

## 조사료원이 한국 재래산양의 섭취량과 소화율에 미치는 영향

조익환 · 황보순 · 전기현 · 송해범 · 안종호\* · 이주삼\*\*

## The Effect of Roughage Source on Voluntary Feed Intake and Digestibility in Korean Native Goats

I. H. Jo, S. Hwang-Bo, K. H. Jun, H. B. Song, J. H. Ahn\* and J. S. Lee\*\*

### Summary

A study was carried out to evaluate the values of roughages available in Korea on feed intake and digestibility of Korean native goats and consequently to apply its results to the feeding system of Korean goats as a basic information. The results are as follows.

1. The protein contents in Alfalfa and Acacia leaf were 17.6 and 16.3% respectively 11.7 and 6.8% higher than orchardgrass and pine needle. Ether extract from pine needle was about two times higher than other roughage sources which are 9.2%.
2. Dry matter intake per day in goats fed alfalfa, acacia leaf and orchardgrass was higher ( $P < 0.05$ ) at 590.3, 543.8 and 496.5g respectively and 217.1g in pine needle.
3. Dry matter intake per basal weight (DM g/kg of BW<sup>0.75</sup> and DM g/kg of BW%) was higher in goats fed acacia leaf at 68.5 and 3.5% respectively than any other treatments goats fed pine needle showed the lowest ( $P < 0.05$ ) dry matter intake at 28.6 and 1.5% respectively.
4. Dry matter digestibility was highest ( $P < 0.05$ ) in alfalfa fed goats at 61.4%. Dry matter digestibilities in orchardgrass, pine needle and acacia leaf were 58.0, 46.8 and 46.6% respectively.
5. Total digestible nutrients were highest ( $P < 0.05$ ) in Alfalfa fed goats at 59.5%. Total digestible nutrients in orchardgrass, pine needle and acacia leaf were 54.2, 50.7 and 47.7% respectively.
6. In conclusion, the value of orchardgrass as feed for goats was as excellent as alfalfa and although acacia leaf had a less value than alfalfa in goats, it is considered to be used as a protein supplement in diets for goats due to its high content of protein and excellent palatability. Intake of pine needle in Korean goats in this study was satisfactory and it indicates the possibility of its use as a supplement in diets for goats. However, further investigation will be necessary particularly on the deleterious effects of ether extracts of pine needle

---

본 연구는 농림수산특정연구사업의 연구결과 중 일부임.

대구대학교 축산학과(Department of Animal Science, Taegu Univ., Kyongsan 712-714, Korea)

\* 안성산업대학교 낙농학과(Department of Dairy Science, Anseong National Univ., Anseong 456-749, Korea)

\*\* 연세대학교 생물자원공학과(Department of Biological Resources & Technology, Yonsei Univ., Wonju 220-701, Korea)

## I. 서 론

최근 소, 돼지, 닭에 밀려 특수가축으로 밖에 취급 받지 못하고 있는 재래산양은 축산물 이용면에서 아주 적은 양을 차지하고 있지만 재래산양 고유의 특성 및 국민들의 기호도의 변화에 따라 점차 소비가 증가하여 1988년에 재래 산양의 사육두수가 138,631두에 불과하던 것이 1995년 12월에는 680,761두로 현저한 증가를 보이고 있다.

한편 우리나라는 조사료 자원이 부족하여 막대한 양의 사료를 외국 곡류사료에 의존하고 있어 경쟁력 열세의 축산을 행하고 있지만 산림이 전국토의 67% 이상을 차지하여 국토개발과 환경보전 차원에서 야초지 개발과 이용이 절실히 요구되고 있다. 이러한 추세에 재래산양은 다른 대형가축보다 조사료의 이용율이 높기 때문에 국내 산재한 야초류 등을 이용할 경우, 사료비가 낮아 생산비가 적게 들 뿐만 아니라, 사육하는 데도 특별한 노동력이 필요없어 노인, 부녀자, 아동 등이 쉽게 사육할 수 있다. 이러한 이점에도 불구하고 대부분의 사육농가들이 축종별 조사료의 섭취 기호도를 무시한 채 일반관행법에 의하여 사육하고 있다.

또한 재래산양은 나뭇가지나 나뭇잎을 목초보다도 즐겨먹을 뿐만 아니라 관목류는 일반적으로 단백질과 광물질이 풍부하기 때문에(Ramiraz, 1996) 이들 반추동물의 사료로서 잠재적인 가치가 인정되고 있고(Skerman; 1977, NAS; 1979), 지역적으로도 그 가능성이 보고되어 졌다(Africa: Le Houerrou, 1980; Australia: Everist, 1969; India: Singh, 1982). 이들 중 *Acacia aneura*는 일반화학 조성분 함량이 우수하여 사료로서의 가능성이 높을 뿐만 아니라 목초류의 저질조사료와 함께 이용되는 보충사료로서도 그 가능성이 높음을 시사하였다(Ahn et al., 1989). 특히 산양은 야초 및 관목류일등 거친 조사료의 이용율이 다른 초식동물보다 더욱 뛰어나(Devendra와 Burns, 1980) 이용 가능성이 높으나 우리나라의 재래산양에 대해 연구가 거의 이루어지지 않아 재래산양의 능력을 정확히 파악하기 어려운 실정이다.

따라서 본 실험에서는 국내 조사료원이 재래산양

의 사료섭취량과 소화율에 미치는 영향을 밝혀, 보조사료 또는 부존자원 개발에 의한 경제적이고 합리적인 재래산양의 사양체계에 필요한 기초자료로서 활용하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시가축 및 사양관리

본 실험은 경북 경산시 진량면 내리리에 위치한 대구대학교 부속실험동물사육실에서 실시하였는데, 공시가축으로는 체중이 15~28.01 kg인 1~3세령 한국재래산양 12두(♀)로 하여 개체별 대사 케이지에서 각각 3두의 재래산양에게 orchardgrass, alfalfa, 아카시아잎, 솔잎등 4종의 시험사료를 1일 3회 (07:00, 12:00, 19:00)로 나누어 10일 동안 자유채식 시켰으며 물은 매일 1회(07:00) 급여하여 충분히 음수하도록 하여 실시하였다.

본 실험을 수행하기 전에는 20일간의 예비기간을 두었다.

### 2. 시험사료

시험사료인 orchardgrass와 alfalfa는 조성 후 4년된 부속농장 사료작물 재배포에서 각각 출수 초기와 개화 초기에 예취하였고, 아카시아잎과 솔잎은 부속농장 주변에서 채취하여 60℃에서 48시간 건조한 후 3cm 크기로 잘라서 이용하였다.

### 3. 조사항목

#### 1) 사료 섭취량

사료 섭취량은 급여한 사료와 섭취하고 남은 사료의 차이로 구하였으며 잔량은 다음 날 오전에 사료 급여전에 회수하여 측정하였다.

#### 2) 일반 조성분

시료의 일반 성분은 A.O.A.C(1990)방법에 의해 분석하였다.

#### 3) 분 채취법

본은 본 실험 기간 동안 매일 총 배설량을 칭량하고 이 중 10%를 채취하여 60℃로 dry oven에서 48시간 건조한 후 중량을 측정·환산하였으며, 이들 일부는 wiley mill의 40 mesh에서 분쇄하여 분석시료로 사용하였다.

#### 4. 통계분석

본 실험의 결과는 SAS(Statistical analysis system) package program(1991)에 의하여 통계 분석하였고,

유의성 검정은 Duncan's multiple range test(5% 수준)에 의하였다.

### III. 결 과

#### 1. 시험사료의 영양소 함량

시험사료의 일반성분 함량은 표 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of experimental diets, (% DM)

Nutrient Experimental diet	Crude protein	Crude fiber	Crude ash	Ether extracts
Orchardgrass	11.65±0.01	31.86±0.58	10.70±0.04	4.18±0.19
Alfalfa	17.59±0.09	30.01±0.20	9.63±0.03	3.47±0.02
Acacia leaf	16.34±0.33	19.17±0.39	6.53±0.05	4.41±0.22
Pine needles	6.79±0.09	31.66±0.04	2.51±0.01	9.17±0.06

Note. Means separation within a row by Multiple Range Test, 5% level.

The same letters show non-significant difference at the 5% level.

조단백질 함량은 알팔파와 아카시아 잎이 각각 17.6과 16.3%로 오처드그래스의 11.7%와 솔잎 6.8%보다 현저히 높았다. 한편, 조섬유 함량은 오처드그래스, 솔잎 및 알팔파 등이 30.0~31.9%를 나타내어 19.2%의 아카시아 잎보다 현저하게 높았고, 조회분 함량은 오처드그래스와 알팔파가 아카시아잎과 솔

잎보다 높았지만 에테르 추출물은 솔잎이 9.2%로 다른 사료보다 약 2배정도 많았다.

#### 2. 사료섭취량과 배설량

4종의 조사료원을 재래산양에게 급여시 사료 섭취량, 배설량 및 소화량은 표 2와 같다.

Table 2. Influence of four roughage sources on feed intake and feces in korean native goat.

Diets Item	Orchardgrass	Alfalfa	Acacia leaf	Pine needles
Dry matter intake (g/day)	496.47 <sup>a</sup> ± 32.51	590.33 <sup>a</sup> ± 27.45	543.83 <sup>a</sup> ± 119.58	217.10 <sup>b</sup> ± 54.64
Feces (g/day, DM)	208.40 <sup>ab</sup> ± 12.21	228.57 <sup>ab</sup> ± 16.95	288.43 <sup>a</sup> ± 60.64	115.00 <sup>b</sup> ± 27.87
Digested (g/day)	288.07 <sup>a</sup> ± 20.61	361.77 <sup>a</sup> ± 12.64	255.40 <sup>a</sup> ± 58.94	102.10 <sup>b</sup> ± 27.15
DM Intake, g/kg of BW <sup>0.75</sup>	52.51 <sup>b</sup> ± 2.08	57.47 <sup>b</sup> ± 5.59	68.46 <sup>a</sup> ± 1.80	28.55 <sup>c</sup> ± 1.63
DM Intake/BW(%)	2.48 <sup>b</sup> ± 0.08	2.65 <sup>ab</sup> ± 0.31	3.54 <sup>a</sup> ± 0.43	1.49 <sup>c</sup> ± 0.10

Note. Means separation within a row by Multiple Range Test, 5% level.

The same letters show non-significant difference at the 5% level.

1일 두당 건물 섭취량은 알팔파, 아카시아잎, 오처드그래스를 급여한 구가 각각 590.3, 543.8, 496.5g으로 솔잎을 급여한 구의 217.1g보다 유의하게 높았으며( $P < 0.05$ ), 본의 배설량은 아카시아잎을 급여한 구가 288.4g으로 가장 높았고 솔잎을 급여한 구가 115.0g으로 가장 낮았다( $P < 0.05$ ).

소화 건물량은 솔잎을 급여한 구에서 102.1g으로 유의하게( $P < 0.05$ ) 낮았다. 한편 조사료원에 따른 대사체중당 건물섭취량(DM g/kg of BW<sup>0.75</sup>)은 아카시아잎을 급여한 구가 68.5g로 가장 높았고, 알팔파 및

오처드그래스를 급여한 구가 각각 57.5g과 52.5g이었으며 솔잎구는 28.6g으로 가장 낮았다( $P < 0.05$ ). 또한 체중별 건물 섭취량은 아카시아잎, 알팔파, 오처드그래스 및 솔잎을 급여한 구가 각각 3.5, 2.7, 2.5 및 1.5%로 낮아졌다.

### 3. 조사료원에 의한 영양소 소화율

재래산양의 각 조사료원의 성분별 소화율은 표 3과 같다.

Table 3. The effect of four roughage sources on nutrients digestibility in korean native goat

Item	Diets	Orchardgrass	Alfalfa	Acacia leaf	Pine needles
Dry matter digestibility(%)		58.00 <sup>b</sup> ± 0.49	61.37 <sup>a</sup> ± 1.25	46.63 <sup>c</sup> ± 0.73	46.80 <sup>c</sup> ± 1.30
Organic matter digestibility(%)		58.73 <sup>b</sup> ± 0.49	62.60 <sup>a</sup> ± 1.45	49.27 <sup>c</sup> ± 0.70	48.00 <sup>c</sup> ± 1.16
Crude protein digestibility(%)		61.47 <sup>b</sup> ± 0.32	75.40 <sup>a</sup> ± 0.46	37.87 <sup>c</sup> ± 2.25	27.37 <sup>d</sup> ± 0.15
Crude fiber digestibility(%)		60.83 <sup>a</sup> ± 0.44	46.67 <sup>b</sup> ± 3.19	26.97 <sup>c</sup> ± 2.20	34.13 <sup>c</sup> ± 2.85
Crude ash digestibility(%)		51.80 <sup>a</sup> ± 0.65	49.60 <sup>a</sup> ± 1.43	9.00 <sup>c</sup> ± 0.78	16.33 <sup>b</sup> ± 0.15
Ether extract digestibility(%)		33.33 <sup>bc</sup> ± 0.63	66.93 <sup>a</sup> ± 1.35	29.57 <sup>c</sup> ± 1.02	37.87 <sup>b</sup> ± 2.74
Nitrogen free extract digestibility(%)		58.87 <sup>b</sup> ± 0.75	68.70 <sup>a</sup> ± 1.19	62.37 <sup>b</sup> ± 0.90	60.67 <sup>b</sup> ± 2.65
Total digestible nutrients(%)		54.20 <sup>b</sup> ± 0.49	59.47 <sup>a</sup> ± 1.29	47.67 <sup>c</sup> ± 0.69	50.73 <sup>bc</sup> ± 1.56

Note. Means separation within a row by Multiple Range Test, 5% level.

The same letters show non-significant difference at the 5% level.

재래산양의 건물 소화율은 알팔파를 급여한 구가 61.4%으로 가장 높았고 다음으로 오처드그래스를 급여한 구이었고, 솔잎, 아카시아잎을 급여한 구가 각각 46.8과 46.6%로 가장 낮았다( $P < 0.05$ ). 또한 유기물과 조단백질 소화율도 유사한 경향을 나타내어 알팔파를 급여한 구가 각각 62.6과 75.4%으로 가장 높았고 솔잎을 급여한 구가 48.0과 27.4%를 나타내어 가장 낮았다( $P < 0.05$ ).

조섬유와 조회분 소화율은 오처드그래스를 급여한 구가 60.8와 51.7%로 가장 높았고 다음으로 알팔파, 솔잎 및 아카시아를 급여한 구로 낮아졌다.

에테르 추출물과 가용무질소물의 소화율은 알팔파를 급여한 구가 각각 66.9와 68.7%로 가장 높았으나 아카시아 잎과 오처드그래스를 급여한 구가 가장

낮은 에테르 추출물과 가용무질소물 소화율을 나타내었다.

가소화 영양소 총량은 알팔파가 59.5%로 가장 높았고 오처드그래스가 54.2% 그리고 솔잎이 50.7%를 나타내었으며 아카시아잎이 47.7%로 가장 낮았다.

## IV. 고 찰

본 실험에 사용된 공시사료의 화학적 성분을 조사한 결과 솔잎을 제외한 오처드그래스, 알팔파 및 아카시아잎의 일반 영양소 함량은 가소화영양소 총량이 47.7~59.5%, 조단백질 함량이 11.7~17.6%의 범위를 나타내어 산양의 사료로서 그 가치가 충분하다고 사료되며 특히 아카시아잎의 조단백질 함량은

16.3%로서 알팔파의 17.6%에 비슷한 수준을 보였다. 한편 솔잎은 조단백질 함량이 떨어지는 반면 에테르 추출물의 함량이 9.2%로서 다른 공시사료보다 약 2배이상 높았는데, 이는 이(1980) 및 김(1992)도 솔잎의 높은 조지방 함량을 보고하여 본 실험과 비슷한 경향을 나타내었다.

알팔파, 아카시아잎, 오처드그래스를 각각 급여한 구에서 산양의 대사체중당 건물섭취량이 1일 57.5, 68.5 및 52.5g으로서 뉴질랜드의 *Prairie grass* (*Bromus catharticus*) straw를 산양에게 급여하였을 때의 55.6g (Domingue 등, 1991)과 유사한 결과를 나타내었으며 위의 세 처리구의 1일 총건물섭취량 역시 NRC(1989)에서 제시한 체중의 1.8%(30kg 기준)보다 훨씬 많이 섭취하였다. 특히 아카시아잎을 급여한 산양에서 대사체중당 건물 섭취량이 알팔파의 경우보다도 더 높게 나타나 산양에서 아카시아잎의 기호성이 매우 뛰어나다는 것을 알 수가 있었다.

건물소화율의 경우, Antoniou와 Hadjipanayiotou (1985)등은 산양에게 알팔파건초 및 아카시아잎을 급여한 결과 66%, 48%의 소화율을 각각 기록하였는데 본 실험에서는 61.4%와 46.6%를 나타내어 비슷한 경향을 보였다. 한편 알팔파 건초 급여시보다 아카시아잎을 급여시 나타난 다소 낮은 건물소화율은 낮은 조단백질 소화율 및 조섬유 소화율 때문으로 아카시아잎에 일반적으로 많이 함유되어 있는 리그닌에 의해 조단백질 및 조섬유 소화가 저해되기 때문으로 생각된다. 그러나 본 실험에서의 아카시아잎의 건물소화율은 일반적인 관목류잎을 산양 및 기타 반추동물에게 급여할 때 나타나는 현상과 같은 것으로서, Ramiraz(1996)에 의하면 222종의 관목류중 34%가, 건물소화율이 40~50.6% 범위에 속하였으며 70% 이상되는 것은 7%에 불과하였다고 보고하였다.

솔잎은 아카시아잎, 알팔파, 오처드그래스보다 건물섭취량이 유의하게 낮았지만 본 실험기간동안 재래산양이 왕성한 섭취력을 보여 솔잎의 기호성은 양호한 것으로 관찰되었다. 그러나 솔잎 급여 재래 산양에서 나타난 낮은 건물소화율은 솔잎에 함유율이 특히 높았던 에테르 추출물에 기인할 수 있다고 사

료된다. James 등(1994)은 솔잎을 methylene chloride로 추출하여 건초에 혼합하여 임신우에 급여한 결과 유산을 초래하였다고 보고하였고 Wiedmeier 등(1992)은 솔잎 급여시 나타나는 유산의 원인으로 반추위의 미생물에 독성으로 작용한다고 하여, 15~30% 솔잎 대체 급여 유우에서 반추위의 박테리아수가 39~52% 씩 급격히 저하되는 것을 관찰하였으며 특히 단백질 분해 박테리아와 섬유소 분해 박테리아의 수가 현저히 줄었다고 보고한 바 있다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 오처드그래스를 재래산양에게 급여하였을 경우 알팔파 못지 않게 사료가치가 우수하였으며, 아카시아잎 또한 단독사료원으로서 알팔파보다 가치가 떨어지지만 재래산양의 주요 사료자원으로서 활용 가치가 높다고 사료된다. 특히 아카시아잎은 조단백질 함량이 우수하고 기호성이 뛰어나며 또한 특이한 유해물질을 함유하지 않은 것으로 사료되어 증체 및 많은 운동이 필요한 경우에도 농후사료와 같은 에너지사료에 단백질 보충사료로서의 사용 가능성이 있어 그에 관한 연구가 더욱 필요하다고 사료된다. 솔잎 또한 본 실험의 공시동물인 재래산양에서 양호한 섭취력을 보여 보충사료로서의 활용 가능성을 시사하였지만 솔잎의 에테르 추출물에 함유된 유해성분에 대한 연구가 더욱 필요하다고 사료된다.

## V. 적 요

본 시험은 국내 조사료원 특히, 오처드그래스, 알팔파, 아카시아잎, 솔잎 등을 한국 재래산양에게 급여하여 사료섭취량과 소화율에 미치는 영향을 밝혀 경제적이고 합리적인 재래산양의 사양체계에 필요한 기초자료로 활용하기 위해 본시험을 실시하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 알팔파와 아카시아잎 처리구의 조단백질 함량은 각각 17.6, 16.3%로 오처드그래스와 솔잎처리구의 11.7, 6.8% 보다 높았고 솔잎구에서는 에테르 추출물이 9.2%로 다른 처리구보다 약 2배 이상 많았다.
2. 1일 두당 건물섭취량은 알팔파, 아카시아잎, 오처

드그래스를 급여한 구가 각각 590.3, 543.8, 496.5 g으로, 솔잎을 급여한 구의 217.1g 보다 유의하게 높았다( $P < 0.05$ ).

3. 대사체중당 건물섭취량(DM g/kg of BW<sup>0.75</sup>)과 체중당 건물섭취량(DM Intake/BW(%))은 아카시아 잎을 급여한 구가 각각 68.5g와 3.5%로 가장 높았고, 솔잎구가 28.6g과 1.5%로 가장 낮았다( $P < 0.05$ ).
4. 건물 소화율은 알팔파를 급여한 구가 61.4%으로 가장 높았고 다음으로 오쳐드그래스를 급여한 구가 58.0%이었으며 솔잎과 아카시아잎을 급여한 구가 각각 46.8과 46.6%로 가장 낮았다( $P < 0.05$ ).
5. 가스화 영양소 총량은 알팔파가 59.5%로 가장 높았고 오쳐드그래스와 솔잎이 각각 54.2, 50.7%를 나타내었으며 아카시아잎이 47.7%로 가장 낮았다( $P < 0.05$ ).
6. 이상의 결과를 종합해 볼 때 오쳐드그래스는 알팔파 못지 않게 사료 가치가 우수하며 아카시아 잎은 단독사료원으로서 알팔파보다 가치가 떨어지지만 조단백질 함량이 우수하고 기호성이 뛰어나 단백질 보충사료로서의 사용 가능성이 있으며 솔잎은 재래산양에서 양호한 섭취력을 보여 보충사료로서의 충분한 활용 가능성이 있으나 에테르 추출물에 함유된 유해성분에 대한 연구도 더욱 필요하다고 사료된다.

## VI. 인 용 문 헌

1. Ahn, J.H., B.M. Robertson, R. Elliott, R.C. Gutteridge and C. W. Ford. 1989. Quality Assessment of tropical browse legumes: tannin content and protein degradation. *Animal Feed Science and Technology*. 27:147-156.
2. Antoniou, T. and M. Hadjipanayiotou. 1985. The digestibility by sheep and goats of five roughages offered alone or with concentrates. *J. Agric. Sci., Camb.* 105:663-671.
3. A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
4. Devendra, C. and M. Burns. 1980. Goat production in the tropics. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, UK.
5. Domingue, B.M.F., D.W. Dellow and T.N. Barry. 1991. Voluntary intake and rumen digestion of a low-quality roughage by goats and sheep. *J. Agric. Sci., Camb.* 117:111-120.
6. Everist S.L. 1969. Use of fodder trees and shrubs. Queensland department of Primary Industries. Division of Plant Industry Leaflet No. 1024. Queensland, Australia pp.44.
7. James, L.F., R.J. Molyneux, K.E. Panter, D.R. Gardner and B.L. Stegelmeier. 1994. Effect of feeding ponderosa pine needle extracts and their residues to pregnant cattle. *Cornell Veterinarian*. 1:33-39.
8. Le Houerrou, H.N. 1980. Browse in Africa In "Browse in Africa". ed. Le Houerrou, H.N. International Livestock Center for Africa, Addis Ababa, Ethiopia. pp.55-82.
9. NAS. 1979. Tropical legumes : Resources for the future. U.S. National Academy of Science, Washington, D.C. pp.331.
10. NRC. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. Natl. Acad. Sci. Washington D.C.
11. Ramiraz, R.G. 1996. Feed value of browse. VI. International conference on goats. 6-11. May 1996. Beijing, China. Vol 2:510-517.
12. SAS. 1991. SAS System for Linear Models(3rd Ed.). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
13. Singh, R.V. 1982. Fodder trees of Himachal Pradesh. *Indian Farming* 88-92.
14. Skerman, P.J. 1977. Tropical forage legumes. Food and Agricultural Organization, Rome, Italy. pp.609.
15. Wiedmeier, R.D., J.A. Pfister, D.C. Adams, J.R. Bair, D.V. Sisson, L.F. James, R.F. Keeler, E.M. Bailey, P.R. Cheeke and M.P. Hegarty. 1992. Effects of ponderosa pine needle consumption on

- ruminal microflora in cattle. In "Poisonous plants".  
 Proceedings of the Third International Symposium.  
 pp.382-386.
16. 김혜자. 1992. 적송화분과 리기다솔화분의 성분  
 조성에 관한 연구. -일반성분, 무기질, 중금속,  
 비타민, 유리당의 함량-. 한국영양식량학회지  
 21(2)201-206.
17. 이정숙. 1980. 송엽과 송화의 성장에 따른 영양  
 성분의 변화에 관한 연구. 한양대학교 대학원 석  
 사학위 논문.