연구논문

韓資植誌 24(2) : 189~194(2011)
Korean J. Plant Res.

적심시기가 감초의 생육 및 품질에 미치는 영향

남상영*, 김인재, 최성열, 김영호, 송인규, 이광재, 박재호, 김태중

충북농업기술원

Effect of Topping Time on Growth and Quality in *Glycyrrhiza uralensis*

Sang Young Nam*, In Jae Kim, Seong Yel Choi, Young Ho Kim, In Gyu Song, Guang Jae Lee, Jae Ho Park and Tae Jung Kim

Chungbuk Agricultural Research and Extension Service, Cheongwon 363-880, Korea

Abstract - This study was performed to evaluate the effect of pinching time on growth and quality of *Glycyrrhiza uralensis* soil cultured in Chungbuk Agricultural Research and Extension Service from 2008 to 2009. The treated pinching time were given as the June 30, July 30, August 30, and non-pinching (control). The amounts of pinching were 20% of stem length each plant. The obtained results from this study were summarized as follows; The plant height and number of branches were higher in control than pinching treatments. The stem and leaf weight were increase with early pinching. The plant height and stem diameter were not affected by pinching time. There was no regular trends in runner growth. We found that pinching was induced root growth, and early pinching was accelerated root growth. The root yield was increased in JUN and JUL pinching treatments as 11-30% in 2 years plants and 6-11% in 3 years plants compared to control as 238 kg/10a and 432 kg/10a, respectively.

Key words - Glycyrrhizin acid, Medicinal plant, Pinching, Rootlet, Runner

서 언

감초(Glycyrrhiza spp.)는 장미목 콩과에 속하는 다년생 초본으로 높이 1 m가량, 뿌리는 1~2 m로서 잎은 기수우상복엽으로 호생하며 4~8쌍의 소엽을 갖고 있다. 중국 북부 지방 및 시베리아, 이태리 남부, 만주, 몽고 등지에 자생 또는 재배되며(박 등, 2000), 감초의 종류는 만주감초(*Glycyrrhiza uralensis*), 스페인감초(*Glycyrrhiza glabra*), 소련감초(*Glycyrrhiza echinata*), 유럽감초(*Glycyrrhiza glabra*), 장과감초(*Glycyrrhiza iuflata*), 황감초(*Glycyrrhiza eurycarpa*), 개감초(*Glycyrrhiza pallidiflora*), 토감초(*Glycyrrhiza yunnanensis*) 등 8종이 있다(배, 2000).

감초는 모든 한약재에 사용되는 약초로서 최근에는 식료품 원료로도 많이 사용되고 있어 그 활용도가 점차 증가하고 있으며, 근과 근경에는 glycyrrhizin, saponin, liquiritin 등의 성분이 함유되어 있고, glycyrrhizin은 약물중독, 음식물 중독, 파상풍, 디프테리아균 독소를 해독시키고, 고혈압 환자의 혈중 콜레스테롤 함량을 강하시키고 혈압을 떨어뜨리는 기능과 화중완급, 윤폐지혜, 청열해독의 효능이 있어(Leung, 1984; Leung *et al.*, 1995; 배, 2000), 예로부터 한약재로 널리 사용되어 왔다. 우리나라에서 주로 사용되는 종은 만주감초로서 거의 전량을 수입에 의존하고 있으며, 1970년대 초반에 감미 또는 이태리 감초라 불리는 유럽감초가 도입되어 재배를 시도하였으나 번식수단인 포복경만 고가로 거래되고 약재나 종자 생산에는 실패하였으며(박 등, 2000), 최근 중국에서는 초원의 사막화를 방지하고자 불법 자생약초에 대한 채취를 금하고 있어 향후 감초 가격이 상승할 것으로 전망된다.

감초에 관한 연구는 품종육성과 재배(Hatano *et al.*, 1988), 수경재배(Kiuchi *et al.*, 1990)에 관해서 보고하였으며, 박(2000)은, 고휴(40 cm)재배 시 생육이 저휴(20 cm)에서 보다 양호하며, 종근을 춘천, 양구, 홍천, 평창에 정식하여 재배한 결과 초장은 72.3 cm로 춘천에서 가장 길었고, 양구에서는 경경, 분지수, 근장, 근경, 근수량 등의 생

*교신저자(E-mail) : nsangy@korea.kr

육이 가장 양호하였다고 하였다. 종묘는 사식, 평식, 직식 가운데 30~40° 경사로 사식 하는 것이 근장 및 근경의 생육에 유리하며(Seong and Park, 1999), 이 외에도 석회시용 효과, 종별 glycyrrhizin 함량비교, 포복경 번식법 등 부분적인 연구결과가 보고되고 있으나 체계적인 기술축적 자료가 부족한 실정으로 국내자급화를 위해 표준재배기술 확립이 필요한 실정이다.

적심을 하면 뿌리작물의 생육이 높아진다는 연구가 있었는데, 작약은 화뢰제거시기가 빠를수록 지하부 수량이 증가한다고 하였고(Kim *et al.*, 1998), 황금에 있어서는 무적심보다 2회 적심이 근 수량이 많았다고 하였으며(정 등, 1995), 황기는 1년생은 7월 중순 20% 적심, 2년생은 7월 중순 30% 적심이 무적심보다 수량이 증수된다고 하였다(김 등, 1995).

이와같이 여러작물에서 적심에 따른 생육 및 수량 등에 관한 연구가 이루어졌으나, 감초에 있어서는 전무한 실정이다. 따라서 적심시기에 따른 감초 생육 및 품질에 미치는 영향을 구명하여 감초 재배법의 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

시험재료

본 시험은 적심시기에 따른 감초 생육 및 품질을 구명하고자 2008년부터 2009년에 걸쳐 충청북도농업기술원 특작시험 포장(위도 36.8′, 경도 127.5′)에서 실시하였으며, 시험 전 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

시험재료는 만주감초였으며, 무적심을 대비로 적심시기를 6월 30일, 7월 30일, 8월 30일 등 4처리로 적심량은 경장의 20%를 하였다.

시비는 표준시비량을 계산하여 시비하였고, 파종은 4월 상순에 하였는데, 종자는 전년도에 채종한 것을 사용하였으며, 종자를 구멍당 3~5립씩 파종 후 2 cm 정도로 복토하였고, 출현 후 잎이 4~5매 발생하였을 때 1주 1본으로 솎아주었다. 재식거리는 휴폭 100 cm(30×2열), 주간 30 cm로 하여 흑색비닐을 피복 후 파종하였다. 기타재배방법은 충북농업기술원 표준재배법에 준하였으며, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였고, 각 시험구 면적은 100 ㎡로 하였으며, 토양분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(농촌진흥청, 1988)에 의하였다.

Table 1. Chemical properties of the experimental field

pH (1:5)	OM (%)	P_2O_5 (mg/kg)	EX-cation(cmol/kg)			C.E.C (cmol/kg)
			K	Ca	Mg	
7.0	1.1	207	0.17	3.1	1.3	11.2

Table 2. Condition of HPLC analysis

Column	XDB-C_{18}(150×4.6 mm)		
Column temperature	25℃		
Mobile phase	A : 0.1% Acetic acid B : Acetonitrile		
Gradient profile	Time(min)	A %	B %
	3	80	20
	15	70	30
	20	60	40
	25	50	50
Flow rate	1.0 ㎖/min		
Detector	UV 254 nm		
Injection volume	10 ㎕		

생육조사

지상부 생육은 11월 상순에 시험구의 생육을 대표할 수 있는 중간정도의 개체를 채취하여 1 ㎡ 면적에서 경장은 지면에서 줄기 정단까지의 길이를, 절수는 제1절에서 끝절까지의 마디수, 분지수는 주경에 발생한 분지수의 수를, 경태는 개체당 가장 굵은 주경의 둘째마디와 셋째마디 사이를 버니어캘리퍼스(CD-20CP, Mitutoyo, Japan)로 측정하였으며, 경엽중은 잎과 줄기를 합하여 칭량하였다.

지하부 생육중 주근장은 주근의 길이를, 지근수는 주근에 발생한 지근의 총수를 조사하였고, 근경은 주근과 지근의 가장 굵은 부분을 각각 버니어캘리퍼스로 측정하였다. 근 수량은 수확 후 상품성이 없는 잔뿌리와 부패근을 제거한 다음 칭량하였다.

Glycyrrhizinic acid 분석은 건조한 감초를 균일하게 분말화 한 후 체(30 mesh)로 곱게 쳐서 추출된 것을 사용하였으며, 감초분말 400 mg을 취하여 HPLC등급 acetonitrile (Burdick&Jacksom):water:acetic acid=66:33:1의 비율로 용액 10 ㎖을 시험관에 넣고 상온에서 3시간 동안 30분 간격으로 흔들어 준 후, 1시간 동안 초음파 추출하였다. 추출한 용액을 0.22 ㎛ membrane filter로 여과하고, 이 여과액 10 ㎕를 Agilent 1100 series HPLC에 주입하여 Table 2와 같은 방법으로 분석하였다. 지표물질인 Glycyrrhizinic

acid은 Sigma사의 제품을 구입하여 사용하였고, acetonitrile: water:acetic acid(66:33:1%)의 용액에 0.1%, 0.05%, 0.02%의 농도로 조제하여 분석한 후 얻은 크로마토그램에서 표준물질의 피크면적을 계산하여 검량선을 작성하였다.

건물중은 경엽 및 괴근을 500 g정도 골라 잘게 썰은 다음 95℃의 건조기에서 8시간 건조 후 다시 80℃에서 48시간 건조하여 전자저울(스위스 메틀러사제, M-29582)로 측정하였으며, 그 외의 형질은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하였고(농촌진흥청, 1995), 시험결과는 PC용 통계팩키지인 MYSTAT(최, 1998)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

적심 시기별 감초 경엽 생육

감초 경엽생육은 Table 3에서 보는 바와 같이 무적심에서 좋았으며, 재배년생 간에는 2년생에서 양호한 경향으로 초장은 3년생 67 cm에 비하여 17 cm 더 길었는데, 3년생은 2년생에 비하여 뿌리썩음병 발생이 많아 생육이 부진했던 것으로 판단되며, 이러한 결과는 Nam *et al.*,(2009)의 황기재배 시 초장이 2년생 132 cm에 비하여 3년생은 110 cm로 적었다는 결과와 일치 하였다. 적심시기 간에는 적심시기가 빠를수록 다소 길었으나, 통계적인 유의성은 없었다. 주당 분지수는 재배년생 간에 3년생 5.7개에 비하여 2년생에서는 3.5개 더 많았으며, 적심시기 간에는 적심시기가 빠를수록 많아 8월 하순 적심에서 2년생 6.8개 3년생 적심 5.3개에 비하여 6월 하순 적심에서는 각각 2.9, 0.5개 많았다.

주당 절수는 적심에 비하여 무적심에서 많았으며, 적심시기 간에는 6월 하순 적심에서 가장 적어 8월 하순 적심 2년생 25.9절, 3년생 27.9절 대비 각각 2.3, 9.0절 적었는데(Table 4), 이러한 결과는 권(2000)의 황기에 있어서 무적심 36.9절에 비하여 적심에서는 6.4~10.7절 적었다는 보고와는 같은 결과였으나, 적심시기가 빠를수록 절수가 다소 많다는 것과는 차이가 있어 이에 대한 정밀한 시험이 이루어져야 될 것으로 판단되었다. 경태는 재배년생 간에 3년생 4.4 mm에 비하여 2년생에서 0.6 mm 더 굵었으며, 적심시기 간에는 적심시기가 빠를수록 굵었으나 통계적인 차이는 인정되지 않았는데, 이는 황기에 있어서도 같은 결과(권, 2000)를 보였다.

경엽중은 2년생이 3년생 132 kg/10a에 비하여 17 kg/10a 더 무거웠으며, 적심시기 간에는 적심시기가 빠를수록 무거운 경향으로 8월 하순 적심에서 2년생 107 kg/10a, 3년생 120 kg/10a에 비하여 6월 하순 적심에서 각각 55, 11 kg/10a 더 무거웠다.

Table 3. Characteristics of plant height and branches according to different topping time of *Glycyrrhiza uralensis*

Topping time	Plant height(cm)		Branches(no./plant)	
	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year
Control	95 a†	80 a	12.3 a	6.3 a
Jun 30	83 b	66 b	9.7 b	5.8 ab
Jul. 30	80 b	63 b	7.8 bc	5.5 ab
Aug. 30	78 b	57 b	6.8 c	5.3 b
Average	**84**	**67**	**9.2**	**5.7**

†Means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test(n=3).

Table 4. Characteristics of node number, stem diameter, dry weight of stem and leaves according to different topping time of *Glycyrrhiza uralensis*

Topping time	Node number/plant(EA)		Stem diameter(mm)		Dry weight of stem and leaves(g/㎡)	
	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year
Control	27.0 a†	30.0 a	5.1 a	5.0 a	168 a	155 a
Jun 30	23.6 b	18.9 b	5.1 a	4.9 a	162 a	131 b
Jul. 30	25.7 ab	27.6 a	5.2 a	4.0 a	158 a	122 bc
Aug. 30	25.9 a	27.9 a	4.6 a	3.8 a	107 b	120 c
Average	**25.6**	**26.1**	**5.0**	**4.4**	**149**	**132**

†Means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

적심 시기별 감초 포복경 생육

감초 포복경 생육은 Table 5에서 보는 바와 같이 적심여부에 따라서는 일정한 경향없이 다양한 변이를 보였으며, 적심시기 간에는 적심시기가 늦을수록 포복경의 수와 무게가 증가하는 경향을 보였다.

재배년생 간에는 포복경장과 경수는 2년생에서 길거나 많아 3년생 64 cm, 7.9개/주에 비하여 각각 6 cm, 2.2개/주 더 길거나 많았다. 포복경중은 2년생에서는 적심시기 간에 차이가 인정되지 않았으나, 3년생에서는 적심시기가 늦을수록 무거워 6월 하순 278 kg/10a 대비 8월 하순 적심에서는 104 kg/10a 더 무거웠다.

적심 시기별 감초 근 생육

주근의 생육은 무적심에 비하여 적심에서, 적심시기 간에는 적심이 빠를수록 양호한 경향을 보였으며, 재배년생에 따라서는 2년생에 비하여 3년생에서 길거나, 굵어 양호하였다(Table 6). 주근장은 2년생 29.2 cm 에 비하여 3년생에서는 61 cm로 31.8 cm 더 길었으며, 적심시기 간에는 적심시기가 빠를수록 길어, 8월 하순 2년생 29.3 cm, 3년생 56 cm에 비하여 6월 하순 적심에서 각각 4.1 cm, 9.0 cm 더 길었다. 주근경은 2년생에서는 적심시가 빠를수록 굵은 경향이었으나, 통계적인 차이는 인정되지 않았으며, 3년생에서는 8월 하순에서 다소 굵기가 가늘었고 기타 처리에서는 차이가 없이 다양한 변화를 보였는데, 이러한 결과는 소 등(1996)의 황기를 6월 하순에서 8월 하순 사이에 적심 시 무적심에 비하에 근장이 길었다는 성적과, 근경은 적심에 따른 차이가 인정되지 않는다는 보고와 유사한 결과였다.

감초 지근 생육은 Table 7에서 보는 바와 같이 지근장은 무적심에 비하여 적심에서 길어지는 경향을 보였으나, 지근경과 지근수는 일정한 경향없이 다양한 변화를 보였다. 적심시기 간에는 적심시기가 빠를수록 양호한 경향으로 지근장은 8월 하순 적심 2년생 25.5 cm, 3년생 29.1 cm에 비하여 6월 하순 적심에서 각각 3.5, 10.7 cm 더 길었으며, 지근경은 8월 하순 적심 2년생 5.9 mm, 3년생 6.2 mm에 비하여 6월 하순 적심에서 각각 0.8, 0.6 mm 더 굵었고, 주당 지근수는 8월 하순 적심 2년생 5.7개, 3년생 3.8개에 비하여 6월 하순 적심에서 각각 3.2, 0.6개가 더 많았다.

10a당 지근 수량은 무적심에 비하여 적심에서, 적심시기 간에는 적심이 빠를수록 많은 경향을 보여 8월 하순 2년생 89 kg, 3년생 96 kg에 비하여 6월 하순 적심에서 각각 15, 39 kg 더 많았는데(Table 8), 이는 Seong *et al.*(2004)의 브로콜리에서 무적심 1,184 kg에 비하여 본엽 2매 적심 시 48%의 증수효과를 보였다는 보고와 유사한 결과를 보였다.

재배년생에 따라서는 2년생 79 kg/10a, 3년생 118 kg/10a으로 3년생에서 39 kg/10a 더 많았다. 세근은 적심유무, 시기 간에 일정한 경향없이 다양한 변화를 보였으나,

Table 5. Characteristics of surface runner growth according to different topping time of *Glycyrrhiza uralensis*

Topping time	Surface runner length(cm)		Surface runner number(no/plant)		Surface runner weight(kg/10a)	
	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year
Control	70 ab †	75 a	9.5 b	9.0 a	229 a	357 ab
Jun 30	59 b	56 b	9.5 b	5.7 b	221 a	278 c
Jul. 30	78 a	61 b	9.8 b	7.3 ab	230 a	314 bc
Aug. 30	71 a	64 ab	11.6 a	9.5 a	238 a	382 a
Average	**70**	**64**	**10.1**	**7.9**	**230**	**333**

†Means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

Table 6. Characteristics of main root length and diameter according to different topping time of *Glycyrrhiza uralensis*

Topping time	Main root length(cm)		Root diameter(mm)	
	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year
Control	24.4 c†	60 bc	16.4 a	17.1 a
Jun. 30	33.4 a	65 a	16.5 a	17.3 a
Jul. 30	29.6 ab	64 ab	16.1 a	17.1 a
Aug. 30	29.3 b	56 c	16.2 a	16.5 b
Average	**29.2**	**61**	**16.3**	**17.0**

†Means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

Table 7. Characteristics of branch root length and diameter, and branch root nods per plant according to different topping time of *Glycyrrhiza uralensis*

Topping time	Branch root length(cm)		Branch root diameter(mm)		Branch root nods(no./plant)	
	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year
Control	20.9 b†	30.0 b	6.3 a	6.4 b	7.1 ab	4.3 a
Jun 30	29.0 a	39.8 a	6.7 a	6.8 a	8.9 a	4.4 a
Jul. 30	26.3 a	34.1 ab	6.4 a	6.4 b	8.0 ab	4.2 a
Aug. 30	25.5 a	29.1 b	5.9 a	6.2 b	5.7 b	3.8 b
Average	**25.4**	**33.3**	**6.3**	**6.5**	**7.4**	**4.2**

†Means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

Table 8. Characteristics of supporting root and rootlet yield according to different topping time of *Glycyrrhiza uralensis*

unit : kg/10a

Topping time	Supporting root		Rootlet	
	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year
Control	50 d†	119 ab	28 d	55 ab
Jun 30	104 a	135 a	48 b	65 a
Jul. 30	74 c	121 ab	37 c	40 b
Aug. 30	89 b	96 b	60 a	43 b
Average	**79**	**118**	**43**	**51**

†Means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

Table 9. Characteristics of root yield according to different topping time of *Glycyrrhiza uralensis*

unit : kg/10a

Topping time	Main root yield		Commodity root		Root yield index	
	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year	2nd year	3rd year
Control	188 b†	313 b	238 b	432 bc	100 b	100 bc
Jun 30	206 a	345 a	310 a	480 a	130 a	111 a
Jul. 30	190 b	334 ab	264 ab	456 ab	111 ab	106 ab
Aug. 30	172 c	321 ab	261 ab	418 c	110 ab	97 c
Average	**189**	**328**	**268**	**447**		

†Means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

Table 10. Characteristics of glycyrrhizinic acid content according to different topping time of *Glycyrrhiza uralensis*

Topping time	Control	Jun. 30	Jul. 30	Aug. 30
Glycyrrhizinic acid(%)	1.44 a†	1.34 a	1.32 a	1.08 b

†Means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.

재배년생 간에는 2년생 43 kg/10a에 비하여 3년생에서 8 kg/10a 더 많았다.

감초 근 수량은 Table 9에서 보는 바와 같이 무적심에 비하여 적심에서 적심시기 간에는 적심시기가 빠를수록 많은 경향으로 주근은 8월 하순 2년생 172 kg/10a, 3년생 321 kg/10a에 비하여 6월 하순적심에서 34, 24 kg/10a 더 많았으며, 시중에 유통할 수 있는 상품근도 주근과 지근의 수량이 많았던 관계로 8월 하순 2년생 261 kg/10a, 3년생 418 kg/10a에 비하여 6월 하순 적심에서 49, 62 kg/10a 더 많았는데, 이는 작약에서 화뢰제거시기가 빠를수록 수량이 증가한다는 보고(Kim *et al.*, 1998)와 정 등(1995)의 황금에 있어서 무적심보다 적심이 근 수량이 많았다는 보고와 같은 결과였으며, 재배년생에 따라서는 2년생 상품근수량 268 kg/10a에 비하여 3년생에서 179 kg/10a 더 많았다.

적심 시기별 감초 Glycyrrhizinic acid 함량

감초 적심시기별 글리치리진(Glycyrrhizinic acid) 함량은 적심유무에 따라서는 무적심에서 적심에 비하여 다소 높았으며(Table 10), 적심시기 간에는 적심시기가 빠를수록 많아 8월 하순 적심 1.08%, 6월 하순 적심 1.34%로 6월 하순 적심에서 0.26% 더 많았다.

적 요

본 연구는 적심이 감초의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명코자 2008년부터 2009년까지 2년간 충북농업기술원에서 수행하였다. 적심 처리시기에 따라 6월 30일(JUN), 7월 30일(JUL), 8월 30일(AUG), 무적심(대조구) 등 4처리를 하였으며, 적심량은 줄기 길이의 20%를 제거하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 초장과 분지수는 적심처리구보다 대조구에서 우수하였으며, 경엽중은 적심시기가 빠를수록 무거웠다.
(2) 초장과 줄기 직경은 적심 시기에 따른 영향을 받지 않았다.
(3) 지표면의 포복경 생장에는 일정한 경향이 없었다.
(4) 본 실험에서 적심이 뿌리 생장을 유도하고, 조기 적심이 뿌리 생육을 촉진하였다.
(5) 근중은 대조구 2년생 238 kg/10a에 비해 JUN 처리구와 JUL 처리구에서 각각 11~30% 증가하였으며, 3년생은 대조구 432 kg/10a에 비해 6~11% 증가하였다.

인용문헌

Hatano, T., H. Kagawa, T. Yasuhara and T. Okuda, 1988. Two new flavonoids and other constituents in licorice root: their relative astringency and radical scavenging effects. Chem. Pharm. Bull. 36:2090-2097.

Kim, K.J., J.H. Park, O.J. You, J.H. Sin, S.D. Park, B.S. Choi and S.K. Yeo. 1998. Effects of removing time of flower buds on root yield and paeoniflorin content in *Paeonia lactiflora*. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 6(3): 193-197 (in Korean).

Kiuchi, F., X. Chen and Y. Tsuda, 1990. Four new Phenili constituents from licorice (root of Glycyrrhiza sp.). Heterocycles 31:629-636.

Leung, A.Y. 1984. Chinese herbak remedies. Universe Books. New York.

_____ and S. Foster. 1995. Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs and cosmetics, 2nd Ed. Wiley-Interscience, New York.

Nam, S.Y., I.J. Kim, M.J. Kim, S.Y. Choi, C.W. No, T. Yun and K.B. Min. 2009. Growth and yield according to local difference of chung-buk in A*stragalus membranceus* Bunge Kor. J. Plant Res. pp. 162 (in Korean).

Seong, K.C., J.W. Lee,, H.M. Kwon,, D.Y. Moon and C.H. Kim 2004. Effect of apex removal at different leaf ages on the growth and yield of broccoli. J. Bio-environment Cont. 13(1):21-25.

Seong, N.S. and C.G. Park. 1999. Studies on domestic productable test and basical cultivation technology in *Glycyrrhiza uralensis*. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 7(2):50-51 (in Korean).

권오흔. 2000. 황기 생육시기별 적심횟수 및 방법이 생육에 미치는 영향. 경북시험연구보고서. pp. 570-574.

김영국, 김관수, 서정식, 장영희, 유홍섭, 이승택. 1995. 황기 고품질 생력기술 연구. 작물시험장시험연구보고서(특작편). pp. 346-359.

농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법(토양, 식물체, 토양미생물).

_____. 1995. 농사시험연구조사기준. pp. 485-552.

박철호, 성낙술, 장광진, 황인구. 2000. 감초재배기술. 도서출판 진율. pp. 1-93.

배기환. 2000. 한국의 약용식물. 교학사. pp. 252.

소호섭, 서정식, 김용환, 서상명, 모영문. 1996. 황기 적심시기 및 방법시험. 강원시험연구보고서. pp. 561-564.

정병준, 박규철, 김명석, 박태동. 1995. 황금 재배에 관한 연구. 전남시험연구보고서(작물편). pp. 381-399.

최봉호. 1998. NEW MYSTAT. 충남대학교. pp. 36-106.

(접수일 2010.8.11; 수락일 2011.2.16)