

# 산더덕과 재배더덕에 존재하는 토양미생물 및 향기 유발에 영향을 미치는 미생물 탐색

김동주 · 이진실<sup>1</sup> · 정가진 · 이세윤  
(주)마이크로비아 기술연구소, <sup>1</sup>상명대학교 외식영양학과

Detection of soil microorganisms of an upland or cultivated *Codonopsis lanceolata* and investigation of them affecting on flavor substances

Dong-Joo Kim, Ga Jin Geong, Jin Sil Lee<sup>1</sup>, Seh-Yoon Yi  
Microbia corporation limited, Technical Research Institute  
<sup>1</sup>SangMyoung university Foodservice Management Nutrition

## Abstract

We investigated microbial populations of an upland and cultivated *Codonopsis lanceolata*. The microbial populations from both types of soils were also investigated. There were more than 10 microorganisms existed in upland than cultivated one. The total viable cell counts of *C. lanceolata* from upland and cultivated one, especially in the upper zone, were  $9.7 \times 10^6$  CFU/g and  $4.2 \times 10^6$  CFU/g, respectively. As a results, upper parts of *C. lanceolata* in upland were considered to harbour approximately more than 2.3 fold higher microorganisms than in cultivated one. However, the total viable cell counts between the two soil habitat, that is,  $1.2 \times 10^7$  CFU/g from upland and  $1.0 \times 10^7$  CFU/g from cultivated, were not significantly different.

We also examined the unique flavor producing microorganisms in the soil extract broth including 25% *C. lanceolata* extract. One microorganism was detected in upper pars of *C. lanceolata* and upland soil. No. 6, microorganism causing the characteristic flavor of *C. lanceolata* was confirmed as *Actinomyces* by microscopy.

Key words: *Codonopsis lanceolata*, soil bacteria, *Actinomyces*

## 1. 서 론

더덕(*Codonopsis lanceolata* Benthams et Hooker Fil)은 탄수화물, 단백질, 지방이 풍부하게 들어있어 식품으로의 가치가 대단히 우수하며 한약의 재료로 이용되기도 하나 독특한 향기와 맛이 있어 건강식품으로도 많이 사용되는 약용 식물이다<sup>1)</sup>. 따라서, 실제 농가에서 대량 생산을 위한 더덕의 재배가 실시되고 있지만 다음과 같은 문제점을 갖고 있다.

일반농가에서 재배되는 더덕과 산야에 자생하는 야생더덕은 분류학상으로 동일한 품종으로 추정되나 야생더덕은 재배더덕에 비해 강한 향을 발산한다.

실제로 농가의 재배더덕을 산에 야생상태로 재배하면 산 더덕과 같은 강한 향기를 가지며, 반대로 산 더덕을 일반농가의 관행적인 방법으로 재배하면 향기가 떨어진다고 한다<sup>2)</sup>. 이것은 산야에만 존재하는 특정 환경요인이 더덕의 향 유발에 어떠한 영향을 미치기 때문인 것으로 추측되어진다.

현재 더덕 성분 함량에 관한 연구는 자연산 더덕과 재배 더덕간의 일반성분 비교<sup>3)</sup>, 생약학적 비교 및 전처리 방법에 따른 향기성분비교 등의 연구 그리고 토양조건 즉 pH, 수분정도, 유기물 농도, 치환성 양이온 농도, SO<sub>4</sub> 함량이 더덕의 생육 및 향기물질 발현에 미치는 영향 등에 대한 연구들은 보고되어져 있지만 토양 내 특정 미생물의 존재가 더덕향 유발에 영향을 미치는가에 대한 연구는 보고되어 있지 않다<sup>2,4,5)</sup>.

따라서 본 연구는 더덕 및 근권 야생지 및 재배지 토양을 채취하여 각각의 미생물 균집을 조사하였

Corresponding author: Seh-Yoon Yi, Microbia corporation limited, Technical Research Institute, 2-2 Wawoo-ree, Bongdam-eup, Whasung city, Kyunggi-do 445-743, Korea  
Tel: 031-222-7421  
Fax: 031-222-7421  
E-mail: syyi0820@empal.com

으며 분리된 미생물을 대상으로 더덕향 유발균을 screening 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시료 종류 및 시료 채취 방법

2003년 3월 경기도 양평군 문호리 지역에서 야생 더덕을 채취하였으며 재배더덕 시료는 강원도 홍천면 화천리에서 채취하였다. 더덕 채취 방법은 표토를 제거한 후 더덕을 지퍼백에 넣고 4℃를 유지하여 실험실로 운반한 후 실험을 실시하였다. 더덕 근권 주변 토양 내 미생물의 종류 및 미생물의 수를 측정하기 위하여 더덕에서 약 10cm 표토를 함께 채취하였다.

### 2. 토양의 pH 측정

각 토양 시료의 수소이온농도는 토양시료와 증류수 1:5(w/w)의 비로 섞어 진탕시킨 후 그 여과액을 pH meter로 측정하였다<sup>6)</sup>.

### 3. 시료 내 토양 미생물의 생균수 측정 및 각 시료별 미생물 분리

더덕 시료는 상대와 하대로 나누어 실시하였는데 더덕의 상대부위에서 1cm 되는 곳을 상대로 보았고 하대는 더덕 가장 하위부에서 1cm 되는 곳을 채취하였다. 더덕 표토에 부착되어있는 표토와 미생물을 탈리시키기 위해 1 X PBS를 첨가 후 60Hz sonicator로 10분간 처리하였다. 표토 시료도 미생물을 탈리시키기 위해 동일한 방법으로 탈리시킨 후 연속희석 평판법에 의하여 생균수를 측정하였다. 희석액으로는 1 X PBS를 사용하였으며 모든 미생물의 개체수는 건토 1g당 개체수로 환산하여 나타내었다. 일반 세균의 개체수는 soil extract agar(Pancreatic digest of gelatin 0.5%, beef extract 0.3%, soil extract 25%:증류수 1/에 표토 500g 넣고 121℃에서 15분간 멸균 후 Whatman #2 여과지로 여과 후 사용, agar 1.5%)를 이용하여 26에서 3일 간 배양 한 후, 나타난 콜로니의 수로 측정하였다.

선별된 colony는 크기, 색, 형태로 나누었고 각 colony를 gram staining하여 gram negative 또는 positive로 분류하였다. 또한 검출된 균들의 현미경적 형태를 확인하기 위해 광학현미경을 이용하여 cell의 형태도 관찰하였다.

### 4. 더덕향 유발균 screening

더덕즙을 멸균된 soil extract broth에 최종 농도

4%(v/v)가 되도록 첨가한 후 더덕 근권으로부터 분리된 미생물 진탕액을 1%(v/v)씩 접종하였다. 25℃에서 3일간 배양 후 더덕향 발산 유무를 코로 맡아 판단하였다.

### 5. 갈색환 형성균의 분리 배양

Soil extract agar 상에서 갈색환을 형성하는 미생물 중 더덕향을 발산하는 균을 대상으로 cell morphology를 관찰하기 위해 방선균 배양 배지(soluble starch 1%, peptone 0.1%, yeast extract 0.1%, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.05%, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.05%)를 사용하여 30℃에서 7일간 배양한 후 현미경으로 cell morphology를 확인하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 토양의 pH 측정

야생 토양과 재배지 토양의 pH는 각각 5.04와 4.72로 토양간의 pH 차가 크지 않았고 모두 약산성 상태(Table 1)임을 확인할 수 있었다. 이것은 오 등(1999)이 보고한 야생지 토양의 pH가 4.8이라는 결과와 유사한 경향이며 야생지 토양과 재배지 토양 모두 낮은 산성 pH를 나타낸다고 보고한 바 있다<sup>7)</sup>.

Table 1. Chemical characterization(pH) of soil as habitat

Soil of habitat	pH
Upland	4.72
Wild	5.04

### 2. 토양미생물 분리 및 생균수 측정

야생지와 재배지 모두에서 검출된 미생물들은 총 33종류로서 colony 형태와 colony color를 구분리 기준으로 삼아 총 균주를 분리하여 형태를 관찰하였다. 각각의 균들을 현미경으로 관찰한 결과 coccus 형태가 17종, rod 형태가 16종으로 나타났다. rod 균의 경우 short와 long rod 모두 존재하였고(Table 2), 이 중 5종류, 즉 6, 7, 11, 18, 28번 균은 soil extract agar상에서 갈색환을 형성하였으며 이 균들의 형태를 확인하기 위해 방선균 선택 배지를 사용하여 배양시킨 결과 균사를 갖는 방선균으로 확인되었다(Fig. 1).

더덕 자체의 부분에 따른 미생물을 검출하여보았다. 더덕의 상대부분만을 모아 실험한 결과 야생더덕의 경우 9.7×10<sup>6</sup>CFU/g의 총균수가 검출되었고 재배더덕은 4.2×10<sup>6</sup>CFU/g이 검출됨으로써 야생더덕의 상대부분이 재배더덕보다 생균수가 약 2.3배 정도 많은 것으로 측정되었다(Fig. 2). 각각의 더덕 시료를

Table 2. Characterizations of microorganisms isolated in all sample

Label	colony characterization						gram stain	cell morphology
	size(mm)	color	form	margin	elevation	glisten		
1	1.5	beige	circle	entire	raised	○	—	coccus
1-1	1	〃	〃	〃	convex	○	—	〃
2	2.5	cream	〃	〃	〃	○	—	〃
3	2	yellow	〃	〃	〃	○	—	rod
4	3	pale pink	〃	〃	〃	○	—	rod
5	4	cream	〃	〃	〃	○	+	coccus
6	2.5	beige	〃	〃	〃	×	+	long rod
7	2	beige+white	〃	〃, B.Z*	〃	×	+	long rod
8	7	beige	irregular	undulate	flat(fold)	×	+	rod(spore)
9	4	yellow	circle	entire	raised	○	+	rod
10	2	white	〃	〃	convex	○	+	coccus
11	1.5	beige+gray	〃	〃, B.Z	〃	×	+	very long rod
12	1.5	pale yellow	〃	〃	〃	○	+	coccus
13	3	cream	rhizoid	filamentous	flat	×	+	rod(spore)
14	1.2	pale yellow	circle	entire	convex	○	+	coccus
14-1	2.5	〃	〃	〃	〃	○	+	coccus
15	2.5	pale yellow+dark green	〃	〃	〃	○	+	staphylococcus
16	4	cream	〃	〃	〃	○	—	coccus
17	3	〃	〃	〃	raised	○	—	coccus
17-1	3	〃	〃	〃	convex	○	+	rod(spore)
18	2	beige+pale brown	〃	〃, B.Z	raised	×	+	long rod
20	2	white	〃	〃	convex	×	+	very long rod
21	3.5	yellow	〃	〃	〃	○	—	rod
22	1	dark pink	〃	〃	〃	○	—	coccus
23	2.5	cream+light brown	〃	undulate	raised	×	—	coccus
24	3	beige	〃	entire	convex	×	+	very long rod
25	2.5	cream+white	〃	〃	〃	×	+	very long rod
26	1.5	dark cream	〃	〃	〃	○	+	short rod(fat)
27	pin point	cream	〃	〃	〃	○	—	coccus
28	1.7	beige+white	〃	〃, B.Z	〃	×	+	long rod
29	3	beige	〃	undulate	raised	×	+	rod(fat, spore)
30	pin point	beige	〃	entire	convex	○	+	coccus
31	0.05	〃	〃	〃	〃	○	+	coccus
32	2	cream+gray	〃	〃	〃	○	+	coccus

\*: Brown zone



Fig. 1. Microscopic characterization of Actinomyces (no. 6, ×400, gram stain)

상대와 하대로 나누어 미생물 종류를 확인한 결과 야생 더덕이 재배 더덕보다 검출균의 종류가 10가지 더 많은 결과를 보였다. 산더덕과 밭더덕 모두 상대 부분에서 다양한 종류의 균들이 검출되었으며 또한 야생지 토양에서 검출된 균의 종류도 야생지가 2가

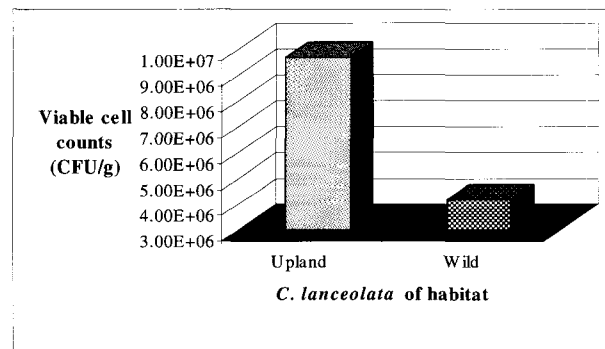


Fig. 2. Detection of viable cell count in upper parts of upland and cultivated *C. lanceolata*

지 더 많이 검출되었다. 야생더덕 상대의 경우 산더덕에서 검출된 24가지 균이 모두 검출된 반면, 하대의 경우 단 7가지만이 검출되었다. 밭더덕의 경우

Table 3. Comparison of soil microorganisms of upland and cultivated *Codonopsis lanceolata*.

Label	Upland			wild		
	Upper	low	soil	Upper	low	soil
1	○	○	×	○	×	×
1-1	○	○	×	×	○	×
2	○	×	×	×	×	×
3	○	×	×	×	×	×
4	○	×	×	×	○	×
5	○	×	○	×	×	×
6	○	×	○	×	×	×
7	○	×	×	×	×	×
8	○	×	○	○	×	×
9	○	×	×	○	×	×
10	○	○	×	×	○	○
11	○	×	○	×	×	×
12	○	×	×	×	×	×
13	○	×	○	×	×	×
14	○	○	×	○	○	○
14-1	×	×	×	×	×	×
15	○	×	×	×	×	×
16	○	○	×	○	×	×
17	○	○	×	×	×	○
17-1	○	×	×	×	○	×
18	○	○	×	×	×	×
20	○	×	×	×	×	×
21	○	×	×	×	×	×
22	×	×	○	○	×	○
23	×	×	○	○	×	×
24	×	×	○	×	×	×
25	×	×	○	×	×	○
26	×	×	×	○	×	×
27	○	×	×	×	○	×
28	×	×	×	○	×	○
29	×	×	×	×	×	○
30	×	×	×	×	×	×
31	×	×	×	×	×	×
32	×	×	×	×	×	×

(○: Detection, ×: no detection)

총 14종류 중 상대만 8가지, 하대에서만 5가지가 검출됨으로써 두 시료 모두 상대 부분에 특정 미생물들이 집중적으로 서식하는 것을 확인할 수 있었다 (Table 2) 그러나, 야생과 재배 더덕의 상대를 비교시 야생더덕 상대에서 평균이 18종류 더 많이 검출됨으로써 야생지의 더덕 상대가 균 성장 면에서 더 유리한 조건을 제공하는 것으로 추측되어졌다.

야생지 더덕과 재배지 더덕 그리고 서식지 토양에 따른 균수를 알아본 결과 야생지 토양의 경우  $1.2 \times 10^7$  CFU/g, 재배지는  $1.0 \times 10^7$  CFU/g으로 검출됨으로써 토양 서식지간의 총생균수의 차는 크지 않음을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 토양미생물의 분포를 조사한 연

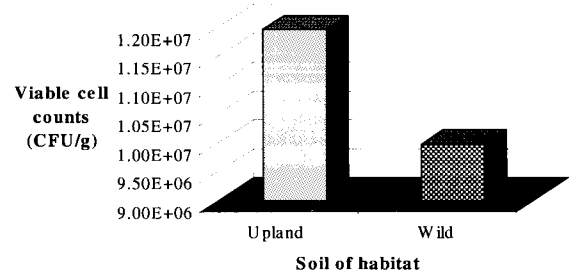


Fig. 3. Detection of viable cell count in upland and cultivated soil sample

구들에 의하면 강원지역에서 조사된 일반세균의 개체군 크기는  $2.5-990.0 \times 10^5$  CFU/g이었고<sup>8)</sup> 지리산 피아골 극상림 토양을 대상으로 토양 생균수를 측정된 결과도  $107-10^8$  CFU/g의 결과<sup>9)</sup> 보인 것으로 보아 양평 일대 야생지 토양과 재배지 토양 내 존재하는 미생물의 개체군의 수가 일반적으로 존재하는 균수 범위보다 낮은 수준이 아님을 확인할 수 있었고 이것은 이 일대가 미생물의 서식에 적합한 조건을 갖춘 환경임을 시사한다.

### 3. 더덕향 유발균의 screening

더덕향 유발균을 선별하기 위해 초기에 사용된 soil extract broth에 더덕즙을 4%(v/v) 첨가한 후 분리된 모든 균을 접종하여 3일간 25℃에서 배양한 결과 6, 7, 11, 18번 균이 약간의 향을 유발시키는 것을 확인할 수 있었고 이 4가지 균은 colony 상으로 방선균의 특징을 지니고 있었으므로 방선균 선택배지에 접종하여 균의 형태를 관찰한 결과 균사를 갖는 방선균임을 확인할 수 있었다(Fig.1). 4가지 균들을 대상으로 더덕즙 농도를 25%로 증가시킨 배지에서 재배양 실험을 실시한 결과 6번 균만이 더덕 고유의 향긋한 향을 유발시키는 것으로 확인되었다. 검출된 모든 균 중에서 6번 균만이 더덕의 영양분을 이용해 고유의 향을 발산 할수 있는 것으로 판단되어진다.

앞의 결과에 따라 야생더덕 재배지의 토양에서 분리된 방선균의 활용이 기대된다. 야생더덕의 토양의 산성 pH에 서식하는 방선균의 분리로 야생지 토양에서 재배지의 더덕을 이식하여 향의 유발정도의 검색을 기대할 수 있다. 미생물을 이용한 새로운 경작 방법은 더덕의 부가가치를 높힐 수 있음을 추측할 수 있다. 기존 재배더덕에 없는 야생더덕의 향성분인 3-ethyl-5-2-(ethylbutyl)-octadecane, benzaldehyde, 14-dimethyl-hexadecanoate, 또는 methylhexadecanoate를 측정함으로써 미생물을 이용한 새로운 기법의 더덕을 생산할 수 있는 기술을 개발함이 요구된다. 토양의 산성 pH가 더덕의 향유발에 영향을 미치는 중요한 요인이므로 pH에 따른 향의 유발정도의 검색도 관찰하여 최상조건의 설정도 검색해 봄이 바람직하다.

## IV. 결론

봄철에 야생지 및 재배지 토양에서 생산된 더덕과 야생 및 재배지 토양으로부터 미생물의 종류와 생균수를 조사하였다. 그 결과 야생의 산더덕이 재배지 더덕보다 균의 종류가 10종류 더 검출되었고 더덕의 상

대부분만을 실험한 결과 산더덕의 총생균수는  $9.7 \times 10^6$  CFU/g, 재배더덕은  $4.2 \times 10^6$  CFU/g으로 검출됨으로써 산더덕의 상대부분이 재배더덕보다 생균수가 약 2.3배 정도 많은 것으로 측정되었다. 시료 채취 별 총생균수를 측정된 결과 야생지 토양과 재배지 토양은 각각  $1.2 \times 10^7$  CFU/g,  $1.0 \times 10^7$  CFU/g으로 검출됨으로써 토양 서식기간의 총생균수의 차는 크지 않음을 확인할 수 있었다. 검출된 모든 미생물을 대상으로 더덕즙을 25% 포함한 soil extract broth에서 향유발 여부를 조사한 결과 야생지 토양 및 야생지 더덕에서만 검출된 균 중 6번 균만이 더덕 고유의 향을 유발하였으며 이 균은 현미경적 형태로 보아 방선균으로 확인되었다.

## 감사의 글

본 논문은 2003년도 농림기술 개발 연구과제의 결과 일부입니다.

## 참고문헌

1. 임웅규 : 자원식물학, 광진출판사, pp.124-132, 1982
2. Oh, Sei Myung, Jeong, Hyung Jin and Kwon, Soon Tae : The effects of soil condition on the agronomic characters and aromatic substances in cultivated *Codonopsis lanceolata*. Korean J. Plant. Res., 12(4):282-288, 1999
3. Oh, Sei Myung, Jeong, Hyung Jin and Kwon, Soon Tae : Chemical composition of wild and cultivated *Codonopsis lanceolata* Benth. et Hook 농업과학기술논문집, 4:47-54, 1982
4. Yoo, Hye Hyun, Baek, Seung Hoon, Park, Yun Kyung, Lee, Seung Ho, Kim, Chang Min, Lee, Kyung Soon, Park Man Ki and Park, Jeong Hill : Quality control of dried roots of *Codonopsis lanceolata*. Kor. J. Pharmacogen, 33(2) 85-87, 2002
5. 김정환, 김경례, 김재정, 오창한 : 전처리 방법에 따른 더덕의 휘발성 향기성분비교 분석, 한국식품공학회지, 24(2):171-176, 1992
6. Kim, Ju Hee and Choi, Jeong Sik : Incidence of diseases in *Codonopsis lanceolata*. with different cultivation method, Kor. J. Plant Pathol. 14(6):676-681, 1998
7. Lee, Seong Phil, Kim, Sang Kuk, Choi, Boo Sull, Lee, Sang Chul and Kim, Kil Ung : Changes of general components and aromatic constituents in *Codonopsis lanceolata* grown at the native and cultivated area. Kor. J. Plant Res. 9(3) 230-238, 1996
8. 환경처 : '89자연생태계 전국조사(III) 제4차년도(토양), 1989
9. 최영길, 이영하 : 피아골 극상림내 임상의 토양미생물 군집의 동태, 한국자연보존협회 조사보고서 제21호, 179-191, 1982

(2004년 6월 17일 접수, 2004년 8월 23일 채택)