

## 나물용 엉겅퀴의 근권에서 Arbuscular 균근균의 분포\*

조 자 용\*\* · 허 복 구\*\*\* · 양 승 렬\*\*\*\*

### Distribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Rhizosphere of *Cirsium japonicum* DC. for Wild Vegetables

Cho, Ja-Yong · Heo, Buk-Gu · Yang, Seung-Yul

This study was conducted to investigate into the marketing states of 'Hangalku (*Cirsium japonicum* DC.)' for the soup stock of wild vegetables with Jangheung as the central districts, and to clarify the distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in the native soil and roots of *Cirsium japonicum* DC. Hangalku for wild vegetables was used for the soup stock with soft leaves and roots. Total fresh and dry weights of leaves per 1,000won were 226.0g and 24.6g. And total root fresh and dry weights by 1,000won were 175.6g and 37.5g. Leaf fresh and dry weights of Hangalku per plant sold for wild vegetables were 9.1g and 0.9g, and number of leaves was 10.8. Root fresh and dry weights of Hangalku per plant were 19.2g and 4.1g. Thirty five soil samples were collected from the native soils grown *Cirsium japonicum* DC., and mycorrhizal spores in soils were separated using wet-sieving methods. Number of mycorrhizal spores per 30g fresh soil sized over 500 $\mu$ m, 355~500 $\mu$ m, 251~354 $\mu$ m, 107~250 $\mu$ m and 45~106 $\mu$ m were 0.6, 2.1, 6.0, 55.3 and 126, etc. Total number of mycorrhizal spores per 30g fresh soil were 190. Root infection by vesicles, hyphae and arbuscules were 13%, 4% and 3%, respectively. As a result of identification, mass propagated mycorrhizal spores by the host plant of sudangrass were *Glomus* sp., *Gigaspora* sp., and *Acaulospora* sp., and so on.

*Key words* : Hangalku, *Cirsium japonicum* DC., wild vegetables, arbuscular mycorrhizal fungi, spore, hyphae, vesicle

\* 이 연구는 2005년도 농림기술개발연구 현장적용 (과제번호 : 105088-03-1-SB010)의 지원에 의해 수행되었음.

\*\* 대표저자, 남도대학 약용자원원예개발과

\*\*\* 원광대학교 생명자원과학대학

\*\*\*\* 순천대학교 식물생산과학부

## I. 緒 言

우리나라에서는 전통적으로 300여종의 식물이 나물로 이용되어 왔으나 현재 20여종 안팎의 종류만이 이용되고 있으며, 고령자의 사망증가와 함께 전통적으로 이용되어 왔던 나물의 종류와 이용법 등에 대한 기술이 잊혀지고 있는 실정이므로, 하루 빨리 이를 발굴하여 보존하고 보완하여 개발할 필요가 있다 (강, 1993). 또한, 나물자원의 영양학적, 식품학적 및 기능학적 특성 등을 규명하여 그 가치를 발굴하고 상품화한다면, 농촌에 산재되어 있는 나물용 자원의 이용을 극대화시킬 수 있을 것이다 (황, 1991; 김, 2002; 류 등, 2004).

최근에 자생식물과 원예작물에서 공생균인 뿌리 내생 균근균의 분포현황을 조사하고, 균근균을 육묘단계부터 적극적으로 접종 처리하여 식물의 생장을 촉진시키려는 연구가 늘어나고 있다 (조 등, 2004; 김 등, 2004). 균근균이 식물생장을 촉진시키는 것을 보면 토양 중에서 작물 뿌리와 연결된 폭 넓은 균사를 형성하여 식물체 뿌리의 연장 역할을 하고 수분과 양분의 흡수를 도와서 기주식물의 생육을 촉진시킨다 (Rousseau 등, 1994). 또한, 균근균은 기후 등 불량한 환경조건에서도 기주식물의 내성을 증가시키고 (Dixon과 Mark, 1987; Siqueria, 1994), 양분의 흡수를 향상시켜 (Bethlenfalvay 등, 1987; Barea 등, 1993) 전체적인 식물의 생장을 촉진시킨다. 균근균은 공생관계에서 기주식물로부터 균근균의 생장에 필요한 탄소원 (carbon source)을 얻으며, 뿌리가 미치지 못하는 토양 중의 무기양분을 기주식물에 공급해 주는 역할을 한다 (Paul과 Ducey, 1981).

이런 측면에서 본 연구는 장흥지역 재래시장에서 '한갈쿠'라는 유통명으로 판매되고 있는 엉겅퀴의 유통현황을 조사하고, 유통되고 있는 엉겅퀴의 규격을 조사하며, 엉겅퀴의 자생지에서 내생 균근균의 분포를 조사함으로써 유용미생물을 이용한 환경친화적인 농업 개발의 기초 자료로 활용하고자 실시하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 나물용 엉겅퀴의 시장조사

전남 장흥의 재래시장에서 한갈쿠라는 유통명으로 판매되고 있는 엉겅퀴의 판매현황을 조사하기 위하여 산채류를 중심으로 한 나물의 유통현황을 조사하였다. 조사항목은 산채류를 중심으로 나물의 종류와 판매량, 엉겅퀴 (한갈쿠) 판매자의 수와 나이, 1,000원당 엉겅퀴의 지상부와 지하부의 총 생체중 및 건물중, 그리고 유통 중인 나물용 엉겅퀴의 규격 등을 조사하였다.

## 2. 토양시료 채취

나물용 영경귀 (한갈쿠)의 뿌리에서 균근균 포자를 분리하기 위하여 전남 장흥군을 중심으로 총 35개 지역에서 3반복으로 영경귀 자생지의 근권 토양을 채취하였다. 영경귀 뿌리와 근권 토양을 약 6~7kg 정도 채취하여 polyethylene bag에 넣어 저온저장고 (4℃, darkroom)에 보관하면서 실험에 사용하였다. 뿌리의 균근균 감염 여부를 확인하기 위하여 영경귀의 뿌리를 수세한 후 FAA 용액 (10ml formaline + 5ml acetic acid + 200ml ethanol)에 고정하여 균근균의 감염 관찰에 사용하였다.

## 3. 균근균 포자 분리

전남 장흥군 지역에서 자생하는 나물용 영경귀의 근권에서 균근균의 포자를 분리하기 위하여 사용한 방법은 다음과 같다 (Fig. 1).

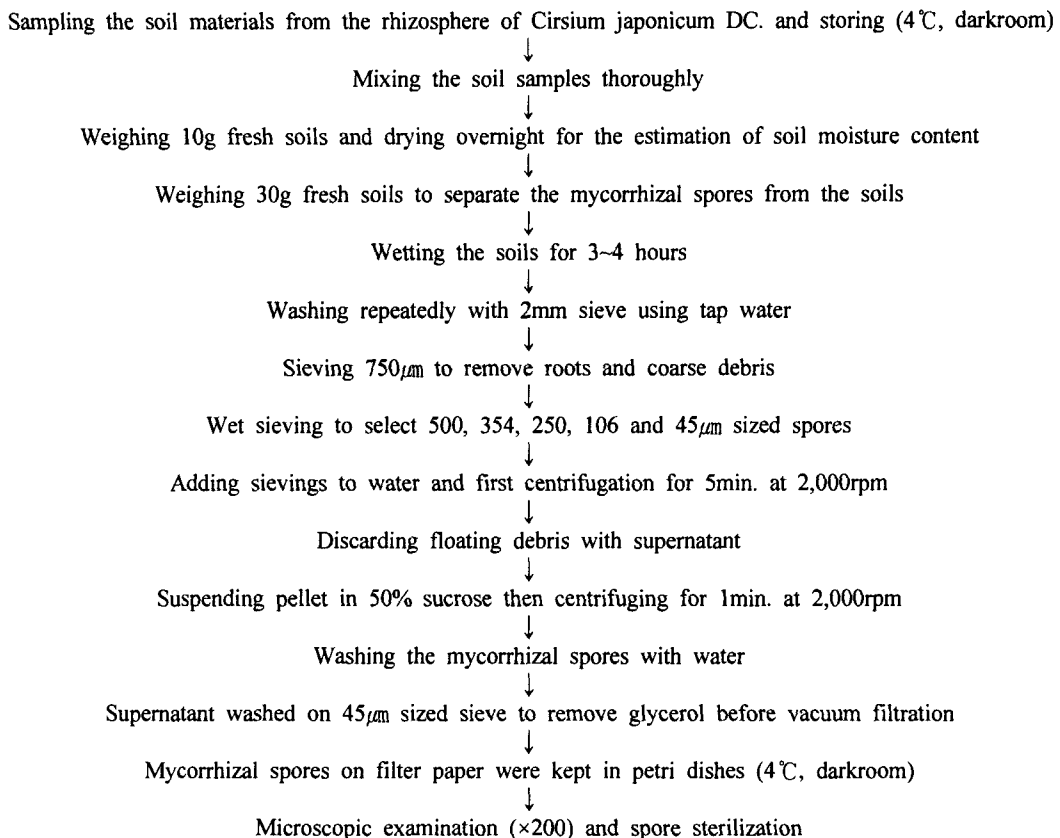


Fig. 1. Isolation of mycorrhizal spores using wet-sieving methods (Daniels와 Skipper, 1982).

나물용 영경귀가 자생하는 토양 30g을 평량 한 후 수돗물에 현탁하여 500, 354, 250, 106 및 45 $\mu$ m 등의 mesh 별로 사별하였다. 사별된 잔사는 다시 50% glycerol 용액에 현탁하였으며, 원심분리 (2,000rpm, 5min.) 한 후 토양과 포자를 분리하여 4 $^{\circ}$ C에 보관하면서 실체현미경 (Zeiss, Stemi 2000-C)하에서 포자 계수와 포자의 속 분리에 사용하였다. 균근균 포자는 병원균의 2차 감염을 방지하기 위하여 2% Chloramin T 용액으로 10분간 표면살균하고, 100ppm Gentamycin과 200ppm Streptomycin 액으로 15분간 살균한 후 멸균수로 세척하여 4 $^{\circ}$ C에 보관하였다.

#### 4. 영경귀 뿌리의 균근균 감염 특성

나물용 영경귀 뿌리의 내생 균근균에 대한 균근감염 조사는 Phillips와 Hayman(1970)의 방법으로 수행하였다. 즉, FAA 용액에 저장하여 보관한 영경귀 뿌리를 약 10cm 길이로 자른 후 10% KOH 액으로 90 $^{\circ}$ C의 온도에서 뿌리의 상태에 따라 20~30분 정도 처리하여 수돗물로 3~4회 정도 헹구어 낸 후 alkaline hydrogen peroxide 액으로 표백시키고, 다시 2% HCl로 산성화한 후 0.1% Chlorazol black E 염색액으로 염색하여 광학현미경 (Olympus, PM-20) 하에서 균근균의 감염양상을 조사하였다 (Brundrett 등, 1984).

#### 5. 내생 균근균의 균주 동정

나물용 영경귀의 근권에서 분리한 균근균 포자는 수단그라스를 기주식물로 pot 배양한 후 포자를 대량으로 증식하여 Morton과 Benny (1990)의 Glomales 종 분류기준, INVAM Species Guide 및 ETI - Window's Version of Arbuscular Mycorrhizal Fungi 등에 기초하여 동정하였다 (Fig. 2).

- A. Only arbuscular formed in mycorrhizal roots; "Azygospores" produced on the apex of a sporogenous cell of a fertile hyphae; auxiliary cells formed ----- **GIGASPORINEAE**  
With a single family ----- **Gigasporaceae(B)**
- B. Germ tubes produced directly through spore wall; inner flexible wall group absent; auxiliary cells finely papillate or echinulate ----- **Gigaspora**
- BB. Germ tubes from germination shield; inner flexible wall group always present; auxiliary cells knobby, broadly papillate, or smooth ----- **Scutellospora**
- AA. Arbuscules and vesicles formed in mycorrhizal roots; "Chlamyospores" produced terminally or laterally on or within fertile hyphae; auxiliary cells not produced ----- **GLOMINEAE(C)**
- C. "Chlamyospores" formed apically from fertile hyphae ----- **Glomaceae(D)**

- D. Fruiting body of a sporocarp composed of spores with lateral walls adherent to one another; connecting hyphae embedded in a central hyphal plexus; chlamydospores in a single layer except at the base; base composed of sterile hyphae ----- *Sclerocystis*
- DD. Fruiting structure a sporocarp not formed as in "D" above; spores also produced singly or in loose to tight aggregates in soil, less commonly in roots ----- *Glomus*
- CC. "lamydospores" formed from or within the "neck" of a sporiferous saccule ----- *Acaulosporaceae(E)*
- E. Spores arise laterally from the neck of a sporiferous saccule ----- *Acaulospora*
- EE. Spores formed in the neck of the sporiferous saccule ----- *Entrophospora*

Fig. 2. Classification of GLOMALES species (Morton과 Beny, 1990).

### Ⅲ. 結果 및 考察

#### 1. 나물용 엉겅퀴의 시장조사

전남 장흥의 재래시장에서 한갈쿠라는 이름으로 판매되고 있는 엉겅퀴의 유통 현황을 조사한 결과는 <Table 1, 2> 등과 같다.

Table 1. Market research for *Cirsium japonicum* DC. in conventional local market. Data were obtained in Jangheung, Jeonnam in 17. Apr. 2005.

Characters	Investigation
Investigating date	17. April. 2005.
Conventional local market	Jangheung
Wild vegetables on the market (age of seller)	미나리(57), 취나물(85), 두릅(77), 한갈쿠<엉겅퀴> 잎(69.5), 돈나물(47), 머그대(57), 쑥(81), 고사리(81), 도라지(72), 표고버섯(66), 토란(67), 들깻잎(65), 토란대(57), 민들레(68), 반두나물(70), 불미나리(63), 당귀(58), 연근(55), 머위(89), 느릅나무 껍질(72), 당귀(61), 한갈쿠 뿌리(68), 창출(55), 더덕(53), 딱지(68), 마(54), 인삼(50), 지우초 뿌리(71), 석창포(63), 갓(74), 달래(71), 신선초(60) 등 34종
Total number of sellers for wild vegetables	89
Total number of sellers for <i>Cirsium japonicum</i> DC.	24

Characters	Investigation
Ave. age of seller for <i>Cirsium japonicum</i> DC.	69.5
Distribution ratio of <i>Cirsium japonicum</i> DC. to the total wild vegetables (%)	9.3

산채류를 중심으로 나물로 이용되고 있는 자생식물을 전남 장흥의 재래시장에서 조사한 결과 미나리, 취나물, 두릅, 엉겅퀴 (한갈퀴) 잎과 뿌리, 돈나물, 머그대, 쑥, 고사리, 도라지, 표고버섯, 토란, 들깻잎, 토란대, 민들레, 반두나물, 불미나리, 당귀, 연근, 머위, 느릅나무 껍질, 당귀, 창출, 더덕, 딱지, 마, 인삼, 지우초 뿌리, 석창포, 갓, 달래 및 신선초 등 총 34종이 판매되고 있었다. 산채류 나물의 판매자 연령을 보면 일부 50세 중반이 있기는 하였지만 거의 60~70세 이상으로 조사되었다.

Table 2. The commodity standard of *Cirsium japonicum* DC. for wild vegetables.

Characters	<i>Cirsium japonicum</i> DC.	
	Top	Root
Purpose	Soup stock	Soup stock
Total fresh wt. (g/1,000won)	226.0	175.6
Total dry wt. (g/1,000won)	24.5	37.5
Total fresh wt. (g/plant)	9.1	19.2
Total dry wt. (g/plant)	0.9	4.1
No. of leaves	10.8	-

산나물 중에서 엉겅퀴 (한갈퀴)의 판매 비율을 보면 약 9.3% 정도를 점유하고 있었으며, 평균 판매자의 연령은 69.5세 정도인 것으로 조사되었다. 그러므로 항암, 항당뇨, 항산화 및 다이어트 등의 기능이 많은 것으로 알려진 우리나라 전통 자생식물 나물류의 종류와 이용법을 알고 있는 대부분의 노령인구가 사라질 경우 나물문화가 줄어들거나 소멸될 우려가 있으므로 향후 전통 나물류의 종류와 이용법에 관한 심도 있는 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

재래시장에서 유통되고 있는 나물용 엉겅퀴의 규격을 조사한 결과는 Table 2와 Fig. 3 등과 같다.

한갈퀴라는 유통명으로 장흥 재래시장에서 판매되고 있는 엉겅퀴는 잎과 단축경 등의 지상부, 뿌리 및 식물체 전체 등이 이용되고 있었으며, 그 용도는 거의 국거리 용도였다

(Fig. 3-A~C). 또한, 습한 상태로 판매되기도 하였는데, 장흥지역에서는 국건이라는 독특한 지역명으로 유통되고 있었다. 그러나, 전남 동부권에서는 국거리라는 유통명으로 재래시장에서 판매되고 있었으며, 영경귀는 습한 상태에서 비비추, 고사리, 보상, 쑥 및 취나물 등과 함께 혼합된 상태로 판매되기도 하였다 (Fig. 3-D).

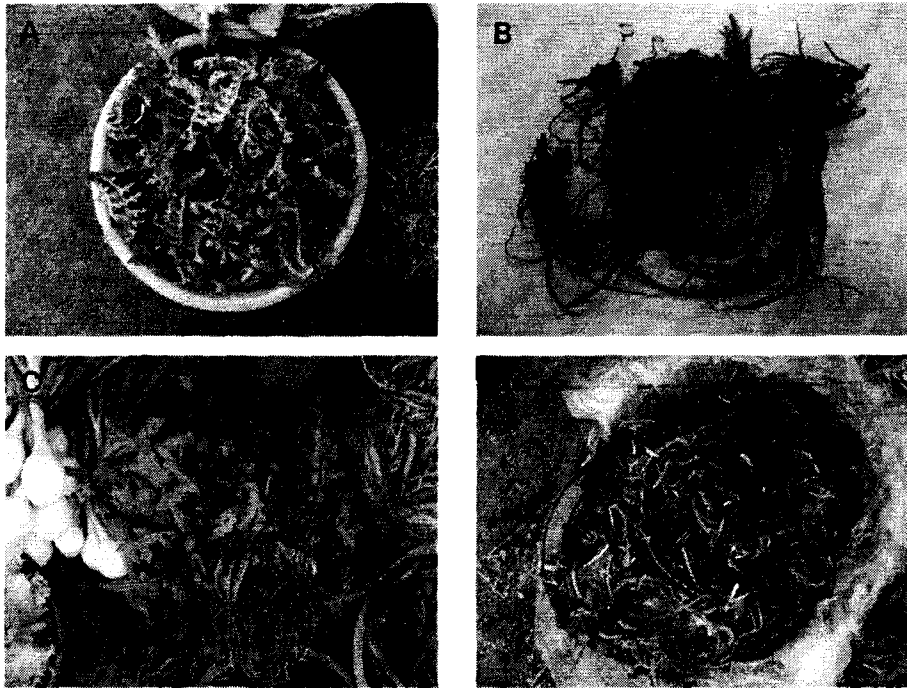


Fig. 3. Hangalku (*Cirsium japonicum* DC.) leaves (A), roots (B), whole plants (C), and mixed commodity (D) for the soup stock of wild vegetables.

재래시장에서 판매되고 있는 영경귀의 잎은 1,000원당 생체중이 226g 정도였으며, 건조하여 무게를 평량 한 결과 24.5g 정도인 것으로 조사되었다. 또한, 국거리용 영경귀 뿌리의 경우 1,000원당 무게는 생체중이 175.6g, 건물중이 37.5g 정도였다. 영경귀는 1주당 평균 엽수가 10.8매 정도인 유식물 상태의 순한 엽을 국거리용으로 이용하고 있다. 또한, 1주당 평균 지상부 생체중은 9.1g, 건물중은 0.9g 정도였고, 뿌리는 1주당 생체중이 19.2g, 건물중이 4.1g 정도인 것이 판매되고 있는 것으로 조사되었다.

## 2. 토양시료 채취

영경귀에서 균근균의 감염 양상을 조사하기 위하여 전남 장흥군 지역의 영경귀 자생지 근권 토양을 채취하였다. 토양은 총 35개 지점에서 3반복으로 채취하였으며, 1 지점 당 약

6~7kg 정도를 polyethylene bag에 넣어 저온저장고 (4℃, darkroom)에 보관하면서 균근균 포자 분리와 균근균 감염 양상 관찰에 사용하였다. 엉겅퀴 뿌리의 균근균 감염을 관찰하기 위하여 뿌리를 수돗물로 깨끗하게 수세한 후 FAA 용액 (10ml formaline + 5ml acetic acid + 200ml ethanol)에 고정하여 사용하였다.

### 3. 균근균 포자 분리

나물용 엉겅퀴 (한갈쿠)의 자생지 토양에서 채취한 근권 토양은 균근균 포자를 분리하기 위하여 균일하게 혼합하였다. 토양 시료 중에서 30g을 칭량하여 수돗물에 현탁한 후 500, 354, 250, 106 및 45 $\mu$ m 등의 mesh 별로 사별하여 균근균의 포자를 현미경으로 관찰하였다 (Fig. 4). 또한, 엉겅퀴 자생지 토양에서 분리한 포자는 4℃에 보관하였으며, 실체현미경 (Zeiss, Stemi 2000-C)하에서 계수한 결과는 Fig. 5와 같다.

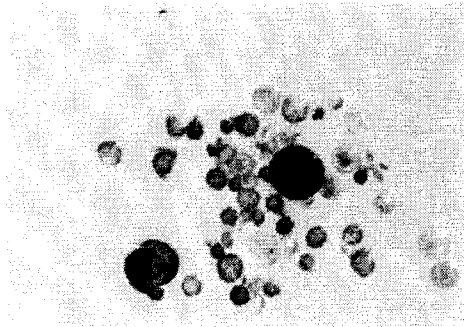


Fig. 4. Mycorrhizal spores isolated from the soil grown Hangalku (*Cirsium japonicum* DC.).

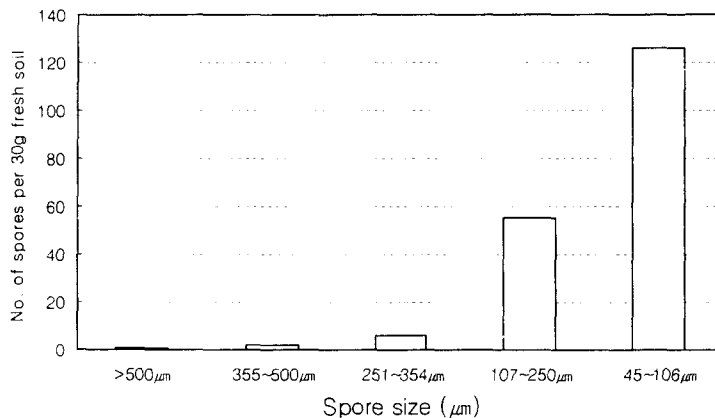


Fig. 5. Spore density of arbuscular mycorrhizal fungi in the soil grown Hangalku (*Cirsium japonicum* DC.).



균근균의 포자 밀도를 보면 크기가  $500\mu\text{m}$  이상은 0.6개 정도,  $355\sim 500\mu\text{m}$ 는 2.1개 정도,  $251\sim 354\mu\text{m}$ 는 6.0개 정도,  $107\sim 250\mu\text{m}$ 는 55.3개 정도,  $45\sim 106\mu\text{m}$ 는 126개 정도인 것으로 계수되었다. 포자의 크기별 밀도를 보면  $100\mu\text{m}$  이하 정도가 가장 많이 분포하였고, 전반적으로  $250\mu\text{m}$  이하 정도의 크기를 갖는 균근균의 포자인 것으로 조사되었다 (Fig. 5).

#### 4. 엉겅퀴 뿌리의 균근균 감염 특성

나물로 이용하는 엉겅퀴의 뿌리에서 내생 균근균의 분포를 조사하기 위하여 Phillips와 Hayman (1970)의 방법으로 엉겅퀴의 뿌리를 처리하였으며, 0.1% Chlorazol black E 염색액 (Brundrett 등, 1984)으로 염색한 후 광학현미경 (Olympus, PM-20)하에서 관찰하였다 (Fig. 6).

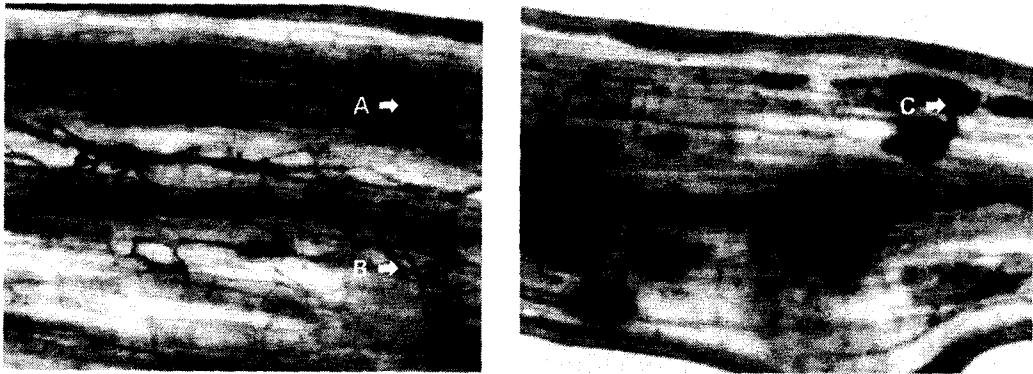


Fig. 6. Root infection by arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) occurred in the roots of Hangalku (*Cirsium japonicum* DC.) for wild vegetables (A: arbuscule, B: hyphae, C: vesicle).

나물용 엉겅퀴의 뿌리를 현미경으로 관찰하여 뿌리 내생 균근균의 감염을 관찰한 결과, 엉겅퀴 뿌리에서 Fig. 6-B와 같은 균사(hyphae)가 발견되었다. 균사가 뿌리 내부와 외부에서 하는 역할은 뿌리의 생장이 미치지 못하는 곳까지 균사가 성장하고 근권의 양분을 흡수하여 기주식물의 뿌리로 공급하는 뿌리 연장의 역할을 한다 (Allen, 1992; Harley와 Smith, 1989). 또한, 뿌리 내부에 있는 균사는 식물로부터 균근균의 성장에 필요한 탄소원을 균근균 전체에 공급하는 것으로 보고되고 있다 (Allen, 1992; Harley와 Smith, 1989). 뿌리체내에서 기주식물과 균근균의 양수분 공급이 이루어지는 장소는 arbuscule로 보고 되고 있는데, 본 연구에서도 균사를 중심으로 arbuscule이 관찰되었다 (Fig. 6-A). 뿐만 아니라, Fig. 6-C와 같이 vesicle도 관찰되었는데, 균근 감염 식물에서 vesicle은 일종의 저장기관으로서 형성된다 (Allen, 1992; Harley와 Smith, 1989).

Fig. 7은 나물용 엉겅퀴의 뿌리에서 vesicle, hyphae 및 arbuscule 등에 의한 균근 감염율을 조사한 결과이다.

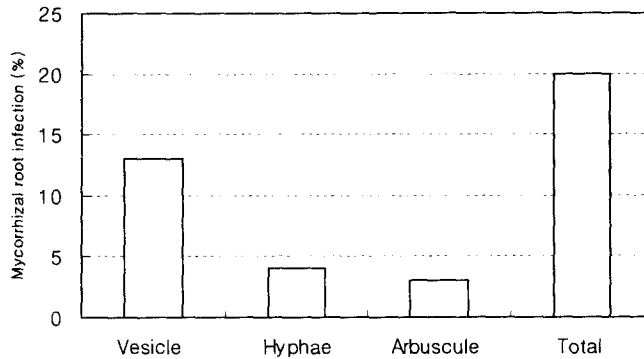


Fig. 7. Mycorrhizal root infection by hyphae, vesicles and arbuscules in the Hangalku plants (*Cirsium japonicum* DC.) for wild vegetables.

나물용 엉겅퀴의 뿌리에서 균근감염 양상을 보면 vesicle 13%, hyphae 4% 및 arbuscule 3% 등으로서 총 20% 정도의 균근 감염율을 보였다. 그러나 이러한 균근 감염 양상은 엉겅퀴의 생육단계별로 상이할 것으로 생각되며, 나물용 엉겅퀴의 생육단계와 계절별 특성 및 토양의 이화학적 특성과의 관계를 더 조사할 필요가 있을 것으로 생각되었다. 또한, 장흥을 중심으로 전남의 서남부권에서 한갈쿠라는 이름으로 국거리 용도의 나물로 이용되고 있는 자생식물인 엉겅퀴를 재배 화 할 경우 내생 균근균을 미생물제제로 개발하고, 육묘단계부터 적극적으로 접종 처리하여 식물생장을 촉진시키는 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

## 5. 내생 균근균의 균주 동정

Fig. 8은 나물용 엉겅퀴가 자생하는 전남 장흥지역의 근권 토양에서 균근균 포자를 분리하여 수단그라스를 기주식물로 대량증식 한 후 균근균의 포자를 재 분리하여 현미경하에서 관찰한 결과이다.

나물용 엉겅퀴의 근권에서 분리한 포자를 기주식물인 수단그라스를 이용하여 대량증식 한 후 재 분리 하였으며, 분리된 균근균 포자는 Morton과 Benny(1990)의 Glomales 종 분류 기준, INVAM Species Guide 및 ETI - Window's Version of Arbuscular Mycorrhizal Fungi 등을 참조하여 동정하였다. 동정 결과 *Glomus* sp., *Acaulospora* sp. 및 *Gigaspora* sp. 등으로 확인되었는데, *Glomus* sp.의 특징을 보면 주로 타원형에서부터 구형과 반구형까지의 형태를 이루었다. 또한, *Acaulospora* sp.는 백색에서 연노랑의 구형과 반구형의 모양을 이루었으며,

때로는 불규칙한 모양을 이루었다. *Gigaspora* sp.는  $500\mu\text{m}$  이상의 구형으로서 본 연구에서 확인된 균근균 포자 중에서는 가장 큰 형태인 것으로 관찰되었다.

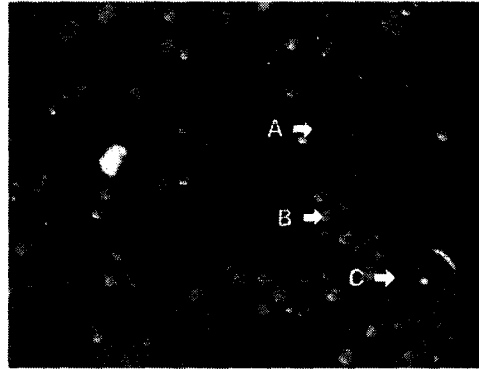


Fig. 8. Photograph of mycorrhizal spores ( $\times 50$ ) isolated from the soil grown Hangalku plants (*Cirsium japonicum* DC.) for wild vegetables (A: *Glomus* sp., B: *Acaulospora* sp., C: *Gigaspora* sp.).

#### IV. 摘 要

전남 장흥을 중심으로 한 서남부권에서 '한갈쿠'라는 유통명으로 국거리 용도의 나물로 판매되는 영경귀의 유통 현황과 뿌리에서 발생하는 뿌리 내생 균근균의 분포를 조사하였다. 나물용 한갈쿠는 부드러운 잎 또는 뿌리가 국거리용으로 이용되고 있으며, 1,000원당 한갈쿠 잎의 생체중과 건물중 무게는 226.0g과 24.5g 정도였다. 또 1,000원당 뿌리의 생체중은 175.6g, 건물중은 37.5g 정도였다. 판매되고 있는 나물용 영경귀의 1주당 잎의 생체중은 9.1g, 건물중은 0.9g 정도였으며, 엽수는 평균 10.8매 정도였다. 또한, 뿌리는 생체중이 19.2g, 건물중은 4.1g 정도였다. 총 35개 지역의 근권 토양을 채취한 후 포자를 크기별로 분리하여 계수한 결과  $500\mu\text{m}$  이상은 0.6개 정도,  $355\sim 500\mu\text{m}$ 는 2.1개 정도,  $251\sim 354\mu\text{m}$ 는 6.0개 정도,  $107\sim 250\mu\text{m}$ 는 55.3개 정도,  $45\sim 106\mu\text{m}$ 는 126개 정도였으며, 토양 30g 당 평균 190개 정도의 포자밀도로 분포하였다. 나물용 영경귀의 뿌리에서 내생 균근균에 의한 감염양상을 보면 vesicle 13%, hyphae 4% 및 arbuscule 3% 등 총 20% 정도의 감염율을 보였다. 분리된 포자를 수단그라스에 재접종하여 대량 증식한 후 균근균의 동정을 실시한 결과 *Acaulospora* sp., *Glomus* sp. 및 *Gigaspora* sp. 등으로 동정되었다.

## 參 考 文 獻

1. Allen, M. F. 1992. Mycorrhizal functioning. pp. 525. Chapman & Hall, New York, USA.
2. Barea, J. M., C. P. Salamanca, and M. A. Herrera. 1993. Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified Mediterranean ecosystem. *Appl. Environ. Microbiol.* 59 : 129-133.
3. Bethlenfalvai, G. J., M. S. Brown, K. L. Mihara, and A. E. Stafford. 1987. Glycine-Glomus-Rhizobium symbiosis effects of mycorrhizae on nodule activity and transpiration in soybeans under drought stress. *Plant Physical.* 85 : 115-119.
4. Brundrett, M. C., U. Piche and R. L. Person. 1984. A new method for observing the morphology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Can. J. Bot.* 62 : 2128-2134.
5. 조자용 · 김영주 · 진서영 · 강성구 · 김홍림 · 손보균. 2004. 균근균 *Glomus* sp. 접종에 따른 고형배지경 오이와 방울토마토의 균근 형성과 생육. *한국토양비료학회지* 37(5) : 341-349.
6. Daniels, B. A. and H. D. Skipper. 1982. In: *Methods and principles of mycorrhizal research.* Ed. by: Shenck. The American Phytopathological Society, St. Paul, M.N. pp. 29-35.
7. Dixon, R. K. and D. H. Marx. 1987. Mycorrhizae. In: Bonga JM, Durzan DF (eds.) *Cell and tissue culture in forestry.* Forestry Sci. Vol 2. Nijhoff, Dordrecht.
8. Harley, J. L. and S. E. Smith. 1989. *Mycorrhiza symbiosis.* Academic Press, New York, USA.
9. 황은희. 1991. 야생 나물의 이용실태 조사. *한국영양식량학회지.* 20(5) : 440-446.
10. 강은주. 1993. 고려와 조선시대의 문헌으로 본 한국의 나물. *한국식품영양학회지* 6(1) : 16-24.
11. 김태정. 2002. *우리나물.* 현암사, 서울.
12. 김영주 · 진서영 · 조자용 · 김길용 · 차규석 · 손보균. 2004. 분무경재배에 의한 arbuscular 균근균 증식에서 양액내 인산농도의 영향. *한국토양비료학회지.* 37(5) : 350-355.
13. Morton, J. B., and G. L. Benny. 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes) : A new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. *Mycotaxon* 37 : 471-491.
14. Paul, E. A. and R. M. N. Ducey. 1981. Carbon flow in plant microbial associations. *Science* 213 : 473-474.
15. Phillips, J. M. and D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection.

- Translocation of the British Mycological Society 55 : 158-160.
16. Rousseau, J. V. D., D. M. Sylvia, and A. J. Fox. 1994. Contribution of ectomycorrhiza to the potential nutrient-absorbing surface of pine. *New Phytol.* 128 : 639-644.
  17. 류명환 · 이성철 · 신호동 · 신민교 · 송호준. 2004. 조개나물 추출물의 항암효과에 관한 연구. *대한본초학회지* 19(3) : 35-45.
  18. Siqueira, J. O. 1994. Micirruzas. In: Araújo RS, Hungria M (eds) *Microorganismos de importância agrícola*. Embrapa-CNPAC, Embrapa-CNPSo, Embrapa-SPI, Brasilia. pp. 151-194.