

어젠다코드	4-2-2		수행시기	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	GS03	작목구분코드	IC-03-19B4 IC-03-1912 IC-03-1904
과제종류	농업공동연구		세부사업(약어)	친환경안전	
과제명	수입대체 약용작물 GAP 표준재배기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	김영국		농업연구관	국립원예특작과학원 인삼특작부	
연구기간	2016 ~ 2018		참여연구기관	강원도원, 충남도원, 전북도원 전남도원, 경북도원, 경남도원	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 약용작물(감초, 시호, 만삼) GAP 병해충 및 수확 후 관리기술 개발			인삼약초연구소	모영분	'16~'18
색인용어	약용작물, 병해충, 수확 후, GAP 관리지침 설정				

ABSTRACT

This studies were carried out development of GAP standard cultivation technology of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., *Bupleurum falcatum* L., and *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.

Through this project,

- For *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., seeding method was set.
- In case of *Bupleurum falcatum* L., the effect of black vinyl mulching and proper planting density were set.
- In the case of *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf., One kind of control agent was selected for *Cercospora* sp, and six kinds of control agent for *Tetranychus urticae* were selected.
- The optimal drying time and storage period for each drying method were set as a post-harvest management technique for *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., *Bupleurum falcatum* L., and *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf..

We have built consumer confidence through standardization of GAP cultivation technology of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., *Bupleurum falcatum* L., and *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.

1. 연구목표

본 연구는 안전한 한약재 생산을 위하여 수입대체 가능한 약용작물을 대상으로 GAP 표준재배 기술 개발을 하고자 농촌진흥청과 공동연구 과제로 수행을 하였다. 강원도에서는 감초, 시호, 만삼을 대상으로 GAP 표준재배기술 개발을 위하여 재배기술, 병해충 방제 기술 및 수확 후 관리기술 등을 검토하였다. 본 연구를 통하여 감초, 시호, 만삼의 GAP 표준재배지침을 설정 및 보완하고자 하였다. 건강에 대한 국민적 관심 증가와 더불어 안전한 한약재에 대한 요구 증가로 최근 약용작물의 GAP 생산 면적 및 농가수가 점차 증가하고 있는 추세이다. '17년도 약용작물의 GAP 재배 면적은 1,782ha로 '15년 대비 약 10.7배 증가하였고 이는 전국 약용작물 재배면적 13,458ha의 13.2%를 차지하고 있다. 이에 농촌진흥청에서는 '15년까지 '당귀' 등 약용작물 36품목을 대상으로 GAP 표준재배기준(SOP)을 설정하기 위해 사업을 추진하여 GAP 표준재배기술을 보완 하였다. 그러나 약용작물은 소면적 다품목 재배 작물로서 전국적으로 50여 작목이 주로 재배되고 있다. 또한 약용작물은 국내 자급률이 낮은 작목 적 특징이 있어 일부 작목은 수입에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 농촌진흥청을 비롯한 각 도 농업기술원에서는 '16년도부터 '18년도까지 감초 등 24작목의 수입대체 가능한 약용작물을 대상으로 GAP 표준재배기술을 개발하고자 하였다. 이를 통해 '18년도까지 총 50여 작목의 GAP 표준재배기술 개발을 목표로 하였다. 약용작물의 GAP 생산을 위해서는 무엇보다 우선적으로 안전한 농산물 생산을 목표로 하고 있다. 안전한 약용작물 생산을 위해서는 재배단계와 수확 후 관리 단계에서의 GAP 표준재배 기술 개발이 무엇보다 필요한 실정이다. 재배단계에서는 무엇보다 농약 안전성이 우선시 된다. 그러나 약용작물은 소면적 다품목 재배 작물로서 병해충 방제를 위한 품목고시 적용 농약이 있는 작물이 22개 작물에 불과한 실정이다. 이는 경제적 이유로 농약회사에서 약용작물 약제 등록에 적극적이지 않고 작목별 병해충에 대한 체계적 연구수행이 미흡한 것에 기인하고 있기도 하다. 따라서, 강원도에서는 수입대체 가능 약용작물 중 감초, 시호, 만삼을 대상으로 GAP 안전생산을 위한 재배기술 및 수확 후 관리 기술을 개발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

〈제1세부과제: 감초, 시호, 만삼 GAP 병해충 및 수확 후관리지침 설정연구〉

(시험 1) 감초 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구

가. 이론적·실험적 접근방법

감초속(*Glycyrrhiza* L.) 식물은 세계적으로 약 18종이 분포하나, 우리나라에서 한약재로 사용하는 감초는 대한민국약전(15개정, 2018)에 의해 규정하고 있다. 이 한약재는 콩과(Leguminosae)에 속하는 다년생 초본인 감초 또는 만주감초(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.), 유럽감초 또는 광과감초(光果甘草: *Glycyrrhiza glabra* L.), 창과감초(脹果甘草: *Glycyrrhiza inflata* Batal.)의 뿌리 및 뿌리줄기로서 그대로 또는 주피를 제거한 것을 기원으로 한다. 감초는 러시아, 중국 북부, 만주, 몽골, 유럽 남부, 중앙아시아, 스페인 등의 지역에 광범위하게 분포되어 있다. 우리나라에서 주로 사용되는 종은 만주감초(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.)로서 거의 전량을 수입에 의존하고 있는 실정이다 (2018, 농업기술집잡이-212). 감초의 경우 2016년 연구수행 당시 GAP표준재배 지침이 없는 실정으로서, 이에 재배기술 보완, 병해충 방제기술 설정, 수확 후 관리 기술 설정을 목표로 수행하였다.

(1) 재배기술 설정

감초는 종자번식과 포복경을 이용한 영양번식이 가능한 것으로 알려져 있으며 포복경(기는 줄기)을 이용한 재배는 번식률이 낮아 대량증식이 어렵다(2002, 표준영농교본-122). 최근의 농업기술잡이 등 재배 기술서에는 포복경을 이용한 영양번식 재배법이 주를 이루고 있다. 이는 감초종자는 종피가 세밀한 경질종자로 수분침투가 어려워 휴면하는 특성이 있기 때문에 휴면타파를 위해서는 파종 전 종자를 도정하여 종피를 깎아 물리적 휴면타파를 유도 후 파종하고 있다. 본 연구에서는 감초의 직파재배기술을 개발을 위하여 파종방법을 설정하고자 하였다. 감초의 경우 관행 직파재배 기술은 2002년도에 발간된 표준영농교본-122에 수록되어 있으며, 대개 휴간거리를 30cm 또는 50cm 간격으로 조파를 하도록 기술되어 있다.

(2) 병해충 방제약제 선발

감초에 발생하는 주요 병해충에는 병으로는 갈색점무늬병(*Phoma* sp.)이 보고되어있고, 해충으로는 아카시아진딧물, 차옹애, 총채벌레류, 노린재류, 담배거세미나방 등이 보고되어 있다. 이중 총채벌레류와 노린재류는 방제용 GAP 적용약제가 등록되어 있지 않다(2018, 농업기술잡이-212). 따라서, 감초의 총채벌레류와 노린재류에 대한 GAP 적용약제에 대한 농약직권등록시험이 필요할 것으로 사료되었으나, 본 연구에서는 인삼약초연구소 시험포장에서 관찰된 감초의 녹병에 대한 GAP 적용약제를 선발하고자 하였다. 그러나 과제수행 중 감초의 녹병은 보고되어 있지 않은 병원균으로 인해 세부시험을 중단하였다.

(3) 수확 후 관리기술 설정

감초의 수확 후 관리기술은 건조 시 수확한 뿌리는 물에 깨끗이 씻어 햇빛에 말리는 것으로 되어 있었으나(2002, 표준영농교본-122), 최근에는 “한약재표준제조공정지침”에 의거 가공하도록 되어 있다(2016, 2017, 2018, 농업기술잡이-212). 감초를 한약재로 이용 시 “한약재표준제조공정지침”에 의거 해당지침을 준수해야 한다. 수확된 감초는 한약재 이용 시 “채취 → 기원확인 → 1차 선별 → 이송 → 세척 → 1차 건조 → 절단 → 2차 건조 → 2차 선별 → 대포장 → 검사 → 소분규격 포장” 등의 공정을 거친다(그림 1). 감초의 경우 현행 지침에는 온풍 건조시 40℃ 건조로 규정하고 있고, 1차 건조 시 건조시간은 건조감량 80% 기준으로 설정되어 있다. 또한 절단 후 2차 건조는 온풍 건조 40℃에서 6시간 건조하여 건조감량을 12.0%로 건조하도록 되어 있다. 따라서 본 연구에서는 감초의 수확 후 조제 과정 중 절단 전·후 1차 건조 및 2차 건조시의 양건 및 온풍건조 등의 건조시간을 설정하고, 각각의 건조방법별로 건조된 감초의 저장방법별(저장온도, 포장재)로 저장가능기간을 구명하고자 하였다.



그림 1. 감초 한약재표준제조공정 지침(요약)

나. 연구내용

(1) 감초 파종방법 설정(2016)

본 시험은 감초의 직파재배를 위한 파종방법 설정 보완을 위해 2016년도에 철원 소재 강원도 농업기술원 인삼약초연구소 시험포장에서 수행하였다. 시험재료는 종피가 찰상 처리된 감초 종자를 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과에서 분양받아 사용하였다. 시험포장 조성은 10a당 질소(N) 18kg, 인산(P_2O_5) 10kg, 칼리(K_2O) 10kg, 퇴비 2,000kg을 사용한 후 경운 및 정지를 하였고, 두둑은 이랑 너비 120cm, 이랑 높이 30cm 이상으로 성형하여 고품 재배를 하였다. 시험구 처리는 파종방법으로 관행재배인 조파와 비교 처리구인 점파 등 2처리를 두었으며, 각각의 파종방법별 처리수준은 조파의 경우 관행 재배인 조간 간격 30cm 파종과 조간 간격 50cm 파종 등 2수준으로 파종하였고, 점파의 경우 조간×주간의 간격을 각각 30cm×10cm, 30cm×15cm, 50cm×10cm, 50cm×20cm 간격으로 4수준으로 처리하여 파종하였다. 조파의 경우 파종 후 벗짚 피복을 하였으며, 점파의 경우 흑색비닐을 피복 후 각각의 파종간격별로 천공 후 파종하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 배치하였으며 감초 종자의 파종은 2016년 4월 22일에 실시하였다. 파종 후 농업과학기술 연구조사 분석기준에 의거 생육특성 및 수량성을 조사하였다.

(2) 감초 녹병 방제 약제 선발(2017)

본 시험은 인삼약초연구소 시험포장에서 관찰된 감초의 녹병에 대한 GAP 적용약제를 선발하고자 하였으나, 과제수행 중 미 보고 병원균으로 인해 세부시험을 중단하였다.

(3) 감초 건조 및 조제방법 설정(2017)

본 시험은 감초의 수확 후 관리를 위하여 건조 및 조제 방법을 보완을 위하여 2017년도에 수행하였다. 시험재료는 2016년 4월 22일에 직파 재배한 감초를 2017년 10월 25일에 수확하여 2년 생을 사용하였다. 수확된 감초는 작업장으로 운반 후 시험 처리시를 제외한 모든 공정은 “한약재 표준제조공정지침”에 의거 수행하였다. 시험 처리는 건조방법별로 양건(대조)과 40℃와 60℃에서 3처리로 건조하였다. 각각의 건조방법별 1차 예비건조는 6시간, 12시간, 24시간 등 3수준으로 건조를 하였으며, 1차 예비건조 후 45℃ 각 절단기를 이용하여 4~7mm 두께로 절단을 하였다. 절단된 시료는 다시 각각의 건조방법별로 처리 당 300g씩 3반복으로 분배 후 2차 본 건조를 각각 12시간, 24시간, 48시간 등 3수준으로 건조하였다. 양건은 일몰 시간을 제외하고 일출시간에 건조하였다. 온풍건조는 40℃ 건조의 경우 다목적 전기건조기와 냉풍제습건조기(TJHP-1003)를 사용하였고, 60℃ 건조의 경우 다목적 전기건조기를 사용하여 건조하였다. 모든 시험은 3반복으로 하였으며, 시험에 사용된 시료는 각 처리 당 300g이었다. 건조방법별 건조된 시료의 잔류 수분 함량을 측정하기 위하여 GMK-3310N(7.0% ~ 30.0% ± 0.5%)를 사용하였고, 색도변화 측정하기 위하여 CHROMA META CR-400을 사용하였다. 기타 조사항목은 농업과학기술 연구조사분석 기준에 의거 건조과정 중 건물질, 감량 등을 측정하였다.

(4) 감초 건조 후 저장방법 구명(2018)

본 시험은 감초의 수확 후 관리의 설정 보안을 위하여 2018년도에 수행하였다. 시험재료는 2016년 이전에 식재된 3년근 이상의 감초를 2018년 3월 20일에 수확하여 사용하였다. 수확된 감초는 작업장으로 운반 후 시험 처리를 제외한 모든 공정은 “한약재표준제조공정지침”에 의거 수행하였다. 시험 처리는 건조방법별로 양건(대조)과 온풍건조기를 이용하여 40℃와 60℃에서 건조하였다. 각각의 건조방법별 건조시간은 2017년도에 설정한 시간을 준용하였다. 각 처리 당 시료는 4800g을 사용하였으며 1차 건조는 양건은 24시간, 40℃ 건조는 24시간, 60℃ 건조는 6시간을 건조하였으며, 45° 각 절단 후 2차 건조는 양건 48시간, 40℃ 건조는 24시간, 60℃ 건조는 12시간을 건조하였다. 건조 시 사용된 방법은 양건은 일몰 시간을 제외하고 일출시간에 건조하였으며, 40℃ 건조의 경우 냉풍제습건조기(TJHP-1003)를 사용하였고 60℃ 건조의 경우 다목적 전기건조기를 사용하여 건조하였다. 건조가 완료된 시료는 저장조건 및 포장재별로 시료를 처리당 450g내외로 분리하여 장기저장 방법 구명을 위하여 사용하였다. 장기저장을 위한 시험 처리는 저장방법과 포장재 등 2처리로 하였으며 각각의 처리는 교호처리를 하였다. 처리별로는 저장방법의 조건은 상온저장, 4℃ 저장 등 2수준이었고, 포장재는 P.E(Polyethylene) 필름, P.P(Polypropylene) 필름 2수준이었다. 각 처리별로 저장 후 60, 120, 180일 차에 수분함량과 색도변화, 부패율을 조사하였으며, 건조방법 및 건조단계별 감초의 잔류 수분함량을 측정하기 위하여 Oven법¹⁾을 사용하였고, 변색 정도를 측정하기 위하여 색도변화 측정은 CHROMA META CR-400을 사용하였다. 기타 조사항목은 농업과학기술 연구조사분석 기준에 의거 건조과정 중 감모율, 부패율 등을 조사하였다.

(시험 2) 시호 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구

가. 이론적·실험적 접근방법

시호(*Bupleurum falcatum* Linn)는 산형과(Umbelliferae)에 속하는 다년생 초본 식물로서 우리나라에는 시호(*B. falcatum*), 섬시호(*B. latissimum*), 좁시호(*B. leveillei*), 개시호(*B. longeradiatum*), 등대시호(*B. euphorbioides*), 참시호(*B. scorzoneraefolium* W. var. *stenophyllum* N. 또는 *B. scorzoneraefolium* W. form. *ensifolium* Nakai)이 있으며, 그 외 외대시호(*B. scorzoneraefolium* W. form. *normale* Nakai)와 왕시호(*B. sachalinensis*)도 보고되었다. 중국에서는 시호(*B. chinense*), 대포시호(*B. euphorbioides*), 작시호(*B. komarovianum*), 남시호(*B. scorzoneraefolium*), 포지시호(*B. dalhousieanum*), 전시호(*B. yunnanense*), 금황시호(*B. aurcum*), 대엽시호(*B. longeradiatum*) 등 8종으로 분류하고 있으며, 한약 기원식물(*B. chinense*, *B. scorzoneraefolium*)이 우리나라와 다르다. 일본 도입종인 삼도(미시마)시호는 구주시호와 가장 많이 닮았으며, 현재는 삼도시호의 한 계통으로 보고 있다(농업기술길잡이 7, 2013, 2018). 우리나라에서 한약재로 사용하는 시호(*Bupleurum* Root)는 대한민국약전(15개정, 2018)에는 시호(*Bupleurum falcatum* Linn) 또는 그 변종(산형과 Umbelliferae)의 뿌리로 규정하고 있다. 한방에서는 해열, 진통, 소염, 이담, 청간, 승양 등에 이용되고 있다. 시호의 경우도 2016년 연구수행 당시 GAP표준재배 지침이 없는 실정으로서, 이에 재배기술 보완, 병해충 방제기술 설정, 수확 후 관리 기술 설정을 목표로 수행하였다.

1) 105℃에서 6시간 건조법에 의한 수분함량

(1) 재배기술 설정

시호는 종자번식을 하는 식물로 일반적으로 파종은 육묘 이식재배 또는 직파재배를 하는 약용작물로 알려져 있다. 관행의 파종방법은 재식거리는 나비 90cm의 두둑을 만들고 골 사이를 20cm로 하여 깊이 1cm 정도로 얇게 골을 파고 줄뿌림을 하거나, 인력파종기를 이용하여 1cm 깊이, 5cm 간격으로 파종하고 수분유지를 위하여 벧짚으로 덮고, 바람에 날리지 않도록 고정시켜 준다(농업기술길잡이 7, 2013). 본 연구에서는 시호 재배 시 관행의 벧짚피복 방법을 비닐피복으로 대체하고자 흑색비닐피복 효과 구명과 파종 시 조건 간격을 보완하여 점파방법을 설정하고자 하였다. 또한 시호의 관행 시비방법은 기비로 10a 당 원예용 복비(N-P-K=18-18-18) 50kg을 1회 사용하고, 추비로는 6월, 7월 및 8월 중순경에 원예용 복비(N-P-K=18-0-18)을 10a당 10kg을 3회 분시 하는 것으로 되어있다. 따라서 본 연구에서는 흑색비닐 피복재배시 추비사용 노동력을 절감하고자 전량 기비 사용방법을 구명하고자 하였다.

(2) 병해충 방제약제 선발

시호에 발생하는 주요 병해충에는 병의 경우 입고병, 탄저병, 갈색점무늬병이 보고되어 있고, 해충의 경우 뿌리혹선충이 보고되어 있다(2018, 농업기술길잡이 7). 해당병해충에 대해서는 현재 GAP 적용약제가 등록되어 있는 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 인삼약초연구소 시험포장에서 관찰된 갈색점무늬병에 대한 GAP 적용약제를 선발하고자 하였다.

(3) 수확 후 관리기술 설정

시호의 경우 수확 후 관리기술은 음건보다는 양건이 유리하며 실제 농가에서도 대부분 시호를 양건하고 있는 것으로 되어 있다. 열풍건조기를 이용하여 60℃에서 24시간 건조함으로써 양건에 비하여 건조시간이 58% 단축되고 선택이 양호하며 양건에 비하여 사이코사포닌도 현저히 높아 품질이 양호하다고 알려져 있다(농업기술길잡이 7, 2013). 한편 한약재로 이용할 경우 “한약재표준제조공정지침”에 의거 해당지침을 준수해야 한다. 수확된 시호는 한약재 이용 시 “채취 → 기원 확인 → 1차 선별 → 이송 → 세척 → 절단 → 2차 선별 → 대포장 → 검사 → 소분규격포장” 등의 공정을 거친다(그림 2). 한약재표준제조공정 지침에는 시호의 경우 양건으로 설정되어 있다. 따라서 본 연구에서는 시호의 수확 후 조제 과정 중 절단 후 건조방법은 양건으로만 한정되어 있어 열풍 건조를 위한 조건 및 각 건조방법별 건조된 시호의 장기저장 방법을 보완하고자 하였다.

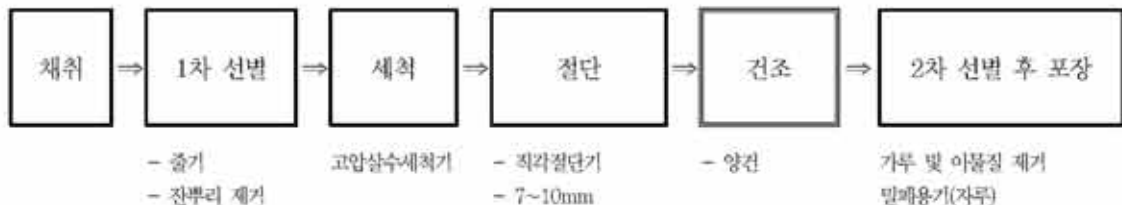


그림 2. 시호 한약재표준제조공정 지침(요약)

나. 연구내용

(1) 시호 비닐피복 재배효과 구명 및 재식밀도 설정(2016)

본 시험은 시호의 비닐피복 효과 구명 및 재식밀도 설정 보완을 위해 2016년도에 강원도 철원 소재 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장에서 수행하였다. 시험재료는 삼개시호 종자를 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과에서 분양받아 사용하였다. 시험포장 조성은 10a당 원예용 복비(N-P-K=18-18-18) 50kg을 기비사용 하였으며, 기비 사용 후 경운 및 정지를 하였다. 두둑은 이랑 너비는 120cm, 이랑 높이는 30cm 이상으로 성형하여 고풍 재배를 하였으며 재배 기간 중 추비는 6월, 7월, 8월에 원예용 복비(N-P-K=18-0-18)을 3회 분시 하였다. 시험구 처리는 관행재배인 벗짚피복(대조구)와 흑색비닐피복 등 2처리를 두었으며, 각각의 피복방법별 파종은 조간×주간의 간격을 각각 10cm×5cm, 20cm×5cm, 30cm×5cm 간격으로 3수준으로 처리하여 파종하였다. 시험구 배치는 분할구 배치 3반복으로 하였으며 파종은 2016년 4월 22일에 실시하였다. 파종 후 농업과학기술 연구조사분석기준에 의거 생육특성 및 수량성, 재배기간 중 잡초발생량 등을 조사하였다.

(2) 시호 비닐피복 재배 시 적정 기비사용 방법 구명(2017)

본 시험은 시호의 비닐피복 재배 시 적정 기비사용 방법을 구명하고자 2017년도에 강원도 철원 소재 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장에서 수행하였다. 시험재료는 삼개시호 종자를 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과에서 분양받아 사용하였다. 시험포장 조성은 각 처리별 기비 사용 후 경운 및 정지를 하였고, 두둑은 이랑 너비 120cm, 이랑 높이 30cm 이상으로 성형하여 고풍 재배를 하였다. 시험 전 토양의 화학성은 표 1과 같다. 시험구 처리는 대조구인 관행 처리구는 원예용 복비(N-P-K=18-18-18)를 10a 당 50kg 1회 기비 사용한 후 벗짚 피복재배하였고, 추비 사용을 위하여 6월 중순경에서 8월 중순경에 원예용 복비(N-P-K=18-0-18)을 10a당 10kg을 3회 분시하였다. 시험 처리구는 원예용 복비(N-P-K=18-18-18)를 10a 당 각각 40kg, 80kg, 120kg을 3수준으로 하여 전량 기비 사용하였다. 흑색비닐을 피복 재배를 하였다. 시험구 배치는 난피법 3반복으로 배치하였으며 파종은 2017년 4월 25일에 실시하였다. 파종 후 농업과학기술 연구조사분석기준에 의거 생육특성 및 수량 등을 조사하였다.

표 1. 시험 전 토양의 화학성

pH (1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	친환성 양이온(cmol(+)/kg)				P ₂ O ₅ (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)
			Ca	K	Mg	Na			
6.32	0.35	21.04	5.69	0.54	0.92	0.11	32	15.53	26.83

(3) 시호 갈색점무늬병 약제방제 효과 시험(2017)

본 시험은 시호에 발생하는 갈색점무늬병(*Phoma* sp.) 방제약제를 선발하고자 2017년도에 수행하였다. 시험재료는 삼개시호를 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과에서 분양받아 사용하였다. 시험포장은 강원도 철원군 김화읍 김화로 330번지 소재 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장과 강원도 춘천시 신북읍 유포리 소재 강원도농업기술원 원예연구과 유포리 시험포장 등

2개소에서 수행하였다. 시험구 조성은 원예용 복비(N-P-K=18-18-18)를 10a 당 50kg 1회 기비 사용한 후 흑색비닐 피복 재배를 하였고, 추비 사용을 위하여 6월 중순경에서 8월 중순경에 원예용 복비(N-P-K=18-0-18)를 10a당 10kg을 3회 분시하였다. 시험재료는 2016년 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과에서 분양받은 삼개시호를 당해 연도 자가 채종한 종자를 사용하였다. 파종은 조건 10cm, 주간 5cm로 하여 흑색비닐을 천공 후 철원 시험포는 4월 26일에, 춘천 시험포는 4월 27일에 파종하였다. 철원 시험포의 경우 당해 연도 봄철 가뭄 등으로 발아율 저조로 인해 '16년 4월 26일에 파종한 2년생 시험포장으로 대체하여 약제처리를 하였다. 약제처리는 표16과 같이 플루아지남 수화제 등 5종의 공시약제를 농약직권등록시험 방법에 따라 약효 및 약해 시험을 수행하였으며, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하여 수행하였다. 그리고 약효 및 약해 조사 방법은 표 2와 표 3과 같이 수행하였다.

표 2. 처리내용 및 방법

농약 품목명 (시험 약제명)	성분 함량 (%)	약 효 시 험		약 해 시 험	
		희석배수	처리시기 및 방법	기준량	배 량
플루아지남 수화제	50	2,000배	발병 초 10일 간격 3회 경엽처리	2,000	1,000
플로로탈로닐 수화제	75	*	*	*	*
비터타놀 수화제	25	*	*	*	*
아족시스트로빈 수화제	10	1,000배	*	1,000	500
테부코나졸 유제	12	2,000배	*	2,000	1,000
무처리	-	-	-	-	-

표 3. 약효 및 약해 조사방법

구분	조사항목	조사횟수	조사일자	조 사 방 법
약효시험	이병엽율	1회	철원: 8.17 춘천: 8.11	최종약제 처리 10일 후 구당 20주, 주당 20엽의 이병엽수 조사
약해시험	외관상 약해유무	3회	철원: 7.21, 7.23, 7.25 춘천: 7.15, 7.17, 7.19	외관상 줄기, 잎 부위에 나타나는 이상 증상 발생 여부 조사

(4) 시호 건조 및 저장방법 구명(2018)

본 시험은 시호의 수확 후 관리의 설정 보안을 위하여 2018년도에 수행하였다. 시험재료는 2016년 4월 22일에 파종한 3년생 시호를 2018년 3월 20일에 수확하여 사용하였다. 수확된 시호는 작업장으로 운반 후 시험구 처리시를 제외한 모든 공정은 "한약재표준제조공정지침"에 의거 수행하였다. 시험 처리방법은 건조방법별로 양건(대조)과 열풍건조기를 이용하여 40℃와 60℃에서 건조하였다. 적정 건조시간 설정을 위하여 건조 중 일정 건조시간이 경과되는 시점에 일정 시료를 채취해 잔류 수분함량을 측정하기 위하여 Oven법²⁾을 사용하였다. 각 처리별 850g 내외의 시료를 3반복으로

2) 105℃에서 6시간 건조법에 의한 수분함량

사용하였으며, 건조 시 사용된 방법은 양건은 일몰 시간을 제외하고 일출시간에 건조하였으며, 40℃ 건조의 경우 냉풍제습건조기(TJHP-1003)를 사용하였고 60℃ 건조의 경우 다목적 전기건조기(동성)를 사용하여 건조하였다. 건조가 완료된 시료는 저장조건 및 포장재별로 시료를 각 처리별로 50g내외로 분리하여 장기저장 방법 구명을 위하여 사용하였다. 장기저장을 위한 시험 처리는 저장 방법과 포장재 등 2처리로 하였으며 각각의 처리는 교호처리를 하였다. 처리별로는 저장방법의 조건은 상온저장, 4℃ 저온저장 등 2수준이었고, 포장재는 P,E(Polyethylene) 필름, P,P(Polypropylene) 필름 등 2수준으로 하였다. 각 처리별로 저장 후 60, 120, 180일 경과 시점에 시료 내 수분함량과 색도 변화, 부패율을 조사하였으며, 저장기간 중 시료의 잔류 수분함량을 측정하기 위하여 앞선 방법과 동일한 방법을 사용하였다. 변색정도를 측정하기 위하여 색도변화 측정은 CHROMA META CR-400을 사용하였다. 기타 조사항목은 농업과학기술 연구조사분석 기준에 의거 건조과정 중 감모율, 부패율 등을 측정하였다.

(시험 3) 만삼 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구

가. 이론적·실험적 접근방법

만삼(*Codonopsis pilosula* Nannfeldt)은 초공꽃과(*Campanulaceae*)에 속하는 다년생 덩굴성 초본식물로 주요성분은 알칼로이드(Alkaloid), 사포닌(Saponin), 단백질, 전분, 비타민 B1, B2 등이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다. 약리작용은 강장작용, 건위(健胃)작용, 조혈(造血)작용, 혈압강하(血壓降下)작용, 진해거담(鎮咳祛痰)작용 등의 약리작용을 한다고 알려져 있다. 만삼의 어린 순은 나물로 먹기도 하며, 뿌리 말린 것을 당삼(黨參)이라 하여 한약재로 쓰고 있다(2016, 농촌진흥청). 한약재로의 당삼은 대한민국약전(15개정, 2018)에는 만삼(*Codonopsis pilosula* Nannfeldt), 소화당삼(素花黨參, *Codonopsis pilosula* Nannfeldt var. *modesta* L. T. Shen) 또는 천당삼(川黨參, *Codonopsis tangshen* Oliver)의 뿌리를 기원으로 하고 있다. 만삼은 2016년도 농촌진흥청에서 발간된 “약용작물 GAP 표준재배기술 I”에 지침이 마련되어 있으나, 기존에 설정된 기술 중에서 개선이 필요한 재배기술, 병해충 방제, 수확 후 관리 기술을 보완 설정을 목표로 수행하였다.

(1) 재배기술 보완

만삼의 파종은 직파재배와 육묘 이식재배 방법이 있는데 보통 육묘이식재배법을 한다고 알려져 있다. 본 연구에서는 관행의 직파재배 기술을 보완할 필요성을 갖고 하고자 추진하였다. 직파재배 시의 파종방법은 흩어뿌림과 줄뿌림 방법을 이용하고 있다. 이러한 파종방법은 밧짚이나 차광망 등으로 피복을 해서 수분을 유지해야 하며 이후에도 적당히 물을 주어 토양 수분을 유지하여 출아에 유리하게 해야 한다.(농촌진흥청, 2016). 따라서 본 연구에서는 기존에 설정된 직파재배기술을 보완하기 위해 점파를 위한 흑색비닐피복 효과 및 재식밀도를 구명하고자 하였다.

(2) 병해충 방제약제 선발

만삼에 발생하는 주요 병해충에는 병의 경우 녹병, 근부병, 노균병이 보고되어 있고, 해충의 경우 당근뿌리혹선충, 거세미나방, 땅강아지 등의 피해가 보고되어 있다(2016, 농촌진흥청). 현재 한국

식물병목록에는 만삼의 주요병은 점무늬병(*Cercospora* sp., *Septoria codonopsidis* Ziling), 시들음병(*Fusarium* sp.), 녹병(*Puccinia campanulae* Pat.) 뿌리썩음병(*Pythium myriotylum* Dresch.)이 보고되어 있다. 그리고 해충으로는 마늘줄기선충(*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filip'jev) 보고되어 있다. 그러나 현재 만삼에 등록된 GAP 적용약제는 없는 실정으로 본 연구에서는 만삼에 발생하는 주요병인 녹병 및 점무늬병과 추가적으로 해충으로 점박이용애에 대한 GAP 적용약제를 선발하고자 하였다.

(3) 수확 후 관리기술 보완

만삼의 경우 기존의 GAP 수확 후 관리기술은 정식 2년~3년 후 가을철에 수확하여 뿌리를 파내어 흙을 털어 버리고 굵은 것과 가는 것을 따로 구분하여 부드럽고 연한 상태로 퍼서 말리고, 손으로 같은 방향으로 잘 다듬어서 다시 말리는데 반복적으로 3~4회 건조 시키는 것으로 되어 있다. 또한 저장은 만삼의 경우 대량의 당분을 함유하고 있어 저장 중에 벌레 피해를 받기 쉽고 곰팡이가 생기며 당분이 나옴과 색이 변하며 맛이 달라지기 때문에 반드시 선선하고 건조한 곳에 저장하도록 되어 있다(농촌진흥청, 2016). 만삼의 경우도 한약재로 이용하기 위한 목적시 “한약재표준 제조공정지침”을 준수해야 한다. 만삼의 한약재 이용 시 해당 지침은 “채취 → 기원확인 → 1차 선별 → 이송 → 세척 → 절단 → 건조 → 2차 선별 → 대포장 → 검사 → 소분규격포장” 등의 공정을 거친다(그림 3). 해당 공정에서는 만삼의 건조 시 온풍건조기 50℃이하에서 건조감량 13.0% 이하로 되어 있다. 따라서 본 연구에서는 만삼의 수확 후 조제 과정 중 절단 후 건조방법별 건조 시간과 건조 후 만삼의 장기저장을 위하여 건조방법별로 저장조건 및 포장재에 따른 장기저장기술을 보완하고자 하였다



그림 3. 만삼의 한약재표준제조공정 지침 요약

나. 연구내용

(1) 만삼 적정 재식밀도 설정(2016)

본 시험은 만삼의 적정 재식밀도 설정 보완을 위해 2016년도에 철원 소재 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장에서 수행하였다. 시험재료는 정선지역 재래종을 농가에서 분양받아 사용하였다. 만삼 종자는 128공 플러그트레이에 7월 28일에 파종하여 육묘 후 8월 19일에 시험구 포장에 처리별로 정식하였다³⁾. 시험포장 조성은 10a 당 기비로 퇴비는 3,000kg, 용성인비 37kg 그리고 염화加里 8kg을 사용한 후 경운 및 정지를 하였고, 두둑은 이랑 너비는 120cm, 이랑 높이는

3) 당초 계획은 만삼의 직파재배시 적정 재식밀도를 설정하기 위하여 4월 28일에 처리구별로 직파 하였으나, 해당연도의 기상환경 및 발아불량으로 육묘이식 재배로 연구수행 함

30cm 이상으로 성형하여 고풍 재배를 하였다. 시험구 처리는 조건×주간 간격을 30×15cm, 30×30cm, 20×15cm, 20×20cm로 하여 4처리로 수행하였으며, 흑색비닐을 피복 후 각각의 재식밀도별로 천공 후 정식하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 수행하였으며, 파종 후 농업과학기술 연구조사 분석기준에 의거 생육특성 및 수량성을 조사하였다.

(2) 만삼 녹병 약제방제 효과시험(2017~2018)

본 시험은 만삼의 녹병(*Puccinia campanulae*)방제를 위하여 2017~2018년도 2년간 수행하였으나, 녹병이 발생되지 않아 약효 검정을 수행하지 못했다. '17년도에는 공시약제에 대한 약해 조사를 수행하였다. 시험포장 조성은 2017년에는 철원과 춘천 2개소에서 수행하였으며, '18년도에는 철원과 화천 2개소에서 수행하였다. 공시약제 처리방법 및 약효·약해 조사방법은 표 4와 표 5와 같았다.

표 4. 공시약제 및 처리방법(2017)

농약 품목명(시험 약제명)	성분함량 (%)	약 효 시 험		약해시험	
		희석배수	처리시기 및 방법	기준량	배량
피라클로스트로빈 유제	22.9	4,000배	발병 초 10일 간격 3회 경엽처리	4,000	2,000
트리플록시스트로빈 입상수화제	50	-	-	-	-
비터타놀 수화제	20	-	-	-	-
아족시스트로빈 수화제	10	2,000배	-	2,000	1,000
트리아디메폰 수화제	12	3,000배	-	3,000	1,500
무처리	-	-	-	-	-

표 5. 조사방법

구분	조사항목	조사횟수	조사일자	조 사 방 법
약효시험	이병엽율	1회	철원: 10.20 춘천: 10.20	최종약제 처리 10일 후 구당 20주, 주당 20엽의 이병엽수 조사
약해시험	외관상 약해유무	3회	철원: 7.21, 7.23, 7.28 춘천: 7.15, 7.17, 7.19	외관상 줄기, 잎 부위에 나타나는 이상 증상 발생 여부 조사

(3) 만삼 점무늬병 약제방제 효과 시험(2018)

본 시험은 만삼에 발생하는 점무늬병(*Cercospora* sp.) 방제약제를 선발하고자 2018년도에 수행하였다. 시험재료는 자가 채종한 재래종 종자를 사용하였으며 시험포장은 강원도 철원군 김화읍 김화로 330번지 소재 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장과 화천군 상암면 신풍리 810번지 소재 농가포장 2개소에서 수행하였다. 시험포장의 약제 처리방법, 시험구 배치 및 약효·약해조사는 표 3-6, 표 3-7 및 표 3-8과 같이 농약직권등록시험에 준하여 수행하였다.

(가) 철원시험포 경종개요(시험 1)

강원도 철원군 김화읍 김화로 330, 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장에서 수행하였다. 128공 플러그트레이 포트에 파종(3월 12일) 후 유리온실에서 육묘하였으나, 발아불량으로 재 파종하였다. 재 파종은 128공 플러그트레이 포트에 파종(4월 10일) 후 유리온실에서 육묘하였다. 본포는 시비 및 두둑형성 후 흑색비닐 피복을 한 후 두둑 당 20×20cm 4열로 6월 5일에 정식하였다. 정식 후 환착 및 생육관리를 위하여 초기 차광 재배하였으나, 폭염 및 배수불량으로 인한 시험구의 75%이상이 고사하여 7월 27일에 재 파종 후 육묘하였다. 육묘 후 9월 5일에 본포 정식 후 약제 처리를 수행하였다. 약제처리 전까지 손제초로 잡초발생을 억제하였으며 타 병해충 방제를 위한 약제처리는 없었다.

(나) 화천시험포 경종개요(시험 2)

강원도 화천군 상서면 신흥리 810번지 농가 포장에서 수행하였다. 128공 플러그트레이 포트에 파종(3월 12일) 후 유리온실에서 육묘하였으나 발아불량으로 재 파종하였다. 재 파종은 128공 플러그트레이 포트에 파종(4월 10일) 후 유리온실에서 육묘하였다. 본포는 시비 및 두둑형성 후 흑색비닐 피복을 한 후 두둑 당 20×20cm 4열로 6월 4일에 정식하였다. 정식 후 환착 및 생육관리를 위하여 초기 차광 재배하였으며, 시험포장은 과거 인삼 재배포장으로 배수 등에 문제가 없을 것으로 판단되어 선정하였으나, 폭염 및 배수불량으로 시험구의 80%이상 고사로 인해 7월 27일에 재 파종 후 육묘하였다. 육묘 후 9월 5일에 본포 정식 후 약제처리를 수행하였다. 약제 처리 전까지 손제초로 잡초발생을 억제하였으며 타 병해충 방제를 위한 약제처리는 없었다.

표 6. 만삼 점무늬병 처리약제 및 처리방법

농약 품목명(시험 약제명)	주성분 함량 (%)	약효시험		약해시험	
		희석배수 및 사용량	처리시기 및 방법	기준량	배량
아족시스트로빈 액상수화제	21.7	2,000배	발병초 10일 간격 3회 경엽처리	2,000	1,000
티오파네이트메틸 수화제	70	1,000배	*	1,000	500
테부코나졸 유제	25	2,000배	*	2,000	1,000
이프로디온 수화제	50	2,000배	*	2,000	1,000
헥사코나졸 액상수화제	5	2,000배	*	2,000	1,000
무처리	-	-	-	-	-

표 7. 시험구배치 및 면적: 난괴법 3반복

구분	처리수	반복수	총구수	구당면적	소요면적	총소요면적
약효	6	3	18	10㎡	180㎡	345㎡
약해	11	3	33	5㎡	165㎡	

표 8. 약효 및 약해시험 조사방법

구 분	조사항목	조사횟수	조사일자	조 사 방 법
약효시험	이병엽율	1회	시험 1(철원): 10.25. ↓ 시험 2(화천): 10.25. ↓	최종약제 처리 10일 후 구당 20주, 주당 전체 엽의 이병엽수 조사
약해시험	외관상 약해유무	3회	시험 1(철원): 10.1., 10.3., 10.5. 시험 2(화천): 9.30., 10.2., 10.4.	외관상 줄기, 잎 부위에 나타나는 이상 증상 발생 여부 조사

↓ 약효시험 당초 조사일은 철원 10월 28일, 화천 10월 27일이었으나 기온하강 및 강우 예고로 10월 25일 시료채취 후 조사함

(4) 만삼 점박이응애 억제방제 효과 시험(2018, 신규추가)

본 시험은 만삼에 발생하는 점박이응애(*Tetranychus urticae*) 방제약제를 선발하고자 2018년도에 수행하였다. 시험재료는 자가채용한 재래종 종자를 사용하였으며 시험포장은 강원도 철원군 김화읍 김화로 330번지 소재 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장과 화천군 상암면 신흥리 810번지 소재 농가포장 2개소에서 수행하였다. 시험포장의 약제 처리방법, 시험구 배치 및 약효·약해조사는 표 9, 표 10 및 표 11과 같이 농약직권등록시험에 준하여 수행하였다. 각 시험포장의 경종개요 점무늬병 억제방제 효과시험과 동일하였다.

표 9. 만삼 점박이응애 처리약제 및 처리방법

농약 품목명(시험 농약명)	주성분 함 량 (%)	약효시험		약해시험	
		희석배수 및 사용량	처리시기 및 방법	기준량	배량
아바멕틴 유제	1.8	3,000배	발생초기 경엽처리	3,000	1,500
에마멕틴벤조에이트 유제	2.15	2,000배	*	2,000	1,000
비벤트린 수화제	2	1,000배	*	1,000	500
페나자퀸 유제	10	2,000배	*	2,000	1,000
펜피록시메이트 액상수화제	5	2,000배	*	2,000	1,000
아조사이클로틴 수화제 (공시 및 잠정대조)	25	1,500배	*	1,500	750
무처리	-	-	-	-	-

표 10. 시험구배치 및 면적: 난괴법 3반복

구 분	처리수	반복수	총구수	구당면적	소요면적	총소요면적
약 효	7	3	21	10m ²	210m ²	210m ²
약 해	13	3	39	5m ²	195m ²	195m ²

표 11. 만삼 점박이응애 처리약제의 약효 및 약해 조사방법

구 분	조사항목	조사횟수	조사일자	조 사 방 법
약효시험	생충수	3회	시험 1(철원): 9.28., 10.5., 10.12. 시험 2(화천): 9.27., 10.4., 10.11.	약제처리 전 및 최종약제 처리 7일, 14일 후 구당 20주 대상 조사
약해시험	외관상 약해유무	3회	시험 1(철원): 10.1., 10.3., 10.5. 시험 2(화천): 9.30., 10.1., 10.4.	외관상 줄기, 잎 부위에 나타나는 이상 증상 발생 여부 조사

(5) 만삼 건조 및 저장 방법 구명(2018)

본 시험은 만삼의 수확 후 관리의 설정 보완을 위하여 2018년도에 수행하였다. 시험재료는 2016년 8월 19일에 정식한 3년생 만삼을 2018년 3월 20일에 수확하여 사용하였다. 수확된 만삼은 작업장으로 운반 후 시험구 처리시를 제외한 모든 공정은 "한약재표준제조공정지침"에 의거 수행하였다. 시험 처리방법은 건조방법별로 양건(대조)과 열풍건조기를 이용하여 40℃와 60℃에서 건조하였다. 적정 건조시간 설정을 위하여 건조 중 일정 건조시간이 경과되는 시점에 일정 시료를 채취해 잔류 수분함량을 측정하기 위하여 Oven법을 사용하였다. 건조 시 사용시료는 각 처리별로 5,500g내외로 사용하였고, 건조 방법은 양건은 일몰 시간을 제외하고 일출시간에 건조하였으며, 40℃ 건조의 경우 냉풍제습건조기(TJHP-1003)를 사용하였고 60℃ 건조의 경우 다목적 전기건조기를 사용하여 건조하였다. 건조가 완료된 시료는 저장조건 및 포장재별로 시료 150g 분리하여 장기저장 방법 구명을 위하여 사용하였다. 장기저장을 위한 시험 처리는 저장방법과 포장재 등 2처리로 하였으며 각각의 처리는 교호처리를 하였다. 처리별로는 저장방법의 조건은 상온저장, 4℃ 저온저장 등 2수준으로 하였고, 포장재는 P,E(Polyethylene) 필름, P,P(Polypropylene) 필름 등 2수준으로 하였다. 각 처리별로 저장 후 60, 120, 180일 경과 시점에 시료 내 수분함량과 색도 변화, 부패율을 조사하였으며, 저장 기간 중 시료의 잔류 수분함량을 측정하기 위하여 앞선 방법과 동일한 방법을 사용하였다. 변색 정도를 측정하기 위하여 색도변화 측정은 CHROMA META CR-400을 사용하였다. 기타 조사항목은 농업과학기술 연구조사분석 기준에 의거 건조과정 중 감모율, 부패율 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제: 감초, 시호, 만삼 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구〉

(시험 1) 감초 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구

가. 감초 파종방법 설정(2016)

(1) 재배기간 중 기상환경

감초 재배기간 중 기상환경은 표 12와 같다. 파종 후 감초 종자의 발아가 시작되는 5월 상순에 강수량이 82.5mm로써 평년보다 2배 이상 많아 초기 감초 발아 및 지상부 출현 후 생육에 충분한 조건으로 사료되었다. 반면에 생육 초기인 6월 상순과 하순에는 강수량이 각각 0.1mm와 3.3mm로 가뭄이 심한 시기이었으나, 잘 알려져 있는 바와 같이 전형적인 사막성 작물로 알려져 있는 감초의 특성상 생육에는 영향이 없었을 것으로 판단되었다. 반면에, 감초의 생육에 적합한 연평균 기온이 2.6~2.8℃점을 감안할 때 생육기간 중 기온 상승과 7월 상순과 하순에 집중 강우는 증기 감초의 생육에 불리한 환경으로 작용했을 것으로 사료되었다.

표 12. 기상환경(2016. 철원)

요소	5월			6월			7월			8월			9월			10월			
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	
평균 기온 (℃)	관측	15.5	17.7	19.6	21.5	21.9	22.8	22.5	23.8	25.8	27.1	27.3	21.8	22.1	20.7	18	16	13.8	10.6
	평년	14.9	15.8	17.8	19.6	20.9	21.8	22.8	23.3	24.3	24.9	24.3	22.4	21	18.7	16.3	14	11.9	9
최고 기온 (℃)	관측	21.5	26	26.1	27.9	27.4	28.6	27.5	28.6	30.2	33.2	33.1	27	28	27.2	25.2	22.2	21.7	16.3
	평년	21.6	21.9	23.9	25.6	26.5	26.5	27.2	27.3	28.5	29.6	29.2	27.5	26.6	24.9	23.1	21.2	19.2	16.5
최저 기온 (℃)	관측	9.4	10.1	13.1	15.2	17.9	17.2	18.2	19.6	22.7	21.9	23	17.4	17.4	15.6	12.4	10.7	7.4	4.8
	평년	8.6	10	12	14.1	15.9	17.6	19	20	21	21.1	20.2	18.4	16.4	13.4	10.6	8	5.5	2.5
강수량 (mm)	관측	82.5	37.7	29.7	0.1	23.7	3.3	282.8	57.5	120.2	5.6	1.4	56.7	18.7	-	13.5	136.6	0	36.5
	평년	34.7	41.3	28.2	29.8	48.7	61.5	96.5	145	160	139	82.9	119.3	53.6	65.4	22.9	14.8	16.3	12.7

※ 자료출처: 기상청 홈페이지(2016)

(2) 지상부 생육

감초의 파종방법 및 재식밀도별 지상부 생육은 표 13과 표 14와 같다. 출현률은 관행 재배인 조파에 비해 점파 시 양호한 경향을 보였으나, 점파 재배 시에는 50×20cm로 소식할 경우 출현률이 감소하는 경향을 보였다. 출현된 개체의 생육 후기 입모율은 점파 시 93%이상 높게 유지되었으나 조파 시 17.3% 이하였다. 이러한 점으로 미뤄 볼 때, 감초의 경우 관행의 벚짚 피복보다 흑색비닐 피복 방법이 유리할 것으로 판단되었으나 피복효과에 대한 보다 면밀한 검토가 필요할 것으로 사료되었다. 감초의 후기 생육은 초장, 경장, 경수, 경두께, 마디수, 분지수 및 엽병수 등의 지상부 생육도 조파재배보다 점파재배 시 양호한 경향이였다. 재식밀도별로 보면 주당 건조중은 점파 50×25cm로 소식할 경우 31g 내외로 가장 무거웠다.

표 13. 감초의 지상부 생육 특성

(조사일: 10월 28일)

파종 방법	재식 밀도	출현률 (%)	입모율 (%)	초장 (cm)	경장 (cm)	경수 (개/주)	경두께 (cm)
점파 ↓	30×10	84.0±1.8	99.7±0.5	91.1±18.4	81.3±7.8	0.2±0.3	0.6±0.08
	30×15	82.2±6.1	96.8±3.9	91.5±17.6	82.5±17.8	0.1±0.1	0.8±0.16
	50×10	83.2±4.3	93.4±4.3	91.0±15.9	82.6±15.5	0.1±0.2	0.7±0.14
	50×20	67.4±18.1	98.5±1.4	78.7±4.9	70.1±5.2	0.3±0.3	0.8±0.42
조파 ↓	30	35.5±0.0	17.3±2.5	45.9±15.9	39.6±12.7	0.1±0.1	0.3±0.03
	50	35.5±0.0	5.0±2.0	48.8±13.4	42.5±11.9	0.0±0.0	0.3±0.03

↓ 점파: 흑색비닐 피복재배, ↓ 조파: 벚짚 피복재배

표 14. 감초의 지상부 생육 비교

(조사일: 10월 28일)

파종 방법	재식 밀도	마디수 (개/주)	분지수 (개/주)	엽병수 (매/주)	초중(g/주)		
					생	건	건물률(%)
점파	30×10	36.3±4.9	8.4±3.6	131.9± 53.3	26.3± 6.5	13.3± 5.0	49.4± 5.9
	30×15	35.4±7.1	7.7±1.9	233.9± 78.1	53.8±29.0	25.0±16.0	44.5± 4.3
	50×10	37.3±4.5	5.2±0.5	183.8± 41.1	42.3±10.3	17.7± 4.2	42.1± 5.7
	50×20	34.7±4.8	7.9±3.8	300.6±143.3	68.1±27.9	31.0±14.0	49.3± 3.6
조파	30	26.7±6.1	0.1±0.1	41.9± 24.4	5.9± 5.0	1.5± 2.2	34.9±15.0
	50	27.5±2.4	0.1±0.2	30.9± 11.0	4.3± 2.9	1.6± 1.6	30.1±18.5

(3) 지하부 생육 및 수량성

파종방법별 지하부의 생육은 표 15와 그림 4와 같다. 근장 및 근경은 점파 시 조파보다 생육이 양호한 경향이었으며, 재식밀도별로는 일반작물의 경향과 같이 밀식보다 개체의 생육공간이 넓은 소식할 경우 증가하는 경향을 보였다. 따라서 주당 건근중은 점파 50×20cm 파종 시 48.3±14.0g으로 가장 높았으나 편차⁴⁾가 심하였다.

표 15. 감초의 지하부 생육 특성

(조사일: 10월 28일)

파종 방법	재식 밀도	근장 (cm)	근경 (cm)	지근수 (개/주)	근중(g/주)			포복경	
					생	건	건물률 (%)	경수 (개/주)	경중 (g/주)
점파	30×10	37.9± 2.3	1.5±0.1	5.7±1.3	46.3± 8.5	24.2± 4.5	52.8±0.9	4.1±1.9	19.8±12.8
	30×15	39.0± 4.8	1.8±0.2	4.7±1.0	61.5±14.8	31.8± 8.6	51.1±2.1	3.9±1.0	22.3± 6.2
	50×10	41.9± 4.8	1.6±0.3	3.5±1.1	51.1± 5.3	23.9± 3.0	48.6±3.7	4.2±0.9	19.4± 6.3
	50×20	47.1± 4.2	1.9±0.4	4.5±1.9	93.5±25.4	48.3±14.0	51.8±1.1	5.1±2.5	50.5±14.0
조파	30	32.5±10.3	1.0±0.2	1.8±0.5	13.8± 9.1	6.6± 5.2	43.7±7.9	1.6±1.8	3.3± 4.3
	50	31.9± 2.2	1.1±0.2	1.3±0.8	12.7± 7.6	6.6± 4.0	52.4±1.4	1.3±1.5	2.1± 3.3

감초의 파종방법별 수량성은 관행인 조파보다 점파 시 증수하는 경향을 보였으며, 점파 시 재식 밀도별로는 밀식할 경우 증수하는 경향이였다. 10a 당 건근 수량은 30cm×10 cm로 점파 재배 시 410.3±82.8 kg으로 관행의 조파 30 cm 재배보다 약 9배 증수하는 경향을 보였다. 이상의 경향으로 볼 때 감초 직파재배 시 파종방법은 관행 조파보다 점파 재배가 생육 및 수량성면에서 유리할 것으로 판단되었으며, 점파 재배시 흑색비닐을 피복할 경우 잡초발생 억제와 감초 생육에 유리할 것으로 판단되었다. 그러나 환경변이 등으로 인해 연차 간 반복 시험을 통해 보다 면밀한 검토가 필요할 것으로 사료되었다(표 16).

4) 감초 파종방법 설정시험의 각 조사항목별로 분석된 표준편차 값은 분석오류로 인해 값을 정정함(2019. 2. 22)

표 16. 감초의 파종방법별 수량성

(조사일: 10월 28일)

파종 방법	재식 밀도	지상부 수량(kg/10a)		근/경엽율 (%)	지하부 수량(kg/10a)		
		생	건		생근	건근	지수
점파	30×10	441.8±114.1	222.6±84.9	191.2±20.5	774.9±154.0	410.3±82.8	901
	30×15	557.0±255.7	255.4±141.0	154.1±63.4	652.1±97.3	329.9±62.2	725
	50×10	392.5±100.3	162.4±24.8	154.1±51.8	476.2±54.8	229.5±10.1	504
	50×20	258.7±98.5	129.7±58.4	193.1±27.7	372.6±71.6	187.5±41.4	413
조파	30	41.3±40.8	18.2±23.6	326.1±71.2	90.9±75.6	45.5±43.3	100
	50	6.4±6.4	2.2±3.1	342.4±86.1	16.4±17.6	9.8±8.3	18



그림 4. 파종방법별 1년생 감초 근 생육

(4) 병해충 발생 양상

시험 기간 중 감초에 발생된 주요 병해충 발생 양상은 표 17과 같다. 주로 7월~8월에 관찰되었으며 충으로는 진딧물류가 관찰되었으며, 병으로는 갈색점무늬병이 관찰되었다(그림 5). 해당 병해충은 GAP 적용약제가 등록되어 있어 병해충 발생 시 농약 안전사용지침에 의거 방제를 하였다.

표 17. 감초의 주요 병해충 발생 양상

파종 방법	재식 밀도	진딧물류				갈색점무늬병					
		발생일 (월/일)	발병율 (%)	발생일 (월.일)	발병율 (%)	발생일 (월/일)	발병율 (%)	발생일 (월/일)	발병율 (%)		
점파	30×10	7/12	50	-	-	8/18	36.7	8/29	2.3	9/6	7.7
	30×15	7/12	50	8/18	3.3	8/18	20.0	8/29	2.3	9/6	4.3
	50×10	7/12	50	8/18	6.7	8/18	23.7	8/29	1.7	9/6	3.0
	50×20	8/17	13.3	-	-	8/18	23.3	8/29	1.3	9/6	3.0
조파	30	8/18	6.7	-	-	8/18	70.0	8/29	1.7	9/6	5.0
	50	-	-	-	-	8/18	20.0	8/29	1.0	9/6	2.3



〈진딧물〉



〈갈색점무늬병〉

그림 5. 1년생 감초에 발생하는 주요 병해충

나. 감초 녹병 방제 약제 선발(2017_시험 중단)

본 시험은 과제 협약에 따라 수행 예정이었으나, 농약직권등록시험 선정 검토 시 해당 병의 병원균이 미 보고되어 있어 시험 중단하였다.

다. 감초 건조 및 조제방법 설정(2017)

(1) 1차 건조 후 감량 변화 및 절단 후 색도

감초 뿌리는 섬유질이 많아서 직각 절단기로 절단할 때는 문제가 없지만, 해당지침에 의거 45° 각도로 비껴서 사편으로 절단할 때는 제대로 된 모양으로 절단이 되지 않아 절단 전 1차 건조과정을 거치게 된다(2018, 농업기술길잡이-212). 따라서 본 연구에서는 감초의 절단 전·후 건조 과정에서 기존 관행 방법을 포함하여 추가적인 건조방법을 보완하고자 하였다. 감초의 절단 전의 1차 건조 시 감량변화 및 색도는 표 18과 같다. 양건 시 24시간 건조할 경우 건물률은 83.1%로 건조된 감초의 감량⁵⁾은 16.9%였으며, 40℃ 건조 시에는 건조기 종류와 상관없이 24시간 건조시 건물률은 71.7~74.8%로 감량은 25% 이상이 되었고, 60℃ 건조에서는 6시간 건조 시 건물률은 76.6%로 감량은 23% 이상이 되었다. 색도는 60℃에서 건조시간이 증가될수록 L값이 낮아지는 경향을 보였다. 본 결과로 감초의 1차 건조는 양건 시 24시간이상 필요할 것으로 사료되었으며, 온풍건조기 이용 시에는 40℃에서는 24시간, 60℃에서는 6시간이 적정할 것으로 판단되었다.

표 18. 감초의 1차 건조 후 감량변화 및 색도

건조방법	1차건조 (시간)	감량변화		색도 ↓(절삭 후)		
		건물률(%)	감량(%)	L	a	b
양건	6	93.4	6.6	75.76	-0.04	20.46
	12	88.8	11.2	76.35	-0.53	21.86
	24	83.1	16.9	76.66	-0.47	21.77
40℃ (다목적건조기)	6	87.5	12.5	75.74	-0.74	21.91
	12	83.2	16.8	75.16	-0.05	21.87
	24	74.8	25.2	74.32	-0.48	21.94

5) 건조 전 생체중에서 건조 후 무게를 뺀 값의 비율

표 18. 감초의 1차 건조 후 감량변화 및 색도(계속)

건조방법	1차건조 (시간)	감량변화		색도 ↓ (절삭 후)		
		건물물(%)	감량(%)	L	a	b
60℃ (다목적건조기)	6	76.6	23.4	71.27	-0.32	23.03
	12	64.1	35.9	68.34	0.80	21.36
	24	52.6	47.4	69.31	0.53	20.78
40℃ (냉풍제습건조기)	6	88.3	11.7	75.76	-0.52	21.86
	12	81.5	18.5	75.31	-0.15	21.77
	24	71.7	28.3	76.64	-0.72	22.37

↓ 색도: L(흰색 100 ~ 0 흑색), a(적색 + ~ - 녹색), b(황색 + ~ - 청색)

※ 시료 300g 기준

(2) 2차 본 건조 후 감량 및 색도 변화

1차 건조 후 45° 각도로 절단 한 후, 각각의 건조방법별로 2차 건조한 결과는 표 19와 같다. 건조기 종류와 상관없이 40℃에서 24시간 건조 시 총 감량은 55% 이상 되었으며, 60℃에서는 1차 건조와 상관없이 12시간 건조 시 총 감량이 55% 이상이 되었다. 양건 시에는 1차 건조시의 시간과 상관없이 2차 건조 시 48 시간 건조할 경우 감량이 53.6% ~ 59.6%이었다.

표 19. 감초의 2차 건조 후 감량 및 색도변화

건조방법	1차건조 (시간)	2차건조 (시간)	감량변화(%)		색도 ↓ (예비건조 후)			색도(본건조 후)		
			건물물	감량	L	a	b	L	a	b
양건	6	12	64.4	35.6	76.73	-1.04	21.10	73.74	0.53	20.00
		24	48.1	51.9	75.43	0.12	19.91	71.83	0.66	18.12
		48	40.4	59.6	75.11	0.79	20.37	70.88	0.66	17.99
	12	12	53.6	46.4	76.66	-0.15	21.81	69.70	1.53	19.16
		24	49.3	50.7	76.78	-0.28	21.35	69.72	0.82	17.93
		48	43.3	56.7	75.60	-1.15	22.42	72.22	0.27	18.99
	24	12	58.3	41.7	76.99	-0.54	22.10	74.62	-0.30	19.66
		24	42.0	58.0	77.42	-0.48	22.08	72.31	0.23	18.66
		48	46.4	53.6	75.56	-0.40	21.13	72.58	-0.44	19.14
40℃ (다목적 건조기)	6	12	46.1	53.9	77.67	-0.93	22.03	71.12	-0.50	18.90
		24	41.7	58.3	73.56	-0.28	21.68	71.62	0.45	19.08
		48	39.9	60.1	75.98	-1.02	22.02	69.23	0.89	19.83
	12	12	45.8	54.2	75.53	0.10	22.04	69.47	0.05	18.85
		24	44.7	55.3	77.46	-0.67	21.95	70.59	1.02	18.78
		48	43.6	56.4	72.50	0.41	21.62	69.56	1.43	20.11
	24	12	46.5	53.5	72.82	-0.13	21.79	69.15	0.26	20.02
		24	41.6	58.4	76.88	-1.14	21.71	71.24	0.50	19.89
		48	43.2	56.8	73.27	-0.18	22.33	69.92	1.20	20.81

표 19. 감초의 2차 건조 후 감량 및 색도변화(계속)

건조방법	1차건조 (시간)	2차건조 (시간)	감량변화(%)		색도 ↓ (예비건조 후)			색도(본건조 후)		
			건물률	감량	L	a	b	L	a	b
60℃ (다목적 건조기)	6	12	42.9	57.1	70.88	0.42	25.08	65.92	0.72	20.26
		24	41.2	58.8	71.82	-0.60	23.04	68.80	0.70	19.76
		48	43.2	56.8	71.12	-0.77	20.96	68.45	0.69	19.16
	12	12	42.6	57.4	69.11	1.05	20.41	68.33	0.10	19.45
		24	41.9	58.1	68.25	0.87	22.73	69.32	0.62	20.06
		48	41.3	58.7	67.67	0.50	20.94	70.27	0.48	19.83
	24	12	41.4	58.6	70.42	1.36	21.93	67.61	0.97	21.21
		24	43.0	57.0	71.04	-0.34	21.72	72.52	0.22	19.35
		48	40.6	59.4	66.48	0.58	18.68	73.23	-0.18	19.88
40℃ (냉풍계습 건조기)	6	12	45.7	54.3	77.31	-0.58	22.51	71.14	0.11	18.11
		24	42.9	57.1	76.47	-0.87	21.26	71.03	0.11	17.56
		48	40.1	59.9	73.50	-0.12	21.81	72.81	0.33	20.22
	12	12	46.7	53.3	76.39	0.02	20.84	71.38	0.20	19.65
		24	43.8	56.2	76.58	-0.88	22.80	69.86	0.65	18.29
		48	40.8	59.2	72.98	0.41	21.67	72.87	0.75	20.19
	24	12	44.7	55.3	75.55	-0.69	23.72	72.58	-0.57	19.98
		24	42.9	57.1	75.62	-0.30	23.66	70.55	0.73	19.32
		48	41.1	58.9	73.70	-1.00	21.81	72.45	-0.12	20.75

↓ 색도: L(흰색 100 ~ 0 흑색), a(적색 + ~ - 녹색), b(황색 + ~ - 청색)

♪ L(low): 수분함량 8% 미만

(3) 1차 예비 건조 및 2차 본 건조 후 감량 변화, 수분함량

건조방법별로 종합해 보면 1차 건조와 2차 건조에 따라 감초의 평균 건물률은 45% 내외로 판단되었으며 감초 건조 시 최종 감량은 55% 내외로 추정되었다. 이러한 결과는 감초의 “한약재표준 제조공정 지침”에 명시되어 있는 1차 건조 시 건조감량 80% 기준과 차이가 있는 것으로 보이며 향후 면밀한 검토를 통해 기준에 대한 해석이 필요할 것으로 사료되었으나, 본 연구에서의 감량 개념과 지침에서의 “건조 감량”에 대한 개념이 상이한 것으로 생각해 볼 수 가 있다. 건조 된 감초는 2차 건조 후 건조 시료의 잔류 수분함량 측정⁶⁾ 결과 수분함량 8% 이하(Low)의 건조 조건은 40℃에서는 24시간 건조 시 도달하였으며, 60℃에서는 2차 건조를 12시간 건조 시 도달하였고, 양건 시에는 48시간 이상이 필요할 것으로 사료되었다(표 20). 수분함량의 경우 측정 장비의 허용 범위가 7.0%~30.0%로 7%로 이하의 경우 측정 범위를 벗어나기 때문에 향후 Oven법에 의한 정밀 조사가 필요할 것으로 판단되었다. 이상의 결과로 감초 건조 시 소요되는 필요 건조시간은 1차 건조 및 2차 건조 시간을 총합해서 양건의 경우 72시간 이상, 40℃ 건조 시에는 48시간, 60℃ 건조 시에는 18시간이 적정할 것으로 판단되었다.

6) 수분함량 측정 장비: GMK-3310N(7.0 % ~ 30.0 % ± 0.5 %)

표 20. 감초의 1차, 2차 건조 후 감량변화 및 수분함량

(단위: %)

건조방법	예비건조 (시간)	본건조 (시간)	1차 건조 후		2차 건조 후		감량변화	수분함량 ⁷⁾
			건물률	감량	건물률	감량		
양건	6	12	92.9	7.1	64.4	35.6	28.5	25.0
		24	93.5	6.5	48.1	51.9	45.4	13.2
		48	93.9	6.1	40.4	59.6	54.1	10.0
	12	12	88.3	11.7	53.6	46.4	34.7	25.0
		24	89.4	10.6	49.3	50.7	40.0	17.7
		48	88.7	11.3	43.3	56.7	45.3	10.0
	24	12	82.7	17.3	58.3	41.7	24.4	23.5
		24	82.8	17.2	42.0	58.0	36.2	15.5
		48	83.8	16.2	46.4	53.6	37.4	9.3
40℃ (다목적 건조기)	6	12	86.9	13.1	46.1	53.9	40.8	12.8
		24	87.1	12.9	41.7	58.3	45.4	L ⁷⁾
		48	88.4	11.6	39.9	60.1	48.5	L
	12	12	80.8	19.2	45.8	54.2	34.9	12.4
		24	84.8	15.2	44.7	55.3	40.0	L
		48	84.0	16.0	43.6	56.4	40.4	L
	24	12	73.5	26.5	46.5	53.5	27.0	13.0
		24	74.9	25.1	41.6	58.4	33.2	L
		48	76.1	23.9	43.2	56.8	32.9	L
60℃ (다목적 건조기)	6	12	77.3	22.7	42.9	57.1	34.4	L
		24	76.1	23.9	41.2	58.8	34.9	L
		48	76.5	23.5	43.2	56.8	33.3	L
	12	12	61.7	38.3	42.6	57.4	19.1	L
		24	65.9	34.1	41.9	58.1	23.9	L
		48	64.6	35.4	41.3	58.7	23.4	L
	24	12	50.6	49.4	41.4	58.6	9.1	L
		24	56.3	43.7	43.0	57.0	13.3	L
		48	50.9	49.1	40.6	59.4	10.3	L
40℃ (냉풍계습 건조기)	6	12	88.1	11.9	45.7	54.3	42.4	12.1
		24	87.9	12.1	42.9	57.1	45.0	L
		48	88.7	11.3	40.1	59.9	48.6	L
	12	12	81.1	18.9	46.7	53.3	34.4	10.4
		24	82.6	17.4	43.8	56.2	38.8	L
		48	80.8	19.2	40.8	59.2	39.9	L
	24	12	70.4	29.6	44.7	55.3	25.6	12.4
		24	71.2	28.8	42.9	57.1	28.3	L
		48	73.4	26.6	41.1	58.9	32.3	L

7) L(low): 수분함량 8% 미만

7) 측정장비: GMK-3310N(7 ~ 30 ± 5%)

라. 감초 건조 후 저장방법 구명(2018)

(1) 감초의 건조방법별 건조시간 설정

본 시험은 2017년도에 건조방법별로 설정한 1차 건조와 2차 건조 시간에 따른 방법으로 건조 후 저장조건에 따른 장기저장방법을 구명하고자 2018년도에 수행하였다. 양건 시 72시간(1차 24 + 2차 48시간 건조), 40℃에서는 48시간(1차 24 + 2차 24시간 건조), 60℃에서는 18시간(1차 6 + 2차 12시간 건조) 건조 하였을 경우 건물률은 51.6%~53.5%로 2017년도 45%보다 높은 경향을 보였다. 이러한 원인은 2017년도의 경우 2년근 감초를 대상으로 한 결과이며, 2018년도의 경우에는 3년 이상 된 감초를 대상으로 하여 건물률이 높아졌기 때문으로 사료되었으며, 이러한 결과로 볼 때, "한약재 표준제조 공정 지침"에도 연근별 기준을 보완할 필요성이 있을 것으로 사료되었다. 최종 건조된 감초(건물률 51.6%~53.5%)의 잔류 수분함량⁸⁾은 양건 72시간 건조 시 5.75%, 40℃ 48시간 건조 시 3.66%, 60℃ 18시간 건조 시 5.57%로 완전히 건조되었음을 확인할 수 있었다(표 21, 표 22).

표 21. 감초의 건조방법별 건물률 비율

처리	건조 경과시간별 건물률 비율(%)						
	6시간후	18시간후	24시간후	48시간후	72시간후	144시간후	164시간후
양건	-	-	88.5	-	53.5	50.7	51.6
40℃	-	-	67.7	51.4	-	-	-
60℃	82.5	51.6	-	-	-	-	-

표 22. 감초의 건조방법별 수분함량 비교

건조방법	건조시간(시간)		수분함량(%)	비고
	계	건조단계별		
건조전		-	56.23	-
양건	72	24	55.83	1차건조
		48	5.75	2차건조
40℃	48	24	40.84	1차건조
		24	3.66	2차건조
60℃	18	6	50.94	1차건조
		12	5.57	2차건조

(2) 감초의 건조 후 저장방법에 따른 수분함량 및 감모율 변화

건조된 감초의 저장방법(저장온도+포장재)에 따라 저장 후 2개월 간격(60일, 120일, 180일 조사)으로 저장기간별 시료 내 잔류 수분함량을 측정한 결과는 표 23과 같다. 모든 처리 공히 180일까지 저장 시 8% 이내로 안정적 상태를 유지하였다. 저장기간 중 수분함량은 부패균의 활동과 밀접한 연관이 있어 장기 저장 시 적절한 수분함량 유지가 필요한 것으로 알려져 있다. 본 시험의 경우 180일 경과시점은 9월경으로 건조 된 감초의 수분함량이 증가하더라도 8% 이하로 유지된다면 부패가 진행되지 않을 것으로 판단되었다.

8) 측정방법: Oven법(105℃에서 6시간 건조법에 의한 수분함량)

표 23. 감초의 건조 후 저장방법별 수분함량 변화

건조방법	저장방법		저장기간별 수분함량(%)		
	저장온도	포장재	60일후	120일후	180일후
양건	상온	P,E	7.00	4.95	4.59
		P,P	7.14	3.79	4.54
	저온(4℃)	P,E	7.02	6.81	5.84
		P,P	7.17	6.54	4.93
40℃	상온	P,E	7.08	5.10	5.43
		P,P	6.81	3.44	3.85
	저온(4℃)	P,E	6.68	5.68	5.42
		P,P	7.24	5.98	3.76
60℃	상온	P,E	6.78	6.59	6.28
		P,P	7.09	6.04	6.02
	저온(4℃)	P,E	6.65	7.04	7.04
		P,P	6.76	6.66	7.22

건조 된 감초의 저장기간별 감모율⁹⁾은 표 24와 같다. 저장방법별 저장 후 60~120일까지 대부분의 처리에서 감모율이 감소되는 경향을 보이다가 180일 이후 모든 처리 공히 증가하는 경향을 보였는데 이러한 원인은 저장 후 120일까지 밀봉조건에서도 일정부분 저장시료 내 수분함량이 증가하다가 180일 이후 수분함량이 감소되었기 때문으로 사료되었으나, 시료 측정 시의 인위 손실 등의 원인도 있을 것으로 사료되었으나 보다 면밀한 검토가 필요할 것으로 판단되었다.

표 24. 감초의 건조 후 저장방법별 감모율 변화

건조방법	저장방법		저장기간별 감모율 변화(%)		
	저장온도	포장재	60일후	120일후	180일후
양건	상온	P,E	(0.9)	0.3	5.9
		P,P	0.5	(1.5)	5.8
	저온	P,E	(0.6)	(1.5)	5.1
		P,P	(0.4)	(0.9)	5.7
40℃	상온	P,E	(1.2)	(2.7)	3.5
		P,P	(0.2)	(1.5)	4.7
	저온	P,E	(0.7)	(2.1)	4.0
		P,P	(0.3)	1.7	3.2
60℃	상온	P,E	(0.1)	(1.8)	2.0
		P,P	0.0	(0.3)	6.1
	저온	P,E	0.5	(0.9)	5.3
		P,P	(0.1)	(0.4)	8.1

(): - 값

9) 감모율 : 이전 측정시점의 시료 무게와 이후 측정시점의 시료 무게 간의 비율

(3) 감초의 건조 후 저장방법에 따른 색도 및 부패율 변화

건조된 감초의 저장방법(저장온도+포장재)에 따른 저장기간별 색도 및 부패율 변화는 표 25와 같다. 모든 처리 공히 180일까지 저장 시 L, a, b 값도 안정적으로 유지되었으며 또한 저장기간에 따른 부패도 진행되지 않았다. 그러나 본 연구 결과를 통해 저장온도와 포장재 종류의 처리효과는 판단하기 어려웠다.

표 25. 감초의 건조 후 저장방법별 색도 및 부패율

건조 방법	저장방법		저장 기간	색도 ↓			부패율 (%)	
	저장온도	포장재		L	a	b		
양건	상온	PE	60일	67.06	1.00	18.38	0	
			120일	68.16	1.47	18.64	0	
			180일	68.55	1.32	19.06	0	
		PP	60일	69.59	1.27	19.32	0	
			120일	67.31	1.57	18.89	0	
			180일	67.93	1.30	18.72	0	
	저온 (4℃)	PE	60일	66.53	1.13	16.50	0	
			120일	67.90	1.60	19.83	0	
			180일	65.57	1.41	17.92	0	
		PP	60일	69.97	1.37	19.94	0	
			120일	69.36	1.23	18.43	0	
			180일	67.81	1.17	16.11	0	
	40℃	상온	PE	60일	70.15	0.61	22.33	0
				120일	67.92	1.24	22.02	0
				180일	69.89	1.27	20.41	0
			PP	60일	69.78	0.54	22.49	0
				120일	69.23	1.16	21.73	0
				180일	68.39	1.02	21.29	0
저온 (4℃)		PE	60일	68.19	1.48	23.12	0	
			120일	68.52	0.59	21.97	0	
			180일	68.65	1.04	20.34	0	
		PP	60일	65.27	1.62	20.64	0	
			120일	68.48	1.29	21.67	0	
			180일	69.09	0.64	20.97	0	
60℃		상온	PE	60일	67.12	1.00	18.38	0
				120일	64.50	1.70	18.93	0
				180일	65.65	1.33	19.53	0
			PP	60일	67.44	1.20	15.63	0
				120일	63.81	1.88	19.04	0
				180일	66.06	1.58	18.58	0
	저온 (4℃)	PE	60일	64.58	1.57	18.01	0	
			120일	66.50	1.77	21.55	0	
			180일	61.65	2.71	18.33	0	
		PP	60일	63.92	1.50	19.26	0	
			120일	62.30	1.79	19.03	0	
			180일	64.60	1.77	18.95	0	

↓ 색도: L(흰색 100 ~ 0 흑색), a(적색 + ~ - 녹색), b(황색 + ~ - 청색)

(시험 2) 시호 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구

가. 시호 비닐피복 재배효과 구명 및 재식밀도 설정(2016)

(1) 기상환경

시호 재배기간 중 2016년도 기상환경은 표 26과 같다. 4월 22일 파종 후 시호 종자의 발아가 시작되는 5월 상순에 강수량이 82.5mm로써 평년보다 2배 이상 많아 시호의 경우에도 발아 및 지상부 출현 후 생육에 충분한 조건으로 사료되었다. 반면에, 생육기간 중 7월 상순과 하순에 집중 강우는 물빠짐이 좋은 토양이 적지인 시호의 중기 생육에는 불리한 환경으로 작용했을 것으로 사료되었다.

표 26. 시호 재배기간 중 기상환경

(2016. 칠월)

요소	5월			6월			7월			8월			9월			10월			
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	
평균 기온 (℃)	관측	15.5	17.7	19.6	21.5	21.9	22.8	22.5	23.8	25.8	27.1	27.3	21.8	22.1	20.7	18	16	13.8	10.6
	평년	14.9	15.8	17.8	19.6	20.9	21.8	22.8	23.3	24.3	24.9	24.3	22.4	21	18.7	16.3	14	11.9	9
최고 기온 (℃)	관측	21.5	26	26.1	27.9	27.4	28.6	27.5	28.6	30.2	33.2	33.1	27	28	27.2	25.2	22.2	21.7	16.3
	평년	21.6	21.9	23.9	25.6	26.5	26.5	27.2	27.3	28.5	29.6	29.2	27.5	26.6	24.9	23.1	21.2	19.2	16.5
최저 기온 (℃)	관측	9.4	10.1	13.1	15.2	17.9	17.2	18.2	19.6	22.7	21.9	23	17.4	17.4	15.6	12.4	10.7	7.4	4.8
	평년	8.6	10	12	14.1	15.9	17.6	19	20	21	21.1	20.2	18.4	16.4	13.4	10.6	8	5.5	2.5
강수량 (mm)	관측	82.5	37.7	29.7	0.1	23.7	3.3	282.8	57.5	120.2	5.6	1.4	56.7	18.7	-	13.5	136.6	0	36.5
	평년	34.7	41.3	28.2	29.8	48.7	61.5	96.5	145	160	139	82.9	119.3	53.6	65.4	22.9	14.8	16.3	12.7

※ 자료출처: 기상청 홈페이지(2016)

(2) 지상부 생육특성

피복방법 및 재식밀도에 따른 1년생 시호의 지상부 생육특성은 표 27과 표 28과 같다. 피복방법 별로는 흑색비닐 피복 시 87%이상 관행 벚짚피복 대비하여 출현률이 높은 경향이었으며, 생육 후기 입모율은 처리 간 대차 없이 95%이상의 양호한 생육 상황이었다. 표 3-27에서 보는 바와 같이 초장, 주경장, 경수 및 경두께 등의 지상부 생육의 경우도 흑색비닐 피복 시 벚짚피복 처리보다 양호한 경향을 보였다. 주당 건조중은 파종 시 25.8g 내외로 조간 간격이 넓을수록 증가하는 경향이 있었다(표 28).

표 27. 시호의 지상부 생육 특성 (조사일: 10월 24일)

피복 방법	재식 밀도	출현률 (%)	입모율 (%)	추대율 (%)	초장 (cm)	주경장 (cm)	경수	
							(개/주)	경두께 (cm)
흑색 비닐	10×5	87.4±8.4	97.9±1.9	64.9±11.7	79.1±2.0	68.0±4.2	1.0±0.6	0.50±0.04
	20×5	87.8±5.8	97.6±2.1	55.7±5.4	79.1±2.5	67.4±2.6	0.9±0.5	0.50±0.07
	30×5	92.3±3.5	96.0±1.3	69.5±5.8	78.1±3.9	63.4±3.5	1.5±0.8	0.52±0.05
벚짚	10×5	65.0±27.8	95.6±5.1	71.9±16.6	67.4±9.6	56.4±10.5	0.7±0.6	0.49±0.10
	20×5	41.7±17.6	99.0±1.0	47.9±7.5	70.4±4.8	60.3±7.5	0.6±0.5	0.46±0.01
	30×5	31.7±2.9	99.0±1.0	68.2±18.2	65.5±5.0	53.7±7.3	0.8±0.2	0.53±0.06

표 28. 시호의 지상부 생육 비교 (조사일: 10월 24일)

피복 방법	재식 밀도	마디수 (개/주)	분지수 (개/주)	엽수 (매/주)	초중(g/주)		
					생	건	건물물(%)
흑색 비닐	10×5	24.3±0.6	19.9±0.7	308.5±76.9	56.1±7.5	23.7±3.4	42.7±0.2
	20×5	23.9±2.1	19.5±0.3	293.1±78.3	55.0±11.9	22.8±4.3	42.6±4.0
	30×5	24.6±1.3	20.4±1.2	384.7±33.6	64.7±7.9	25.8±4.1	40.4±2.4
벚짚	10×5	21.1±2.8	16.1±2.2	239.8±83.3	37.8±15.2	15.8±6.1	43.0±1.1
	20×5	22.9±1.6	16.9±2.3	250.6±101.3	43.6±15.6	19.7±9.3	42.8±2.0
	30×5	21.7±2.3	17.7±1.4	320.0±92.7	56.6±14.9	22.9±6.6	42.9±3.5

(3) 지하부 생육특성

피복방법별 시호의 지하부의 생육특성은 표 29와 그림 3-6과 같다. 근장 및 근경 등 지하부 생육은 흑색비닐 피복시 벚짚 피복보다 양호한 경향을 보였으나, 재식밀도 간에는 대차 없었다. 주당 건근중의 경우도 흑색비닐 피복 시 2g내외로 벚짚피복 보다 양호한 경향을 보였으나, 재식 밀도 간에는 대차 없었다.

표 29. 시호의 지하부 생육 특성 (조사일: 10월 24일)

피복 방법	재식 밀도	근장 (cm)	지근수 (개/주)	근경 (cm)	근중(g/주)		
					생	건	건물물(%)
흑색 비닐	10×5	23.0±1.7	7.6±2.0	0.70±0.04	5.1±0.9	2.0±0.4	40.3±3.4
	20×5	25.3±1.6	7.3±2.1	0.70±0.04	4.9±0.2	2.0±0.1	42.2±4.2
	30×5	24.5±3.5	7.6±1.0	0.70±0.11	4.9±1.5	2.0±0.6	45.6±5.7
벚짚	10×5	19.8±5.2	6.1±0.4	0.66±0.08	3.7±0.8	1.6±0.3	43.6±5.1
	20×5	21.3±1.7	6.2±0.8	0.66±0.05	4.0±0.5	1.8±0.5	46.2±7.5
	30×5	17.4±1.2	6.7±2.7	0.73±0.07	4.9±0.1	2.0±0.1	42.5±0.4

(3) 피복방법 및 재식밀도별 시호의 수량성

반면에 10a 당 지상부 및 지하부 수량은 조건 간격이 좁을수록 증수하는 경향이였다. 이상의 결과로 1년생 시호 재배 시 흑색비닐피복 후 10×5cm 간격으로 밀식 재배할 경우에 10당 수량은 212kg 내외로 관행의 벗짚피복 20×5cm 간격 파종재배와 대비하여 약 4.9배 증수되어 유리할 것으로 사료되었다(표 30).

표 30. 시호의 피복방법 및 재식밀도별 수량성

(조사일: 10월 24일)

피복 방법	재식 밀도	지상부 수량(kg/10a)		근/경엽율 (%)	지하부 수량(kg/10a)		
		생	건		생	건	지수
흑색 비닐	10×5	5,780.9±1,024.2	2,470.1±446.2	8.9±0.7	527.2±149.1	211.8±57.8	487.5
	20×5	2,798.3±413.9	1,182.7±102.5	10.1±1.5	250.6±25.4	105.5±11.5	242.8
	30×5	2,284.9±168.1	925.3±105.4	9.0±3.2	170.8±44.3	78.9±28.4	181.6
벗짚	10×5	2,810.0±1601.8	1,204.2±671.1	11.0±1.5	272.3±112.7	120.9±54.7	278.3
	20×5	1,071.0±495.3	465.0±229.1	11.7±5.1	95.5±28.3	43.5±11.9	100.0
	30×5	700.8±143.1	302.4±80.8	10.1±1.7	61.4±3.9	26.1±1.9	60.0



그림 3-6. 피복 및 재식밀도별 1년생 시호 근 생육

(3) 잡초 발생 양상

Braun-Branquet 우점도 판정기준에 의한 시호 피복재배시 잡초 발생 양상은 표 31과 같다. 관행 벗짚피복 대비 흑색비닐 피복시 발생잡초가 감소하는 경향을 보였으며, 밀식할수록 감소하는 경향이였다. 이상의 결과로 1년생 시호 재배 시 흑색유공비닐 피복 후 10×5cm 간격으로 밀식재배 할 경우 수량 및 생력재배 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료되었다.

표 31. 피복방법별 잡초 발생량

(조사일: 9월 26일 2차조사)

처리	과명	종류	생활사	생초중	건초중	건물을	빈도	상대빈도	피도	상대피도	중요치 ¹⁾
흑색 비닐	벼과	바랭이	1년생	23.0	5.0	21.7	6.0	46.2	5.0	45.5	45.8
		석죽과	벼룩이자리	2해살이	90.0	27.6	30.7	5.0	38.5	4.0	36.4
10×5	쇠비름과	쇠비름	1년생	20.0	2.8	14.0	2.0	15.4	2.0	18.2	16.8
		벼과	독새풀	2해살이	3.0	1.2	40.0	1.0	7.1	1.0	7.7
흑색 비닐	벼과	바랭이	1년생	32.0	8.0	25.0	4.0	28.6	4.0	30.8	29.7
		사초과	방동사니	1년생	9.0	2.7	30.0	1.0	7.1	1.0	7.7
20×5	석죽과	벼룩이자리	2해살이	5.0	1.1	22.0	3.0	21.4	3.0	23.1	22.3
		쇠비름과	쇠비름	1년생	27.0	3.4	12.6	3.0	21.4	2.0	15.4
20×5	질경이과	질경이	다년생	1.0	0.3	30.0	2.0	14.3	2.0	15.4	85.2
		명아주과	명아주	1년생	1.0	0.1	10.0	1.0	14.3	1.0	14.3
흑색 비닐	벼과	독새풀	2해살이	2.0	0.3	15.0	2.0	28.6	2.0	28.6	28.6
		사초과	방동사니	1년생	12.0	3.4	28.3	1.0	14.3	1.0	14.3
30×5	석죽과	벼룩이자리	2해살이	4.0	0.8	20.0	2.0	28.6	2.0	28.6	28.6
		쇠비름과	쇠비름	1년생	1.0	0.1	7.0	1.0	14.3	1.0	14.3
30×5	국화과	개망초	2해살이	16.0	4.5	28.1	2.0	2.8	2.0	4.3	3.5
		망초	2해살이	6.0	1.3	21.7	2.0	2.8	2.0	4.3	3.5
30×5	명아주과	명아주	1년생	69.0	18.0	26.1	4.0	5.6	4.0	8.5	7.1
		벼과	독새풀	2해살이	21.0	46.5	221.4	11.0	15.5	8.0	17.0
흑색 벗짚	벼과	바랭이	1년생	185.0	57.5	31.1	5.0	7.0	8.0	17.0	12.0
		사초과	방동사니	1년생	23.0	6.4	27.8	6.0	8.5	3.0	6.4
10×5	석죽과	벼룩이자리	2해살이	89.0	22.2	24.9	21.0	29.6	8.0	17.0	23.3
		쇠비름과	쇠비름	1년생	559.0	67.5	12.1	16.0	22.5	8.0	17.0
10×5	쇠비름과	쇠비름	1년생	559.0	67.5	12.1	16.0	22.5	8.0	17.0	19.8
		심자화과	속속이풀	2해살이	6.0	1.2	20.0	2.0	2.8	2.0	4.3
10×5	가지과	까미중	1년생	54.0	15.1	28.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.5
		국화과	망초	2해살이	68.0	14.2	20.9	9.0	9.3	6.0	12.0
10×5	명아주과	명아주	1년생	18.0	3.1	17.2	5.0	5.2	3.0	6.0	5.6
		벼과	독새풀	2해살이	26.0	9.9	38.1	15.0	15.5	4.0	8.0
벗짚 20×5	벼과	바랭이	1년생	35.0	12.7	36.3	12.0	12.4	5.0	10.0	11.2
		사초과	방동사니	1년생	27.0	8.6	31.9	5.0	5.2	4.0	8.0
20×5	석죽과	벼룩이자리	2해살이	165.0	37.3	22.6	17.0	17.5	13.0	26.0	21.8
		쇠비름과	쇠비름	1년생	210.0	26.1	12.4	27.0	27.8	8.0	16.0
20×5	쇠비름과	쇠비름	1년생	210.0	26.1	12.4	27.0	27.8	8.0	16.0	21.9
		심자화과	속속이풀	2해살이	4.0	0.7	17.5	3.0	3.1	3.0	6.0
20×5	가지과	까미중	1년생	37.0	8.2	22.2	30.0	34.9	30.0	40.0	37.4
		국화과	개망초	2해살이	72.0	20.2	28.1	1.0	1.2	1.0	1.3
20×5	국화과	망초	2해살이	70.0	12.3	17.6	9.0	10.5	4.0	5.3	7.9
		심자화과	속속이풀	2해살이	7.0	1.5	21.4	1.0	1.0	1.0	2.0
20×5	벼과	바랭이	1년생	1.0	0.2	20.0	5.0	5.8	7.0	9.3	7.6
		사초과	방동사니	1년생	26.0	7.2	27.7	1.0	1.2	1.0	1.3
30×5	석죽과	벼룩이자리	2해살이	165.0	37.3	22.6	17.0	17.5	13.0	26.0	21.8
		쇠비름과	쇠비름	1년생	466.0	57.4	12.3	13.0	15.1	7.0	9.3
30×5	심자화과	속속이풀	2해살이	0.0	0.0	0.0	7.0	8.1	11.0	14.7	11.4

1) 중요치: (상대빈도+상대피도)/2.

* 조사방법: Braun-Branquet 우점도 판정기준(r, +, 1, 2, 3, 4, 5)

(4) 병해충 발생 양상

시험 기간 중 시호에 발생된 주요 병해충 발생 양상은 표 32와 그림 7과 같다. 주로 7월에 관찰되었으며 병으로는 점무늬병과 잎마름병 관찰되었으며, 충으로는 진딧물이 관찰되었다. 해당 병해충은 GAP 적용약제가 등록되어 있지 않은 실정으로 향후 검토가 필요할 것으로 사료되었다.

표 32. 시호의 주요 병해충 발생 양상

피복 방법	재식 밀도	점무늬병		잎마름병		진딧물	
		발생일 (월.일)	발병율 (%)	발생일 (월.일)	발병율 (%)	발생일 (월/일)	발병율 (%)
비닐	10×5	7/27	43.3			5/15	5
	20×5	7/27	16.7	7/15	1	7/15	5
	30×5	7/27	6.7			-	-
벗길	10×5	7/27	1.7			-	-
	20×5	7/27	1.7			-	-
	30×5	7/27	3.3			-	-



(점무늬병)



(잎마름병)



(진딧물)

그림 7. 1년생 시호에 발생하는 주요 병해충

나. 시호 비닐피복 재배시 적정 기비시용 방법 구명(2017)

(1) 재배 환경

2017년 시호 재배기간 중 기상환경은 표 33과 같다. 시호의 생육초기인 5~6월의 기온이 평년 대비 높은 경향을 보였으며, 강수량의 경우는 평년 대비 30~50% 수준으로 적어 봄철 가뭄이 있었으며, 7월의 경우 최고, 최저 및 평균 기온이 2℃ 정도 높았으며, 강수량의 경우도 시호의 생육 중기인 7~8월에 집중하였다. 이러한 기상환경은 시호의 생육불량의 원인으로 작용한 것으로 사료되었다.

표 33. 기상환경

(2017. 칠원)

구 분		4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
평균기온 (℃)	관측	12.1	17.7	21.3	25.5	23.6	18.8	12.8
	평년	10.4	16.2	20.8	23.5	23.8	18.7	11.5
최고기온 (℃)	관측	19.3	24.4	27.7	29.7	28.5	25.8	20.2
	평년	17.5	22.5	26.2	27.7	28.7	24.9	18.9
최저기온 (℃)	관측	4.8	10.9	15.0	22.1	19.5	12.6	6.5
	평년	3.3	10.3	15.9	20.0	19.8	13.5	5.3
강 수 량 (mm)	관측	63.6	36	74.2	575.2	354.9	26.6	10.8
	평년	64.2	104.2	140	402.5	341.2	141.9	43.8

※ 자료출처: 기상청 홈페이지(2017)

(2) 지상부 생육

10a 당 원예용 복비(N-P-K=18-18-18) 49kg과 120kg을 전량 기비로 사용 시 지상부 생육이 양호한 경향을 보였으나, 이는 기상환경 등의 영향으로 고사 및 생육불량 등의 원인으로 환경변이가 심한 것으로 사료되었다(표 34).

표 34. 시호의 지상부 생육 특성

처리	초장 (cm)	경경 (cm)	마디수 (개/주)	분지수 (개/주)	초중(g/주)		
					생	건	건물률(%)
관행	59.2	0.4	18.5	11.9	24.3	8.7	34.7
기비 40	62.6	0.5	19.5	14.7	43.1	17.0	38.5
기비 80	65.4	0.4	21.2	15.4	24.3	9.6	37.9
기비120	65.0	0.6	21.2	14.3	44.4	16.4	36.7

(3) 지하부 생육 및 수량성

지하부 생육의 경우도 원예용 복비(N-P-K=18-18-18)를 10a당 전량기비 40kg과 120kg 사용할 경우 가장 양호한 경향이었으며, 주당 건근중도 전량기비 40kg/10a과 120kg/10a 사용 시 1.6~1.7g으로 가장 무거웠다(표 35).

표 35. 시호의 지하부 생육 특성

처리	근장 (cm)	근경 (cm)	지근수 (개/주)	근중(g/주)		
				생	건	건물률(%)
관행	11.3	0.6	9.1	2.3	1.1	49.0
기비40	14.4	0.7	8.0	3.7	1.7	44.8
기비80	13.0	0.6	6.4	2.6	1.2	49.2
기비120	14.6	0.7	6.0	3.8	1.6	45.5

10a당 건근 수량도 관행 65.6kg 대비 원예용 복비 40kg과 120kg을 각각 전량기비로 사용 시 98.1~99.5kg으로 약 1.5배 증수하였다. 그러나 앞서 언급했듯이 기상환경 등 환경변이에 의한 영향으로 기비사용 처리효과는 기대하기 어려웠다(표 36).

표 36. 시호의 기비사용 방법별 수량성

처리	근/경엽률(%)		건근 수량(kg/10a)	
	생	건	수량	지수
관행	10.3	14.0	65.6 b ^J	100.0
기비40	9.8	11.4	99.5 a	151.7
기비80	12.2	16.0	71.5 ab	109.1
기비120	10.0	12.3	98.1 a	149.6

J DMRT(5%)

다. 시호 갈색점무늬병 약제방제 효과 시험(2017)

(1) 약제살포 전후 기상상황

시호 갈색점무늬병 약제방제 효과를 검토하기 위하여 철원과 춘천 2개소의 약제 처리 전·후 시험포장은 기상환경에 영향을 크게 받지 않았다(표 37).

표 37. 처리일 전후 기상 상황

지역(노지)	월/일	강수량 (mm)	온도(°C)		
			최고	최저	평균
철원	7/13	0	31.5	20.6	25.8
	7/14 J	0.6	32.5	22.3	27.0
	7/15	32.2	27.8	22.6	24.5
	7/17	0	28.9	23.3	25.8
	7/18	0	30.1	23.0	25.8
	7/19	0	32.3	23.0	27.3
	7/27	0	29.1	21.6	24.6
	7/28	7.8	25.5	22.7	23.8
	7/29	0	30.4	22.4	25.2
	8/6	25.9	32.7	22.8	27.4
	8/7	0	32.5	21.7	26.1
	8/8	0	30.8	21.6	25.9
	춘천	7/11	1.4	30.9	22.4
7/12		0	32.7	22.7	27.3
7/13		0	32.5	22.6	27.2
7/18		0	32.9	24.7	28.1
7/19		0	34.1	25.7	29.5
7/20		0	31.9	27.5	29.5
7/31		0	27	23.4	25.1
8/1		0	33.2	23.7	27.9
8/2		0	33.8	24.7	28.8

* 약제 처리일자, 시험 포장은 강우 등 기상의 영향을 받지 않음(철원 7/28 처리의 경우 오전 강우 후 오후에 약제 살포를 하였으며 약효에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 판단됨)

J 철원 시험포장은 당초 7월 12일에 1차 약제처리를 하였으나, 약제 살포 후 강우로 인해 7월 14일부터 약제 1차 처리를 시작하였음.

(2) 약효시험

시호 갈색점무늬병에 대한 플루아지남 수확제 등 5종의 공시약제에 대한 약효는 표 38과 같다. 철원지역은 무처리의 이병엽률이 83.3%(62.3~96.0%)로 약효를 검토하기에 충분하였으나, 춘천지역의 경우는 무처리의 이병엽률이 6.8%(4.3~8.8%)로 약효를 검토하기에 불충분하였다. 약효의 경우 공시약제 모두 두 시험포장에서 방제가 80% 미만으로 약효가 인정되지 않았다.

표 38. 시호 갈색점무늬병에 대한 약효

시험 장소	시험 약제	이병엽률(%)				방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평균	
철원	플루아지남 수화제	38.8	45.0	45.0	42.9 b j	48.4
	클로로탈로닐 수화제	51.0	36.5	49.5	45.7 b	45.1
	비터타놀 수화제	48.3	82.0	58.5	70.3 ab	15.6
	아족시스트로빈 수화제	58.0	45.8	41.3	48.3 b	41.9
	테부코나졸 유제	46.0	28.0	45.5	39.8 b	52.2
	무처리	91.5	62.3	96.0	83.3 a	-
춘천	플루아지남 수화제	7.3	5.8	6.8	6.6 a	2.5
	클로로탈로닐 수화제	2.0	6.8	7.5	5.4 ab	19.8
	비터타놀 수화제	4.3	6.0	5.8	5.3 ab	21.0
	아족시스트로빈 수화제	2.0	2.2	2.4	2.2 b	67.7
	테부코나졸 유제	2.3	8.3	5.0	5.2 ab	23.5
	무처리	8.8	4.3	7.3	6.8 a	-

j C.V(%) ----- 23.92(철원), 39.42(춘천)

(3) 약해시험

철원과 춘천 2개소의 시험포장에서 공시약제의 기준량 및 배량처리 시 약해가 발생되지 않았다(표 39).

표 39. 약해시험 결과(약제 처리 후 3, 5, 7일 후)

시험 장소	시 험 약 제	약해정도(0~5)		비 고
		기준량	배량	
철원	플루아지남 수화제	0	0	약해 없음
	클로로탈로닐 수화제	0	0	약해 없음
	비터타놀 수화제	0	0	약해 없음
	아족시스트로빈 수화제	0	0	약해 없음
	테부코나졸 유제	0	0	약해 없음
	무처리	-	-	-
춘천	플루아지남 수화제	0	0	약해 없음
	클로로탈로닐 수화제	0	0	약해 없음
	비터타놀 수화제	0	0	약해 없음
	아족시스트로빈 수화제	0	0	약해 없음
	테부코나졸 유제	0	0	약해 없음
	무처리	-	-	-



철원 시험포장 전경(2년생)



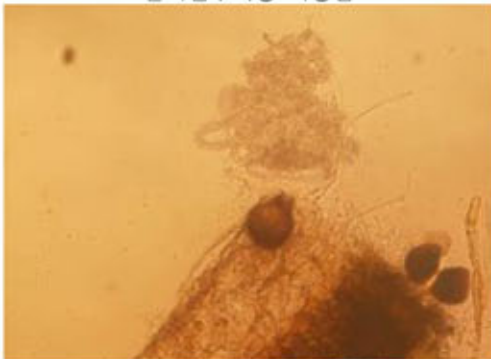
춘천 시험포장 전경(1년생)



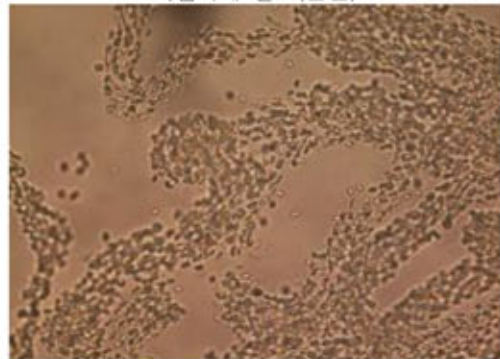
갈색점무늬병 이병엽



시험약제 살포(춘천)



갈색점무늬병 병자각(춘천)



갈색점무늬병 병포자(춘천)

그림 8. 시호 갈색점무늬병 시험적합성 증명자료

다. 시호 건조 및 저장방법 구명(2018)

(1) 시호의 건조방법별 건조시간 설정

시호의 건조방법별 건조시간을 설정하기 위한 결과는 표 40과 같다. 2년생 시호의 뿌리를 건조할 경우 양건의 경우 건조된 시호의 건물량의 변화는 51시간 이후 29% 내외 정체되어 건조가 완료되었음을 알 수 있었다. 온풍건조기를 이용할 경우 40℃에서는 29시간 이후 30%로 건조가 완료됨을 알 수 있었고, 60℃에서는 21시간 이후 건물량이 30% 이하가 되어 건조가 완료됨을 알 수 있었다(표 40). Oven법에 의해 시험 전 시호의 수분함량을 조사한 결과, 수분함량이 70.61%으로서 앞서 언급한 건조방법별 건조 시간에 의해 건조된 시호의 건물량과 같은 경향이였다. 건조방법별로 건조된 시호의 잔류 수분함량은 양건 51시간 건조 시 4.72%, 40℃ 29시간 건조 시에는 3.16%, 60℃ 29시간 건조 시 1.64% 수준이었다(표 3-41). 따라서 시호의 건조 시 양건의 경우 건조 시간은 51시간, 온풍건조기 이용 시 40℃에서는 29시간 그리고 60℃에서는 21시간이 적절할 것으로 사료되었다.

표 40. 시호의 건조방법 및 건조 시간별 건물물 비율

건조방법	건조 경과시간별 건물물 변화(%)						
	6시간후	21시간후	29시간후	51시간후	68시간후	95시간후	119시간후
양건	65.0	58.5	32.8	29.1	29.5	28.8	29.0
40℃	41.6	35.1	30.0	29.2	29.0	29.0	29.1
60℃	34.0	30.9	29.4	28.4	28.3	28.2	28.3

표 41. 건조된 시호의 건조방법별 잔류 수분함량 비교

건조방법	건조시간	수분함량(%)
건조 전	-	70.61
양건	51시간	4.15
40℃	29시간	3.17
60℃	21시간	2.03

(2) 시호의 건조 후 저장방법에 따른 수분함량 및 감모율

건조된 시호의 저장방법(저장온도+포장재료)에 따른 저장기간별 수분함량은 모든 처리 공히 120일 까지 저장 시 8% 이내로 안정적 상태를 유지하였으나, 저장 180일에는 10% 이상 증가하는 경향을 보였다(표 42). 또한 저장기간 중 시호의 감모율은 저장방법에 따라 저장시료의 수분함량의 변화로 저장 180일 이후 감모율이 증가되거나 감소하는 경향을 보여 처리효과를 기대하기는 어려웠다(표 43).

표 42. 시호의 건조 후 저장방법별 수분함량 비교

건조방법	저장방법		수분함량(%)		
	저장온도	포장재료	60일	120일	180일
양건	상온	P,E	5.12	6.63	14.14
		P,P	4.79	6.16	13.56
	저온(4℃)	P,E	3.93	6.42	10.26
		P,P	4.56	6.18	15.45
40℃	상온	P,E	4.14	6.61	14.83
		P,P	3.16	5.65	13.94
	저온(4℃)	P,E	2.91	5.69	13.73
		P,P	2.80	5.71	12.88
60℃	상온	P,E	3.76	6.34	14.76
		P,P	2.76	4.62	13.05
	저온(4℃)	P,E	3.02	6.15	16.70
		P,P	1.95	5.34	13.22

표 43. 시호의 건조 후 저장방법별 감모율 비교

건조방법	저장방법		감모율(%)		
	저장온도	포장재료	60일	120일	180일
양건	상온	P.E	(0.9)	0.6	(1.9)
		P.P	(1.4)	(2.8)	1.7
	저온(4℃)	P.E	(0.8)	(1.7)	(0.6)
		P.P	(0.6)	(1.5)	(0.9)
40℃	상온	P.E	(0.8)	(4.1)	0.2
		P.P	(0.6)	(2.8)	1.2
	저온(4℃)	P.E	(0.6)	(0.7)	(1.4)
		P.P	(0.5)	(1.7)	(1.2)
60℃	상온	P.E	(1.1)	(10.7)	(12.0)
		P.P	(0.8)	(3.1)	(2.5)
	저온(4℃)	P.E	(1.1)	(2.6)	(1.2)
		P.P	(0.8)	(2.0)	(1.3)

(): - 값

(3) 시호의 건조 후 저장방법에 따른 색도 및 부패율 변화

건조된 시호의 저장방법(저장온도+포장재)에 따른 저장기간 중 색도 변화의 경우도 모든 처리 공히 180일까지 저장 시 L, a, b 값이 안정적으로 유지되었으며 또한 저장기간에 따른 부패도 진행되지 않았다(표 44). 이상의 결과로 시호의 수확 후 건조방법별 적정 건조시간으로 건조할 경우 저장온도와 포장재의 종류와 상관없이 180일까지 장기 저장이 가능한 것으로 사료되었으나, 저장방법에 대한 처리효과의 구명에는 한계가 있었으며 향후 보완 연구를 통해 추가 구명이 필요할 것으로 사료되었다. 또한 시호의 경우도 각각의 건조방법별은 물론 저장방법에 따른 지표성분의 변화에 대한 추가 검토가 필요할 것으로 사료되었다.

표 44. 시호의 건조 후 저장방법별 색도 및 부패율

건조 방법	저장방법		저장일수	색도 ↓			부패율 (%)
	저장온도	포장재		L	a	b	
양건	상온	P.E	60일	44.48	4.78	12.00	0
			120일	45.30	5.65	12.75	0
			180일	46.43	6.05	13.81	0
		P.P	60일	45.04	4.61	12.05	0
			120일	44.57	5.55	12.32	0
			180일	46.13	5.50	13.36	0
	저온 (4℃)	P.E	60일	44.41	4.20	11.47	0
			120일	44.62	5.01	11.65	0
			180일	47.02	5.29	13.45	0
		P.P	60일	45.03	4.85	12.53	0
			120일	45.94	5.15	12.38	0
			180일	46.14	5.44	13.14	0

표 44. 시호의 건조 후 저장방법별 색도 및 부패율(계속)

건조 방법	저장방법		저장일수	색도 J			부패율 (%)
	저장온도	포장재		L	a	b	
40℃	상온	P,E	60일	44.51	5.07	12.62	0
			120일	44.84	5.36	12.70	0
			180일	46.29	6.28	13.96	0
		P,P	60일	45.72	5.05	13.36	0
			120일	45.67	5.31	13.23	0
			180일	45.28	5.60	13.58	0
	저온 (4℃)	P,E	60일	44.89	4.74	12.65	0
			120일	45.95	5.57	13.36	0
			180일	48.45	5.46	14.85	0
		P,P	60일	45.72	5.31	13.58	0
			120일	45.07	5.26	12.68	0
			180일	46.89	5.15	13.87	0
60℃	상온	P,E	60일	44.58	5.31	12.86	0
			120일	44.35	5.67	12.38	0
			180일	45.16	6.13	13.54	0
		P,P	60일	45.04	4.87	12.77	0
			120일	43.63	5.48	11.81	0
			180일	45.37	5.56	13.22	0
	저온 (4℃)	P,E	60일	43.83	5.21	12.37	0
			120일	44.97	5.49	12.60	0
			180일	45.62	5.89	13.54	0
		P,P	60일	45.01	4.99	12.97	0
			120일	45.02	5.73	12.63	0
			180일	45.34	5.87	13.28	0

J 색도: L(흰색 100 ~ 0 흑색), a(적색 + ~ - 녹색), b(황색 + ~ - 청색)

(시험 3) 만삼 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구

가. 만삼 적정 재식밀도 설정(2016)

(1) 재배기간 중기상환경

만삼 재배기간 중 기상환경은 표 45과 같다. 4월 28일 파종 후 만삼 종자의 발아가 시작되는 5월 상순에 강수량이 82.5mm로써 평년보다 2배 이상 많아 초기 만삼 발아 및 지상부 출현 후 생육에 충분한 조건으로 사료되었다. 반면에 생육 초기인 6월 상순과 하순에는 강수량이 각각 0.1mm와 3.3mm로 가뭄이 심한 시기면서 기온의 경우도 평년 보다 높아 출현된 만삼의 생육 불량 및 고사가 발생됨에 따라 128공 플러그트레이에 7월 18일 파종 육묘 후 8월 19일에 정식하여 수행하였다.

표 45. 기상환경

(2016. 철원)

요소	5월			6월			7월			8월			9월			10월			
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	
평균 기온 (℃)	관측	15.5	17.7	19.6	21.5	21.9	22.8	22.5	23.8	25.8	27.1	27.3	21.8	22.1	20.7	18	16	13.8	10.6
	평년	14.9	15.8	17.8	19.6	20.9	21.8	22.8	23.3	24.3	24.9	24.3	22.4	21	18.7	16.8	14	11.9	9
최고 기온 (℃)	관측	21.5	26	26.1	27.9	27.4	28.6	27.5	28.6	30.2	33.2	33.1	27	28	27.2	25.2	22.2	21.7	16.3
	평년	21.6	21.9	23.9	25.6	26.5	26.5	27.2	27.3	28.5	29.6	29.2	27.5	26.6	24.9	23.1	21.2	19.2	16.5
최저 기온 (℃)	관측	9.4	10.1	13.1	15.2	17.9	17.2	18.2	19.6	22.7	21.9	23	17.4	17.4	15.6	12.4	10.7	7.4	4.8
	평년	8.6	10	12	14.1	15.9	17.6	19	20	21	21.1	20.2	18.4	16.4	13.4	10.6	8	5.5	2.5
강수량 (mm)	관측	82.5	37.7	29.7	0.1	23.7	3.3	282.8	57.5	120.2	5.6	1.4	56.7	18.7	-	13.5	136.6	0	36.5
	평년	34.7	41.3	28.2	29.8	48.7	61.5	96.5	145	160	139	82.9	119.3	53.6	65.4	22.9	14.8	16.3	12.7

※ 자료출처: 기상청 홈페이지(2016)

(2) 지상부 생육

육묘 정식 후 입모율은 처리간 대차 없었으며, 지상부 생육은 30×30cm로 심었을 때 주경장이 커지는 경향이었으나(표 46), 주당 건조중은 20×20cm로 정식 시 1.4g 내외로 가장 무거운 경향이였다(표 47).

표 46. 만삼의 재식밀도별 지상부 생육 특성

(조사일: 11월 1일)

재식밀도	입모율 (%)	주경장 (cm)	경두께 (cm)	분지수(개/주)		절수 (개/주)
				1차	2차	
30×15	85.3±10.2	16.7±2.2	0.15±0.03	5.7±0.8	3.6±0.9	9.8±0.4
30×30	83.1±16.7	17.1±2.6	0.14±0.04	8.0±2.5	7.5±4.0	10.1±0.6
20×15	88.4±10.4	15.6±1.9	0.13±0.04	5.0±1.5	2.3±1.9	9.3±0.1
20×20	84.0±8.8	15.1±2.2	0.15±0.03	6.9±1.5	8.6±7.2	9.7±0.8

표 47. 만삼의 재식밀도별 지상부 생육 비교

(조사일: 11월 1일)

재식밀도	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	초중(g/주)		
			생	건	건물률(%)
30×15	1.9±0.2	2.1±0.2	2.8±0.6	0.9±0.1	35.2±10.2
30×30	1.9±0.2	2.0±0.3	3.4±1.7	1.2±0.6	38.1±10.4
20×15	1.7±0.1	1.8±0.1	1.7±0.6	0.6±0.3	31.6±3.3
20×20	1.8±0.3	2.0±0.4	4.2±3.3	1.4±1.0	37.0±2.6

(3) 지하부 생육 및 수량성

지하부 생육의 경우 20×20cm로 정식하였을 경우 근장은 21.9cm 내외로 작았으나, 지근수는 2.9개 내외로 가장 많은 경향을 보였다. 근경은 처리간 대차 없었으며, 지근수의 경우 주당 건근중은 20×20cm로 정식 시 1.3g 내외로 가장 무거운 경향이였다(표 48, 그림 9).

표 48. 만삼의 재식밀도별 지하부 생육 특성

(조사일: 11월 1일)

재식밀도	근장 (cm)	근경 (cm)	지근수 (개/주)	근중(g/주)		
				생	건	건물율(%)
30×15	22.2±1.3	0.65±0.05	2.3±0.7	5.4±0.8	1.1±0.2	21.3±0.8
30×30	23.0±1.5	0.61±0.04	1.7±1.0	4.1±0.6	0.8±0.2	20.5±1.5
20×15	24.6±1.4	0.56±0.07	1.2±0.5	3.6±0.6	0.8±0.1	22.5±0.7
20×20	21.9±2.6	0.64±0.12	2.9±2.0	5.9±3.4	1.3±0.8	21.9±2.0

10a 당 건근수량은 18.4kg 내외로 20×20cm로 정식하였을 경우 가장 증수하는 경향을 보였다 (표 49). 해당 결과는 정식 후 본밭에서 3개월 미만 생육된 시험성적이었나, 이러한 결과는 기존의 만삼 GAP 재배기술과 일치하는 결과이었다.

표 49. 만삼의 재식밀도에 따른 수량성

(조사일: 11월 1일)

재식밀도	지상부 수량(kg/10a)		근/경엽율 (%)	지하부 수량(kg/10a)		
	생	건		생	건	지수
30×15	36.7±9.1	12.3±1.9	153.1±38.5	71.8±12.8	15.3±3.0	83.1
30×30	20.2±6.3	7.7±3.0	90.8±40.2	26.1±5.5	5.4±1.3	29.2
20×15	34.6±10.0	11.1±4.0	199.5±65.3	73.8±3.5	16.6±1.2	90.0
20×20	58.9±41.7	21.2±14.1	121.1±38.7	84.0±40.5	18.4±9.2	100.0



그림 9. 재식밀도별 1년생(본포정식 후 3개월 미만) 만삼 근 생육비교

나. 만삼 녹병 억제방제 효과시험(2017)

(1) 억제살포 전후 기상상황

만삼 녹병 방제를 위한 공시약제 처리 전·후 시험포장은 기상환경에 영향을 크게 받지 않았다(표 50)

표 50. 처리일 전후 기상상황

지역(노지)	월/일	강수량 (mm)	온도(°C)		
			최고	최저	평균
철원	7/13	0	31.5	20.6	25.8
	7/14 J	0.6	32.5	22.3	27.0
	7/15	32.2	27.8	22.6	24.5
	7/17	0	28.9	23.3	25.8
	7/18	0	30.1	23.0	25.8
	7/19	0	32.3	23.0	27.3
	7/27	0	29.1	21.6	24.6
	7/28	7.8	25.5	22.7	23.8
	7/29	0	30.4	22.4	25.2
	9/18	0	25.7	11.4	19
	9/19 D	8.9	24.7	15.6	20.1
	9/20	0	22.8	9.3	16.3
	9/28	0	23.5	9.1	16.6
	9/29	0	21.2	3.9	13.2
	9/30	0	23.2	12.2	18.2
	10/9	0	23.9	16.7	20.0
	10/10	4.2	23.4	13.9	20.0
	10/11	6.6	17.3	9.8	13.0
춘천	7/11	1.4	30.9	22.4	26.2
	7/12	0	32.7	22.7	27.3
	7/13	0	32.5	22.6	27.2
	7/18	0	32.9	24.7	28.1
	7/19	0	34.1	25.7	29.5
	7/20	0	31.9	27.5	29.5
	9/18	0	26.4	13.7	19.2
	9/19 D	11.5	24.6	14.3	18.2
	9/20	0	23.8	11.2	17.2
	9/28	0	24.0	12.4	18.6
	9/29	0	21.4	6.5	13.5
	9/30	0	23.8	9.2	16.3
	10/9	0	25.1	17.4	20.3
	10/10	3	24.9	16	18.9
	10/11	29.6	18.9	12.6	15.4

* 약제 처리일자, 시험 포장은 강우 등 기상 영향 받지 않음(철원 7/28 처리의 경우 오전 강우 후 오후에 약제 살포를 하였으며 약효에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 판단됨)

J 철원 시험포장은 당초 7월 14일에 1차 약제처리를 하였으나, 약제 살포 후 강우로 인해 7월 14일부터 약제 1차 처리 시작.

D 춘천지역 2차 약제처리 이후(7월 중하순 이후), 반복적인 강우와 고온으로 전 시험구가 고사하여, 7월 19일 파종 육묘 후 9월 4일 본포에 재 정식 후 약제 재처리 수행

(2) 약효시험

철원과 춘천 두 시험포장에서 만삼 녹병이 발생되지 않아 공시약제에 대한 약효 검정이 불가하였다(표 51).

표 51. 만삼 녹병에 대한 약제 방제효과

시험 장소	시험 약제	이병엽률(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평균		
철원	피라클로스트로빈 유제	-	-	-	-	-	-
	트리플록시스트로빈 입상수화제	-	-	-	-	-	-
	비터타놀 수화제	-	-	-	-	-	-
	아족시스트로빈 수화제	-	-	-	-	-	-
	트리아디메폰 수화제	-	-	-	-	-	-
	무처리	-	-	-	-	-	-
춘천	피라클로스트로빈 유제	-	-	-	-	-	-
	트리플록시스트로빈 입상수화제	-	-	-	-	-	-
	비터타놀 수화제	-	-	-	-	-	-
	아족시스트로빈 수화제	-	-	-	-	-	-
	트리아디메폰 수화제	-	-	-	-	-	-
	무처리	-	-	-	-	-	-

(3) 만삼 녹병 약해시험

피라클로스트로빈 유제 등 5종의 공시약제는 철원과 춘천 2개 시험포장에서 기준량 및 배량에서 약해가 없었다(표 52).

표 52. 약해시험 결과(춘천, 철원)

시험 장소	시험 약제	약해정도(0~5)		비고
		기준량	배량	
철원 춘천	피라클로스트로빈 유제	0	0	약해 없음
	트리플록시스트로빈 입상수화제	0	0	약해 없음
	비터타놀 수화제	0	0	약해 없음
	아족시스트로빈 수화제	0	0	약해 없음
	트리아디메폰 수화제	0	0	약해 없음
	무처리	-	-	-

(4) 결과요약

- 공시약제 모두 약해는 없었으나, 약효를 검정 불가로 효과를 인정하기 어려움



철원 시험포장 전경
(2년생-약해조사)



춘천 시험포장 전경
(1년생-7월20일 이후)



철원 재시험 포장
(약제처리)



춘천 재시험 포장
(약제처리)

그림 10. 만삼 녹병 시험적합성 증명자료

다. 만삼 녹병 약제방제 효과시험(2018. 병 미발생)

본 시험은 2018년도에 점무늬병 및 점박이용애 약제방제 효과시험과 같이 철원과 화천 2개소에 시험포장은 조성하였으나 녹병 미 발생으로 약제처리는 수행하지 않았음

라. 만삼 점무늬병 약제방제 효과 시험(2018)

(1) 약제 살포 전후 기상상황

만삼 점무늬병 약제방제 효과를 검토하기 위하여 철원과 화천 등 2개소의 시험포장은 약제 처리 전·후 강우 등 기상의 영향을 받지 않았다(표 53)

표 53. 약제살포 전후 기상상황

지역(노지)	월/일	강우량(mm)	온도(°C)		
			최고	최저	평균
철원	9/27	0	23.6	7.7	15.4
	9/28*	0	22.0	7.1	13.7
	9/29	0	25.5	8.7	16.6
	10/7	0	21.2	7.0	13.5
	10/8	0	19.9	4.1	10.8
	10/9	0	18.0	4.9	11.7
	10/17	0	18.0	3.9	10.4
	10/18	0	15.4	4.4	10.0
	10/19	0	19.5	2.5	9.5

* 약제 처리일자, 시험 포장은 강우 등 기상의 영향을 받지 않음

표 53. 약제살포 전후 기상상황(계속)

지역(노지)	월/일	강수량(mm)	온도(°C)		
			최고	최저	평균
화천	9/26	0	21.2	7.6	13.0
	9/27	0	21.7	5.8	12.3
	9/28	0	19.7	4.8	10.9
	10/6	43	18.6	12.0	14.8
	10/7	0	20.3	4.0	12.3
	10/8 [↓]	0	18.2	2.2	8.2
	10/9	0	17.6	2.3	9.4
	10/16	0	19.1	2.0	8.4
	10/17	0	17.0	3.3	9.0
	10/18	2	13.6	3.2	7.6

↓ 화천지역 시험포장은 당초 10월 7일에 2차 약제처리 예정이었으나, 10월 6일 강우로 인해 10월 8일에 2차 처리함.

(2) 약효 시험

철원과 화천 지역 2개소의 점무늬병에 대한 아족시스트로빈 액상수화제 등 5종의 공시약제의 약효는 표 3-54와 표 3-55에서 보는 바와 같다. 철원지역의 경우 대상병인 점무늬병의 발생상황은 무처리의 이병엽률이 28.3%(21.8~30.9%)로 검정기준인 15%를 초과하여 약효를 검토하기에 충분하였고, 화천지역의 경우도 점무늬병의 발생상황은 표 56에서 보는 바와 같이 무처리의 이병엽률이 22.3%(20.8~24.4%)로 검정기준인 15%를 초과하여 약효를 검토하기에 충분하였다. 최종 약제 처리 후 10일차의 만삼 점무늬병에 대한 약효는 철원 및 화천지역 모두 테부코나졸 유제, 이프로디온 수화제가 무처리 대비 방제가 80%이상으로 약효가 인정되었다.

표 54. 만삼 점무늬병에 대한 약제 방제 효과(철원)

시험 약제	이병엽율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	I 반복	II 반복	III 반복	평균		
아족시스트로빈 액상수화제	5.6	8.3	4.8	6.2	bc	75.4
티오파네이트메틸 수화제	5.5	9.5	6.6	7.2	b	71.7
테부코나졸 유제	3.3	4.8	4.5	4.2	c	83.4
이프로디온 수화제	5.5	5.6	3.4	4.8	bc	81.0
헥사코나졸 액상수화제	4.2	6.3	5.1	5.2	bc	79.6
무처리	23.2	21.8	30.9	25.3	a	-
CV(%)	-----					28.15

표 55. 만삼 점무늬병에 대한 약제 방제 효과(화천)

시험 약제	이병엽율(%)				유의차 (DMRT)	방제기 (%)
	I 반복	II 반복	III 반복	평균		
이족시스트로빈 액상수화제	9.8	7.7	5.9	7.8	b	65.0
티오파네이트메틸 수화제	10.0	4.8	7.1	7.3	b	67.2
테부코나졸 유제	7.5	0	0.1	2.5	c	88.6
이프루디온 수화제	3.4	4.6	5.1	4.3	bc	80.6
헥사코나졸 액상수화제	4.6	4.5	5.1	4.7	bc	78.7
무처리	21.7	20.8	24.4	22.3	a	-
CV(%)	-----					27.02

(3) 약해 시험

공시약제 5종에 대한 약해시험 결과는 표 56과 표 57에서 보는 바와 같았다. 테부코나졸 유제를 제외한 공시약제 4종은 철원, 화천 두 시험포장에서 약해가 발생되지 않았으나, 테부코나졸 유제의 경우 철원 시험포장에서는 배량 처리구에서 약해가 발생하였으며, 화천 시험포장에서는 기준량과 배량 처리에서 모두 잎의 데침 증상 후 황화되는 증상의 약해가 발생하였다(그림 11). 따라서 테부코나졸 유제는 약효는 인정되었으나 약해 발생으로 인해 안전성에 문제가 있을 것으로 사료되었다.

표 56. 만삼 점무늬병에 대한 약제처리 후 약해유무(철원, 약제처리 후 3, 5, 7일차)

시험 약제	시험작물	약해정도(0~5)		비고
		기준량	배량	
이족시스트로빈 액상수화제	만삼(재래종)	0	0	약해증상 없음
티오파네이트메틸 수화제		0	0	약해증상 없음
테부코나졸 유제		0	1.7	데침 증상 후 황화
이프루디온 수화제		0	0	약해증상 없음
헥사코나졸 액상수화제		0	0	약해증상 없음
무처리		-	-	-

표 57. 만삼 점무늬병에 대한 약제처리 후 약해유무(화천, 약제처리 후 3, 5, 7일차)

시험 약제	시험작물	약해정도(0~5)		비고
		기준량	배량	
이족시스트로빈 액상수화제	만삼(재래종)	0	0	약해증상 없음
티오파네이트메틸 수화제		0	0	약해증상 없음
테부코나졸 유제		1	5	데침 증상 후 황화
이프루디온 수화제		0	0	약해증상 없음
헥사코나졸 액상수화제		0	0	약해증상 없음
무처리		-	-	-

(4) 결과요약

공시약제 중 만삼 점무늬병 방제 약제로는 이프로디온 수화제가 적합할 것으로 사료되었다. 헥사코나졸 액상수화제는 약효가 80%를 초과하지 못하였으나, 이프로디온 수화제와 마찬가지로 무처리와 대비하여 통계적 유의성은 있었다. 그러나 테부코나졸 유제는 배양 처리 시 철원과 화천지역에서 약해가 발생되어 안정성에 문제가 있을 것으로 판단되었다.



철원 시험포장 전경(6월 5일 정식 후)



화천 시험포장 전경(6월 4일 정식 후)



철원 시험포장 재정식(9월 6일)



화천 시험포장 재정식(9월 5일)



철원 시험포장 약제처리



화천 시험포장 약제처리



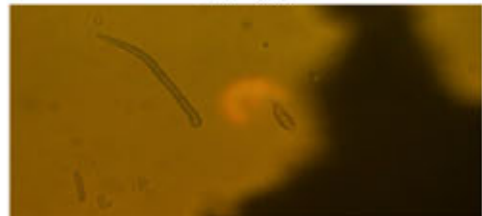
약해 증상(좌 - 건전엽, 중-좌 - 약해증상엽)



약해 증상



점무늬병 병징



점무늬병 원인균

그림 11. 시험 적합성 증명자료

마. 만삼 점박이용에 약제방제 효과 시험(2018, 신규추가)

(1) 약제 살포 전후 기상상황

만삼 점박이용에 약제방제 효과를 검토하기 위하여 철원과 화천 등 2개소의 시험포장은 약제 처리 전·후 강우 등 기상의 영향을 받지 않았다(표 58)

표 58. 약제살포 전후 기상상황

지역(노지)	월/일	강우량(mm)	온도(°C)		
			최고	최저	평균
철원	9/26	0	23.2	10.6	16.2
	9/27*	0	23.6	7.7	15.4
	9/28	0	22.0	7.1	13.7
화천	9/27	0	21.7	5.8	12.3
	9/28	0	19.7	4.8	10.9
	9/29	0	23.8	6.6	13.9

* 약제 처리일자, 시험 포장은 강우 등 기상의 영향을 받지 않음

(2) 약효 시험

철원과 화천지역 모두 시험 전 포장의 생충밀도는 100마리 이상으로 점박이용에의 약효를 검토하기에 충분하였다. 철원과 화천지역 두 시험포장의 공시약제 모두 약제처리 처리 후 7일차 및 14일차에 무처리 대비 방제가가 80%이상으로 약효가 인정되었다(표 59, 60, 61, 62).

표 59. 만삼 점박이용에 대한 약제 방제 효과(철원, 약제처리 후 7일차)

시험 약제	처리전 밀도	생충 밀도(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평균		
아비멕틴 유제	126.7	2.4	0.0	0.0	0.8	b	98.8
에마멕틴벤조에이트 유제	120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
비펜트린 수화제	133.3	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
페나자퀸 유제	126.7	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
펜피록시메이트 액상수화제	126.7	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
아조사이클로틴 수화제 (공시 및 잠정대조)	133.3	4.5	0.0	0.0	1.5	b	97.7
무처리	200.0	66.0	63.0	63.0	64.0	a	-

CV(%) ----- 11.41

표 60. 만삼 점박이응애에 대한 약제 방제 효과(철원, 약제처리 후 14일차)

시험 약제	처리전 밀 도	생 총 율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평균		
아바멕틴 유제	126.7	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
에마멕틴벤조에이트 유제	120.0	0.0	0.0	2.5	0.8	b	97.3
비펜트린 수화제	133.3	2.3	0.0	0.0	0.8	b	97.6
페나자퀸 유제	126.7	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
펜피록시메이트 액상수화제	126.7	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
아조사이클로틴 수화제 (공시 및 잠정대조)	133.3	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
무처리	200.0	33.0	30.0	30.0	31.0	a	-
CV(%)	-----						21.19

표 61. 만삼 점박이응애에 대한 약제 방제 효과(화천, 약제처리 후 7일차)

시험 약제	처리전 밀 도	생 총 율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평균		
아바멕틴 유제	133.3	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
에마멕틴벤조에이트 유제	130.0	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
비펜트린 수화제	333.3	2.7	0.9	0.0	1.2	b	98.3
페나자퀸 유제	146.7	2.0	6.1	2.0	3.4	b	95.2
펜피록시메이트 액상수화제	146.7	2.0	0	2.0	1.4	b	98.1
아조사이클로틴 수화제 (공시 및 잠정대조)	146.7	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
무처리	180.0	78.3	66.7	68.3	71.1	a	-
CV(%)	-----						23.89

표 62. 만삼 점박이응애에 대한 약제 방제 효과(화천, 약제처리 후 14일차)

시험 약제	처리전 밀 도	생 총 율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평균		
아바멕틴 유제	133.3	0.0	2.3	11.3	4.5	b	87.7
에마멕틴벤조에이트 유제	130.0	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
비펜트린 수화제	333.3	3.6	0.0	0.0	1.2	b	96.7
페나자퀸 유제	146.7	4.1	0.0	0.0	1.4	b	96.3
펜피록시메이트 액상수화제	146.7	0.0	0.0	4.1	1.4	b	96.3
아조사이클로틴 수화제 (공시 및 잠정대조)	146.7	0.0	0.0	0.0	0.0	b	100
무처리	180.0	40.0	35.0	35.0	36.7	a	-
CV(%)	-----						45.96

(3) 약해 시험

공시약제 6종을 대상으로 기준량 및 배량의 약제 처리 후 3일, 5일, 7일차 약해 조사를 한 결과는 표 63 및 표 64와 같다. 공시약제 모두 철원 및 화천 두 시험포장에서 약해 발생이 없었다.

표 63. 만삼 점박이응애에 대한 약제처리후 약해유무(철원, 약제처리 후 3, 5, 7일차)

시 험 약 제	시험작물	약해정도(0~5)		비 고
		기준량	배 량	
아바멕틴 유제	만삼(재래종)	0	0	약해증상 없음
에마멕틴벤조에이트 유제		0	0	*
비펜트린 수화제		0	0	*
페나자퀸 유제		0	0	*
펜피록시메이트 액상수화제		0	0	*
아조사이클로틴 수화제 (공시 및 잠정대조)		0	0	*
무처리		-	-	-

표 64. 만삼 점박이응애에 대한 약제처리후 약해유무(화천, 약제처리 후 3, 5, 7일차)

시 험 약 제	시험작물	약해정도(0~5)		비 고
		기준량	배 량	
아바멕틴 유제	만삼(재래종)	0	0	약해증상 없음
에마멕틴벤조에이트 유제		0	0	*
비펜트린 수화제		0	0	*
페나자퀸 유제		0	0	*
펜피록시메이트 액상수화제		0	0	*
아조사이클로틴 수화제 (공시 및 잠정대조)		0	0	*
무처리		-	-	-

(4) 결과요약(담당자 의견)

아조사이클로티 수화제 등 6종의 공시약제 모두 약효가 인정되었고 약해가 발생되지 않아 점박이
응애에 대한 방제 약제로 적합할 것으로 사료되었다.



철원 시험포장 전경(6월 5일 정식후)



화천 시험포장 전경(6월 4일 정식 후)



철원 시험포장 재정식(9월 6일)



화천 시험포장 재정식(9월5일)



철원 시험포장 약제처리



화천 시험포장 약제처리



점박이응애

그림 3-12. 시험적합성 증명자료

사. 만삼 건조 및 저장 방법 구명(2018)

(1) 만삼의 건조방법별 건조시간 설정

만삼의 건조방법별 건조시간을 설정하기 위한 결과는 표 65와 같다. 양건의 경우 건조된 만삼의
건물물의 변화는 75시간 이후 변화가 정체되었다. 온풍건조기를 이용할 경우 40℃와 60℃에서는
29시간 이후 건물물이 22%내외로 변화가 없었다. 따라서 양건은 75시간, 온풍건조의 경우는 40℃와

60℃ 공히 29시간 건조 시 건조가 완료되었다고 판단할 수 있었다. 각각의 건조시간으로 건조된 만삼의 잔류 수분함량을 조사한 결과 양건 75시간 건조 시 4.72%, 40℃ 29시간 건조 시에는 3.16%, 60℃ 29시간 건조 시 1.64% 수준이었다(표 3-66). 따라서 만삼 건조 시 양건의 경우 건조 시간은 75시간, 온풍건조기 이용 시 40℃와 60℃에서는 29시간이 적절할 것으로 사료되었다

표 65. 만삼의 건조방법별 건물물 비율

처리	건조 경과시간별 건물물 비율(%)				
	7시간후	29시간후	48시간후	75시간후	99시간후
양건	78.4	59.4	45.2	21.1	22.0
40℃	44.6	22.4	22.2	22.2	22.3
열풍60℃	70.6	22.2	21.7	21.6	21.8

표 66. 만삼의 건조방법별 수분함량

건조방법	건조시간	수분함량(%)
건조전	-	78.50
양건	75시간	4.72
냉풍40℃	29시간	3.16
열풍60℃	29시간	1.64

(2) 만삼의 건조 후 저장방법에 따른 수분함량 및 감모율

건조된 만삼의 저장방법(저장온도+포장재)에 따른 저장기간별 수분함량은 처리조건에 따라 다양한 분포를 보였으나 모든 처리 공히 180일까지 10% 이내로 변화하는 경향을 보였다. 만삼의 저장 기간별 감모율은 저장시료의 수분함량 증가로 저장 180일 이후까지 지속적으로 감소하는 경향을 보였다(표 67, 표 68)

표 67. 만삼의 건조 후 저장방법별 수분함량 변화

건조방법	저장방법		저장기간별 수분함량(%)		
	저장온도	포장재	60일	120일	180일
양건	상온	P.E	9.77	3.93	8.53
		P.P	9.81	4.75	7.16
	저온(4℃)	P.E	6.74	7.56	7.40
		P.P	7.04	7.53	9.51
40℃	상온	P.E	9.54	5.44	7.31
		P.P	9.66	3.90	6.13
	저온(4℃)	P.E	5.90	7.65	6.79
		P.P	6.84	7.07	9.30
60℃	상온	P.E	9.36	6.19	7.30
		P.P	9.79	2.39	5.83
	저온(4℃)	P.E	6.44	5.50	5.85
		P.P	7.06	5.59	8.24

표 68. 만삼의 건조 후 저장방법별 감모율 비교

건조방법	저장방법		저장기간별 감모율(%)		
	저장온도	포장재료	60일	120일	180일
양건	상온	P,E	(0,8)	(2,8)	(0,8)
		P,P	(0,9)	(1,3)	(0,7)
	저온(4℃)	P,E	(0,4)	(1,5)	(0,7)
		P,P	(0,3)	(1,1)	(2,7)
40℃	상온	P,E	(0,9)	(1,9)	(2,0)
		P,P	(0,6)	(2,0)	(0,3)
	저온(4℃)	P,E	(0,7)	(1,7)	(0,8)
		P,P	(0,6)	(1,1)	(3,7)
60℃	상온	P,E	(1,1)	(3,3)	(1,3)
		P,P	(0,8)	(2,2)	(0,8)
	저온(4℃)	P,E	(0,7)	(2,2)	(1,0)
		P,P	(0,5)	(1,4)	(3,4)

(): - 값

(3) 만삼의 건조 후 저장방법에 따른 색도 및 부패율 변화

반면에 건조된 만삼의 저장방법 따른 저장기간별 색도 변화는 모든 처리 공히 180일까지 저장 시 L, a, b 값이 안정적으로 유지되었으며, 또한 저장기간에 따른 부패도 진행되지 않았다(표 69).

표 69. 만삼의 건조 후 저장방법별 색도 및 부패율

건조 방법	저장방법		저장 기간	색도 ↓			부패율 (%)
	저장온도	포장재		L	a	b	
양건	상온	P,E	60일	53,56	4,29	15,88	0
			120일	50,83	4,69	14,97	0
			180일	51,89	4,77	15,53	0
		P,P	60일	53,87	4,08	15,53	0
			120일	52,09	4,28	14,88	0
			180일	53,49	4,77	15,88	0
	저온 (4℃)	P,E	60일	52,80	4,63	16,03	0
			120일	52,10	4,24	14,62	0
			180일	52,93	4,42	14,82	0
		P,P	60일	54,28	3,92	15,72	0
			120일	52,11	4,10	14,22	0
			180일	52,10	4,59	15,05	0

↓ 색도: L(흰색 100 ~ 0 흑색), a(적색 + ~ - 녹색), b(황색 + ~ - 청색)

표 69. 만삼의 건조 후 저장방법별 색도 및 부패율(계속)

건조 방법	저장방법		저장 기간	색도 ↓			부패율 (%)	
	저장온도	포장재		L	a	b		
냉풍 40℃	상온	P,E	60일	53.35	4.03	15.72	0	
			120일	52.18	4.08	15.54	0	
			180일	53.39	4.29	15.74	0	
		P,P	60일	51.87	4.05	15.29	0	
			120일	53.81	3.31	14.86	0	
			180일	51.63	4.22	14.68	0	
	저온 (4℃)	P,E	60일	56.42	4.14	17.22	0	
			120일	51.59	4.23	14.82	0	
			180일	51.86	4.30	15.41	0	
		P,P	60일	54.89	4.26	17.22	0	
			120일	53.41	4.48	15.29	0	
			180일	53.99	4.22	16.15	0	
	열풍 60℃	상온	P,E	60일	49.87	4.49	14.75	0
				120일	50.29	4.01	13.76	0
				180일	49.60	4.06	13.89	0
			P,P	60일	53.03	4.37	15.84	0
				120일	51.65	4.43	15.26	0
				180일	51.32	4.89	15.76	0
저온 (4℃)		P,E	60일	51.62	4.91	15.85	0	
			120일	50.90	4.60	15.02	0	
			180일	52.99	4.45	15.93	0	
		P,P	60일	55.18	4.56	17.82	0	
			120일	51.71	4.76	14.96	0	
			180일	50.42	4.69	14.58	0	

↓ 색도: L(흰색 100 ~ 0 흑색), a(적색 + ~ - 녹색), b(황색 + ~ - 청색)

4. 적 요

〈제1세부과제: 감초, 시호, 만삼 GAP 병해충 및 수확 후관리지침 설정연구〉

(시험 1) 감초 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구

가. 감초의 파종방법 설정(2016)

- 감초의 파종방법 및 재식밀도 별 감초의 후기 지상부 생육은 초장, 경장이 관행의 조파재배보다 점파재배 시 양호한 경향이였다. 점파의 경우 주당 건조중은 50×25 cm로 소식할 경우 31g 내외로 가장 무거웠음.

- 감초의 후기 지하부 생육도 조파보다 점파 재배시 생육이 양호한 경향을 보였으며, 주당 건근중은 점파 50×20cm 파종 시 48.3g내외로 가장 높았음
- 10a 당 건근수량은 점파 30cm×10 cm 파종 시 410.3kg내외로 관행 조파 30cm 대비 약 9배의 증수하는 경향이었음
- 감초 직파재배 시 파종방법은 관행 조파보다 점파 재배가 생육 및 수량성면에서 유리할 것으로 판단되었으며, 점파 재배시 흑색비닐을 피복할 경우 잡초발생 억제와 감초 생육에 유리할 것으로 판단되었음

나. 감초 녹병 방제 약제 선발(2017)

- 감초 녹병의 경우 미보고 병원균으로서 이로 인해 해당 시험은 중단하였음.

다. 감초 건조 및 조제방법 설정(2017)

- 절단 전·후 1차 건조와 2차 건조에 따른 감초의 평균 건물률은 45% 내외로 판단되었으며 감초 건조 시 감량은 55% 내외로 추정되었음
- 감초 건조 시 소요되는 필요 건조시간은 1차 건조 및 2차 건조 시간을 총합해서 양건의 경우 72시간 이상, 40℃ 건조 시에는 48시간, 60℃ 건조 시에는 18시간이 적정할 것으로 판단되었음

라. 감초 건조 후 저장방법 구명(2018)

- 건조방법별로 건조 된 감초의 잔류 수분함량은 양건 72시간 건조 시 5.75%, 40℃ 48시간 건조 시 3.66%, 60℃ 18시간 건조 시 5.57%이었음
- 건조 된 감초의 저장방법(저장온도+포장재)에 따른 저장기간별 색도 및 부패율 변화는 모든 처리 공히 180일까지 저장 시 L, a, b 값도 안정적으로 유지되었으며, 부패도 진행되지 않았음
- 본 연구 결과를 통해 저장온도와 포장재 종류의 처리효과는 판단하기 어려웠음

(시험 2) 시호 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구

가. 시호 비닐피복 재배효과 구명 및 재식밀도 설정(2016)

- 초장, 주경장, 경수 및 경두께 등의 지상부 생육은 흑색비닐 피복 시 벚짚피복 처리보다 양호한 경향을 보였음
- 주당 건초중은 파종 시 25.8g 내외로 조건 간격이 넓을수록 증가하는 경향이었음
- 피복방법별 시호의 근경 등 지하부 생육은 흑색비닐 피복시 벚짚 피복보다 양호한 경향을 보였으나, 재식밀도 간에는 대차 없었음.
- 주당 건근중의 경우도 흑색비닐 피복 시 2g내외로 벚짚피복보다 양호한 경향을 보였으나, 재식 밀도 간에는 대차 없었음.
- 시호 재배 시 흑색비닐피복 후 10×5cm 간격으로 밀식 재배할 경우 10당 수량이 212kg 내외로 관행(벚짚피복 20×5cm) 대비 약 4.9배 증수되어 유리할 것으로 사료되었음
- 관행 벚짚 피복 대비 흑색비닐 피복시 발생잡초가 감소하는 경향을 보였으며, 밀식할수록 감소하는 경향이었음.

나. 시호 비닐피복 재배시 적정 기비사용 방법 구명(2017)

- 10a당 건근 수량은 기비 40kg/10a, 기비 120kg/10a을 처리 시 98.1~99.5kg으로 관행 사용 대비 약 1.5배 증수하였으나, 처리효과는 기대하기 어려웠음

다. 시호 갈색점무늬병 약제방제 효과 시험(2017)

- 플루아지남 수화제 등 5종의 공시약제 모두 두 시험포장에서 방제가 80% 미만으로 약효가 인정되지 않았음

라. 시호 건조 및 저장방법 구명(2018)

- 시호의 건조방법별 건조시간은 양건 51시간, 40℃ 건조 29시간, 60℃ 건조는 21시간이 적정하였으며, 건조 후 잔류 수분함량은 양건 시 4.2%, 40℃ 건조 시 3.2%, 60℃ 건조 시 2.0%이었음
- 건조된 시료는 저장방법(저장온도+포장재)와 상관없이 180일까지 저장 시 전 처리 공히 색도 변화가 없었으며, 부패도 발생되지 않아 장기저장이 가능하였음

(시험 3) 시호 GAP 병해충 및 수확 후 관리지침 설정연구

가. 만삼 적정 재식밀도 설정(2016)

- GAP 관행재배 기준인 재식밀도 20×20cm 육묘 이식 재배시 수량성 양호하였음

나. 만삼 녹병 약제방제 효과시험(2017~2018)

- 2017년도 수행시 피라클로스트로빈 유제 등 5종의 공시약제는 철원과 춘천 2개 시험포장에서 기준량 및 배량에서 약해가 없었으나, 녹병 미 발생으로 약효는 인정되지 않았음 .
- 2018년도 수행 시 철원과 화천 2개소의 시험포장은 조성하였으나 녹병 미 발생으로 약제처리를 수행하지 않았음

다. 만삼 점무늬병 약제방제 효과 시험(2018)

- 공시약제 중 이프로디온수화제, 테부코나졸 유제가 무처리 이병염율(철원 25.3%, 화천 22.3%) 대비 방제가 80%이상으로 약효가 인정되었으나, 테부코나졸 유제는 엽에 데침 증상 후 황화되는 약해증상이 있었음

라. 만삼 점박이응애 약제방제 효과 시험(2018)

- 공시약제 모두 철원과 화천 시험포에서 방제가 95.2% 이상으로 약효가 인정되었으며, 공시약지 공히 약해 없는 없었음
- 만삼 점박이응애 방제약제로 아바멕틴 유제, 에마멕틴벤조에이트 유제, 비펜트린 수화제, 페나자린 유제, 펜피록시메이트 액상수화제, 아조사이클로틴 수화제(공시 및 잠정대조) 등이 적합하였음

마. 만삼 건조 및 저장 방법 구명(2018)

- 만삼의 건조방법별 건조시 건조시간은 양건 75시간, 40℃ 및 60℃ 건조는 29시간이 적정하였으며, 건조 후 수분함량은 양건시 4.7%, 40℃ 건조시 3.2%, 60℃ 건조시 1.6% 이었음
- 건조된 시료를 저장방법(저장온도+포장재)과 상관없이 180일까지 저장 시 전 처리 공히 색도 변화가 없었으며, 부패도 발생되지 않아 장기저장이 가능하였음

5. 인용문헌

김진원 등, 2001, 한국균학회지 29(2): p127
 농촌진흥청, 2002, 새로운자원작물, 표준영농교본-122, p41-54
 농촌진흥청, 2012, 농업과학기술 연구조사분석기준
 농촌진흥청, 2013, 약용작물, 농업기술길잡이 7
 농촌진흥청, 2017, 약용작물, 농업기술길잡이 7
 농촌진흥청, 2018, 감초, 농업기술길잡이 212,
 농촌진흥청, 2016, 약용작물 GAP 표준재배기술 I, 국립원예특작과학원
 식품의약품안전처, 2018, 대한민국약전(제2018-68호)
 식품의약품안전청, 2008, 한약재표준제조공정 지침 II
 신현동, 2004, E.F. Sameva, Septoria in Korea, 농업과학기술원, p57
 이은중 등, 1991, 약용작물병해도감, 농업기술연구소, 농촌진흥청, p59
 이은중 등, 1991, 약용작물병해도감, 농업기술연구소, 농촌진흥청, p60
 최영연, 박소득, 1990, 기주에 대한 기생성 미확인, 농시논문집(농업산학협동편) 33: p61

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2016(1년)	영농정보	시호 비닐피복 방법 및 적정 재식거리(중앙, 자체)
	농가기술지도	약용작물 GAP 표준재배기술교육 2016 GAP 약용작물 재배농가 교육
2017(2년)	영농정보	감초 건조방법별 적정 건조시간 설정(중앙, 자체)
	학술발표	GAP 생산을 위한 강원지역 시호의 멸칭 및 재식밀도에 따른 잡초발생 양상
		GAP 생산을 위한 강원지역 시호의 멸칭 및 재식밀도에 따른 생육특성
	농가기술지도	약용작물재배 및 GAP 관리
2017 새해농업인 실용교육 강의-약용작물재배 및 GAP관리 약용류 GAP 재배기술 교육 등 2건		

연도(연차)	활용방안	제 목
2018(3년)	영농기술	감초의 건조방법별 건조시간 및 저장기간(자체)
		시호의 건조방법별 건조시간 및 저장기간(자체)
		만삼의 건조방법별 건조시간 및 저장기간(자체)
	학술발표	감초, 시호, 만삼의 건조 및 저장방법에 따른 수분함량 변화
		감초의 건조조건
	농자재등록	만삼 점무늬병 약제방제 효과시험
		만삼 점박어응에 약제방제 효과시험
	홍 보	연구기관탐방-인삼약초연구소 공동연구과제 등 업무소개
메뉴얼작성	만삼 GAP 재배 메뉴얼	
농가기술지도	약초류 GAP 재배기술 교육	

성과지표명	연도	1년차(2016)		2년차(2017)		3년차(2018)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문 계재	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-
	비SCI	-	-	-	-	1	-	1	-
학술 발표	국제	-	-	-	-	-	1	-	1
	국내	-	-	1	1	1	1	2	3
영농 활용	기술	-	-	-	-	-	3	-	3
	정보	-	1	1	1	1	-	2	2
농자재 등록		-	-	-	-	1	7	1	7
홍보		1	-	1	-	1	1	3	1
메뉴얼작성		-	-	-	-	1	1	1	1
농가기술지도		1	2	1	4	1	1	3	7
계		2	3	4	6	7	15	13	25

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'16	'17	'18
과제책임자	국립원예특작과학원	농업연구관	김영국	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	인삼약초연구소	농업연구사	모영문	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	인삼약초연구소	농업연구관	정정수	특성조사 지원	-	○	○
	"	농업연구사	이광재	"	○	○	○
	"	"	윤예지	"	○	○	○
	"	농업연구관	원재희	평가분석 지원	-	○	○
	"	공업서기	이상규	포장관리 지원	○	○	○
	"	운전서기보	심재남	병해충방제	○	○	○