

비비추 나물의 자생지 생태환경과 근권미생물상*

조 자 용** · 허 북 구*** · 양 승 렬****

Ecological Environment and Rhizosphere Microflora in the Native Soil of Purple-Bracted Plantain Lily for Wild Vegetables

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

This study was conducted to investigate into the ecological environments and the soil microflora of purple-bracted plantain lily (*Hosta longipes* Matsumura) for wild vegetables. Native soil textures of purple-bracted plantain lily were in the order of sandy loam (SL) > loam (L) > clay loam (CL). pH in soil was relatively acid by 4.8, electric conductivity was 0.08mS/cm, and organic matter content was 0.08g/kg. CEC was measured by 100.8cmol⁽⁺⁾kg⁻¹ and available phosphate was 103.4mg/kg. Contents of exchangeable cations in terms of potassium, calcium, and magnesium were measured by 0.33cmol⁽⁺⁾kg⁻¹, 2.26cmol⁽⁺⁾kg⁻¹, and 0.87cmol⁽⁺⁾kg⁻¹, etc. Diurnal changes in the air temperature of the natives were 15 to 20°C, that temperature differential was relatively little compared with that in open field by 15 to 30°C. Relative humidity in the natives were much more humid by 60 to 80% compared with that in open field by 35 to 85%. Light intensity in the natives and the open field at ten o'clock were 2,300 μmol/m²/sec. and 1,750 μmol/m²/sec. Total number of soil microorganisms were 8.4×10⁷ c.f.u./g. Mycorrhizal spore densities over 500 μm, 355~500μm, 251~354μm, 107~250μm and 45~106μm were 0.8, 1.3, 2.1, 38.1, and 110.0 respectively. Mycorrhizal root infections by vesicle and hyphae were 17% and 6%. However, arbuscules in the roots were not shown.

Key words : purple-bracted plantain lily, *Hosta longipes* Matsumura, wild vegetable, native, ecological environment, rhizosphere microflora

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

** 대표저자, 남도대학 약용자원원예개발과 교수

*** (주)세노코

**** 순천대학교 식물생산과학부 교수

I. 서 언

우리나라에서는 전통적으로 300여종의 식물이 나물로 이용되어 왔으나 현재 20여종 안팎의 종류만이 이용되고 있으며, 고령자의 사망증가와 함께 전통적으로 이용되어 왔던 나물의 종류, 이용법에 대한 기술이 잊혀지고 있는 실정이므로, 하루 빨리 이를 발굴하여 보존, 보완 개발할 필요가 있다(황, 1991; 강, 1993; 김, 2002).

농촌자원의 산업화 측면에서 나물은 개발가치가 매우 큰 자원임에도 불구하고 방치되고 있으며, 일부 개발되어 판매되고 있는 것도 비비추, 쑥부쟁이 및 고사리 등 몇 종에 불과하고 상품성도 낮은 실정이다(황, 1991). 그러므로 나물자원식물의 발굴, 가공기술 개발과 상품화를 하면 나물분야도 산업화가 가능할 것이다.

비비추는 장병옥잠(長柄玉簪), 장병백합(長柄百合) 및 옥잠화 등으로 불린다. 산지의 냇가에서 자라며 크기가 30~40cm이다. 잎은 모두 뿌리에서 돌아서 비스듬히 자란다. 잎은 달걀 모양 심장형 또는 타원형 달걀 모양이며 끝이 뾰족하고 8~9맥이 있다. 잎 가장자리가 밋밋하지만 다소 물결 모양이다(Chung과 Chung, 1988; 김, 2002).

비비추는 우리나라와 중국 및 일본 등의 숲속 그늘진 곳과 산지 냇가에서 자생하며, 약간 그늘진 공간을 조경하는 지피식물로서 관상용으로 이용가치가 높지만, 이른 봄에 돌아나는 어린잎을 나물로 이용한다(김, 2002). 약간 데쳐서 쌈용으로 이용하거나 묵나물로 이용할 수 있다. 또한, 민간에서는 뿌리와 잎을 종기 등의 치료에 이용하기도 한다.

비비추는 여름철의 더위에 약한 식물이므로 반그늘 상태에서 직사광선을 차단해 주고 통풍이 좋은 곳을 택하여 재배한다. 토양은 특별히 가리지 않으나 배수가 잘되는 곳이 좋다(김, 2002). 그러나, 비비추의 자생지 환경에 관한 구체적인 생태환경요인 계측에 관한 정보가 부족한 실정이며, 비비추의 고품질 나물로의 개발과 재배에는 자생지 생태환경에 관한 조사와 분석이 필요한 실정이다. 또한, 비비추를 재배할 경우 지상부 환경뿐만 아니라 토양의 물리 화학 및 생물적 요인을 적절하게 조성해줄 필요가 있다. 특히, 식물의 성장과 품질을 높여주고 여러 가지 열악한 환경에 대한 식물 내성을 증대시켜 주는 균근균 등의 근권 미생물상을 적극적으로 조성해 줄 필요가 있다(Barea 등, 1993; Bethlenfalvay 등, 1987; 조 등, 2004; Long, 2001; Spaink, 2000).

이런 측면에서 본 연구는 비비추를 나물로 대량생산할 경우 재배에 필요한 생태환경과 근권 미생물상 등을 조사하여 분석함으로써 유용식물자원의 개발 및 환경친화적인 생산에 기초 자료로 활용하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재래시장의 나물 판매 현황

재래시장에서 비비추 나물(*Hosta longipes* Matsumura)의 이용현황을 조사하기 위하여 전남 장흥군 장흥읍의 5일장을 대상으로 산채류와 비비추 나물의 판매현황을 조사하였다. 판매현황은 비비추 나물의 용도, 비비추 나물의 판매 여부와 판매방법, 판매자의 수와 나이, 1,000원당 비비추 나물의 총 생체중 및 건물중, 그리고 유통 중인 비비추 나물의 전반적인 규격 등을 조사하였다.

2. 자생지 근권 토양 채취

비비추 나물의 근권 미생물상과 토양의 물리화학적 성 등을 조사하기 위하여 자생지 토양을 채취하였다. 총 24개 지역에서 3반복으로 토양을 채취하였으며, 비비추 나물의 뿌리와 근권 토양을 약 6~7kg 정도 채취하여 polyethylene bag에 넣어 저온저장고(4°C, darkroom)에 보관하면서 토양의 물리화학적 성과 근권 미생물상 분석 실험에 사용하였다. 또한, 뿌리의 균근균 감염 여부를 확인하기 위하여 비비추의 뿌리를 수세한 후 FAA 용액(10ml formaline+5ml acetic acid+200ml ethanol)에 고정하여 균근균의 감염 양상을 관찰하는 실험에 사용하였다.

3. 자생지 생태환경

전남 장흥군 장흥읍과 안양면에 소재한 억불산에서 비비추 나물의 자생지를 확인하였으며, 자생지의 온도, 습도, 광도 및 토양의 물리화학적 성 등을 조사하였다. 자생지의 온도와 습도는 Hygro-thermograph(NS II-Q, Sigma, Japan)로 측정하였고, 광도는 LI-COR Radiation Sensors(LI-250, LI-COR, Inc., U.S.A.)로 측정하였다. 토양의 물리화학적 특성은 토성, pH, 토양수분함량, 유기물함량 및 다량원소 등을 토양화학분석법(농촌진흥청 농업기술연구소, 1989)에 준하여 다음과 같이 분석하였다. 토성은 비중계법으로 분석하였고, pH는 초자전극법, 유기물함량은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 그리고 다량원소는 1N-NH₄OAC 용액으로 침출시켜 Inductively coupled plasma spectrometer(ICP, Optima 3000DV, Perkin-Elmer, U.S.A.)를 이용하여 분석하였다.

4. 근권미생물상

비비추 나물의 근권 미생물상을 분석하기 위하여 채취한 토양을 희석배율별로 처리하여

상등액을 nutrient agar(NA) medium, HCl을 첨가하여 pH를 3.0으로 조절한 potato dextrose agar(PDA+HCl) medium, potato dextrose agar(PDA) medium, plate count agar + bromocresol purple agar(PCA+BCP) medium, deoxycholate agar(DCA) medium 및 actinornyces isolation agar (AIA) medium 등의 고형배지에 도말접종한 후 세균류는 32°C, 진균류는 25°C에서 24~48시간 정도 배양하여 단일 colony를 형성하는 미생물 수를 평판계수법으로 계수하였다. NA 배지는 총균수, PDA 배지는 곰팡이 및 효모, 염산(HCl)을 첨가하여 pH 3으로 조절한 PDA 배지는 곰팡이 등의 사상균, PCA+BCP 배지는 유산균, DCA 배지는 대장균군, AIA 배지는 방선균류 등의 분류에 이용하였다(한국미생물학회, 1987).

또한, 비비추 나물의 자생지 근권에서 arbuscular 균근균의 포자를 분리하기 위하여 자생지 토양 30g을 증류수로 현탁 한 후 500, 354, 250, 106 및 45 μ m 등의 mesh: 별로 사별하였다. 사별된 잔사는 다시 50% glycerol 용액에 현탁 한 후 원심분리(2,000rpm, 5min.) 하여 포자를 분리하였으며, 실체현미경(Zeiss, Stemi 2000-C)하에서 계수하였다.

균근균 감염 특성은 Phillips와 Hayman(1970)의 방법으로 수행하였다. FAA 용액에 저장되어 있는 비비추 뿌리를 약 10cm 길이로 자른 후 10% KOH 액으로 90°C의 온도에서 뿌리의 상태에 따라 20~30분 정도 처리하였다. 10% KOH 액으로 처리한 뿌리는 수돗물로 3~4회 정도 헹군 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).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 재래시장의 나물 판매현황

2005년 5월 10일에 전남 장흥군 장흥읍 재래시장(5일장)에서 산채류를 중심으로 판매되고 있는 나물 종류를 조사한 결과 민들레, 메밀, 머그대, 쑥, 취나물, 집조(비비추 나물), 건토란대, 고사리, 돈나물, 차잎, 뽕나무잎, 국걸이(한갈쿠+제비추), 토란, 미나리, 두릅, 달래, 제보, 죽순, 깻잎, 아욱, 등글레, 신선초, 건표고, 도라지, 불미나리, 더덕, 유채 및 엉경귀(한갈쿠) 등 28개 품목이 판매되고 있었다. 장흥의 재래시장에서 판매되고 있는 전체 산나물 중에서 비비추가 점유하고 있는 비율은 약 2.2% 정도인 것으로 조사되었다.

장흥 재래시장에서 나물이 판매되고 있는 형태를 보면 대부분 좌판의 형태로 이루어지고 있었으며, 나물 판매자의 수를 보면 총 137명이었는데, 이 중에서 비비추 나물을 판매하고 있는 판매인은 총 5명이었다. 60대 후반에서 80대 중반의 여성 노인 5명이 비비추 나물을 '집조'라는 유통 명으로 판매하고 있었다. 이들의 평균 연령은 70.4세 정도로서 노인들

이 비비추 나물을 자생지에서 채취하여 장흥읍의 5일장에서 판매하고 있었다.

비비추 나물과 같이 식량이 부족한 시절에는 구황식물로 이용되었으나 현재에는 기능성 식물로 이용될 수 있는 자생식물과 산채류가 많으므로 이에 대한 적극적인 개발과 이용이 필요할 것으로 생각되었다(황, 1991; 강, 1993; 김, 2002). 또한, 이러한 기능성 식물들의 이용과 조리법을 알고 있는 노인층들의 사망과 더불어 전통나물 관련 문화가 자연스럽게 사라질 위험성이 있으므로 전통나물에 대한 종류별 이용법을 웰빙 식품과 기능성 식품 및 유전자원 보존 측면에서 개발하여 확대시킬 필요가 있을 것으로 생각되었다(황, 1991; 강, 1993; 김, 2002).

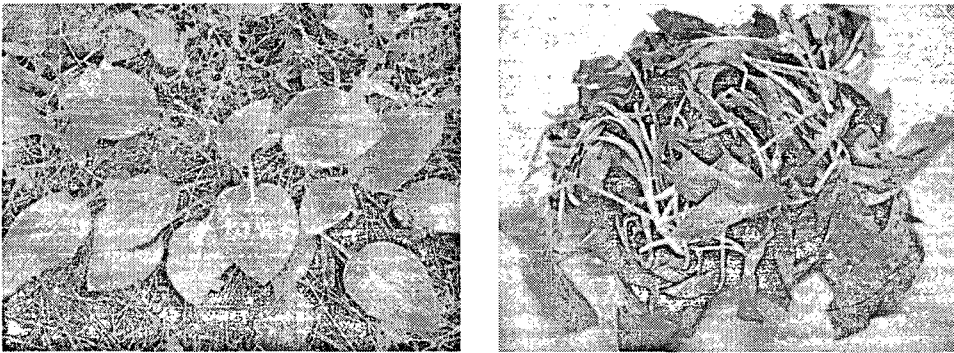


Fig. 1. Photograph of purple-bracted plantain lily (*Hosta longipes* Matsumura) for wild vegetables in natives and conventional local market.

비비추 나물은 주로 데쳐서 나물로 이용할 생엽이나 국거리용의 습한 둥그런 모양의 상태로 판매되고 있었다. 국거리용으로 이용할 비비추는 ‘집조’라는 특이한 지역명으로 유통되고 있었다. 또한, 때로는 습한 상태로 빼비나물, 한갈쿠, 뚱글나물 및 취나물 등과 함께 혼합되어 ‘국건이’라는 유통명으로 판매되기도 하였다. 국거리용 비비추 나물을 보면 1,500원당 생체중이 566.4g, 건물중이 38.2g 정도 되는 것으로 조사되었다.

데쳐서 나물로 이용할 목적으로 판매되는 비비추 나물의 규격을 조사한 결과 1,000원당 엽 총생체중은 310.5g, 그리고 엽 건물중은 37.6g 정도였다. 나물용 비비추의 1주당 평균 규격을 보면 엽 생체중 10.3g/주, 초장 34.9cm, 엽수 3.6매, 경경 0.82mm, 엽면적 318.2cm², 최대 엽장 13.1cm 및 최대 엽폭 8.5cm 등으로 조사되었다.

2. 자생지 생태환경

Fig. 2는 비비추 나물이 자생하는 환경을 사진으로 촬영한 결과이다. 사진에서 보는 바와 같이 울창한 편백나무 숲 속에 비비추 나물이 자생하고 있었다. 토양의 수분은 충분하였고,

식생을 보면 다른 식물의 종들이 많지 않았으며, 토양은 유기물 함량이 많았다.

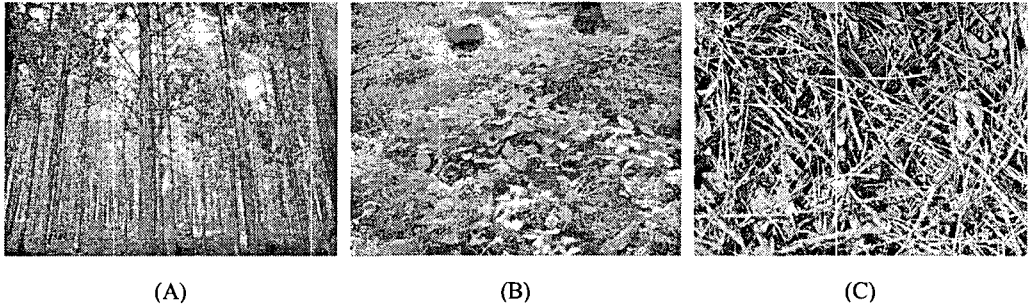


Fig. 2. Photograph of the natives grown purple-bracted plantain lily plants for wild vegetables(A: forest of hinoki cypress, B: colony of purple-bracted lily, C: leaf mould)

비비추 나물의 자생지 토양의 물리화학적성을 조사한 결과는 Table 1과 2 등과 같다.

Table 1. The soil texture of the natives grown the purple-bracted plantain lily plants for wild vegetables.

Characters	Silt	Sandy loam	Silty loam	Loam	Silty clay	Clay loam	Silty clay	Clay	Total
Ave.	2.1	40.0	5.8	36.0	5.0	6.1	4.4	0.6	100

Table 2. The chemical properties of soil grown purple-bracted plantain lily plants for wild vegetables.

Characters	pH (1:5)	EC (mS/cm)	O.M. (g/kg)	Water content (%)	CEC (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.-Cation(cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)		
							K	Ca	Mg
Ave.	4.8	0.08	100.8	68.6	13.32	103.4	0.33	2.26	0.87
Stdev.	0.3	0.01	5.3	3.0	2.10	6.1	0.07	0.12	0.09

비비추 나물이 군락을 이루고 있는 자생지 토양의 토성을 보면 사양토(SL)가 가장 많았고, 양토(L)와 식양토(CL) 순이었다. 또한, 토양의 pH를 보면 4.8 정도로 다소 산성이었는데, 이는 편백나무의 낙엽이 유기물 상태로 토양에 쌓였기 때문으로 생각되었다. 토양의 전기전도도는 0.08mS/cm, 유기물 함량은 0.08g/kg 정도였다. 토양수분함량은 68.6% 정도였으며, CEC는 100.8cmol⁽⁺⁾kg⁻¹ 정도로 측정되었으며, 유효인산함량은 103.4mg/kg 정도였다. 치환성 양이온을 보면 칼륨은 0.33cmol⁽⁺⁾kg⁻¹, 칼슘은 2.26cmol⁽⁺⁾kg⁻¹, 그리고 마그네슘은 0.87

$\text{cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$ 정도인 것으로 측정되었다. 전반적으로 비비추 나물의 자생지 토양은 다소 산성 토양이었으며, 유기물의 함량이 높은 토양조건에서 비비추 나물이 자생하고 있었다.

비비추 나물의 자생지에서 온도와 습도 및 광 환경 등을 측정한 결과는 Fig. 3~5 등과 같다.

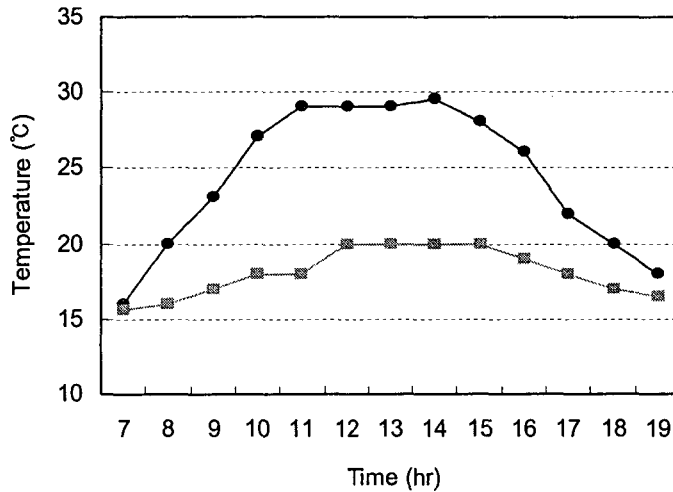


Fig. 3. Diurnal changes in the air temperatures of open field and the natives grown purple-bracted plantain lily for wild vegetables(●-● : open field, ■-■ : natives). Data were obtained at 27. May, 2005.

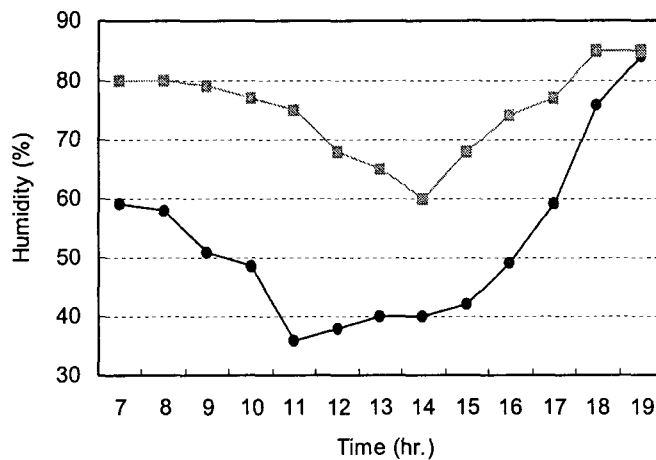


Fig. 4. Diurnal changes in the relative humidities of open field and the natives grown purple-bracted plantain lily for wild vegetables(●-● : open field, ■-■ : natives). Data were obtained at 27. May, 2005.

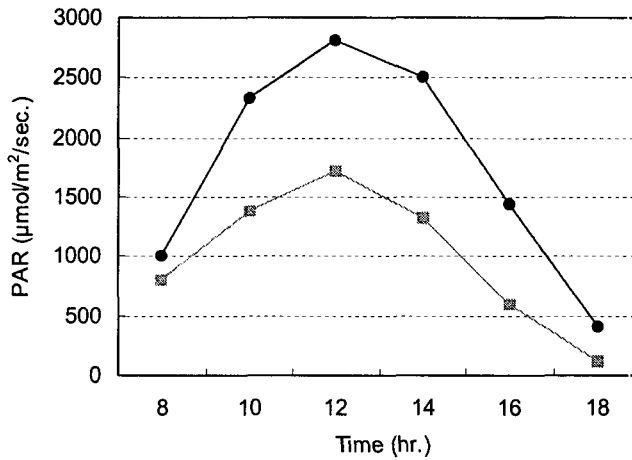


Fig. 5. Diurnal changes in the photo synthetically active radiation of open field and the natives for purple-bracted plantain lily for wild vegetables (●-○ : open field, ■-■ : natives). Data were obtained at 27. May, 2005.

일중 온도변화를 보면 비비추 자생지의 온도가 일반 노지환경보다 낮았으며, 최고와 최저온도간의 변화도 적었다. 이는 자생지 환경이 편백나무 숲으로서 광 차단효과 때문으로 생각되었다. 노지상태의 최고온도가 29℃ 정도였던 반면, 비비추 자생지는 20℃ 정도로서 서늘한 온도환경으로 조성되어 있었다.

습도환경을 보면 광합성이 시작되는 오전 7시경에 노지는 60% 정도인 반면, 비비추 자생지는 80% 정도였다. 한낮에 노지의 습도가 40% 이하까지 저하하는 반면, 자생지에서는 60% 이상의 습도환경을 조성하였다. 즉, 자생지의 습도 환경은 노지상태보다 현저하게 높았고, 최고와 최저습도가 60~80% 정도로 높으면서 습도변화가 노지보다 적었다. 노지상태에서는 오전 11경에 습도가 37% 정도로 가장 낮은 반면, 자생지에서 습도가 가장 낮은 시점은 오후 2시에 60% 정도인 것으로 조사되었다.

광 환경을 보면 전반적으로 자생지가 노지보다 적은 광량을 갖는 것으로 조사되었다. 광합성이 주로 이루어지는 오전 중에서 10시에 광량을 측정한 결과 노지가 2,300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$. 정도였던 반면, 자생지의 광량은 1,750 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$. 정도로서 차광효과가 뚜렷하였다. 그러므로, 비비추를 자생지에서 채취하여 나물로 시설재배 할 경우 주간의 온도를 15~20℃, 습도는 60% 이상, 그리고 광환경은 차광막을 설치하여 차광하는 것이 필요할 것으로 생각되었다.

3. 근권의 미생물상

비비추 나물의 자생지 토양에서 근권 미생물상을 분석한 결과는 <Table 3>과 같다.

Table 3. Distribution of soil microorganisms in the natives of purple-bracted plantain lily for wild vegetables.

Media	Total No. of soil microorganisms (c.f.u./g)
NA ^z	8.4×10^7
PDA + HCl	6.3×10^2
PDA	2.7×10^3
PCA +BCP	5.1×10^4
DCA	3.2×10^3
AIA	3.5×10^5

^z NA, PDA+HCl, PDA, PCA+BCP, DCA and AIA indicate nutrient agar medium, potato dextrose agar medium adding HCl to adjust pH 3.0, potato dextrose agar medium, plate count agar + bromocresol purple agar medium, deoxycholate agar medium, and actinomycetes isolation agar medium, respectively.

비비추 나물 자생지 토양의 총 균수는 8.4×10^7 c.f.u./g 정도였으며, 곰팡이 및 효모의 수는 2.7×10^3 c.f.u./g, 곰팡이 등의 사상균 수는 6.3×10^2 c.f.u./g, 유산균은 5.1×10^4 c.f.u./g, 대장균군은 3.2×10^3 c.f.u./g, 그리고 방선균류는 3.5×10^5 c.f.u./g 정도의 밀도로 분포하는 것으로 조사되었다.

비비추 나물의 자생지 토양 30g을 수돗물에 현탁한 후 500, 354, 250, 106 및 45 μ m 등의 mesh 별로 사별하여 균근균의 포자를 분리한 후 실체현미경(Zeiss, Stemi 2000-C)하에서 계수한 결과는 Fig. 6과 같다.

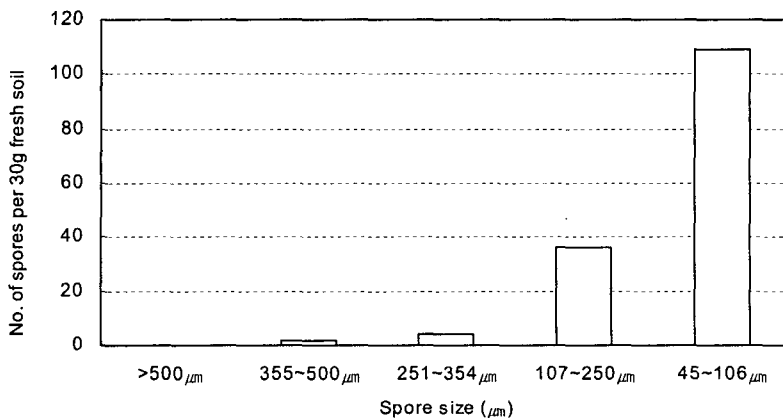


Fig. 6. Spore density of arbuscular mycorrhizal fungi in the native soil of purple-bracted plantain lily for wild vegetables.

균근균의 포자 밀도를 보면 크기가 $500\mu\text{m}$ 이상은 0.8개 정도, $355\sim 500\mu\text{m}$ 는 1.3개 정도, $251\sim 354\mu\text{m}$ 는 2.1개 정도, $107\sim 250\mu\text{m}$ 는 38.1개 정도, $45\sim 106\mu\text{m}$ 는 110개 정도인 것으로 계수되었다. 총 152.3개 정도의 밀도로 균근균의 포자가 분포하는 것으로 조사되었다. 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. 6>.

Fig. 7과 같이 비비추 나물의 뿌리를 자생지에서 채취하여 hyphae, arbuscules 및 vesicle 등 arbuscular 균근균에 의한 감염양상을 조사한 결과는 Fig. 8과 같다.

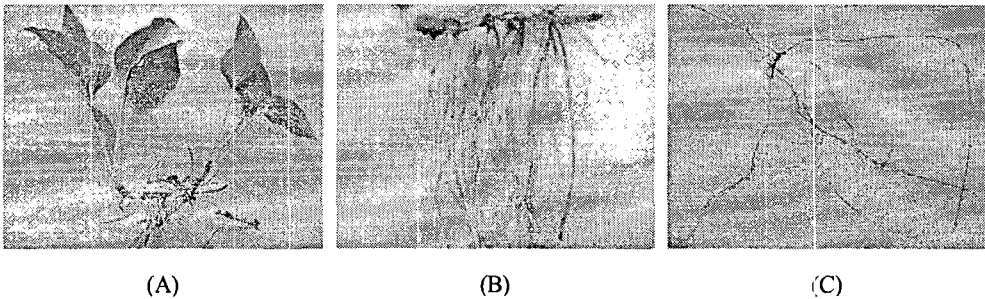


Fig. 7. Purple-bracted plantain lily for wild vegetables(A: whole plants, B: roots, C: rhizome).

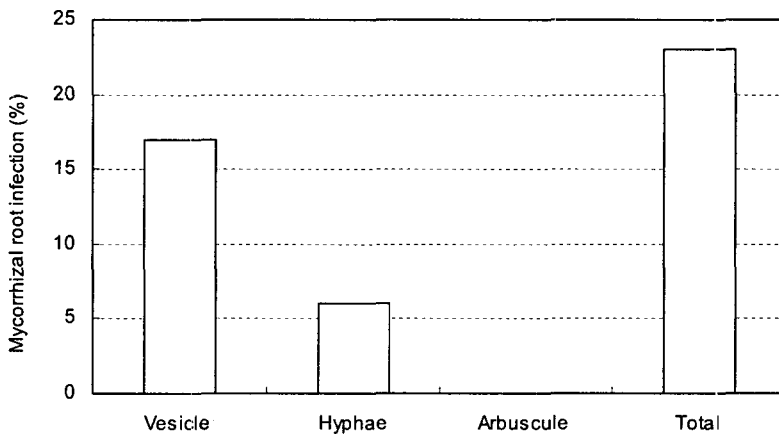


Fig. 8. Mycorrhizal root infection by hyphae, vesicles and arbuscules in the roots of purple-bracted plantain lily for wild vegetables.

비비추 나물의 뿌리에서 균근감염 양상을 보면 vesicle 17%, hyphae 6% 등으로서 총 23% 정도의 균근 감염율을 보였다. 본 연구에서 비비추 뿌리에서 약 6% 정도의 감염율을 보인 균근균 균사가 공생식물에서 하는 역할은 뿌리의 내부와 외부로 성장하여 뿌리의 생장이

미치지 못하는 근권의 양분을 흡수하여 기주식물의 뿌리로 공급하는 역할을 하고, 뿌리 내부에 있는 균사는 식물로부터 균근균의 생장에 필요한 탄소원을 균근균 전체에 공급하는 것으로 보고되고 있다(Allen, 1992; Harley와 Smith, 1989). 또한, 뿌리체내에서 기주식물과 균근균간의 양수분 공급이 이루어지는 장소는 arbuscule로 보고되고 있는데, 본 연구에서는 arbuscule이 관찰되지 않았다. 본 연구에서 약 17% 정도로 분포하는 vesicle은 균근감염 식물에서 일반적으로 형성되는 일종의 저장기관으로서 작용하는 것으로 Allen(1992), Harley와 Smith(1989) 등이 보고하였다.

비비추 뿌리에서 균근균에 의한 총 감염율은 약 23% 정도인 것으로 조사되었으며, 향후 본 연구에서 분리된 균근균의 균주 동정과 더불어 집중원으로 이용하여 식물생장촉진을 할 뿐만 아니라 열악한 재배환경에 대한 내성을 높여주는 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

IV. 적 요

본 연구는 비비추 나물의 자생지 생태환경과 근권 미생물상을 조사하여 분석하였다. 비비추 나물 자생지 토양의 토성을 보면 사양토(SL) > 양토(L) > 식양토(CL) 등의 물리성을 보였다. 또한, 토양의 pH를 보면 4.8 정도로 다소 산성이었으며, 전기전도도는 0.08mS/cm, 유기물 함량은 0.08g/kg 정도였다. 토양수분함량은 68.6% 정도였고, CEC는 $100.8\text{cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$ 정도로 측정되었으며, 유효인산함량은 103.4mg/kg 정도였다. 치환성 양이온을 보면 칼륨은 $0.33\text{cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$, 칼슘은 $2.26\text{cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$, 그리고 마그네슘은 $0.87\text{cmol}^{(+)}\text{kg}^{-1}$ 정도인 것으로 측정되었다. 자생지의 온도변화를 보면 15~20°C 정도로서 노지에 비해 온도가 다소 낮으면서도 최고온도와 최저온도의 변화가 적었으며, 습도는 60~80% 정도로 노지에 비해 다소 다습조건이었다. 광도는 오전 10시에 노지가 $2,300\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$. 정도였던 반면, 자생지의 광량은 $1,750\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$. 정도로서 차광효과가 뚜렷하였다. 토양내 총 균수는 8.4×10^7 c.f.u./g 정도의 밀도를 보였고, 근권의 균근균 포자 밀도를 보면 크기가 500 μm 이상은 0.8개 정도, 355~500 μm 는 1.3개 정도, 251~354 μm 는 2.1개 정도, 107~250 μm 는 38.1개 정도, 45~106 μm 는 110개 정도인 것으로 계수되었다. 뿌리에서 균근감염 양상을 보면 vesicle 17%, hyphae 6% 등으로서 총 23% 정도의 균근 감염율을 보였다. 그러나 arbuscule에 의한 감염은 발견되지 않았다.

참 고 문 헌

1. 강은주. 1993. 고려와 조선시대의 문헌으로 본 한국의 나물. 한국식품영양학회지 6(1) : 16-24.
2. 김태정. 2002. 우리나라물. 현암사, 서울.
3. 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법. 농촌진흥청 농업기술연구소.
4. 조자용·김영주·진서영·강성구·김홍림·손보균. 2004. 균근균 *Glomus* sp. 접종에 따른 고형배지경 오이와 방울토마토의 균근 형성과 생육. 한국토양비료학회지 37(5) : 341-349.
5. 한국미생물학회. 1987. 미생물학실험. 아카데미서적 pp. 115-120.
6. 황은희. 1991. 야생 나물의 이용실태 조사. 한국영양식량학회지 20(5) : 440-446.
7. Allen, M. F. 1992. Mycorrhizal functioning. pp. 525. Chapman & Hall, New York, USA.
8. 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.
9. Bethlenfalvay, 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.
10. 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.
11. Chung, Y. C. and Y. H. Chung. 1988. A taxonomic study of the genus *Hosta* in Korea. Kor. J. Plant Tax. 18(2) : 161-172.
12. Harley, J. L. and S. E. Smith. 1989. Mycorrhiza symbiosis. Academic Press, New York, USA.
13. Long, S. R. 2001. Genes and signals in the *Rhizobium*-legumes symbiosis. Plant Physiol. 125 : 69-72.
14. 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.
15. Spaink, H. P. 2000. Root nodulation and infection factors produced by rhizobial bacteria. Annu. Rev. Microbiol. 54 : 257-288.