

어젠다코드	3 - 13 - 44		구 분	과제완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C04	작목구분코드	IC-03-19B5
과제종류	현장실용화농업기술		세세부사업	지역특화작목기술개발	
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
감초 품질향상 및 채종기술 개발			'10~'12	인삼약초연구소	김성일
1) 표고 및 재배방법별 품질 비교			'10~'12	"	조윤상
2) 채종효율 증대 기술 개발			"	"	"
3) 친환경 유기재배 기술 개발			"	"	김성일
색인용어	감초, 감초산, 유기물, 수량, 친환경				

## ABSTRACT

ect seeding cultivation are considered as the most economical method of cultivation. Licorice(*Glycyrrhiza* spp.) demand most are dependent on imports. Licorice domestic demand for medicinal plants, as well as food additives, cigarette manufacturing as an additive in various forms and uses can be used. National safety production based on the composition and the need to expand the supply of high quality materials needed food, medicines, etc. Regions of China and Mongolia, wild licorice taken banned the production and export was reduced.

Consumers want safe agricultural production and soil pollution prevention and eco-friendly method of cultivation is necessary to establish. Enhance good agricultural Practical(GAP) enforcement of organic cultivation techniques, pest control, cultivation and soil management, etc. complementary research is needed.

### 1. Quality comparison by altitude and cultivation methods

Cheorwon(200m), Jeongseon(400m) and Taebaek(700m) in the quality and quantity of comparative tests. Compare the yields and quality of the seedlings, a creeping shoot, and direct seeding. Seedlings and a creeping shoot is a common methods. Plug seedling, it was confirmed that the effort and has a cost savings. Was three years cultivating licorice yields by comparing the results Cheorwon (200m)> Jeongseon(400m)> Taebaek(700m) in the order of yields. Yields seedlings(226kg/10a)> Direct Seeding (199kg/10a)> a creeping shoot(172kg/10a) were in this cultivation. Compare content of glycyrrhizin altitude and between cultivation methods was not observed significance. Comprehensive dir

## 2. Seed production to increase efficiency in the technology development

Licorice seed is hard seed coat. The low germination rate due to hard seed coat, however, cause a problem of low seeding in field. Production of licorice seeds is very difficult. External environmental factors are considered difficult to licorice seed production. Flowering by treatment with calcium( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaNO}_3$ ) and growth regulator agent(gibberelin), deletion and fertilization efficiency were evaluated. As a result, a difference in seed characteristics(grain weight, seed shape) was not observed. The palisade cell layer is closely related to moisture absorption. Therefore, waxing in the seed coat removed, the normal moisture absorption is possible. Grinding surface seeds to increase germination licorice was a physical injury to the abrasive-type rice milling machine. Increased germination rate and germination speed investigated the germination characteristics was confirmed. Seed production was most 4 years old plant 9.4k/10a harvest. Licorice seeds production facilities from 4 years old was the best out of rain shelter.

## 3. Development of eco-friendly organic farming techniques.

Consumers prefer eco-friendly organic cultivation of medicinal crops. Reduce the use of chemical fertilizers in order to prevent soil pollution from agriculture. Full-fermented compost and mixture oli cake, in order to replace chemical fertilizer trial compared the growth and yield of licorice. From the test results were yield compared between eco-friendly organic and chemical fertilizers, statistical significance was not observed. That can be applied directly to the farmers could be confirmed. The full-fermented compost was higher than glycyrrhizin acid mixture oli cakes and chemical fertilizers.

## 1. 연구목표

### 가. 연구개발의 최종 목표

연구 개발의 최종 목표는 수입에 대부분 의존하고 있는 감초의 최적 재배법 및 안정생산 재배기술을 개발하여 국내 자급생산기반구축을 하고자 한다. 이러한 목표를 달성하고자 다양한 표고에 따른 재배양식을 비교하여 최적 재배법을 확립하며 종자 채종을 효율 높일 수 있는 채종포관리, 결실을 증대, 수확 후 종자관리 기술을 개발하며, 안전농산물 생산을 위한 친환경유기재배기술을 확립한다. 이러한 표고별 최적 재배양식, 종자생산기술, 친환경유기재배법이 확립되면, 감초를 신소득 작물로서 농가에 신속히 보급할 수 있을 것으로 기대된다.

감초의 일반적인 재배양식은 실생묘 및 포복경으로 경영비 중 종묘가격의 비중이 매우 높고 생존율이 낮은 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 생력화된 육묘방법 개선을 위하여 트레이 육묘를 활용한 육묘방식을 검토하고, 다양한 지대에서 감초를 확대 재배하고자 재배양식별 수량과 품질을 비교하고, 년생에 따른 종자채종 효율을 비교 검토하며, 표고별 및 친환경유기물 시용에 따른 감초산 함량의 변이를 분석하고자 한다. 이러한 재배양식 간 수량 및 품질

을 비교함으로써 고품질, 생력, 안정생산기술을 패키지화하여 신기술로써 농가에 보급한다.

## 나. 연구개발의 대상

감초(*Glycyrrhiza* spp.)는 한약재로써 한약 처방전에 반드시 들어가는 약초이다. 최근엔 한약재 원료뿐 아니라 식품, 담배용 향료 등 식품의 첨가 원료로도 이용되어 소비가 점점 확대되고 있다. 감초는 만주감초(*Glycyrrhiza uralensis*), 스페인감초(*G. glabra*), 소련감초(*G. echiinata* L), 유럽감초(*G. glabra* L. var), 장과감초(*G. inflata*), 황감초(*G. eurycarpa*), 개감초(*G. palidiflora*), 토감초(*G. yunnanensis*) 등 8종이 보고 되고 있다(배 2000, Brown 1995, Bensky & Andrew 1986). 이중 국내에서는 만주감초와 스페인감초가 국내에서 주로 재배되고 있다.

우리나라의 감초재배 역사는 조선왕조실록에 중국에서 감초를 구해 재배하였다는 기록이 있으며, 허준의 동의보감 감초편에 “중국으로부터 이식하였으나 번식이 어렵고 오직 함경도 소산이 가장 좋다고 한다” 등과 같이 조선시대에 이미 중국으로부터 감초를 도입 시도하였으나 재배가 어렵고 재배환경에 대한 이해 부족 등으로 널리 재배되지는 못한 것으로 보인다. 최근엔 70년대 이태리종(유럽감초로 추정)에 대한 국내 재배 적용에 대하여 시도되었다(한 등 1975). 80년대엔 만주감초에 대하여 재배가능성 검토한 보고도 있다(최 등 1989). 90년대 한중수교 이후 감초근 수입뿐만 아니라 종자에 대한 수입도 시작되어 본격적인 감초 재배 및 연구를 시도하게 되었다.

국내 감초 재배에 대한 문제점은 주산지와 크게 다른 재배환경 차이 극복과 국내 종자채종이 어려운 점으로 나눌 수 있다. 또한 감초 약리성분인 감초산(glycyrrhizin acid)이 대한약전에서 2.5%이상 함량이 되어야 하는데 이는 국내 재배기술이나 환경이 극복보다는 품종 개발 측면에서 접근되어야 할 것이다.

## 다. 경제적 · 산업적 필요성

2010년 식품의약품안전청 통계에 의하면 감초는 용도별로 한약재용으로 1,100톤, 식음료용으로 1,276톤 등 총 2,376톤이 수입되었다. 그러나 국내 감초생산량은 262톤으로 국내 수요의 대부분이 수입에 의존하고 있다. “약방의 감초”로 알려진 감초는 주요 약리성분으로 glycyrrhizic acid, liquiritigenin 등 다양한 성분들의 효과에 대한 연구결과가 보고되어 한방재료뿐만 아니라 식품산업과 천연의약산업에서의 수요가 증가되고 있어 경제적가치가 높아지고 있다. 감초 특유의 노란색을 나타내는 플라보노이드 성분은 전립선암과 유방암 예방효과가 있는 것으로 알려져 있다. 국내 감초 수요량은 한약재뿐만 아니라 식품용, 담배제조 첨가제 및 엑스제 등 다양한 형태와 용도로 활용되어 지속적으로 수입량이 증가할 것으로 예상되고 있다.

주요 수출국인 중국의 환경보호정책으로 자연채취에 의한 남벌을 금지함에 따라 현지 생산량이 줄어들어 따라 수급 불균형에 따른 수입산 감초가격이 높아지고, 그에 따라 국내산 감초가격도 높게 형성될 가능성이 높아 국내 감초시장의 가격 변동이 매우 심해질 것으로 예측된다. 따라서 식·의약품 등에 사용되는 고품질의 감초를 안정적으로 공급하기 위해서는 국내에서 감초를 안정적으로 생산할 수 있는 기반을 조성 하고, 생력재배기술 등 농업인의 소득작물로 전환하기 위한 재배기술을 개발하여 보급하는 연구가 시급히 요구되고 있다.

## 라. 연구 개발의 필요성

국내 감초재배는 종자를 전량 수입하여 재배하고 있으며 재배방법은 종자를 밀파하여 1년간 재배한 후 굴취하여 본밭에 옮겨 심는 실생묘재배법, 뿌리줄기를 잘라 증식하는 포복경재배법, 상토에 파종하여 어린묘를 옮겨 심는 육묘재배법이 보급되어있다. 이러한 다양한 재배방법은 수입종자의 발아율이 50% 내외로 낮아 직파시 입모율 확보가 어렵다. 현재 국내 감초 채종기술은 효율이 너무 낮아 종자의 대부분을 수입에 의존하고 있어 농가소득에 큰 저해요인으로 시급히 해결해야 할 문제점이다. 이를 해결하기 위해서는 채종, 수확 후 종자관리, 발아율 향상을 위한 프라이밍 처리기술이 확보되어야 한다.

현재 대한약전 기준 감초산 함량은 2.5% 이상이어야 한약재로 판매할 수 있다. 따라서 이러한 성분량 충족을 위해서는 재배지 비료관리, 재배환경, 감초수확 년 수 등에 대한 기준도 설정되어져야 한다. 국내 감초재배는 3년근을 주로 생산하여 감초산 등과 같은 약효성분이 미달되어 한약재로 사용되지 못하고, 재배농가는 판매가 제한되어 소득증대의 큰 장애요인이 되고 있다. 뿌리작물의 장기재배는 땅속에서 피해를 주는 병이나 해충을 효과적으로 방제할 수 있는 기술개발이 필요하나 지금까지 연구결과가 미흡한 실정이다. 주요 병해는 땅병으로 *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* 등이 보고되고 있으며, 지상부병은 *Phoma sp.* 이 알려져 있다. 해충은 총채벌레, 진딧물, 응애가 보고되어 있다. 이러한 병해충을 방제하기 위해서는 화학농약의 사용이 불가피하나 세계 각국은 화학비료 남용에 따른 환경오염 줄이려는 노력과 친환경적인 안전농산물 생산에 대한 요구도 점점 커지고 있어 화학농약의 사용에 제약을 받고 있다. 친환경 유기재배를 실천하기 위하여 발효퇴비, 혼합유박이 감초 생산에 미치는 상관관계를 분석함으로써 친환경재배법 확립과 고품질감초재배기술을 조속히 개발하여야 한다.

## 2. 재료 및 방법

### <제1세부과제 : 표고 및 재배방법별 품질 비교 >

#### 가. 시험재료

본 연구는 2010년부터 2012년까지 3년간 강원도 철원, 정선, 태백 등에서 수행하였다. 시험 재료는 만주감초(*Glycyrrhiza uralensis*)를 사용하였으며, 시험포장의 표고는 각각 200m, 400m, 700m였다.

감초 재배양식별 비교 시험은 실생묘, 포복경, 직파, 플러그 육묘로 구분하여 파종 및 정식하였다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-퇴비를 17-11-14-1,000kg/10a로 전층시비하여 로터리작업 후 농업용 관리기로 휴간 100cm 높이 15cm로 두둑을 조성하고 흑색비닐을 피복하여 재식거리 50×15cm로 2열씩 4월 중순 정식 및 파종하였다. 실생묘는 전년도에 1년간 노지에서 육묘 후 정식하였다. 포복경은 전년도에 수확한 포복경을 노천매장한 후 길이 10cm, 두께 5mm 이상을 평식으로 정식하였다. 직파용 종자는 중국에서 수입한 종자를 종자소독 후 3일간 최아시킨 후 자 2~3립씩 파종하고 복토하였다. 플러그 육묘시험은 원예용 125 플러그상에 종자를 파종 후 복토하여 30일, 50일, 70일간 보온온상에서 육묘하여 정식기를 동일하게 하였다.

기타 재배 방법은 강원도농업기술원 표준재배법에 준하였다

## 나. 생육조사

지상부 및 지하부 생육 등 특성조사는 시험구내에서 생육을 대표하는 중간정도의 개체를 임의로 선발하여 농촌진흥청(2012) 농업과학기술 연구조사 분석 기준의 약용작물 공통특성조사 요령에 준하였다.

## 다. 지표성분 분석

### (1) 감초 뿌리 추출

감초 뿌리 전체를 40℃ 건조기를 이용하여 완전 건조시켜 분쇄기로 가루를 만들어 시험재료에 이용하였다. 건조된 감초 뿌리를 분쇄기로 마쇄하여 가루를 만든 후, 가루를 70% 에탄올을 이용하여 실온에서 24시간 2회 반복 추출하여 여과시킨 후 Rotary Vacuum Evaporator (EYELA N-1000, Japan)를 이용하여 40℃ 증탕에서 감압 농축한 후, 동결건조 하였다. 이 동결건조 조추출물을 실험에 사용하였다.

### (2) 감초산 함량 분석

감초 추출물을 에탄올에 용해시켜 0.20 $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. HPLC 분석용 시료의 주입량은 10 $\mu$ l가 되도록 하여 gradient 방법을 사용하였다. 이동상으로는 0.4% formic acid in water과 acetonitrile을 사용하여 60분간 254nm에서 분석하였다. LC SHIMADZU를 사용하였으며, 사용된 column은 prevail C<sub>18</sub>, 5 $\mu$ m, 4.6 $\times$ 150mm이었다.

### (3) 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량 측정.

총폴리페놀 함량 조사는 추출액(조추출물 2,000ppm) 0.2ml를 시험관에 취하여 증류수를 첨가하여 2ml로 만든 후, 여기에 0.2ml Folin-ciocalteau Phenol Reagent를 첨가하여 잘 혼합하고 3분간 실온에서 방치하였다. 정확히 3분 반응시킨 후, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 0.4ml를 첨가하여 잘 혼합하고 증류수를 첨가하여 4ml로 만든 후, 실온에서 1시간 방치하여 상층액을 725nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용하여 표준곡선을 작성하였다.

총플라보노이드 함량은 추출액(조추출물 2,000ppm) 0.5ml에 10% aluminum nitrate 0.1ml, 1M aqueous potassium acetate 0.1ml와 80% 메탄올 4.3ml를 첨가한 후 실온에서 40분 동안 반응 후 415nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin를 이용하여 표준곡선을 작성하였다.

### (4) DPPH(1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl Radical) 소거 활성 측정

추출액 농도별(2,000, 1,000, 500ppm) 각각 1ml를 취하여 0.15mM DPPH 메탄올 용액 4ml를 첨가하여 vortex로 균일하게 혼합한 다음 실온에서 30분 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical scavenger activity(%)는 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도차를 백분율로 표시하였다.

## <제2세부과제 : 채종효율 증대 기술 개발>

### 가. 시험재료

2010년부터 2012년까지 3년간 수행하였다. 시험 재료는 만주감초(*Glycyrrhiza uralensis*)를 사용하였으며 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장에서 수행하였다.

종자 채종을 위하여 비닐하우스 비가림 시설을 설치하였으며 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-퇴비를 17-11-14-1,000kg/10a 전층시비 하였으며 로터리 작업 후 농업용 관리기로 휴간 100cm 높이 15cm로 두둑을 조성하였고 흑색비닐을 피복하여 재식거리 50×15cm로 2열씩 4월 중순 정식하였다. 실생묘는 전년도에 1년간 노지에서 육묘한 묘를 정식하였다. 기타 재배 방법은 강원도농업기술원 표준재배법에 준하였다.

### 나. 화기구조 및 화분 및 수분생리 조사

화기구조를 관찰하기 위하여 개화가능 개체를 충분한 확보하여 수행하였다. 관찰방법은 h and section, paraffin section를 이용하여 영구프레파라트 제작하여 개화단계(자연방임수분), 화퇴형성단계에 개화 1주일, 3일, 1일전, 개화당일, 개화 1일, 3일, 7일, 30일 후, 자성(암술, 자방 등), 응성기관(약, 화분형성 등), 종자 발달단계별 해부현미경(라이코사)으로 관찰하였다. 개화습성 연구는 하우스 및 노지재배에서 각각 분지형, 착화절위, 개화기, 수정을 등을 조사하였다. 화분핵 관찰은 개화단계별(화퇴발달 수준별(크기측정), 개화 1일전, 개화기 등을 관찰하였다. 검경용 염색액 lacto-propionic-orcein을 이용하였다. 화분활력검정은 Aniline-blue-lactophenol 방법을 이용하였다. 화분발아배지 선발을 위하여 Sucrose 농도를 0(무첨가), 5%(0.15M), 10%(0.29M), 15%(0.44M), 20%(0.58M), 30%(0.88M) 등 6처리, pH는 6.0, 6.5, 7.0, 7.5 등 4처리, 발아온도 설정은 15℃, 20℃, 25℃, 30℃ 등 4처리, Agar 농도는 0.5%, 1%, 5% 등 3처리, 칼슘, 붕소 화분발아에 미치는 영향 검정하기 위해 질산칼슘(Ca(NO<sub>3</sub>)·4H<sub>2</sub>O) 300 mg/ℓ, 붕소(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) 농도를100mg/ℓ로 하여 생육을 관찰하였다.

### 다. 종자 발아 특성 조사

감초 종자의 발아 특성 조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012)에 준하여 조사하였다. 종자발아는 각 처리별로 50립씩, 3반복으로 하였으며, 패트리디쉬에 침지 후 25℃ 항온기에서 발아를 조사하였다. 조사 내용은 발아시, 발아기, 발아중 및 발아세 등을 조사하였다. 특성은 침지 후 일자별로 조사하였으며 유근 및 유엽이 발생한 것을 발아된 것으로 보고 조사하였다.

## <제3세부과제 : 친환경 유기재배 기술 개발 >

### 가. 시험재료

2010년부터 2012년까지 3년간 수행하였다. 만주감초를 사용하였으며 시험포장은 강원도농업기술원 특화작목연구소 태백분소 시험포장에서 수행하였다.

친환경 유기질 비료 시비량은 질소질 기준으로 발효퇴비구는 질소 함량이 3%, 혼합유박

구는 질소 함량 4% 수준이었다. 유기질 비료의 시비는 화학비료 질소 17kg을 기준으로 하여 시비량을 계산한 후 시비하였으며, 포장에 고루 전층시비 하여 로터리 작업 후 농업용 관리기로 휴간 100cm 높이 15cm로 두둑을 조성하였고 흑색비닐을 피복하여 재식거리 50×15cm로 2열씩 4월 중순 정식하였다. 실생묘는 전년도에 1년간 노지에서 육묘한 묘를 정식하였다. 기타 재배 방법은 강원도농업기술원 표준재배법에 준하였다

#### 나. 생육조사

지상부 및 지하부 생육 등 특성조사는 시험구내에서 생육을 대표하는 중간정도의 개체를 임의로 선별하여 농촌진흥청(2012) 농업과학기술 연구조사 분석 기준의 약용작물 공통특성조사 요령에 준하였다.

#### 다. 지표성분 분석

감초 뿌리 지표성분 및 추출물 항산화활성 등의 분석의 제1세부과제의 지표성분 분석과 동일하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### <제1세부과제 : 표고 및 재배방법별 품질 비교>

감초의 일반적인 재배양식은 실생묘 및 포복경으로 종묘가격의 비중이 매우 높고 생존율의 비율이 낮은 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 생력화된 육묘방법의 검토, 표고 및 재배양식을 비교하여 최적의 재배양식을 농가에 보급하여야 한다.

감초를 약용작물의 활용을 높이기 위한 감초산 함량을 분석하여 소득가치 향상에 기여하여야 할 것이다. 현재 대한약전에서 규정하고 있는 감초산(Glycyrrhizinic acid)의 기준함량은 2.5%이다. 실질적으로 국내에서 만주감초를 재배하였을 경우 감초산 함량이 대한약전 기준에 충족하는 경우가 매우 드물다. 이에 재배농가에서 수확물 판매가 한약재 재료가 아닌 식음료 첨가재로 판매하고 있는 실정이다. 따라서 재배양식별 감초산 함량에 대한 정확한 비교도 필요하다.

본 과제를 수행함으로써 표고 및 재배양식간 차이에 따른 수량 및 품질을 비교하여 지대별 최적재배법을 설정하고, 경영비를 최소화하면서 생력재배가 가능한 육묘방법을 보급하는 등 고품질, 생력, 안정생산기술을 패키지화하여 감초 재배 신기술로써 농가에 보급한다.

#### 가. 플러그 육묘

감초 재배에서 주로 활용되고 있는 번식방법은 실생묘와 포복경을 활용하여 정식하는 것이 보편화된 번식방법이다. 하지만 고가의 종묘구입 가격과 정식 후 낮은 생존율이 큰 단점으로 지적되었다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 실생묘보다 가격을 낮추고 육묘기간을 단축하는 플러그 육묘를 통한 육묘기간 단축 등을 검토하였다[그림 1].



표 2. 표고별 플러그 육묘 정식 초기 생육

표고	재배양식	활착율 (%)	초장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개/본)	
철원 (200m)	실생묘	97.0	33.6	3.1	2.7	
	플러그육묘	30일	95.7	17.9	1.9	1.2
		50일	95.0	13.5	1.6	1.6
		70일	92.3	10.4	1.4	2.3
정선 (400m)	실생묘	86.3	23.7	2.1	1.9	
	플러그육묘	30일	92.0	9.2	1.4	1.0
		50일	88.3	8.8	1.2	1.0
		70일	83.3	10.4	1.2	1.1
태백 (700m)	실생묘	87.0	21.4	2.3	2.4	
	플러그육묘	30일	87.0	7.8	1.2	1.0
		50일	85.3	6.5	0.8	1.0
		70일	82.3	5.0	0.8	1.2

(2) 지하부 생육 및 수량

철원에서 플러그 육묘 후 정식한 만주감초 년생별 지하부 생육 및 수량을 조사하였다[표 3]. 정식 1년생의 플러그 육묘가 실생묘 보다 주근장 및 주근경 생육이 부진하였다. 이는 실생묘의 경우 전년도에 1년간 육묘한 후 정식한 것으로 생육이 차이를 보여준다고 할 수 있다. 플러그 육묘간 수량을 비교한 결과 건근중은 30일 육묘한 것이 50일이나 70일보다 무거웠으며, 특히 30일 건근수량은 49kg/10a로 50일이나 70일 육묘보다 높았다. 만주감초의 경우 출아 후 뿌리의 발달 정도에 따라 후기 지하부 생육에 큰 영향을 주는 것을 확인할 수가 있었다. 2년생과 3년생의 지하부 수량을 비교한 결과 전반적이 지하부 생육특성이 떨어지는 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 실생묘 2년생과 플러그 3년생을 비교하여 보면 수량면에서 큰 차이를 보여주지 않는 것을 알 수 있다. 따라서 플러그 육묘는 실생묘 대비 생육기간의 단축 및 농가 소득면에서 유리할 것으로 판단되는 재배양식이다.

표 3. 철원에서 플러그 육묘별 지하부 생육 및 수량

년 생	재배양식	주근장 (cm)	주근경 (mm)	지근수 (개)	건근중 (g/주)	건근수량 (kg/10a)	
1년생	실생묘	50.2	16.6	3.1	33.3	148	
	플러그육묘	30일	37.0	11.0	2.7	11.2	49
		50일	34.3	11.6	2.6	8.6	38
		70일	28.7	9.1	2.3	5.4	24
2년생	실생묘	56.9	18.5	3.1	39.8	180	
	플러그육묘	30일	37.0	16.8	3.6	28.6	117
		50일	37.5	17.0	3.1	28.9	114
		70일	33.7	17.7	2.8	24.5	94

년 생	재배양식	주근장 (cm)	주근경 (mm)	지근수 (개)	건근중 (g/주)	건근수량 (kg/10a)	
3년생	실생묘	66.5	24.6	3.0	65.5	289	
	플러그육묘	30일	37.7	24.4	4.7	45.4	200
		50일	47.3	19.4	2.7	49.3	217
		70일	39.7	16.8	1.7	25.6	122

정선에서 플러그 육묘 후 정식한 만주감초 년생별 지하부 생육 및 수량을 조사하였다[표 4]. 정식 1년생의 주근장 및 주근경은 실생묘보다 생육이 부진하였는데, 70일이 30일, 50일보다 부진하였다. 건근중은 30일 육묘한 것이 50일이나 70일보다 무거웠으며, 30일 건근수량은 29kg/10a로 50일이나 70일 육묘보다 높은 경향이였다. 2년생과 3년생의 지하부 수량을 비교한 결과 대체적으로 지하부 생육특성이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 실생묘 2년생과 플러그 육묘 3년생을 비교하여 보면 오히려 수량이 플러그 육묘가 높은 것을 알 수 있다.

표 4. 정선에서 플러그 육묘별 지하부 생육 및 수량

년 생	재배양식	주근장 (cm)	주근경 (mm)	지근수 (개)	건근중 (g/주)	건근수량 (kg/10a)	
1년생	실생묘	44.7	14.5	2.6	33.1	147	
	플러그육묘	30일	27.6	10.7	2.6	6.4	29
		50일	23.1	10.2	2.7	4.9	22
		70일	22.8	7.8	2.4	3.6	16
2년생	실생묘	41.6	13.7	3.1	30.4	104	
	플러그육묘	30일	36.0	11.9	2.0	16.5	51
		50일	36.2	10.8	2.4	16.2	48
		70일	31.2	9.8	2.3	14.3	42
3년생	실생묘	53.0	22.0	5.3	53.4	235	
	플러그육묘	30일	47.3	19.7	2.0	36.0	145
		50일	57.5	14.6	2.5	30.0	112
		70일	50.5	14.6	2.0	25.0	110

태백에서 플러그 육묘 후 정식한 만주감초 년생별 지하부 생육 및 수량을 조사하였다[표 5]. 플러그 육묘 후 정식 1년생의 경우 주근장 및 주근경 등은 육묘기간별 차이를 보여주진 않았다. 또한 건근수량도 16~26kg/10a로 매우 적었는데, 철원 > 정선 > 태백의 순서였다. 이것은 만주감초의 수량은 고지대보다 저지대가 더 유리하다는 것을 알 수가 있다.

표 5. 태백에서 플러그 육묘별 지하부 생육 및 수량

년 생	양식양식	주근장 (cm)	주근경 (mm)	지근수 (개)	건근중 (g/주)	건근수량 (kg/10a)	
1년 생	실생묘	42.1	14.3	2.6	31.1	138	
	플러그육묘	30일	24.9	10.1	2.6	5.9	26
		50일	22.7	9.5	2.7	4.3	19
		70일	22.1	6.8	2.4	3.7	16
2년 생	실생묘	44.5	14.8	3.3	29.9	105	
	플러그육묘	30일	35.9	11.7	2.1	15.9	52
		50일	36.0	12.8	1.6	15.8	50
		70일	33.8	11.5	2.4	15.4	46
3년 생	실생묘	58.5	18.0	2.5	49.0	286	
	플러그육묘	30일	56.9	16.2	2.0	28.9	127
		50일	57.4	16.5	2.0	26.6	117
		70일	47.5	17.9	3.0	28.4	125

### (3) 지표성분

대한약전 규정 감초산(Glycyrrhizinic acid) 함량 기준은 2.5%이다. 년생별 지표성분을 확인한 결과 1~3년생 모두에서 기준을 충족하지 않음을 확인할 수 있었다(표 6). 년생간 감초산 함량은 3년생이 1, 2년생보다 다소 높았으나 최고 0.97%로 대한약전 기준엔 부족하였다. 하지만 감초산 추출방법에 따라 용출량이 다를 수 있다는 보고가 있어 앞으로 세밀한 검토가 필요한 부분이다(김 등 2001).

식물에 존재하는 폴리페놀화합물이나 플라보노이드류는 천연항산화제로써 작용된다. 총플라보노이드나 총폴리페놀을 분석한 결과 총폴리페놀은 3년생에서 70일 육묘가 가장 낮은 경향을 보여 주고 있다. 총플라보노이드는 년생이 경과하면서 증가되는 경향을 보여주었다. 총플라보노이드는 30일에서 3.5mg/g로 가장 높았고, 70일에서 1.8mg/g 가장 낮았다. 이러한 경향은 감초 생육년생과 부의 상관을 보였다.

정선에서 수확된 년생별 감초산 함량을 보면 3년생이 1, 2년생보다 다소 높았으나 최고 2.2%로 대한약전 기준엔 부족하였다(표 7). 철원의 감초산 함량보다는 다소 높은 경향이였다. 총폴리페놀은 3년생 주근에서 30일 육묘가 가장 낮은 경향을 보여 주었다. 총플라보노이드는 년생이 경과하면서 증가되는 경향을 보여 주었다. 총플라보노이드는 70일에서 2.8mg/g로 가장 많았고 30일, 50일에서 2.7mg/g 낮았으나 그 차이는 미미하여 큰 의미는 부여할 수 없었다.

태백에서 수확된 년생별 감초산 함량은 3년생 30일 육묘에서 2.55%로 분석되었으나, 년생산 변이가 크고 통계적 유의성은 확인되지 않았다(표 8). 태백에서 수확된 감초 주근은 철원이나 정선보다는 감초산의 함량이 다소 높은 경향을 보여주고 있는데 이는 표고와 감초산함량과의 관계는 차후 검토되어야 할 것이다. 년생간 감초산함량을 보면 2년생이 1, 3년생보다

다소 높았다. 항산화 효과가 확인된 총플라보노이드나 총폴리페놀을 분석한 결과 총폴리페놀은 3년생 주근에서 70일 18.5mg/g, 50일 15.1mg/g, 30일 15.3mg/g 분석되었다. 총플라보노이드는 년생이 경과하면서 증가되는 경향을 보여 주고 있다. 총플라보노이드는 70일, 50일에서 3.1mg/g로 높았고 30일, 2.9mg/g 낮았으나 큰 차이는 보여주지 않고 있다. 총플라보노이드와 총폴리페놀은 태백이 철원이나 정선보다 다소 높게 나타나는 경향을 보여주었다.

표 6. 철원 지표성분 함량

년 생	재배양식	Glycyrrhizinic acid (%)	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoids (mg/g)	
1년생	실생묘	0.74±0.10	15.17±1.63	2.46±0.11	
	플러그육묘	30일	0.74±0.01	11.60±0.80	2.12±0.17
		50일	0.87±0.03	13.21±0.82	2.16±0.07
		70일	0.40±0.02	13.27±0.34	2.42±0.17
2년생	실생묘	0.98±0.14	15.51±0.03	3.77±0.14	
	플러그육묘	30일	0.94±0.05	15.09±0.09	3.43±0.06
		50일	-	-	-
		70일	-	-	-
3년생	실생묘	0.89±0.04	13.90±0.63	3.70±0.02	
	플러그육묘	30일	0.53±0.08	19.90±0.55	3.50±0.03
		50일	0.81±0.07	13.98±0.12	2.80±0.30
		70일	0.97±0.12	10.08±0.53	1.80±0.02

표 7. 정선 년생별 지표성분 함량

년 생	재배양식	Glycyrrhizinic acid (%)	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoids (mg/g)	
1년생	실생묘	1.65±0.04	13.64±0.30	2.84±0.23	
	플러그육묘	30일	1.32±0.00	13.45±0.96	2.50±0.11
		50일	1.32±0.01	16.49±2.39	2.52±0.04
		70일	1.26±0.02	12.90±1.18	2.40±0.20
2년생	실생묘	0.98±0.00	21.87±0.50	4.30±0.11	
	플러그육묘	30일	1.07±0.18	15.33±0.56	3.26±0.09
		50일	-	-	-
		70일	-	-	-
3년생	실생묘	0.69±0.05	10.90±0.27	1.50±0.08	
	플러그육묘	30일	1.34±0.07	13.25±0.24	2.70±0.20
		50일	1.53±0.09	14.37±0.10	2.70±0.24
		70일	2.20±0.04	15.59±0.58	2.80±0.12

표 8. 태백 년생별 지표성분 함량

년 생	재배양식	Glycyrrhizinic acid (%)	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoids (mg/g)	
1년생	실생묘	1.31±0.16	14.82±2.13	2.62±0.13	
	플러그육묘	30일	1.76±0.10	11.41±1.69	2.19±0.08
		50일	1.30±0.05	16.60±0.32	3.05±0.29
		70일	1.61±0.09	14.04±1.47	2.73±0.08
2년생	실생묘	1.57±0.08	11.42±0.15	2.42±0.15	
	플러그육묘	30일	2.16±0.10	12.01±0.42	2.49±0.34
		50일	2.04±0.02	13.82±0.03	2.89±0.01
		70일	2.34±0.09	13.25±0.41	2.87±0.05
3년생	실생묘	1.42±0.01	14.50±0.09	2.70±0.06	
	플러그육묘	30일	2.55±0.20	15.29±0.05	2.90±0.20
		50일	1.94±0.06	15.13±0.22	3.10±0.10
		70일	2.00±0.10	18.54±1.74	3.10±0.14

(4) 감초 추출물 항산화 활성도(radical scavenging activity)

산화성 free radical은 인체내 지질 및 단백질 등과 반응하여 각종 질병 및 노화를 일으키므로 free radical을 제거할 수 있는 항산화제를 식물에서 찾으려는 연구가 시도되고 있다(Yu 1994). 칠원산 감초 추출물의 항산화 활성도는 30일 육묘가 0.5mg/ml, 1mg/ml, 2mg/ml 농도에서 가장 높게 나타났다(표 9). 정선에서 추출물의 항산화 활성도는 70일 육묘에서 가장 높게 나타났다. 태백에서 항산화 활성도 차이는 70일 육묘에서 가장 높게 나타났다. 세 지역 모두 육묘일수간 항산화 활성도 차이에 대한 뚜렷한 경향은 없으나 실생묘보다 항산화 활성도가 좋다는 것은 확인이 되었다.

표 9. 표고별 플러그 육묘에 따른 감초 추출물 항산화 활성(12년, 3년생)

표고	재배양식	DPPH(radical scavenging activity, %)			
		0.5mg/ml	1mg/ml	2mg/ml	
칠원 (200m)	실생묘	39.3±1.2	73.3±1.4	88.4±0.8	
	플러그 육묘	30일	53.9±1.8	81.1±1.4	87.4±2.3
		50일	35.2±0.4	55.4±0.2	87.5±1.4
		70일	38.5±1.4	52.8±0.8	79.0±0.4
정선 (400m)	실생묘	31.8±0.7	55.2±2.4	83.7±0.3	
	플러그 육묘	30일	36.4±1.4	56.1±0.8	86.6±0.4
		50일	36.5±0.3	57.8±2.3	89.5±2.4
		70일	39.3±1.3	62.8±1.3	93.2±0.2
태백 (700m)	실생묘	33.1±0.8	61.1±0.2	87.9±0.8	
	플러그 육묘	30일	35.3±0.2	58.2±0.3	87.2±0.8
		50일	32.6±1.8	54.1±1.6	85.6±1.2
		70일	41.1±1.8	65.6±1.7	95.1±0.7

## 나. 표고 및 재배양식별 감초 생육

### (1) 지상부 생육 특성

만주감초를 표고에 따라 철원(200m), 정선(400m), 태백(700m)에 실생묘, 포복경, 직파 및 플러그육묘 등 재배양식을 달리하여 비교 검토하였다[표 10]. 철원에서 3년생 감초에서 재배양식에 의한 지상부 생육에서 경장, 경경은 실생묘와 포복경이 컸으며, 분지수는 포복경이 다소 많았다. 지상부의 생육은 실생묘와 포복경이 다른 방법에 비해 양호하게 관찰되었다. 기타 병해충은 갈색점무늬병, 진딧물 및 응애가 발생이 전 포장에서 관찰되었다. 정선의 감초 지상부 생육을 비교해본 결과 경장은 플러그 육묘가 가장 작았으나 경경과 분지수는 가장 많이 조사되었다. 병해충은 철원과 마찬가지로 갈색점무늬병, 진딧물 및 응애 등이 전포장에서 발생되었다. 태백의 지상부 생육은 직파가 경장 및 경경의 생육이 양호하였다. 병해충은 다른 지역과 비슷한 발생 양상을 보여 주었다.

표 10. 표고 및 재배방법별 지상부 생육 특성(12년, 3년생)

지역	재배양식	경장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개/본)	병해충		
					갈색점 무늬병 (0~9)	진딧물 (0~9)	응애 (0~9)
철원 (200m)	실 생 묘	62.3	4.3	3.8	2	3	3
	포 복 경	63.4	4.1	4.5	2	3	3
	직 파	52.1	3.5	4.2	2	3	3
	플 러 그	51.9	3.7	4.0	2	3	3
정선 (400m)	실 생 묘	58.8	3.9	2.2	2	3	3
	포 복 경	56.7	4.1	2.0	2	3	3
	직 파	58.2	4.4	2.2	2	3	3
	플 러 그	51.8	4.6	3.3	2	3	3
태백 (700m)	실 생 묘	55.6	3.7	3.7	2	3	3
	포 복 경	53.3	3.5	3.1	2	3	3
	직 파	56.8	4.3	3.9	2	3	3
	플 러 그	53.0	4.3	3.9	2	3	3

### (2) 지하부 생육 및 수량

3년생 만주감초의 지하부 생육을 주근장, 주근경, 지근수를 조사하여 비교하였다(표 11). 철원에선 실생묘 주근장 및 주근경이 각각 66cm, 24mm로 가장 컸는데 이는 1년간 육묘한 후 이식한 차이로 판단된다. 수량은 실생묘가 289kg/10a, 직파 211kg/10a, 플러그 육묘 200kg/10a, 포복경 179kg/10a의 순으로 수량성이 높았다. 통계적 유의성은 관찰되진 않았다. 정선도 실생묘 지하부 생육이 가장 양호하였고 수량은 실생묘235kg/10a, 직파 164kg/10a, 플러그 육묘 159kg/10a, 포복경 117kg/10a의 순이었다. 통계적 유의성은 관찰되지는 않았다. 태

백 역시 실생묘 지하부 생육이 양호하였고 수량은 실생묘286kg/10a, 포복경 161kg/10a, 직파 150kg/10a, 플러그 육묘128kg/10a의 순이었다. 실생묘와 타 재배양식의 유의성이 관찰되어 재배양식을 추천할 때 참고 해야 할 부분이다. 3지역 평균을 비교하여 본 결과 통계적으로는 큰 유의성이 관찰되지는 않았으나 실생묘가 수량성이 우수하였다.

표 11. 표고 및 재배양식별 지하부 생육 및 수량(12년, 3년생)

지역	재배양식	주근장 (cm)	주근경 (mm)	지근수 (개)	건근중 (g/주)	건근수량* (kg/10a)
철원 (200m)	실 생 묘	66	24	3.0	65.5	289ns
	포 복 경	45	20	4.0	40.7	179ns
	직 파	48	18	2.7	47.8	211ns
	플 러 그	38	24	4.7	45.4	200ns
정선 (400m)	실 생 묘	53	22	5.3	53.4	235ns
	포 복 경	42	13	3.7	26.5	117ns
	직 파	59	15	2.3	37.3	164ns
	플 러 그	47	20	2.7	36.0	159ns
태백 (700m)	실 생 묘	63	19	3.0	54.6	286a
	포 복 경	46	14	2.3	36.5	161b
	직 파	43	16	2.7	34.0	150b
	플 러 그	57	16	2.0	28.9	128b
평균	실 생 묘	61	22	3.8	57.8	270a
	포 복 경	44	16	3.3	34.6	153b
	직 파	50	16	2.6	39.7	175ab
	플 러 그	47	20	3.1	43.0	162b

\* CV(%) : 45.1, DMRT : 1%

### (3) 표고 및 재배양식별 품질 비교

감초의 이용부위는 뿌리이며 상품성과 직접 연관이 되어있고 최종적 산물로 농가 소득과 직결된다. 따라서 상품성을 최대한 높이는 재배 양식이 농가에 실질적으로 필요하다. 국내에서 유통되는 감초의 품질 구분은 특호, 1호, 2호, 3호 등 4등급으로 구분되어 있다. 보통 재배 양식은 1년생 종묘를 이식한 후 1, 2년에 재배 후 수확하며 이때 수확한 포복경은 굵기가 기준규격 이하로 생약재로 사용하기는 미흡하다(박 등 2005). 본 시험에서 재배 양식별 품질을 비교하여 보았다[표 12]. 실생묘에서 1호 이상의 상근 비율이 94.6%로 가장 높았으며, 다음으로 플러그 육묘가 83.3%로 상근율이 높았다. 반면 포복경은 63.6%로 가장 낮았고 직파의 경우 68.7%로 다소 낮은 경향을 보여 주었다. 반면 감초산 함량은 근경이 작은 것이 굵은 것에 비해 높은 경향이다(김 등 2003). 따라서 이러한 문제점도 고려해서 재배 양식을 설정에 고려해야 할 것이다.

표 12. 재배양식 별 품질 비교(12년, 3년생)

재배양식	주근경 분포(%)				상근비율 (%)
	9.9mm이하	10.0~12.9mm	13.0~18.9mm	19.0mm 이상	
실 생 묘	-	5.3	31.5	63.1	94.6
포 복 경	-	36.4	45.5	18.1	63.6
직 파	12.5	18.8	62.5	6.2	68.7
플 러 그	8.3	8.3	33.3	50.0	83.3

(4) 표고 및 재배양식별 지표성분 분석

감초를 한약재로써 활용하기 위해선 감초산 함량이 대한약전 기준 2.5%을 넘어야 한다. HPLC 분석은 LC Shimadzu를 활용하였다. column은 prevail C18, 5 $\mu$ l, 4.6 $\times$ 150nm을 사용하였고 이동상으로는 0.4% formic acid in water과 acetonitrile을 사용하여 41분간 254nm에서 분석하였다(표 13). 철원산 수확 감초 뿌리에서 감초산 및 총폴리페놀, 총플라보노이드를 분석하였다. 3년생이 2년생보다 다소 높았으나 3년생 포복경에서 최고 2.36%로 대한약전 기준엔 부족하였다. 총폴리페놀은 3년생 주근에서 실생묘 13.9mg/g, 포복경 18.6mg/g, 직파 15.5mg/g, 플러그 육묘 19.9mg/g 분석되었다. 포복경과 플러그 육묘가 다소 높은 경향이였다. 총플라보노이드는 년생이 경과하면서 재배양식 모두에서 증가되는 경향을 보여 주고 있다. 실생묘 3.7mg/g, 포복경 3.6mg/g, 직파 2.9mg/g, 플러그육묘 3.5mg/g 분석되었다.

표 13. 철원 재배양식별 지표성분 함량

년생	재배양식	Glycyrrhizinic acid (%)	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoids (mg/g)
2년생	실 생 묘	0.98 $\pm$ 0.14	15.51 $\pm$ 0.03	3.77 $\pm$ 0.14
	포 복 경	1.39 $\pm$ 0.02	20.88 $\pm$ 0.60	4.80 $\pm$ 0.48
	직 파	1.48 $\pm$ 0.01	14.79 $\pm$ 0.46	3.68 $\pm$ 0.07
	플 러 그	0.94 $\pm$ 0.05	15.09 $\pm$ 0.09	3.43 $\pm$ 0.06
3년생	실 생 묘	1.89 $\pm$ 0.04	13.90 $\pm$ 0.63	3.70 $\pm$ 0.02
	포 복 경	2.36 $\pm$ 0.16	18.60 $\pm$ 0.54	3.60 $\pm$ 0.13
	직 파	2.14 $\pm$ 0.10	15.50 $\pm$ 0.59	2.90 $\pm$ 0.06
	플 러 그	1.53 $\pm$ 0.08	19.90 $\pm$ 0.55	3.50 $\pm$ 0.03

정선산 감초의 감초산, 총폴리페놀, 총플라보노이드를 분석하였다[표 14]. 3년생이 2년생보다 다소 높았고 3년생 포복경에서 최고 2.44%로 높았다. 총폴리페놀은 3년생 주근에서 실생묘 10.9mg/g, 포복경 19.2mg/g, 직파 15.0mg/g, 플러그육묘 13.3mg/g 분석되었다. 총플라보노이드는 년생이 경과하면서 증가되는 경향을 보여 주고 있다. 실생묘 1.5mg/g, 포복경 3.0mg/g, 직파 3.2mg/g, 플러그육묘 2.7mg/g 분석되었다.

표 14. 정선 재배양식별 지표성분 함량

년생	재배양식	Glycyrrhizinic acid (%)	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoids (mg/g)
2년생	실 생 묘	0.98±0.00	21.87±0.50	4.30±0.11
	포 복 경	1.15±0.01	14.31±1.65	3.44±0.48
	직 파	1.34±0.02	13.38±0.56	3.91±0.30
	플 러 그	1.07±0.18	15.33±0.56	3.26±0.09
3년생	실 생 묘	1.69±0.05	10.90±0.27	1.50±0.08
	포 복 경	2.11±0.09	19.20±0.54	3.00±0.08
	직 파	2.44±0.10	15.00±0.57	3.20±0.02
	플 러 그	2.34±0.07	13.25±0.24	2.70±0.20

태백산 수확 감초의 감초산, 총폴리페놀, 총플라보노이드를 분석하였다[표 15]. 3년생 플러그 육묘에서 함량이 2.55%로 대한약전 기준 충족하였다. 총폴리페놀은 3년생 주근에서 실생묘 14.5mg/g, 포복경 18.3mg/g, 직파 21.2.0mg/g, 플러그육묘 15.3mg/g 분석되었다. 총플라보노이드는 년생이 경과하면서 낮아지는 경향을 보여 주고 있다. 실생묘 2.7mg/g, 포복경 3.0 mg/g, 직파 3.1mg/g, 플러그육묘 2.9mg/g 분석되었다. 태백에서 총폴리페놀이나 총플라보노이드 함량이 철원이나 정선보다는 다소 높은 경향을 보여 주었다.

표 15. 태백 재배양식별 지표성분 함량

년생	재배양식	Glycyrrhizinic acid (%)	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoids (mg/g)
2년생	실 생 묘	1.90±0.11	18.60±0.00	4.35±0.06
	포 복 경	1.51±0.09	13.20±0.17	3.31±0.02
	직 파	1.49±0.12	15.97±0.19	3.38±0.06
	플 러 그	1.77±0.02	16.77±0.12	4.65±0.18
3년생	실 생 묘	2.42±0.01	14.50±0.09	2.70±0.06
	포 복 경	1.92±0.03	18.30±0.11	3.00±0.02
	직 파	1.77±0.02	21.20±0.02	3.10±0.06
	플 러 그	2.55±0.20	15.29±0.05	2.90±0.22

(5) 감초 추출물 항산화 활성도(radical scavenging activity)

철원에서 항산화활성 효능을 재배양식별로 살펴보았다(표 16). 감초 추출물의 항산화 활성도는 3년생에서 2mg/ml 농도에서 재배양식 실생묘, 포복경, 직파, 플러그육묘에서 각각 88.4%, 88.7%, 88.3%, 80.4%로 높게 나타났다. 1mg/ml 농도에서 재배양식 실생묘, 포복경, 직파, 플러그육묘에서 각각 73.3%, 77.9%, 83.1%, 74.1%로 높게 나타났다. 이는 감초 기능성분에 대한 효과를 간접적으로 증명할 수 있는 수치이며, 김 등(2004)이 시험한 약용식물의 항산화

활성도와 비슷한 결과를 보여 주었다. 0.5mg/ml 농도에선 급격히 수치가 감소하는 것을 보여 주었다. 따라서 감초의 DPPH는 1mg/ml 이상 활용하여야 한다. 천연 항산화제로써 활용이 높을 것으로 판단된다.

표 16. 철원 재배양식별 감초 추출물 항산화 활성

년생	재배양식	DPPH(radical scavenging activity(%))		
		0.5mg/ml	1mg/ml	2mg/ml
2년생	실 생 묘	42.9±0.12	69.0±0.52	89.6±0.16
	포 복 경	43.7±1.18	72.1±2.85	90.1±0.08
	직 파	36.0±0.00	58.0±0.12	87.1±0.72
	플 러 그	41.9±1.77	71.9±2.37	89.9±0.20
3년생	실 생 묘	39.3±1.20	73.3±1.40	88.4±0.80
	포 복 경	47.4±0.70	77.9±0.40	88.7±2.30
	직 파	51.9±1.60	83.1±0.40	88.3±1.30
	플 러 그	46.9±1.80	74.1±1.40	80.4±2.30

정선에서 재배양식별 감초 추출물의 항산화 활성도는 3년생에서 2mg/ml 농도에서 재배양식 실생묘, 포복경, 직파, 플러그육묘에서 각각 83.7%, 86.6%, 76.0%, 80.2%로 높게 나타났다 [표 17]. 1mg/ml 농도에서 재배양식 실생묘, 포복경, 직파, 플러그육묘에서 각각 55.2%, 80.4%, 46.5%, 51.2%로 높게 나타났으며 포복경에서 가장 높은 활성도를 보여주었다. 이러한 수치에서 보면 정선의 재배는 포복경만이 기능성분인 항산화 활성도가 효과가 높다는 것을 간접적으로 증명할 수 있는 수치이다. 0.5mg/ml 농도에선 철원과 마찬가지로 급격히 수치가 감소하는 것을 보여주었다. 따라서 감초의 DPPH는 1mg/ml 이상을 활용하여야 한다.

표 17. 정선 재배양식별 감초 추출물 항산화 활성

년생	재배방법	DPPH(radical scavenging activity(%))		
		0.5mg/ml	1mg/ml	2mg/ml
2년생	실생묘	52.7±0.12	79.6±1.61	89.7±0.20
	포복경	44.4±1.24	69.4±1.81	90.0±0.24
	직 파	33.5±0.32	55.7±0.04	83.5±0.64
	트레이	31.9±1.73	55.5±2.93	82.5±1.24
3년생	실생묘	31.8±0.80	55.2±2.40	83.7±0.30
	포복경	55.0±1.70	80.4±0.20	86.6±1.40
	직 파	43.1±1.60	46.5±1.40	76.0±0.20
	트레이	29.4±1.40	51.2±0.30	80.2±0.80

태백에서 재배양식별 감초 추출물의 항산화 활성도는 3년생에서 2mg/ml 농도에서 재배양

식 실생묘, 포복경, 직파, 플러그육묘에서 각각 87.9%, 88.0%, 88.9%, 88.1%로 높게 나타났다 [표 18]. 1mg/ml 농도에서 재배양식 실생묘, 포복경, 직파, 플러그육묘에서 각각 61.1%, 74.4%, 86.6%, 58.6%로 높게 나타났으며 플러그 육묘에서 가장 낮은 활성도를 보여주었고 직파에서 가장 높은 활성도를 보여주었다. 0.5mg/ml 농도에선 철원과 마찬가지로 급격히 수치가 감소하는 것을 보여주었다. 따라서 감초의 DPPH는 1mg/ml 이상을 활용하여야 한다.

표 18. 태백 재배양식별 감초 추출물 항산화 활성

년생	재배방법	DPPH(radical scavenging activity)(%)		
		0.5mg/ml	1mg/ml	2mg/ml
2년생	실생묘	30.6±1.16	51.2±0.60	73.5±0.60
	포복경	31.5±1.41	54.1±2.65	81.0±1.04
	직 파	26.1±0.28	44.7±0.76	66.1±1.73
	트레이	32.9±1.12	56.4±0.28	81.0±0.44
3년생	실생묘	33.1±0.80	61.1±0.20	87.9±0.80
	포복경	45.1±0.30	74.4±1.80	88.0±0.20
	직 파	53.1±1.60	86.6±1.60	88.9±1.80
	트레이	34.1±1.80	58.6±1.70	88.1±0.70

### <제2세부과제 : 채종효율 증대 기술 개발 >

만주감초(*Glycyrrhiza uralensis*)의 종자는 모양이 둥글고 작으며, 안토시안 색소가 짙은 특성을 가진 경실종자이다. 만주감초의 딱딱한 경실종자의 특성은 채종을 어렵게 하며 또한 종자 발아를 저하시키는 중요한 원인이다.

콩과 작물의 종피는 2층의 구조로 구성되어 있다. 내부 종피는 얇고 섬세하며 외부 종피는 단단하다. 외부 종피는 종자를 보호하는 역할을 한다. 경실종자들이 가지고 있는 특성은 대체로 소립이고 껍질이 두꺼우며, 더불어 발아가 느리고 발아율이 떨어진다고(Hill et al. 1986). 콩 종피의 횡단구조는 울타리 조직층이 두꺼운 반면 주상 조직층은 얇고, 흑색종피가 황색종피보다 울타리조직이 두껍다(박 등 1998). 경실종자의 세공(pore)은 왁스질로 피복되어 있어 보이지 않으며 물 흡수가 어렵다(Hill et al. 1986, 박 등 1998). 종피는 횡단구조는 울타리조직층(palisade cell layer)과 주상조직층(hourglass layer) 그리고 유조직층(parenchyma cell layer)으로 구성되어 있다. 수분흡수는 표피의 울타리조직과 밀접한 관련이 있다. 따라서 외피에 축적되어 있는 왁스질(wax)을 제거 할 수 있으면 정상적인 수분흡수가 가능하다. 하지만 종피를 제거함으로써 종자 수분흡수 속도가 빨라지지는 않는다.

또한 외부환경 조건도 경실 특성에 영향을 주는데 등숙기의 고온이 종자의 불투수성에 영향을 준다. 불투수성 종자의 종피는 세공의 수가 적고 세공이 왁스질로 피복되어 있다. 이러한 경실종자의 종피 약화 처리 방법에는 냉(온)수 침지, 농황산처리와 기계적인 상처내기 등이 있다(ISTA 2006).

본 시험에서는 국내 채종이 어려운 감초의 채종효율을 높이고, 감초가 가지고 있는 낮은

발아 특성을 물리적 방법을 활용하여 개선하고자 한다.

### 가. 만주감초(*Glycyrrhiza uralensis*) 종자 형태

국내에서 재배되고 있는 감초는 중국에서 1990년부터 도입이 시작된 만주감초다. 만주감초는 모양이 둥글고 작으며, 안토시안 색소가 짙은 특성을 가진 경실종자이다(그림 2). 또한 낮은 발아율로 인하여 농업적 이용에 많은 제약을 가지고 있다. 즉 경실종자가 가지고 있는 특성인 소립, 높은 경도, 흑색종피를 가지고 있다. 따라서 감초의 발아효율을 높이기 위해서 종피에 피복되어 있는 왁스질을 제거해야한다. 이러한 목적이 해결되면 감초종자 국내채종 및 자급기반이 구축이 가능하며, 안전한 고품질 감초를 생산할 수 있을 것으로 판단된다.

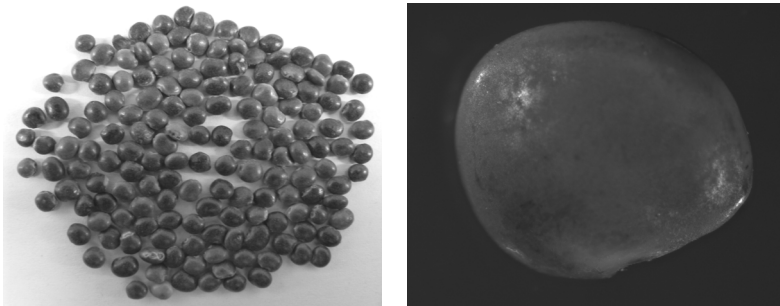


그림 2. 만주감초(*Glycyrrhiza uralensis*)의 종자 형태

### 나. 종피 약화 처리

만주감초 같은 경실종자의 발아율을 높이기 위해선 종자 수분흡수 촉진이 필요하다. 이러한 방법으로 종피 약화 처리를 하여야 하는데, 냉수침지, 온수침지, 농황산처리 및 기계적인 상처내기 등이 있다(ISTA 2006). 이중 황산처리는 과거에 많이 이루어졌던 방법이다. 김 등(2009)은 재래콩에서 종자의 발아율을 향상시키기 위해 종피 약화 처리를 소립이면서 경도가 높은 쥐눈이콩을 황산에 10분간 침지시 효과적이라고 보고하였다. 본 시험에선 25℃ 온수, 모래마찰에 의한 기계 상처 주기, 80% 황산 4시간 침지하였다(표 19). 시험재료는 국내 채종종자와 중국산 수입종자로 비교하여 보았다. 25℃ 미온수에서 24시간 침지 후 4일간 향온기에서 발아시킨 후 발아율을 조사한 결과 국내채종 종자는 8%, 중국수입종자는 68%로 큰 차이를 보여 주었다. 국내 채종종자의 발아율은 매우 낮아 농업적 이용은 거의 불가능하였다. 국내 채종 종자는 모래마찰, 황산처리도 각각 7.3%, 29.3%로 매우 낮은 발아율을 보여주었다. 반면 수입종자는 모래마찰과 황산처리시 발아율은 각각 54.0%, 65.3%였는데 미온수 처리보다 낮은 결과를 보여주었다. 그 원인은 중국산 수입 종자는 종피 약화 처리를 하였기 때문에 발아율이 낮아진 것으로 판단된다.

표 19. 감초 종자 약화 처리별 발아율

처리	25℃ 온수 (24시간)	모래마찰	80% 황산 (4시간)	비고
국내채종	8.0	7.3	29.3	항온기
수입종자	68.0	54.0	65.3	25℃ 4일처리

#### 다. 감초 화기 발달

만주 감초는 개화 후 임실까지 평균 70일이 소요 되었으며 개체당 개화기간은 15일이 소요된다. 감초 종자는 개화부터 수확까지 개체간 등숙기간 차이가 컸으며, 이러한 원인에 의해서 전반적으로 등숙기간이 길어졌다. 개화전 일수에 따른 화기구조의 특성을 조사하였다 [표 20]. 화되는 개화 7일경부터 발달하고, 수술, 약, 주두 등은 개화 5일전부터 발달되는 것이 관찰되었다.

표 20. 자·웅성기관 발달수준 및 임성

개 화 추정일수	화뢰장 (mm)	화뢰폭 (mm)	기관장 (mm)	익판장 (mm)	수술길이 (mm)	약크기 (mm)	주두길이 (mm)	수술수 (mm)
개화7일전	5.9	1.6	-	-	-	-	-	-
개화5일전	9.2	2.4	7	6	3.9	1.1	4.2	10
개화3일전	9.9	2.7	8.4	7	4.7	0.9	6.7	10
개화1일전	13.0	2.8	13.6	10.3	7.7	1.1	9.8	10

화분생장은 화분립 발아와 화분관의 신장을 의미한다. 본 시험에서 화분발아와 화분관 신장을 관찰한 결과 정상화분의 비율은 80%였다[그림 3]. 화분 활력은 Aniline-blue-lactophenol 방법 화분발아는 배지조성 Sucrose 0.88M, 발아적온 20℃에서 49.8%~53.9%로 관찰하였다.

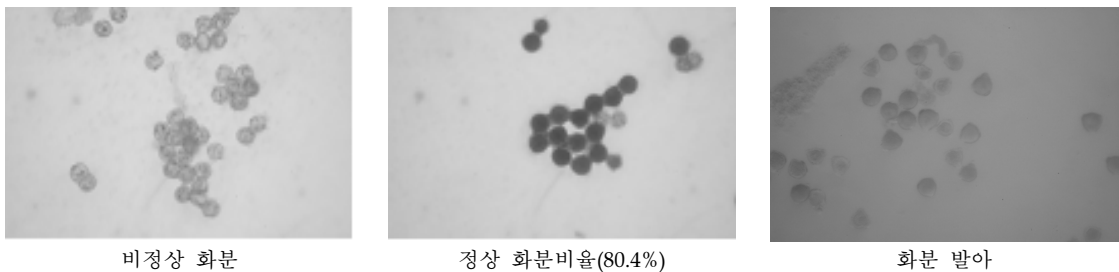


그림 3. 감초 화분발아 특성(Aniline-blue-lactophenol)

#### 라. 감초 개화 특성

만주감초의 초장은 하우스와 노지에서 각각 113cm, 108cm로 큰 차이는 보이지 않으나 도복에 약한 특성을 보여주고 있다(표 21). 개화시, 개화기, 개화종기는 하우스 재배나 노지 재

배에서 같은 6월 18일, 6월 25일, 6월 29일이었다[그림 11]. 성숙기 하우스가 8월 15일, 노지가 8월 18일이었다. 등숙일수는 하우스 재배가 노지보다 3일 빠른 52일이었고 노지는 55일 소요되었다. 감초는 개화기간의 차이와 등숙기간의 차이에 의해 최종 등숙기간이 70일 이상 소요 되었다. 이는 꼬투리가 곰팡이 등 병해충에 의한 감염이 우려된다.

표 21. 감초 생육 및 개화

재배양식	초장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개/주)	개화(월.일)			성숙기 (월.일)	등숙일수 (일)
				시	기	종		
하우스(비가림)	113	6.2	9.3	6.18	6.25	6.29	8.15	52
노 지	108	5.8	8.4	6.18	6.25	6.28	8.18	55

감초의 임실율은 하우스와 노지에서 각각 8%, 3%로 매우 낮았다[표 22]. 이러한 원인은 당해연도 1년생을 대상으로 한 원인이며, 일반적으로 감초는 년생이 경과되면서 증가된다. 주당협수, 주당립수 및 협당립수는 하우스 재배가 노지재배보다 월등히 높았다. 또한 종자의 천립중도 하우스재배가 5.1g으로 노지 3.6g 보다 무거웠다.

표 22. 감초 임실율 및 종자 특성

재배양식	주당협수 (개)	주당립수 (개)	협당립수 (개)	임실율 (%)	1,000립중 (g)
하우스(1년생)	24	57.0	2.4	8	5.1
노 지(1년생)	18	21.6	1.2	3	3.6

#### 마. 미량원소 시용이 감초 생육 및 종자 결실에 미치는 영향

식물생장에 있어서 특히 화분생장에 미량원소 붕소(B)와 칼슘(Ca)은 생리적으로 깊은 연관이 있다. 붕소와 칼슘은 식물체내에서 세포막내의 pectin질 탄수화물과 관련성이 매우 높다. 또한 붕소는 화분생장에 기여하는 영향이 크며 특히 칼슘과 더불어 화분생장을 촉진시켜준다(곽 1966). 개화기에 10일 간격으로 3회 엽면 살포하는 방법으로 비가림 하우스내에서 무처리, 질산칼슘(Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), 붕소(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), 칼슘+붕소 4처리 비교하여 보았다[표 23]. 액비 시용에 따른 개화종기, 성숙기에 대한 처리별 유의성이 관찰되지 않았다. 따라서 액비처리시 개체 생육에 특이한 영향을 미치지 않는 것을 확인 할 수 있었다.

표 23. 액비시용별 생육 및 개화 효과

처리방법	초장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개/주)	개화(월.일)			성숙기 (월.일)	
				시	기	종		
하우스	무처리	132	6.4	7.3	6.14	6.21	6.26	8.20
	질산칼슘(Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	133	6.3	9.4	6.13	6.21	6.25	8.19
	붕소(H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	131	6.2	10.4	6.13	6.21	6.25	8.18
	칼슘+붕소	132	6.3	11.2	6.12	6.20	6.24	8.19

2010년과 2011년 2개년간 감초 개화기에 무처리, 질산칼슘(Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), 붕소(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), 칼슘+붕소 4처리로 액비 만들어 식물체에 엽면에 살포한 후 식물체 생육 및 결실 종자 특성을 비교하여 보았다[표 24]. 액비 사용에 따른 주당협수는 2년생에서 무처리구가 36개로 많았으나 협당립수 및 천립중은 가장 작았다. 천립중은 칼슘과 붕소를 동시에 처리한 경우가 10.2g으로 가장 무거웠는데 이에 대하여 콕(1966)은 붕소와 칼슘이 서로 공존할 때 화분생장을 촉진한다고 하였다. 따라서 붕소와 칼슘 액비가 화분생장을 촉진하고 결국 종자의 무게를 증가시키는데 역할을 하는 것을 확인할 수 있었다.

표 24. 액비사용별 등숙 및 종자 특성

처리방법		주당협수 (개)	주당립수 (개)	협당립수 (개)	1,000립중 (g)
하우스	무처리	36	90	2.5	8.7
	질산칼슘(Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	32	96	3.0	9.6
	붕소(H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	26	91	3.5	9.9
	칼슘+붕소	24	55	2.3	10.2

채종 효율을 높이기 위해 붕소 및 석회 사용을 토양에 직접 시비하여 생육 및 효과를 관찰하였다[표 25]. 모든 처리구에 석회와 규산은 동일량을 시비하였고, 붕소만 0kg, 0.5kg, 1kg, 1.5kg 등 4처리 수준으로 하였다. 천립중은 붕소 1.0kg 처리구에서 가장 높았고 채종량은 붕소를 처리하지 않은 무처리구가 많았다. 하지만 종자 충실도는 천립중이 무거운 석회+붕소+규산(100kg+1.0kg+150kg) 처리구가 우수할 것으로 판단된다.

표 25. 채종효율 증대를 위한 붕소처리 효과

처리	협수 (개/주)	채종량 (g/주)	1000립중 (g)	채종수량 (kg/10a)	발아율(%)	오염율(%)
석회+붕소+규산 (100kg+0kg+150kg)	27.9	2.4	11.8	15.3	98.0	0.0
석회+붕소+규산 (100kg+0.5kg+150kg)	23.4	1.7	10.2	10.8	82.0	0.0
석회+붕소+규산 (100kg+1.0kg+150kg)	21.5	2.1	13.3	13.4	78.0	0.0
석회+붕소+규산 (100kg+1.5kg+150kg)	30.2	1.9	10.6	12.1	86.0	0.0

#### 바. 감초 년생별 종자 특성

감초는 일반적으로 1년~2년생엔 개화가 되지 않으며 3년 이상 지나야 개화 및 결실되는 다년생 작물이다. 보통 6~7월에 개화되고 9월까지 등숙한다. 따라서 감초 종자특성을 분석하기 위해서 비가림 하우스시설내에서 3년 이상 재배된 만주감초를 이용하였다[그림 13].



개화기



등숙기



채종 종자(4년생)

그림 4. 감초 생육단계별 생육 상황('12년)

년생별 수확된 전체 종자를 3.18mm, 2.58mm체를 이용하여 크기별로 분리하였다[표 26]. 3년생에서 3.18mm 이상의 종자는 수확되지 않았고 크기가 2.58mm~3.17mm 사이에 80% 정도 분포하였다. 반면 4년생에서 3.18mm이상이 2%였고 5년생에서는 1% 정도였다. 전반적인 종자크기의 분포비율은 3년생이 2.58mm이상의 종자가 많이 분포하였는데, 이는 4년생, 5년생 감초의 개화되고 수확한 개체수가 많았기 때문이다. 년생별 종자 크기 분포에 따른 천립중은 차이가 없었다. 다만 수입종자보다 국내 채종 종자가 천립중이 다소 가벼운 경향이였다.

표 26. 년생별 종자 천립중

구 분	종자크기별 채종율(%)			천립중(g)		
	2.57이하	2.58~3.17	3.18이상	2.57이하	2.58~3.17	3.18이상
수입종자	-	100	-	-	12.3	-
3년생 채종	20	80	-	8.5	12.0	-
4년생 채종	24	74	2	8.6	12.2	13.2
5년생 채종	39	60	1	7.9	11.7	13.4

수입종자와 국내 채종종자 형태를 비교하여 보았다[표 27]. 수입종자의 장폭비는 1.14로 타원에 가까웠으며, 국내 채종종자는 2.58mm이상 종자의 장폭비가 1.17~1.19로 3.18mm이상 종자 장폭비도 1.16~1.17로 수입종자보다 장타원형이었다.

표 27. 년생별 종자 특성

구 분	종자 모양(mm)							
	2.58~3.17				3.18이상			
	길이	두께	폭	장폭비	길이	두께	폭	장폭비
수입종자	3.27	1.88	2.88	1.14	-	-	-	-
3년생 채종	3.34	1.88	2.84	1.18	3.71	1.94	3.19	1.16
4년생 채종	3.28	1.89	2.81	1.17	3.71	1.94	3.18	1.17
5년생 채종	3.32	1.90	2.80	1.19	3.72	1.91	3.17	1.17

종자 발아특성을 종피 제거 전과 후로 구분하여 조사하여 보았다[표 28]. 종피 제거전 발아율은 4~10%로 매우 낮은 수치를 보여 주었다. 감초 발아 특성을 조사하기 위해 침지하면 상층부에 왁스가 부유하는 것을 확인할 수 있었다. 결국 왁스질 때문에 감초가 수분흡수를 하지 못한다는 것을 간접적으로 확인이 가능하였다. 이러한 경실종자의 종피 약화 처리 방법에는 냉(온)수 침지, 농황산처리와 기계적인 상처내기 등이 있다(ISTA 2006). 모래마찰, 황산처리, 냉(온)수 침지 등은 효과가 적어, 연삭식도정기로 감초 종피에 기계적 상처를 주어 발아율을 조사하였다. 그 결과 종피 제거 후에는 44~68%로 발아율이 향상된 것을 확인할 수 있었다. 따라서 종피에 기계적 상처 같은 방법으로 종자의 수분흡수를 원활히 해주면 국내 감초 종자 자급 생산 및 보급이 가능할 것으로 판단된다[그림 5].

표 28. 년생별 발아 조사

구 분	종자크기 (mm)	천립중 (g)	종피제거	
			전	후
수입종자	2.58~3.17	12.3	58.0	-
3년생 채종	2.58~3.17	12.5	4.0	44.0
4년생 채종	2.58~3.17	12.2	10.0	68.0
	3.18 이상	13.2	5.0	56.7
5년생 채종	2.58~3.17	11.7	10.0	63.3
	3.18 이상	13.4	6.0	52.0

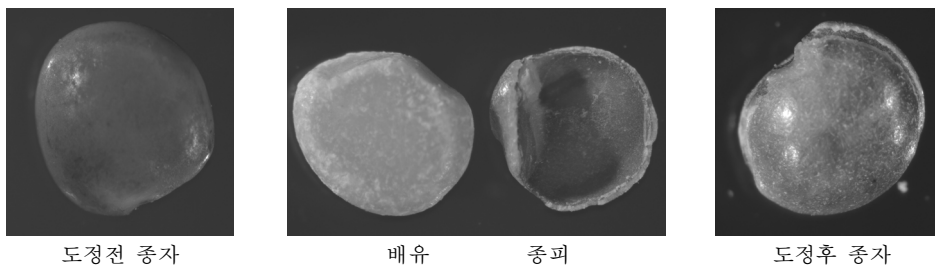


그림 5. 발아율 향상을 위한 종자 처리

년생별 종피를 제거한 후 종자 발아 특성을 조사하여 보았다[표 29]. 발아율은 전반적으로 수입종자 보다 높았으며, 90%를 상회하였다. 특히 작물에서 종자로 번식하는 경우 침종 후 5일에 발아되는 개체수에 대한 발아세가 매우 중요한데 90%를 상회하였다.

표 29. 성장조절제 처리 후 종자 발아 특성

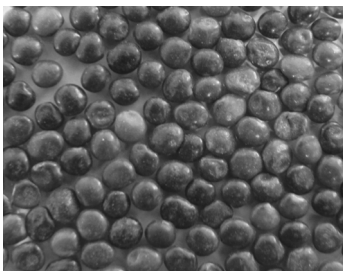
년생	천립중 (g)	발아율 (%)	오염율 (%)	발아시 (일)	발아기 (일)	발아전 (일)	발아세 (%)
수입종자	12.3	41	7	1	3	7	7
3년생	10.4	92	0	1	2	5	82
4년생	10.5	92	0	1	5	5	90
5년생	10.1	88	0	1	5	5	86

※ 발아세 : 침종 후 5일 조사

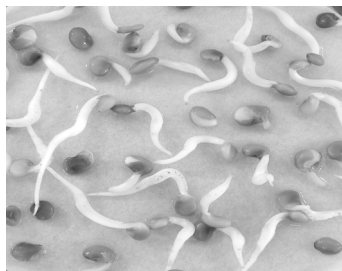
감초 종자는 크기가 작은 소립이면서 경도가 큰 전형적인 경질종자이다. 따라서 본 과제에서 발아율 향상을 위해서 기계식 상처주기를 추천하였다. 하지만 감초는 6~7월에 개화하여 9월까지 등숙된다. 이 기간은 매우 습하며 고온을 경과한다. 따라서 수확된 감초종자 표면에 많은 곰팡이들이 서식한다. 이러한 상황에서 연식식 도정기를 활용한 종피에 기계 상처를 낼 때 종자 오염 우려가 매우 크다. 표 30와 같이 발아율은 종피 제거로 많이 향상되었으나 미소독시 오염율이 48.0%~56.7%로 매우 높았다. 이는 농가에 적용시 큰 문제점을 내포한다. 종자 도정 후 베노람수화제로 소독하여 오염을 방지할 수 있었다[그림 6]. 이러한 것은 친환경 재배시 검토되어야 할 부분이다.

표 30. 종자 미소독 후 발아 조사

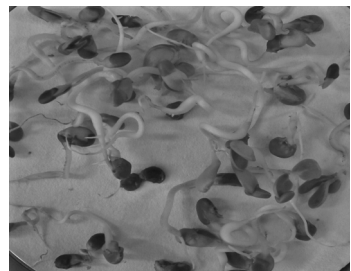
구 분	종자크기 (mm)	천립중 (g)	미소독	
			발아율	오염율
수입종자	2.58 ~ 3.17	12.3	40.7	7.3
3년생 채종	2.58 ~ 3.17	12.5	60.0	55.0
4년생 채종	2.58 ~ 3.17	12.2	70.0	56.0
	3.18 이상	13.2	57.3	55.3
5년생 채종	2.58 ~ 3.17	11.7	33.3	48.0
	3.18 이상	13.4	45.3	56.7



채종 종자



발아 5일차(베노람2,000배액)



발아 15일차

그림 6. 채종 종자 도정 후 종자 소독 효과

### <제3세부과제 : 친환경 유기재배 기술 개발>

소비자들의 안전 먹거리에 대한 관심이 높아짐에 따라 친환경농산물에 대한 관심이 많아지고, 국내뿐 아니라 세계 각국은 화학비료 남용에 따른 환경오염 줄이려는 노력과 친환경적인 안전농산물 생산에 대한 요구도 점점 커지고 있다.

2006년 생산단계의 농산물의 안전성을 획기적으로 개선하고 국제적 수준으로 농산물 안전성을 관리하기 위해 우수농산물관리제도(GAP : Good Agricultural Practice)를 도입하였다. GAP 대상품목은 2009년부터는 전 품목으로 확대되었고 참여 농가수도 지속적으로 증가되고 있다.

정부는 화학비료사용 및 농약절감을 위하여 유기물비료와 퇴비의 사용량을 증대시켜 토양

환경을 보존하려고 1998년부터 퇴비와 유기질비료에 대한 보조금을 지급하면서 권장하고 있다. 또한 정부의 환경오염을 줄이고 안정 농산물 생산을 위해 2013년까지 농약과 화학비료 사용량을 2003년 대비 40% 감축을 목표로 하고 있다. 농촌진흥청(2003) 보고에 의하면 국내에서 유기질비료는 1975년 아미노산 발효부산물 비료가 최초로 생산된 이후 생산이 증가되고 있는데, 유기질비료는 크게 혼합유박비료, 혼합유기질비료, 유기복합비료 분류된다(김 2006). 혼합유박비료는 각종 유지식물의 씨앗에서 기름을 짠 찌꺼기인 유박(깻묵)을 혼합하여 만든 유기질 비료이다.

본 시험에서는 토양오염을 줄이고 안전농산물을 생산하기 위하여, 농업에 사용되는 화학물질 중 환경오염의 큰 비중을 차지하는 화학비료를 대체하고자 발효퇴비화 혼합유박을 사용하여 감초의 생육 및 수량을 비교하였다.

### 가. 유기물 시용 후 토양 성분

시험은 강원도농업기술원 특화작물연구소 태백분소 시험포장에서 수행하였다. 유기물 시용 전 토양은 pH5.85이고 유기물이 17.17g/kg, 유효인산은 246mg, 치환성 양이온인 K, Ca, Mg는 각각 0.4cmol<sup>+</sup>/kg, 5.02cmol<sup>+</sup>/kg, 1.13cmol<sup>+</sup>/kg으로 분석되었다[표 31]. 화학비료를 투여한 후 토양변화는 토양은 pH6.14로 높아졌고 유기물이 17.44g/kg, 유효인산은 237mg, 치환성 양이온인 K, Ca, Mg는 각각 0.49cmol<sup>+</sup>/kg, 5.80cmol<sup>+</sup>/kg, 1.30cmol<sup>+</sup>/kg으로 분석되었다. 유기물 비료를 시용한 후 토양변화 성분은 혼합유박은 유기물 함량은 18.63g/kg으로 높아졌고 치환성양이온 및 유효인산은 큰 차이를 보여주진 않았다. 발효퇴비 투여 후 토양변화도 혼합유박과 비슷한 경향이었다. 유기물 시용 후 토양 pH는 다소 높아졌는데 이는 감초의 생육에 기여될 것으로 판단된다. 두 유기물비료는 비료규격의 유기질비료 및 퇴비비료 공정규격에 적합하였다.

표 31. 시험전후 토양분석

구 분	pH (1:5)	OM (g/kg)	Ca	K	Mg	Na	P2O5	NH4-N	NO3-N
			cmol <sup>+</sup> /kg			mg/kg			
시험전	5.85	17.17	5.02	0.40	1.13	0.07	246	5.43	12.8
화학비료(N-P-K)	6.14	17.44	5.80	0.49	1.30	0.11	237	6.38	15.4
혼합유박(N4)	6.04	18.63	5.30	0.52	1.34	0.12	221	8.05	16.6
발효퇴비(N3)	6.05	18.42	5.35	0.44	1.22	0.09	230	6.14	16.8

### 나. 유기물 시용별 감초 생육 및 수량

정식 후 2~3년생 감초포장에서 유기물 시용 효과를 지하부 생육 및 수량을 확인하였다(표 32). 평균 주근장은 2, 3년생별 비교에선 큰 차이를 보여 주진 않았다. 평균 지근수는 혼합유박이 1.7개로 가장 적었는데 이는 혼합유박 시용이 상품성과 관련된 상근비율이 높다는 것을 간접적으로 설명할 수 있다. 반면 평균 주근경은 화학비료 시용에서 21.2mm로 가장 굵었는데 이는 친환경 유기물에 비교하여 비료 효과가 좋은 것을 알 수 있었다. 개체별 평균

건근중은 혼합유박시용이 45.4g으로 가장 무거웠다. 건근중 평균 건근수량은 화학비료, 혼합유박, 발효퇴비에서 각각 185kg/10a, 191kg/10a, 181kg/10a으로 DMRT 1%에서 통계적으로 유의하지 않았다. 3년생에서 건근 수량지수는 화학비료 대비 혼합유박이 103%, 발효퇴비가 98%를 보여 주었다. 따라서 감초 재배에서 유기물 비료와 화학비료간 비효 효과는 없는 것을 확인할 수 있었다. 정 등(2000)은 유기농자재의 시용에 따른 배추의 생육은 화학비료 > 미생물발효퇴비 > 발효퇴비 순으로 높았으나 배추의 체내성분은 처리간 뚜렷한 차이는 없었다고 보고한 것과 일치한다.

표 32. 유기물 시용별 지하부 생육비교

구 분	실비료량 (kg/10a)	주근장 (cm)	주근경 (mm)	지근수 (개)	건근중 (g/주)	건근수량 (kg/10a)	지수
2년생	화학비료 N-P-K(17-11-14)	44.2	16.4	2.8	33.4	154ns	100
	혼합유박 N4	45.6	16.7	2.8	32.7	151ns	98
	발효퇴비 N3	46.3	16.9	3.3	34.1	158ns	103
3년생	화학비료 N-P-K(17-11-14)	50.3	21.2	2.0	42.1	185ns	100
	혼합유박 N4	58.0	20.1	1.7	45.4	191ns	103
	발효퇴비 N3	55.0	19.0	3.8	41.1	181ns	98

CV(%) : 49.1, DMRT : 1%

#### 다. 유기물 시용별 감초 지표성분

감초는 뿌리를 활용하는 작물이다. 이는 지표성분이 일정 부분 뿌리에 축적된다는 것을 의미한다. 따라서 유기물 시용에 따른 지표성분을 분석하여 친환경적으로 재배된 감초가 큰 차이를 보여주지 않거나 수치가 높으면 활용가치가 있다고 할수 있다[표 33]. 국내 감초의 감초산(Glycyrrhizinic acid) 함량은 대한약전 규정에서 지정하고 있는 2.5%이다. 수확한 감초를 한약재로써 활용하기 위해선 함량이 이 기준을 상회하여야 한다. 유기물 시용에 따라서 년생별 지표성분의 변이를 확인한 결과 년생이 경과함에 따라 증가는 되었으나 대한 약전 규정 기준을 충족하지 못하였다.

유기물처리에 따른 년생간 감초산 함량을 보면 1년생에서 혼합유박처리구가 1.32%로 가장 높았고, 2년생과 3년생에서 각각 1.83%, 2.43%로 발효퇴비처리구에서 가장 높았다. 하지만 감초산 추출방법에 따라 용출량이 다를 수 있다는 보고가 있어 앞으로 세밀한 검토가 필요한 부분이다(김명화 등 2001).

천연항산화제인 폴리페놀화합물이나 플라보노이드는 년생이 증가하면서 증가되는 경향이 있으나 화학비료처리구에서 가장 높았다. 총폴리페놀은 혼합유박처리구 2년생 3년생에서 각각 10.74mg/g, 12.30mg/g를 보여주었고, 발효퇴비처리구에선 각각 12.94mg/g, 11.20mg/g으로 발효퇴비처리구가 다소 많은 경향이였다. 총플라보노이드는 혼합유박처리구 2년생 3년생에서 각각 3.51mg/g, 2.40mg/g, 발효퇴비처리구에선 각각 3.87mg/g, 1.90mg/g으로 혼합유박처리구가 함량이 높음을 확인할 수가 있었다. 따라서 총폴리페놀과 총플라보노이드간에는 부의

상관이 관찰되었다. 이러한 경향은 유기물이나 화학비료 등 비효성분에 따른 생육정도와 항산화제들과 연관성이 있다는 확인할 수 있다.

표 33. 유기물 처리별 지하부 지표성분 함량

년생	구분	Glycyrrhizinic acid (%)	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoids (mg/g)
1년생	화학비료	1.28±0.03	12.04±1.05	2.10±0.16
	혼합유박	1.32±0.03	10.24±0.65	1.85±0.12
	발효퇴비	0.95±0.03	13.23±1.93	2.16±0.16
2년생	화학비료	1.60±0.01	14.53±0.66	3.77±0.35
	혼합유박	1.57±0.09	10.74±1.26	3.51±0.04
	발효퇴비	1.83±0.06	12.94±1.21	3.87±0.06
3년생	화학비료	1.85±0.02	14.60±0.04	2.80±0.01
	혼합유박	2.17±0.01	12.30±0.43	2.40±0.04
	발효퇴비	2.43±0.06	11.20±0.09	1.90±0.23

유기물 처리에 따른 감초 추출물의 항산화 활성도는 3년생에서 2mg/ml 농도에서 화학비료, 혼합유박, 발효퇴비에서 각각 87.7%, 69.5%, 64.2%로 화학비료처리구가 유기물 시용보다 높게 나타났다[표 34]. 이는 비효 효과와 항산화활성도가 연관이 있다는 간접적으로 증명할 수 있는 수치이다. 3년생에서 1mg/ml 농도에서 혼합유박, 발효퇴비에서 각각 42.1%, 38.0%로 화학비료의 73.7%보다 매우 낮게 나타났다. 따라서 유기물 시용에 따른 감초의 DPPH는 화학비료보다 낮은 것을 확인할 수가 있었다.

표 34. 표고 및 재배방법별 감초 추출물 항산화 활성

년생	재배방법	DPPH(radical scavenging activity(%))		
		0.5mg/ml	1mg/ml	2mg/ml
1년생	화학비료	30.44±0.63	51.13±0.73	75.45±0.18
	혼합유박	28.74±0.18	48.44±0.82	71.60±0.25
	발효퇴비	37.36±1.31	59.79±0.77	85.61±0.05
2년생	화학비료	29.20±1.89	50.36±2.41	73.73±0.80
	혼합유박	31.69±1.49	53.05±1.81	77.91±1.04
	발효퇴비	31.77±0.52	52.05±1.53	76.39±0.88
3년생	화학비료	41.30±1.70	73.70±1.70	87.70±1.80
	혼합유박	20.10±1.30	42.10±1.30	69.50±0.30
	발효퇴비	17.90±0.30	38.00±2.30	64.20±1.30

## 4. 적 요

감초 품질향상 및 채종기술 개발을 위하여 세부과제별로 표고 및 재배방법별 품질비교 채종효율 증대기술 개발, 친환경유기재배 기술 개발 등으로 시험한 결과

### <제1세부과제 : 표고 및 재배방법별 품질 비교>

- 플러그 육묘 후 이식재배는 실생묘 대비 묘 구입비용과 육묘기간 단축 등 25% 경영비를 단축할 수 있었다.
- 표고별에 감초 수량을 비교한 결과 200m(철원) > 400m(정선) > 700m(태백) 순으로 수량이 높았다.
- 재배양식별 비교에선 실생묘 > 직파 > 포복경 순으로 수량이 높았다.
- 지표성분 감초산 함량은 표고별 및 재배양식간 유의성이 관찰되지 않았으며 모든 처리구에서 대한약전 규정 함량 2.5%를 넘지 못하였다.
- 수량, 생력재배 및 경영비 절감 측면에서 직파 재배가 가장 유리한 재배 것으로 판단된다.

### <제2세부과제 : 채종효율 증대 기술 개발>

- 감초의 화기구조 및 화분 활력을 검토한 결과 자웅기관의 발달 및 임성에 대한 큰 문제점을 확인할 수 없었다.
- 칼슘제(CaCl<sub>2</sub>, CaNO<sub>3</sub>) 및 생장조절제(지베릴린)는 종자 충실도에 영향을 끼쳤다.
- 경질종자 감초의 종피 표면을 연삭식 도정기로 물리적 상해를 준 후 발아특성을 조사한 결과 발아율 및 발아세가 중국산 수입종자보다 우수하였다.
- 감초종자는 노지보다는 비가림 시설에서 4년생 채종이 발아율 및 채종량에 가장 유리하였다.

### <제3세부과제 : 친환경 유기재배 기술 개발>

- 화학비료를 대체하고자 발효퇴비화 혼합유박을 사용하여 감초의 생육 및 수량을 비교하였다.
- 발효퇴비, 혼합유박 등 유기물 사용하여 화학비료와 수량을 비교 검토한 결과 혼합유박이나 발효퇴비가 화학비료 큰 차이를 보이지 않았다.
- 유기물사용에 따른 감초산 함량의 차이는 발효퇴비구가 월등히 높은 것이 관찰되었으나 대한약전 규정함량인 2.5%는 초과하지 못하였다.

## 5. 인용문헌

- 강명화, 박춘근, 차문석, 성낙술, 정혜경, 이제봉. 2001. 추출조건을 달리한 감초부산물 추출물의 성분 특성. 한국식품영양과학회지. 30(1):138-142.
- 곽병화. 1966. 화분세포생장과 파열에 미치는 붕소, 석회 그리고 당의 상호작용에 관하여. 식물학회지. 9:17-21.

김기재, 박준홍, 최성용, 김재철, 김산영. 2003. 감초 건조기술 개발 연구. 경상북도농업기술원.p382-386.

김석현, 장미화, 정종일, 심상인. 2009. 두과작물의 경실종자 발아촉진에 대한 종피연화 처리의 효과. 한국작물학회지. 54(3):320-326.

김완진. 2006. 실용비료 해설. p403.

김은영, 백인희, 김정현, 김성란, 류미라. 2004. 항산화활성을 나타내는 약용식물 소재 탐색. 한국식품과학회지. 36(2):333-338.

농촌진흥청. 2012.농업과학기술 연구조사 분석 기준.

박금용, 김석동, 이석하, 이영호. 1998. 콩 종피구조의 품종간 차이. 한국육종학회지. 30(3):250-257.

박춘근, 김동휘, 성정숙, 박희운. 2005. 감초포복경을 이용한 균일묘 생산기술. 작물과학연구논총. 6:577-579.

박춘근, 유홍섭, 박충헌, 성정숙, 박희운, 성낙술. 2000. 감초재배기술 개발. 작물시험장.

배기환. 2000. 한국의 약용식물 교학사. p.252.

식품의약품안전청. 2012. 2012년도 식품의약품통계연보.

이승택, 김관수, 류수노, 김영구. 1997. 감초성분연구. 작물시험장. p432-434.

장광진, 성황길. 2008. 이럴 땐 이런 약초. 푸른행복. p15.

정순재, 정원복, 김희태, 강경희, 이종성, 오주성. 2000. 유기농 자재의 시용이 토양의 이화학적 특성과 배추의 생육 및 체내성분에 미치는 영향. 한국유기농업학회. 8:131-146.

中國產業報告研究中心. 2012. 今年一季我國中葯外貿情況分析.

최용조, 강동주, 김판용, 김태성. 1989. 자생식물수집 및 감초재배가능성 구명시험. 경상남도농업기술원. p431-436.

한중환, 오세일. 1975. 약용 감초에 대한 석회 사용효과 시험. 경상남도농업기술원. p311-312.

한중환. 1975. 약용감초에 대한 석회 사용효과 시험. 경상남도농업기술원. p. 376-378.

Bensky Dan and Andrew Gamble. 1986. Chinese Herbal Medicine Materia Medica. pp.463-466.

Brown Deni. 1995. Encyclopedia of herbs and their uses. RD press. pp. 289.

Hill, H. J., S. H. West, and K. Hinson. 1986. Effect of water stress during seed fill on impermeable seed expression in soybean. Crop Sci. 26:807-813.

ISTA. 2006. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association.

Yu, P.B. 1994. Cellular defenses against damahe from reactive oxygen species. Physiol. Rev. 74:134-162.

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제목
2011(2년)	영농활용	감초플러그 육묘 이식재배 및 적정 육묘 기간(자체)
2012(3년)	"	표고 및 재배법 차이에 의한 감초 수량성 및 감초산 함량(중앙)
	"	감초 친환경 유기재배 및 종자 채종 적정 재배 년수(중앙)

## 7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'10	'11	'12
과제책임자	인삼약초연구소	농업연구사	김성일	과제 총괄	-	-	○
"	-	농업연구관	서정식	"	○	-	-
"	작물연구과	농업연구사	함진관	"	-	○	-
세부책임자	옥수수연구소	"	류시환	주관 수행	-	○	-
"	원예연구과	농업연구관	방순배	"	-	○	-
"	인삼약초연구소	농업연구사	조운상	"	-	-	○
공동연구자	환경농업연구과	"	허수정	공동 연구	○	○	○
"	인삼약초연구소	"	정햇님	"	○	○	○
"	환경농업연구과	"	정태성	"	○	○	-
"	"	"	이재홍	"	○	-	-
"	작물연구과	"	안용진	"	○	-	-
"	인삼약초연구소	"	김용복	"	-	-	○
"	"	농업연구관	안문섭	"	-	-	○
"	총무과	기능직	조남준	조사업무지원	○	-	-
"	인삼약초연구소	"	이상규	"	-	○	○
"	"	"	윤석원	"	-	○	○