

## 헤어리베치 녹비 및 액상분뇨 시용이 황기 생육과 수량에 미치는 영향

류 종 원†

상지대학교 응용식물과학부

### Effects of Hairy Vetch and Animal Slurry on Growth and Yield of *Astragalus membranaceus* Bunge

Jong Won Ryoo†

Division of Applied Plant Science, Sangji University

**ABSTRACT** : This experiment was carried out to investigate the effect of the mulching of hairy vetch and pig manure on the growth, yield and crude protein contents of the mulching of hairy vetch and application of animal slurry were treated and investigated in 2000~2002.

At the first year of cultivation, there were no differences among the treatments in plant height, but second year the growth of plants increased and continued over long times as the hairy vetch mulched and fertilized. The length and diameter of plant root were increased in the plot of hairy vetch mulching and the application of animal slurry. At first year of cultivation, no clear difference was found for among the treatments on dry weight and dry matter ratio in roots. At second year of cultivation, they were increased at in the plot of mulching and fertilizer treatment. The appearances of weeds in the field on *Astragalus membranaceus* were much lower on the plots of live-mulching of hairy vetch than those on the control. The yield of root was 255kg highest in the plot of mulching and animal slurry application of 2-year-old roots. The root yield of *Astragalus membranaceus* was increased about 8~10% compared to that with control, due to supply of nutrients. During the cultivation times, organic matters and N contents in soil increased by the mulching of hairy vetch and the application of animal slurry. The concentration of K, Ca concentration in soil showed a tendency to increase.

### 緒 言

黃芩 (*Astragalus membranaceus* Bunge)는 한국, 중국 및 일본을 중심으로 한 동북아시아 지역에 분포하는 콩과(豆科)의 다년생 초본식물이다. 고랭지 지역에서는 채소의 연작에 의하여 토양의 염류집적이 심화되어 황기재배시 큰 문제가 되고 있다. 황기를 비롯한 약용작물은 藥效를 목적으로 다년간 재배를 하기 때문에 화학비료에 의존하는 시비보다는 유기질 비료를 사용하여 생산하는 것이 품질과 생산성이 우수할 것이라는 기대 심리가 높아지고 있다.

황기의 재배법에 대한 연구는 부분적으로 이루어져 왔

다. 최근까지 재식밀도 (Seo et al., 1996), 수확시기 (Kim et al., 1996a), 기계화수확 (Kim et al., 1996b)에 대한 시험 이루어진 바 있으나 녹비작물 재배와 유기물 시용에 대한 연구는 아주 미미한 실정이다 (농촌진흥청 1989). 따라서 약용작물 재배시 녹비작물과 유기물 시용 효과에 대한 농가들의 인식전환과 우수한 유기농 생약재 생산이란 차원에서 녹비작물과 유기물을 이용한 藥用作物의 재배적 검토가 이루어져야 할 것으로 보여진다.

본 연구는 고랭지지역 황기의 환경친화형 약초생산을 목적으로 헤어리베치 녹비와 액상분뇨 시용이 황기 1~2년차 生育과 收量 및 土壤의 이화학적 성에 미치는 영향을

† Corresponding author(Phone) : 033-730-0516, E-mail : jwryoo@mail.sangji.ac.kr

Received 13 December 2002 / Accepted 5 June 2003

검토하고자 수행하였다.

### 材料 및 方法

본 시험은 2000~2002년 석회암 지대에서 다년생의 황기가 대량 생산되는 전국 제일의 주산지 정선에서 2년간 수행하였다. 시험에 공시한 황기종자는 정선지역 전래 재배종으로 특작 전업농가의 2년생 황기포장에서 생산된 흑갈색의 당년 생산종자를 사용하였다. 시험포장은 전작 물로 배추가 재배된 표고 520 m의 산간 구릉지로 토양의 pH는 5.1로 강산성이었으며, 유기물, 인산 및 칼리 함량은 높고 EC는 1.9 dS/m인 염류집적이 된 적황색을 띤 심토가 깊은 양토이었다. 토양의 화학적 특성은 表 1과 같다.

**Table 1.** Soil chemical characteristics of the experimental site

pH (1:5)	OM (%)	T-N (ppm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exch. cation (me/100g)			EC dS/m
				K <sub>2</sub> O	Ca	MgO	
5.1	2.8	140.2	190	0.62	2.2	1.2	1.9

헤어리베치의 품종은 미국 Pennington 종자회사에서 도입한 Madison 품종으로 10a당 5 kg를 2000년 8월 25일 파종하였다. 시비량은 N-P-K 3-7-7 kg/10a을 사용하였다. 헤어리베치는 개화시인 2001년 5월 초순 경운에 의하여 토양에 넣어 주었으며 생초수량으로 2,550 kg 이었고 건물중으로는 265 kg에 해당되었다. 분석을 통한 헤어리베치의 질소함량은 2.35%로써 10a당 6.2 kg의 질소공급 효과가 있는 것으로 분석되었다.

처리에 이용된 돈분 액상분뇨는 정선관내 축산농가의 돈사에서 생산한 것으로 발효 돈분 액상분뇨의 pH는 7.9로 약알칼리성이었고, 총질소, 인산 및 칼리 함량은 각각 0.46%, 0.126% 및 0.280%이었다.

시험구의 크기가 3.4 m인 시험포장에 hairy vetch 처리 유무를 주구에 시비유무를 세구에 배치하는 분할구 3반 복으로 시험구를 배치하였다. 무비구(대조구)는 화학비료와 액상분뇨를 모두 사용하지 않았으며, 화학비료시용구는 황기재배 1년차에는 성분량으로 10a당 N-P-K를 6-8-9 kg을 기비로 사용하였다. 황기재배 2년차에는 N-P-K는 성분량으로 10-12-12 kg/10a을 사용하였다. 액상분뇨 시용구는 가축 액상분뇨를 10a당 질소를 기준으로 화학비료에 상당하는 양을 사용하였다. 액상분뇨 사용 후 시험구 구획을 구별하고 1차 로터리 작업을 하였으며 이랑간격 40 cm, 두둑높이 25 cm 되게 구획을 설치 한 후 황기 2~3년근 생산시 적정 재식거리인 40 x 10 cm 간격으로 5월 20일 3립씩 점파로 파종하였다.

지상부 생육조사는 시험구별 임의로 3개 지점에서 20개체를 선택하여 파종 후 한달 간격으로 莖長을 조사하였고, 分枝數는 파종 1년 및 2년차에 실시하였다. 근장, 근경, 지근수 등 지하부 생육 조사는 각각의 시험구에서 임의의 3개 지점에서 20개체씩 조사하였다. 生根重은 전자저울을 이용해 평량한 후 농업용 벌크 건조기를 이용 60 이하에서 8시간 건조하고 4일간 태양에서 풍건한 후 乾根重 및 乾物比率를 조사하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 지상부 생육

생육 초기의 경장은 28~30 cm로써 무비구, 화학비료구, 액상분뇨 시용구간에 차이가 없었다. 또한 6, 7, 8월 여름 생육기를 지난 후 莖長을 측정한 결과 헤어리베치 녹비-액상분뇨 시용구에서 가장 길고 무비구에서 가장 짧았다.

생육 2년차의 경장은 생육후기인 8~9월 1개월 기간 동안의 생육이 120~160 cm 범위로 헤어리베치 녹비-액상분뇨 시용구에서 후기에 무비구와 차이가 있었으며

**Table 2.** Plant height of *Astragalus membranaceus* affected by hairy vetch green manure and fertilization

Treatments	1st cultivation year			2nd cultivation year			
	July	Aug.	Sep.	July	Aug.	Sep.	
	cm plant <sup>-1</sup>						
Non-Hairy vetch	Non-fertilizer	19.5b <sup>+</sup>	57.2b	80.1c	118.5d	123.2c	140.0c
	Chemical fertilizer	21.2a	59.4ab	84.2b	134.2ab	140.2a	156.1ab
	Animal slurry	20.9a	60.1a	85.1b	135.0a	139.5ab	155.7ab
Hairy vetch	Non-fertilizer	20.1ab	58.2b	82.5c	130.9c	135.2b	152.4b
	Chemical fertilizer	21.9a	60.4a	86.3ab	136.8a	142.1a	158.2a
	Animal slurry	21.6a	61.6a	90.6a	138.5a	143.2a	159.4a

+ DMRT

액상분뇨 시용구에서는 생육후기까지 지속되었다. 결과적으로 재배 1년차에 각 처리구별 줄기의 생육 정도는 차이가 크지 않았으나 재배 2년차에는 녹비시용구에서 줄기 신장이 촉진되었다. 이는 녹비와 액비중의 N 함량에 기인된 것으로 판단되었다.

식물체의 분지수를 측정한 결과는 표 3과 같다. 생육 1년차 화학비료 시용구와 무비구 사이에 분지수에서 2~3개 차이를 나타내었으나 비료 종류간에는 큰 차이를 나타내지 않았다. 생육 2년차의 분지수는 녹비투입구의 무비구, 화학비료 시용구, 액상분뇨시용구에서 각각 36.2, 39.8, 40.5개로서 무비구와 액상분뇨 시용구간 4.3개의 차이를 나타내었다. 그러나 녹비를 투입하지 않는 시험구의 분지수는 액상분뇨시용구에서 39.1개, 무비구에서 25.2개로서 11.8개의 차이가 있었다. 栽培年數가 경과함에 따라 莖數 증가 경향도 관찰되었다. 또한 분지수는 녹비-액상분뇨 시용구가 녹비를 사용하지 않는 시험구보다 많았으며 후기 생육이 지속되어 충분한 엽면적 확보로 뿌리 발육을 위한 왕성한 생육 조건이 되었다. 이러한 결과는 시호 재배시 유기물 시용이 화학비료 표준구 보다 分枝數가 3.4개 增加 된다는 보고와 일치하였다 (농촌진흥청 1996c). 이상의 결과에서 헤어리베치 녹비 시용구에서 지상부 생장량이 컸으며 생육이 늦게까지 지속되었다.

**Table 3.** Number of branches in *Astragalus membranaceus* affected by hairy vetch green manure and fertilization

Treatments		First cultivation	Second cultivation
--- no. plant <sup>1</sup> ---			
Non-hairy vetch	Non-fertilizer	6.2c <sup>+</sup>	26.3c
	Chemical fertilizer	9.2ab	37.2ab
	Animal slurry	8.9ab	38.1ab
Hairy vetch	Non-fertilizer	7.1c	36.2ab
	Chemical fertilizer	9.8a	39.8a
	Animal slurry	9.7a	40.5a

+ DMRT

**2. 지하부 생육**

황기 생육 1년차 근장은 hairy vetch 녹비를 멀칭한 무비구, 화학비료 액상분뇨 시용구에서 각각 20.1, 23.2, 22.0 cm로 무비구와 액상분뇨 시용 구간에 1.9 cm의 차이가 있었다. 또한 헤어리베치 녹비-액상분뇨 시용구와 hairy vetch를 녹비하지 않는 무비구간에는 5.3 cm의 유의한 차이를 나타내었다 (表 4). 2년생 뿌리의 根長은 녹

비를 멀칭한 무비구, 화학비료시용구, 액상분뇨시용구에서 각각 29.2, 33.2, 35.2 cm로서 1년생 보다 각각 13.4, 14.3, 15.4% 증가하였다. 또한 근장의 증가와 함께 뿌리의 분포가 直根보다는 斜面으로 분포하는 경향이였다. 이러한 시험결과로부터 황기의 근장은 년수가 경과함에 따라 녹비와 유기물의 시용에 의하여 유기물이 작토층내에서 서서히 분해되어 양분을 최대한 흡수하여 根長이 伸張한 것으로 보인다.

황기 재배 년차별 근경비대 정도는 表 4과 같이 근장과 같은 경향이였다. 根徑이 가장 작은 무비구와 근경이 가장 큰 녹비-액상분뇨 시용구의 사이의 根徑의 차이는 1년차에 2.3 mm에 불과 하였으나, 2년차에 8.9 mm로 년차에 따라 현저한 차이를 나타내었다. 재배 년차에 따른 支根數는 액상분뇨시용구와 화학비료시용구 간에 유의성이 없었고, 녹비재배구와 일반재배구 사이에도 차이를 나타내지 않았다 (表 4). 녹비-액상분뇨 시용구에서 주근장, 근경 및 지근수가 증가하는 것은 토양 근권내 미생물상의 균형을 유지함에 따라 뿌리의 건전한 生育을 도모 한 것으로 사료되었다 (농촌진흥청 1994a) 이상의 결과로부터 액상분뇨는 시비효과를 가져와 황기수량 증대에 유의한 영향을 미쳤으며 화학비료와 동등한 시비효과를 나타내었다.

**Table 4.** Root characteristics of *Astragalus membranaceus* affected by hairy vetch green manure and fertilization

Treatments		Root		
		Length	Diameter	Rootlets
First cultivation		- cm -	- mm -	- no -
Non-hairy vetch	Non-fertilizer	17.5c <sup>+</sup>	7.6c	3.9b
	Chemical fertilizer	21.7ab	9.1ab	5.5a
	Animal slurry	21.9ab	9.3ab	5.7a
Hairy vetch	Non-fertilizer	20.1b	8.7b	5.2ab
	Chemical fertilizer	23.2a	9.8a	5.8a
	Animal slurry	22.8a	9.9a	6.0a
Second cultivation				
Non-hairy vetch	Non-fertilizer	24.1c	15.9c	5.9c
	Chemical fertilizer	30.1ab	20.1ab	6.7ab
	Animal slurry	31.4ab	21.0ab	6.8ab
Hairy vetch	Non-fertilizer	27.1b	16.3c	6.2c
	Chemical fertilizer	33.2a	23.1a	6.9ab
	Animal slurry	35.2a	24.0a	7.4a

+ DMRT

생근중, 건근중은 녹비-액상분뇨시용구에서 表 5과 같이 가장 높았다. 또한 화학비료시용구 보다 액상분뇨시용구에서 재배 년수에 따른 根重이 모두 증가하는 경향이였다. 시험구별 生根에 대한 건물비율은 재배 1년차에 29.6~32.8% 범위이었으며 재배 2년차 건물비율이 33.4~37%로서 재배 1년차 보다 재배 2년차의 건물비율이 다소 높게 나타났다. 황기 건물비율은 年數가 경과함에 따라 비효가 지속되어 作土層內的 養分을 최대한 흡수하여 건물비율이 높아진 것으로 판단된다. 농촌진흥청의 연구 결과에 의하면 黃芪 乾物比率이 38~42%로 보고 된 바 있으나, 본 연구의 결과에서는 이 수준에는 미치지 못하였다 (농촌진흥청 1989). 이상의 결과에서 황기 재배시 헤어리베치 녹비멸칭은 뿌리 생육을 증가시키는 효과를 나타내었다.

**Table 5.** Root weight and dry matter ratio of *Astragalus membranaceus* affected by hairy vetch green manure and fertilization

Treatments		Root		
		Fresh	Dry	
First cultivation		kg plant <sup>-1</sup>		- % -
Non-hairy vetch	Non-fertilizer	18.2b <sup>+</sup>	5.4b	29.6a
	Chemical fertilizer	19.2a	5.9ab	30.7a
	Animal slurry	19.5a	6.2a	31.7a
Hairy vetch	Non-fertilizer	18.8ab	5.8ab	30.9a
	Chemical fertilizer	20.1a	6.5a	32.3a
	Animal slurry	21.0a	6.9a	32.8a
Second cultivation				
Non-hairy vetch	Non-fertilizer	27.0b	9.9b	36.6a
	Chemical fertilizer	34.1ab	12.0a	35.1ab
	Animal slurry	35.6ab	12.8a	35.9a
Hairy vetch	Non-fertilizer	30.2b	10.1b	33.4b
	Chemical fertilizer	36.4a	13.3a	36.5a
	Animal slurry	37.0a	13.7a	37.0a

+ DMRT

**3. 收 量**

건근중을 10a당 수량으로 환산한 수량은 表 6에서 보는 바와 같이 1년생근 건근수량은 녹비를 멸칭한 무비구에서 101 kg, 화학비료 표준구 125 kg, 액상분뇨시용구에서 129 kg으로서 녹비를 하지 않는 시용구 보다 10~15kg 높았다. 황기 표준재배시험에서 Jeong et al., (1989)은 황기 1년생근 건근수량을 10a당 132 kg, Kim

et al., (1995)은 139 kg로 보고 한 바 있으며, 본 연구 결과와 비교하여 무비구를 제외하고는 비슷한 경향으로써 수량 측면에서 황기 1년근 재배시 10a당 액상분뇨를 사용하면 화학비료를 대체 할 수 있을 것으로 사료되었다. 2년근 재배시 황기의 건근 수량은 녹비-시비구에서 黃芪의 건근수량이 增加하는 경향이였다.

**Table 6.** Yield of *Astragalus membranaceus* affected by hairy vetch green manure and fertilization

Treatments		Root dry wt.	
		1 year	2 year
		--- kg 10a <sup>-1</sup> ---	
Non-hairy vetch	Non-fertilizer	87d <sup>+</sup>	115a
	Chemical fertilizer	109b	225b
	Animal slurry	115ab	232ab
Hairy vetch	Non-fertilizer	101c	196c
	Chemical fertilizer	125a	240ab
	Animal slurry	129a	255a

+ DMRT

본 시험 결과 황기 수량은 蘇 등(1994)이 보고한 黃芪 2년생근 건근수량 292 kg에는 미치지 못하였으나 녹비시용구-액상분뇨 시용구에서 건근수량이 가장 높은 결과로 볼 때 2~3년생근 이상 다년생근을 생산할 때 화학비료 표준구 보다 헤어리베치 녹비, 돈분 액상분뇨 비효가 지속되어 有機物의 施用效果가 높은 것으로 판단되었다.

**4. 잡초 밀도**

헤어리베치 녹비재배가 황기포장의 잡초 발생에 미치는 영향을 조사한 결과는 表7과 같다. 헤어리베치 녹비멸칭구의 황기포장에서 잡초밀도는 m<sup>2</sup>당 3.3~4.5개에 이

**Table 7.** Weeds densities of *Astragalus membranaceus* field affected by cultivation of hairy vetch green manure and fertilization

Treatments		Weeds
		- no. m <sup>-2</sup> -
Non-hairy vetch	Non-fertilizer	42.1a <sup>+</sup>
	Chemical fertilizer	46.2a
	Animal slurry	44.7a
Hairy vetch	Non-fertilizer	3.3b
	Chemical fertilizer	4.3b
	Animal slurry	4.5b

+ DMRT

었으나 헤어리베치를 재배하지 않는 황기재배구의 잡초 밀도는 m당 42~45개로써 월등히 높았다. 따라서 황기 재배시 헤어리베치를 녹비로 재배하면 잡초발생을 현저히 억제하는 효과가 있었다. 이러한 결과는 황기재배전 헤어리베치 녹비재배는 헤어리베치의 피복에 의하여 잡초가 억제되었기 때문이다.

5. 질소 함량 및 질소흡수량

재배 년차별 뿌리의 질소 함량은 표 8에서 보는 바와 같이 1년차에는 1.33~2.56%, 2년차에 1.90~3.66%이었다. 비료시용과 재배 년차가 높아질수록 황기 뿌리의 질소 함량이 증가되었다. 질소함량을 조단백질 함량으로 환산하면 재배 2년차에 조단백질 함량이 20~23%이었다. 황기의 단백질 함량은 식물성 단백질 급원인 콩 단백질 함량이 33.5~49.2%인 것을 고려할 때 콩 단백질 함량의 45~65% 으로서 높은 수준이었다 (Kim et al., 1996). 황기가 단백질 함량이 높아 수확 후 부산물을 가

축사료로 활용성이 있을 것으로 생각된다. 황기 1년생근 재배시 10a당 질소 흡수량은 녹비 시용구에서 2.24 kg로서 무비구의 1.33 kg보다 높았다. 2년생근 재배시 질소 흡수량은 녹비 재배시 화학비료 시용구 8.47 kg, 액상분뇨 시용구 9.23 kg 흡수되어 재배 2년차에 질소 흡수량이 1년차에 비하여 월등히 높았다. 질소 흡수량은 재배 년수 및 헤어리베치 녹비와 비료시용구에서 높아 콩과 작물인 黃芪도 질소원의 增加에 따라 N 흡수량이 증가 되는 것으로 나타났다.

6. 試驗後 土壤 化學成分 含量的 變化

토양의 유기물 함량은 표 9와 같이 2년간 시험 후 시험 전 유기물 함량 2.8% 보다 무비구 0.3%, 화학비료구 0.2% 감소 하였으나, 녹비-액상분뇨 시용구에서 0.5% 증가 되었다. 따라서 녹비와 가축분뇨 시용은 토양내 有機物 含量도 增加 한다는 많은 연구 결과와 일치 하였다(김 등 1997).

Table 8. N content and N uptake in *Astragalus membranaceus* affected by cultivation periods

Treatments		N content		N uptake	
		1 year	2 year	1 year	2 year
		%		kg/10a <sup>-1</sup>	
Non - hairy vetch	Non-fertilizer	1.33c <sup>+</sup>	1.90c	1.15c	2.18c
	Chemical fertilizer	2.25ab	3.12b	2.45b	5.49b
	Animal slurry	2.34ab	3.41ab	2.69b	6.95ab
Hairy vetch	Non-fertilizer	2.24b	2.95b	2.26bc	5.78b
	Chemical fertilizer	2.44ab	3.53a	3.27ab	8.47a
	Animal slurry	2.56a	3.62a	3.66a	9.23a

+ DMRT

Table 9. Soil chemical properties after the experiment

Treatments		pH (1:5)	T-N (ppm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O (me/100g)	EC dS/m	OM (%)
Non hair vetch	Non-fertilizer	4.9a <sup>+</sup>	89.5d	120c	0.52c	1.1	2.5a
	Chemical fertilizer	5.0a	135.2b	203a	0.70a	1.54	3.1a
	Animal slurry	5.1a	141.5ab	192ab	0.70a	1.3	3.0a
Hairy vetch	Non-fertilizer	5.2a	105.2c	169b	0.65b	1.25	3.1a
	Chemical fertilizer	5.0a	135.2b	203a	0.70a	1.54	3.1a
	Animal slurry	5.2a	148.7a	205a	0.72a	1.57	3.3a
Soil before experiment		4.8	140.2	190	0.62	1.9	2.8

+ DMRT

토양내 총질소 함량은 화학비료시용구와 액상분뇨시용구가 각각 135, 148 ppm으로서 무비구 보다 다소 증가되었다. 시험 후 토양의  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  함량은 녹비-액상분뇨시용구에서 시험 전 토양보다 증가하는 경향이나 유의성은 없었다(표 9). 유기물 연용 및 다량 시용시 鹽類集積의 원인이 된다는 많은 보고와는(농촌진흥청 1994b) 달리 황기 재배에서는 녹비와 액상분뇨 시용에 의하여 토양의 鹽類集積은 크게 문제가 되지 않는 것으로 나타났다.

## 摘 要

藥用作物중 재배 면적이 많고 所得性이 높은 多年生의 초본성 작물인 黃芪의 1~2년생根 재배시 헤어리베치 녹비와 액상분뇨 시용이 황기의 生育特性 및 生産性과 土壤 특성에 미치는 영향을 검토한 시험결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 지상부 생육 중 莖長과 分枝數는 헤어리베치 녹비, 액상분뇨 시용구에서 생장량이 컸으며, 생육이 늦게까지 지속되었다. 根長, 根徑, 支根數 모두 헤어리베치 녹비와 액상분뇨 시용구에서 증가하는 경향이었으며 乾物比率 재배 1년차 보다 재배 2년차에 증가하였다.

2. 재배 2년차의 乾根收量은 녹비를 피복한 무비구, 화학비료, 액상분뇨 시용구에서 각각 196, 240, 255 kg/10a 으로서 녹비를 피복하지 않는 무비구, 화학비료, 액상분뇨 시용구에서는 각각 115, 225, 232 kg/10a 보다 증수되었다. 황기 재배시 헤어리베치 녹비 피복은 질소 공급에 의한 수량증가와 잡초억제 효과를 나타내었다.

3. 뿌리의 窒素 含量은 재배 1년차에 1.33~2.56%, 재배 2년차에 1.9~2.95%으로 재배년차가 높을수록 增加되었다. 질소함량을 조단백질 함량으로 환산하면 재배 2년차에 20~23%로서 콩 단백질 함량의 45~65% 수준이었다.

4. 시험후 토양의 총질소 함량은 녹비 액상분뇨 시용구에서 유의성 있게 증가하였으나 토양내 鹽類集積은 되지 않았다.

## LITERATURE CITED

1. Kim YK, Kim KS, Chang YH, Yu HS (1996). Effect of harvesting time on growth and root yield in *Astragalus membranaceus* Bunge. Korean J. Medicinal Crop Sci. 4(4) : 329-332.
2. Kim YK, Kim KS, Chang YH, Yu HS (1996). Studies on planting density and labor-saving in machine sowing for *Astragalus membranaceus* Bunge. Korean J. Medicinal Crop Sci. 4(2) : 157-162.
3. Seo JS, Kim KS, Soh HS, Park SU, Son SG (1995) Effect of plant density on growth year in *Astragalus membranaceus* Bunge. Korean J. Medicinal Crop Sci. 3(1) : 140~145
4. 김명석, 정병준, 박규천, 박태동, 김상천. (1997) 토성 및 시비 조건이 황금의 생육수량 및 품질에 미치는 영향. 한국약용작물학회지 5(1): 70.
5. 김석동, 홍은희, 김용호, 이석하, 박선웅, 이영호, 황영현, 박의호, 김홍식, 유용환, 박래경, 김윤선. (1996) 콩 단백질 양질 두부용 신제품 "단백콩". 한국농업과학논문집 38(1) : 228-232.
6. 농촌진흥청. (1989) 약용작물 재배기술개발연구. 농업과학기술연구개발결과 118-133.
7. 농촌진흥청. (1994) 유기농업에 의한 작물 생산 및 효과. 농업과학기술연구개발결과 110-112.
8. 농촌진흥청. (1994) 퇴비연용효과. 농업과학기술연구개발결과 p.118
9. 농촌진흥청. (1994) 시호의 유기질 비료 사용효과. 농업과학기술연구개발결과 p.176
10. 소호섭, 서정식, 김기식, 서상명, 모영문, 박승의 (1994) 황기 재배기술 개선시험. 농업과학기술연구개발결과 p.238-243
11. 소호섭, 서정식, 김기식, 서상명, 모영문 (1995) 황기 적십시기 및 방법시험. 농업과학기술연구개발결과 p.244-245
12. 정상환, 박노천, 최무술, 강광희 (1989) 남부지방 당년생 황기에 대한 재배기술연구. 약용식물학회지 제3회 발표요지 p.34