도 유사하였는데 이 등 (1996)이 더덕의 유기물 시용량 시험에서 토양 pH 5.4~6.9범위에

서 조성분 함량을 분석한 결과와 비슷하였다. 조회분은 토양 pH와는 무관하게 회분함량이 최저 2.99%에서 최고 3.85%로 대한약전 생약규격에 명시된 더덕의 회분함량 허용치인 4.0%이하로 식용 및 생약으로 사용할 경우 문제시되지 않는 것으로 나타났다.

토양 pH가 향기성분과 식물정유 함량 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시험한 결과 표 4에서 보는 바와같이 식물정유함량을 보면 토양 pH 4.5에서는 0.004%로 토양 pH 5.5와 같은 함량이었으나 토양 pH 6.5에서는 0.007%로 토양 pH 7.5보다 더 높은 결과를 보여 더덕이 생육에 알맞는 최적 토양 pH가 6정도의 범위인 것으로 생각되어 금후 토양 pH에 따른 질소, 인 및 칼륨 등 원소에 대한 식물체내의 흡수, 토양내 이동 및 뿌리조직의 pH 등 식물체에 대한 구체적인 연구가 있어야 할 것으로 판단되었다. 표 5는 토양 pH에 대해 GC/MS를 이용하여 더덕 뿌리의 향기성분의 변화를 조사한 것으로 총 48종의 향기성분을 확인하였는데 이 가운데 1-hexanol, *cis*-3-hexanol 및 *trans*-2-

Table 3. Crude components of *Codonopsis lanceolata* root grown in different soil pHs.

| Soil pH | Crude components (%) |       |       |       |
|---------|----------------------|-------|-------|-------|
|         | Protein              | Fat   | Fiber | Ash   |
| pH 4.5  | 8.22a <sup>1)</sup>  | 1.86a | 2.90a | 3.85a |
| pH 5.5  | 7.95b                | 1.82b | 2.62b | 3.27b |
| pH 6.5  | 7.84c                | 1.70c | 2.58b | 2.99c |
| pH 7.5  | 7.80c                | 1.67d | 2.43c | 2.35d |

<sup>1)</sup> In each column, the means with the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 4. Essential oil content in root of *Codonopsis lanceolata* as affected by different soil pHs.

| Soil pH | Essential oil content (%) |
|---------|---------------------------|
| pH 4.5  | 0.004c <sup>1)</sup>      |
| pH 5.5  | 0.004c                    |
| pH 6.5  | 0.007a                    |
| pH 7.5  | 0.005b                    |

<sup>1)</sup> In each column, the means with the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 5. Aromatic constituents as affected by different soil pHs.

| Peak No. | Compounds                  | Peak area (%) |        |        |        |
|----------|----------------------------|---------------|--------|--------|--------|
|          |                            | pH 4.5        | pH 5.5 | pH 6.5 | pH 7.5 |
| 1        | 2-Pentanol                 | 0.65          | 0.54   | 0.55   | 0.45   |
| 2        | Isoamyl alcohol            | 0.35          | 0.23   | 0.17   | 0.34   |
| 3        | 2-Amyl furan               | 0.23          | 0.20   | 0.65   | 0.22   |
| 4        | <i>Trans</i> -2-Hexenol    | 0.12          | 0.24   | 3.67   | 0.15   |
| 5        | Amyl alcohol               | 0.28          | 0.22   | 0.22   | 0.18   |
| 6        | 3-Octanol                  | 0.10          | 0.11   | 0.19   | 0.14   |
| 7        | Methyl heptenene           | 0.18          | 0.15   | 0.13   | 0.03   |
| 8        | 2-Penten-1-ol              | 0.46          | 0.34   | 0.43   | 0.26   |
| 9        | Prenol                     | 0.14          | 0.18   | 0.13   | 0.61   |
| 10       | Methyl heptenene           | 0.26          | 0.22   | 0.34   | 0.29   |
| 11       | 1-hexanol                  | 76.45         | 67.60  | 89.76  | 78.55  |
| 12       | <i>Cis</i> -3-Hexanol      | 46.43         | 53.28  | 79.54  | 65.18  |
| 13       | <i>Trans</i> -2-Hexanol    | 75.35         | 87.56  | 156.87 | 99.46  |
| 14       | 4-Methyl hexanol           | 0.26          | 0.37   | 0.17   | 0.08   |
| 15       | 3-Methoxyisopropylpyrazine | 0.17          | 0.18   | 0.19   | 7.23   |
| 16       | 2-Octenal                  | 0.17          | 0.18   | 0.21   | 0.39   |
| 17       | 1-Octen-3-ol               | 0.39          | 1.43   | 0.33   | 6.28   |
| 18       | Acetic acid                | 0.45          | 0.56   | 0.24   | 0.24   |
| 19       | Furfural                   | 0.11          | 0.18   | 0.16   | 0.57   |
| 20       | 2,4-Heptadienal            | 0.18          | 1.33   | 0.20   | 5.65   |
| 21       | Benzaldehyde               | 0.07          | 0.07   | 0.09   | 0.30   |
| 22       | Linalool                   | 0.04          | 0.07   | 0.08   | 0.24   |
| 23       | Cedrene                    | 0.32          | 0.44   | 0.15   | 0.45   |
| 24       | 2-Quaiene                  | 0.08          | 0.12   | 0.11   | 1.33   |
| 25       | Caryophyllene              | 0.16          | 0.19   | 0.26   | 1.67   |
| 26       | Widdrene                   | 0.03          | 1.05   | 0.38   | 1.35   |
| 27       | <i>l</i> -Menthol          | 0.42          | 1.34   | 0.24   | 0.22   |
| 28       | Phenyl acetic aldehyde     | 2.57          | 5.21   | 0.59   | 1.18   |
| 29       | $\delta$ -Quaiene          | 0.28          | 0.40   | 0.42   | 0.19   |
| 30       | Methyl salicylate          | 0.14          | 0.19   | 0.21   | 2.49   |
| 31       | 2,4-Decadienal             | 0.14          | 0.14   | 0.35   | 0.18   |
| 32       | Geraniol                   | 0.10          | 1.57   | 0.67   | 0.27   |
| 33       | Benzylalcohol              | 0.13          | 1.04   | 1.10   | 1.30   |
| 34       | BHT                        | 0.72          | 0.98   | 1.39   | 0.34   |
| 35       | Phenyl ethyl alcohol       | 0.34          | 1.34   | 1.43   | 3.29   |
| 36       | Cinnamic aldehyde          | 0.17          | 0.28   | 0.29   | 0.38   |
| 37       | 2-Cedral                   | 0.25          | 0.75   | 0.12   | 0.99   |
| 38       | Eugenol                    | 0.31          | 0.66   | 0.22   | 0.76   |
| 39       | Patchouli alcohol          | 0.24          | 1.78   | 0.28   | 3.78   |
| 40       | 2-Methoxy-4-Minyl Phenol   | 0.26          | 2.46   | 0.57   | 0.11   |
| 41       | 2-Hexyl cinnamic aldehyde  | 0.11          | 0.54   | 0.32   | 0.67   |
| 42       | Diethyl phtnlate           | 0.56          | 0.59   | 0.13   | 0.58   |
| 43       | 4-Vinyl phenol             | 0.20          | 1.23   | 1.33   | 0.24   |
| 44       | Diisoputhyl phthalate      | 0.30          | 0.25   | 0.55   | 2.98   |
| 45       | Myristic acid              | 0.12          | 0.14   | 0.43   | 0.18   |
| 46       | Dibuthyl phthalate         | 0.27          | 0.19   | 0.32   | 0.16   |
| 47       | Benzylesalicylate          | 0.14          | 0.49   | 0.16   | 0.04   |
| 48       | Palmitic acid              | 0.19          | 8.33   | 1.56   | 1.43   |

hexanol의 화합물이 큰 변화를 보였고, 특히 *trans*-2-hexanol이 토양 pH에 따라 차이를 나타내었다. 토양 pH 4.5에서 *trans*-2-hexanol이 75.35 % area인 것에 비해 토양 pH 6.5에서는 156.87 % area로 약 2배이상 차이를 보였고 표 6에 나타난 바와같이 토양 pH에 따른 주요 향기성분인 1-hexanol, *cis*-3-hexanol 및 *trans*-2-hexanol도 고도의 유의성을 보이는 것으로 나타나 토양 pH에 따라 향기성분이 크게 변화함을 알 수 있었다. 이상의 결과로 볼 때 토양 pH에 따른 향기성분의 변화와 식물정유의 함량에 차이가 단순히 pH에 의한 것인지 또는 토양 pH에 의해 질소, 인, 칼륨과 미세알 성분들이 가용태 또는 불용태로 전환되어 더덕 뿌리내로의 흡수와 이동에 영향을 미쳤는가에 대한 연구가 심도있게 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

Table 6. Mean square and least significant difference values of major aromatic constituents by different soil pHs.

| Compounds      | 1-hexanol | <i>Cis</i> -3-hexanol | <i>Trans</i> -2-hexanol |
|----------------|-----------|-----------------------|-------------------------|
| Mean square    | 237.6**   | 611.1**               | 3717.3**                |
| L. S. D (0.05) | 1.52      | 1.15                  | 2.12                    |

\*, \*\*Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

## 적 요

본 실험은 더덕의 향기성분 향상과 식물정유의 함량을 높이기 위하여 토양환경가운데 pH를 인위적으로 조절하여 자생지에서 야생더덕이 가지는 고방향성의 특성을 노지에 재배할 경우 발더덕에서도 고방향성을 갖는 재배기술을 확립하기 위하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 토양 pH 4.5에서 만장은 247cm로 가장 짧았고 토양 pH 6.5는 299cm로 생육이 가장 촉진되었으며 뿌리의 무게는 토양 pH 5.5와 6.5에서는 각각 17.9g과 15.6g으로 무거웠다.
2. 조단백질은 토양 pH가 알칼리 토양으로 진행될

수록 함량이 감소되었고 조회분은 토양 pH와는 무관하게 회분함량이 최저 2.99%에서 최고 3.85%로 대한약전 생약규격에 명시된 더덕의 회분함량 허용치인 4.0%이하였다.

3. 식물정유함량은 토양pH 6.5에서 0.007%로 토양pH 7.5보다 더 높은 함량을 보였다.
4. 토양 pH에 따른 더덕 뿌리의 향기성분은 총 48종이 확인되었으며 이중에서 1-hexanol, *cis*-3-hexanol 및 *trans*-2-hexanol의 화합물이 큰 변화를 보였다.
5. *trans*-2-hexanol은 토양 pH 6.5에서 156.87 % area로 가장 높았다.

## LITERATURES CITED

- Bunney S. 1992. The illustrated encyclopedia of herbs. Chancellor Press.
- Chung, B.S. and D.S. Na. . 1977. Studies on the terpenoid component of the roots of *Codonopsis lanceolata* Benth. et Hook, Kor. J. Pharmacog. 8 : 47 - 49.
- Chung, T.Y., J. L. Kim, F. Haya, and H. Kat. 1987. Flavor components in the bellflower roots. J. Korean Sci. Food Nutr. 16 : 136.
- Park, J.Y., Y.H. Kim, and K.S. Kim. 1989. Volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata* Trautv. (Benth. et Hook.). J. Korean Agric. Chem. Soc., 32 : 338.
- Seong Phil Lee, Sang Kuk Kim, Myung Suk Nam, Boo Sull Choi and Sang Chul Lee. 1996. Effects of shading and organic matter applications on growth and aromatic constituents of *Codonopsis lanceolata*. 41(4) : 496 - 504.
- Seong Phil Lee, Sang Kuk Kim, Gi Gun Min, Ji Hyung Cho, Boo Sull Choi, Sang Chul Lee and Kil Ung Kim. 1996. Agronomic characteristics and aromatic compositions of Korean wild *Codonopsis lanceolata* collections cultivated in field. Korean J. Crop Sci. 41(2) : 188 - 199.
- Seong Phil Lee, Sang Kuk Kim, Boo Sull Choi, Sang Chul Lee and Kil Ung Kim. 1995. Growth and

- aromatic constituents of wild and domesticated *Codonopsis lanceolata* grown at two different regions. Korean J. Crop Sci. 40 (5) : 587 - 593.
- 김정환, 김경례, 김재정, 오창환. 1992. 전처리 방법에 따른 더덕의 휘발성 향기성분 비교분석. 한국 식품과학회지. 24 (2). 171 - 176.
- 농촌진흥청. 1983. 농사시험연구조사기준. 제1판. 35 - 139p.
- 맹원재, 윤광로, 신형태, 김대진. 1981. 수정증보 사료분석실험. 선진문화사. 131 - 150p.