

| | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------|--------|---------|---------------|------------|
| 어젠다코드 | 3 - 13 - 43 | | 구 분 | 세부완결 | |
| 기술분야코드 | V1 | 기술유형코드 | C05 | 작목구분코드 | IC-03-19O1 |
| 과제종류 | 기관고유 | | 세세부사업 | - | |
| 연구과제 및 세부과제 | | | 수행기간 | 과제책임자 및 세부책임자 | |
| 친환경 인삼 생산기술 개발 | | | '11~'13 | 인삼약초연구소 | 정했님 |
| 1) 중북부지역 인삼 친환경 우수 농자재 선별 및 활용기술 개발 | | | '11~'13 | 인삼약초연구소 | 정했님 |
| 색인용어 | 인삼, 친환경, 유기농, 내병성, 무농약 | | | | |

ABSTRACT

This study was effective materials selection environment friendly agriculture materials for *Panax ginseng* cultivation without agricultural chemicals(insecticide and fungicide) from 2011~2013. The 6 organic materials of liquefied state, such as Bordeaux mixture(BDM), EYCO(Egg York & Cooking Oil mixture), Isoprene(Terpenes extracted from ginseng leaves), organic calcium fertilizer(extracted from bone meal was at a high temperature combustion), Silicate ion liquid fertilizer were applied and we investigated effects on the growth, disease resistance and heat tolerance. Organic calcium fertilizer mixed with BDM was most effective for increasing disease resistance and yield.

In order to investigate the optimum irrigation point by soil water tension in ginseng cultivation without agricultural chemicals, irrigation points were examined with 20, 30 and 40kPa, respectively. Infected plant ratio(aerial part) was lowest at 20~30kPa and yield and quality of ginseng root was highest at 30kPa. As a result, the recommended irrigation point is 30kPa of soil water tension.

1. 연구목표

최근 환경 친화적 농업의 중요성이 강조되고, 특히 인삼의 경우 건강보조식품 및 약품으로 활용하는 특성상 무농약 인삼시장에 대한 사회적 인식이 매우 높아 시중 유통 수삼기준 유기농 인삼의 생산성은 1/2 수준인 반면이나 가격은 2~4배 이상 높게 형성되는 등 수요가 지속적으로 증가하는 추세이다. 표준인삼경작법(농촌진흥청 고시, 2010-19호)에서는 N, P, K 등의 화학비료 사용을 금하고 있어, 농약 사용을 제외한 대부분의 생산기술이 유기농에 근접해있으나, 병해충 피해가 많고, 재배환경 선택성이 높은 작물인 인삼 특성상 무농약 재배가 현실적으로 매우 어렵다.

특히 인삼의 주요 병해충에 사용 가능한 친환경·유기농자재 종류가 매우 제한적이고, 가격이 일반 농약에 비해 비싸 농가에서 적극적으로 활용하지 못하고 있다. 친환경 인삼 생산 농가의 경우 자체적으로 친환경 농자재를 제조하여 사용하는 경우가 많은데, 대부분 주관적

으로 소재를 선택하여 다양한 방법으로 제조하기 때문에 용도와 실효성에 대한 객관적 평가 및 검증 자료는 전무한 실정이다.

일부 연구보고에서 시판 인삼 친환경 농자재의 발병 억제력과 변이계수를 검토한 결과 미세환경 요인에 따른 영향이 화학농약보다 큰 것으로 나타나(이, '09) 친환경 농자재의 효과를 극대화시키기 위해서는 토양이화학성, 관수 및 기타 미세환경에 대한 면밀한 관리기준을 먼저 선행해야할 필요성이 제기된 바 있다. 현재 인삼 재배시 농약을 대체하여 사용할 수 있는 병해 방제용 친환경 농자재는 석회보르도액으로 알려져 있다. 인삼 재배시 석회보르도액을 농약 대체 지상부병 방제용 약제로 활용할 경우 4년생까지 무농약 재배가 가능한 것으로 보고된 바 있으며(이, '08), 그 외 인삼 잎에서 추출한 테르펜 추출물 이후 고온스트레스를 경감시킴으로써 내병성을 증진시킬 수 있는 이소프렌 활용기술(현, '07), 아인산염을 이용한 인삼 역병 친환경 방제기술 개발(이 등, 2009), *Burkholderia cepacia*를 이용한 점무늬병 방제 연구(Joy, 1995), *Bacillus sp.*를 이용한 역병 방제연구, 기타 길항미생물 및 식물 추출물에 의한 인삼 병해 친환경 방제효과 등의 연구가 수행되었으나, 무농약 재배에 대한 종합적인 검토는 이루어지지 않고 있다.

따라서 친환경 인삼 생산을 위한 재배환경 최적화 기술 및 각 농자재 용도별 효용성을 검증함으로써, 도내 인삼 친환경 농자재 활용 기준 및 자가제조 매뉴얼 보급을 통한 저비용 친환경 생산기술 개발하기 위한 기초자료를 제공하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

<제1세부과제 : 충북부지역 인삼 친환경 우수 농자재 선발 및 활용기술 개발>

충북부지역 인삼 무농약 재배를 위한 친환경 우수 농자재를 선발하고, 효용성을 최대화하기 위한 경종적 관리기술을 개발하기 위하여 2011년부터 2013년까지 3년간 강원도농업기술원 인삼약초연구소(철원) 인삼 재배포장에서 본 시험을 수행하였다.

(시험 1) 인삼 병 발생 경감을 위한 적정 관수점 설정

가. 포장조성 및 시험재료

2008년까지 논으로 관리하던 포장을 2009년부터 2년간 호밀과 수단그라스를 반복적으로 재배, 경운하여 예정지관리를 수행하였으며, 2010년 가을에 잘 부숙된 인삼용 퇴비를 3,000kg/10a 수준으로 시용하여 로터리 작업 후 동서방향으로 두둑과 이랑을 상토높이 30cm, 폭 90cm로 설치하였다. 2011년 4월에 자경종 묘삼을 인삼 이식기를 이용하여 재식밀도를 칸(90×180cm)당 69주(7행×9열) 수준으로 식재한 후 이영을 피복하여 관리하였다.

광량조절은 표준인삼경작방법의 후주연결식(전주높이 180cm, 후주높이 100cm, 폭 200cm) 철재해가림 시설에 청색 비누수 차광지를 이용하여 해가림을 하고 여름철 혹서기(7~8월)에는 흑색 PE 2중직 차광망을 추가 피복하여 생육단계별로 해가림 투광율 및 온도를 조절하였다.

5월부터 8월까지 2주 간격으로 석회보르도액을 살포하여 지상부 병해 방제를 수행하였으며, 기타 일반 재배관리는 표준인삼경작방법에 준하였다.

나. 토양수분관리 및 미기상 조사

내병성 증진 및 고온스트레스 경감을 위한 최적 토양수분관리 기준을 설정하기 위하여 사양토 포장에 토양수분장력측정계(텐시오미터)를 설치하고 각각 20(토양수분함량 19% 수준), 30(토양수분 18%), 40kPa(토양수분 20%) 3수준으로 관수점을 설정하여 칸당 10L 수준으로 처리구별 7칸씩 3반복으로 점적관수시험을 수행하였다.

재배포장의 연중 미기상 온도와 광의 측정은 자동광온도기록장치(HOBO 08, Onset Computer Corp. USA)를 사용하였다.

다. 생육조사 및 품질분석

경직경은 지상 2cm 부위에서 줄기의 굵기를 측정하였고, 경장은 지체부에서 대엽병 기부까지 길이를 측정하였다. 엽면적지수(Leaf Area Index)는 엽면적측정기(LI-1300, LI-COR Inc., USA)를 이용하여 6월, 9월에 각각 단위 지표면적에 대한 엽면적을 측정하여 지수로 표시하였다. 엽록소함량은 SPAD meter(SPAD 502, minolta, 일본)를 사용하여 중앙소엽의 SPAD value를 3반복으로 측정하였고, 이병율은 매월 각 처리구별 지상부 주요 병 발생에 대한 비율을 조사하여 나타내었다.

지하부 생육 및 수량특성조사는 매년 10월에 뿌리를 수확하여 연차별로 조사하였다. 엑스와 조사포닌 함량은 50℃에서 열풍건조 후 분쇄(MF10, IKA)한 후 분말시료를 80% ethyl alcohol을 넣고 80℃에서 1시간 환류추출한 다음 여과하고 잔사를 2회 반복 추출하여 여액을 감압 농축한 후 수율을 조사하여 엑스함량을 산출한 후 조사포닌 함량 분석시료로 활용하였다. 조사포닌(crude saponin) 함량은 시바타법(Shibata et al, 1966)에 따라 시료를 증류수에 현탁하여 분액깔때기에 넣고 diethylether로 처리하여 지용성 물질을 제거한 후, 수가용부에 수포화 n-butanol로 처리하여 얻은 n-BuOH 층을 합하여 감압농축 한 수율을 측정하였다.

기타 인삼의 생육특성조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하여 실시하였으며, 처리별 토양수분함량 및 토양이화학성은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석기준에 준하여 수행한 후(2003, 농촌진흥청) 평균간 비교 및 통계분석은 SAS 프로그램의 Duncan 다중검정을 이용하여 비교분석하였다.

(시험 2) 인삼 내병성 증진 및 고온스트레스 경감용 친환경 농자재 선발

2011~2012년에는 인삼 지상부 병해 방제 및 내병성 증진에 효과적인 소재를 탐색하기 위하여 재배농가 설문조사, 문헌 조사 및 기내 항균활성 검정 시험 등을 통하여 친환경·유기농자재 16종, 농약 대체 병해충 방제 활용 식물 추출물 77종, 기타 농자재 14종에 대한 1차 스크리닝을 수행하고, 6년근 무농약 인삼 시험포장에서 1칸당 1종씩 시판 등록 친환경 농자재 8종과 식물추출물 등 자가조제형 농자재 5종에 대한 2차 스크리닝 작업을 수행한 후, 최종적으로 병해 방제용 친환경 농자재 2종(석회보르도액, 난황유)과 내병성 증진에 효과적인 친환경 농자재 1종(소성골분 원료 시판 칼슘액비, 이온규산액비), 고온스트레스 경감용 농자재 1종(이소프렌 추출물)을 선발하여 처리당 7칸씩 3반복으로 시험을 수행하였다.

병해방제용 약제 석회보르도액과 난황유는 각각 단용으로 5월부터 9월까지 월 2회 간격으로 방제시험을 수행하였다. 석회보르도액(6-6식)은 시판 등록농자재를 구입하여 시험에 사용

하였으며, 난황유는 계란 노른자 1개와 식용유 60ml를 믹서기로 3분간 혼합하여 균질화 한 후 물 20L에 희석하여 자가제조하여 시험에 사용하였다. 그 외의 내병성 증진용 농자재 2종(칼슘액비, 규산액비) 및 고온스트레스 경감용 자재 1종(이소프렌)은 각각 석회보르도액(1회/2주)을 병해 방제용으로 혼용 처리하여 시험을 수행하였다. 내병성 증진용 시판 칼슘액비(소성골분 소재)와 이온규산액비는 각각 1,000배액으로 희석하여 5월부터 9월까지 월 1회 간격으로 살포하였다. 이소프렌 화합물은 가을에 채취한 인삼 건엽 5kg에서 수증기 증류법으로 추출한 테르펜 50ml를 에탄올(주정) 850ml와 Tween-20 100ml과 혼합하여 제조한 이소프렌 화합물(농촌진흥청, 2013)을 구입하여 5,000배로 희석하여 5월 하순부터 6월 중순까지 7일 간격으로 총 3회 처리하였다.

생육조사는 시험1과 동일한 방법으로 수행하였으며, 처리별 고온기 광합성 속도는 6월부터 9월까지 월 1회 오전 10시와 오후 2시에 각각 처리별로 광합성측정기(LI-6400, LI-COR Inc., USA)로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 인삼 병 발생 경감을 위한 적정 관수점 설정

인삼의 산지 포장 조사결과 수량의 지배요소는 토양수분이었으며, 예정지 관리와 포장 관리 기술 등이 모두 토양 물리성 개량을 통한 보수력과 배수성을 높이기 위한 노력의 일환이다. 특히 뿌리썩음병, 점무늬병 등 피해가 크고 광범위한 병은 수분환경의 과습과 과건으로부터 기인하는 것으로 알려져 있다(박, 1982). 내병성을 기르고 무농약 재배를 하기 위한 최적 수분관리 기술을 확립하기 위하여 농가에서 적용이 용이한 토양수분장력측정계(텐시오미터)를 활용하여 관수개시점을 각각 20, 30, 40kPa로 설정하여 2011년부터 3년간 재배시험을 수행하였다.

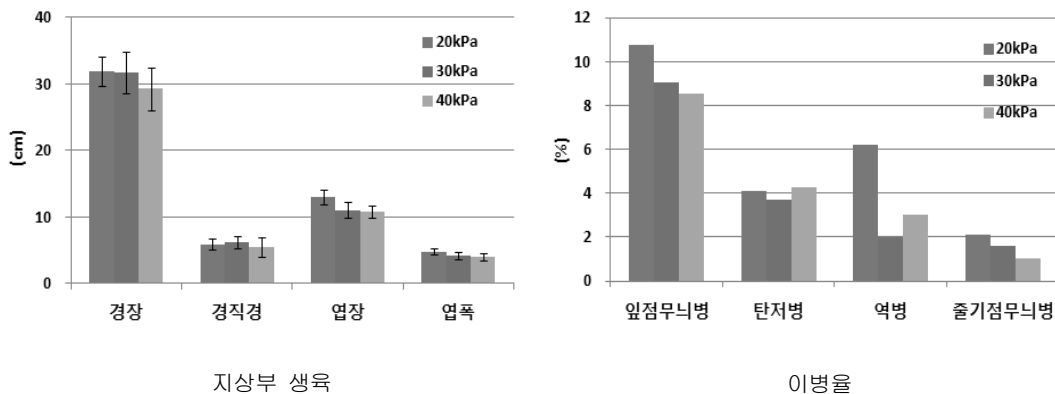


그림 1. 관수개시점 수준별 지상부 생육특성 및 이병율 비교(4년생, '13.7.16 조사)

지상부 생육의 경우 관수개시점이 낮아질수록 엽장, 엽폭은 증가하는 경향이었으나, 경장, 경직경은 30kPa에서 더 양호한 경향이였다(그림 1). 병 발생은 전반적으로 30kPa에서 가장 양호한 경향을 보였으며, 특히 탄저병과 역병의 발병율이 각각 3.7%, 2.0% 수준으로 가장 낮은 것으로 나타났다.

표 1. 관수점 처리별 수량특성 및 품질 비교('13)

| 처리내용 | 결주율 (%) | 적변율 (%) | 수량 (g/90×180cm(칸)) | 엑스수율 (%) | 조사포닌함량 (%) |
|--------|---------|---------|--------------------|-----------|------------|
| 40 kPa | 14.3 | 5.2 | 948 ± 226.3 | 31.0±2.36 | 4.9±0.22 |
| 30 kPa | 4.8 | 5.5 | 1,111 ± 118.5 | 33.0±2.80 | 4.8±0.30 |
| 20 kPa | 15.6 | 5.7 | 1,155 ± 116.1 | 32.7±2.21 | 4.5±0.32 |

* 시료채취 및 조사시기 : '13. 10. 18(4년근)

관수점 처리별 지하부 후기 생육특성을 비교한 결과 30kPa을 기준으로 건조하거나, 수분 함량을 높게 관리할 경우 결주율이 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 40kPa 수준으로 토양 수분함량을 낮게 관리할 경우 수량 및 엑스수율이 감소하는 것으로 나타났다. 조사포닌 함량은 예외적으로 40kPa에서 가장 높은 것으로 나타났는데, 미국삼에서도 이와 유사한 실험으로 건조스트레스를 유발시켰을 때 총사포닌 함량 및 Re, Rb1, Rc, Rd 등의 개별 진세노사이드 함량이 증가하는 현상을 보였다는 보고가 있으며(Lee et al, 2013), 본 시험에서도 건조스트레스 증가에 따른 진세노사이드류의 생합성량이 늘어난 때문으로 추정되었다.

지상부와 지하부 생육특성 및 이병률, 수삼의 품질등을 종합적으로 고려할 경우 사질양토 기준 관수개시점을 30kPa(토양수분함량 18~20%) 수준으로 관리하는 것이 친환경 재배에 유리한 것으로 판단되었다.

(시험 2) 인삼 내병성 증진 및 고온스트레스 경감용 친환경 농자재 선발

'90년대 이후 친환경농업이 새로운 농업모델로 각광받고 있으나, 현재까지 친환경농업육성법 시행령과 시행규칙에 유기농업 허용물질목록을 두고, 농촌진흥청에서 고시할 뿐 농가에서 친환경 자재 선택을 할 수 있는 효능 검토 자료는 매우 부족한 실정이다.

본 시험에서는 2011년부터 2012년까지 인삼 친환경 재배농가에서 주로 활용하고 있는 병해방제용 또는 내병성 증진 및 생육촉진에 도움이 되는 시판 친환경 유기농자재 16종과 식물추출물을 비롯한 자가조제용 자재 77종, 기타 농약 대체 병해충 방제용 농자재 14종에 대한 1차 스크리닝 후 농가에서 활용이 용이하고, 효능성이 확인된 농자재 6종을 최종 선발하여 2012년부터 2013년까지 무농약 인삼 재배시험포장에서 처리효과를 종합적으로 검토하였다.

표 2. 친환경 자재 처리별 지상부 생육특성 비교('13)

| 처리내용 | 경장(cm) | 경직경(mm) | 엽장(cm) | 엽폭(cm) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 석회보르도액+이소프렌 | 29.6±1.86 | 4.68±0.62 | 12.4±1.08 | 4.9±0.40 |
| 난황유 | 28.4±2.28 | 4.34±0.73 | 12.3±1.32 | 4.5±1.15 |
| 석회보르도액+칼슘액비 | 30.0±2.26 | 4.40±1.10 | 12.6±0.87 | 4.9±0.73 |
| 석회보르도액+규산액비 | 26.6±2.17 | 5.38±0.60 | 11.9±0.53 | 5.1±0.79 |
| 석회보르도액(대조구) | 27.5±2.59 | 4.24±0.98 | 11.4±1.18 | 4.4±0.40 |

* 조사시기 : '13.7.16(4년생)

석회보르도액을 포함하여 총 6종의 친환경 자재 처리별 지상부 생육특성을 비교한 결과, 대부분 석회보르도액 단용처리구(대조구)에 비해 지상부 생육촉진 효과가 있는 것으로 나타났으며, 특히 이소프렌과 칼슘액비를 석회보르도액과 혼용처리한 시험구에서 경장, 경직경 등 지상부 생육이 가장 우수한 것으로 나타났다(표 2).

이소프렌은 인삼이 자체적으로 합성(C3식물 대부분 포함됨)하여 대기 중으로 발산하는 휘발성 유기물질로 인삼 잎으로부터 테르펜 정유 형태로 추출하여 활용할 수 있다. 최근 이소프렌을 활용하여 인삼의 고온, 고광 노출에 대한 스트레스를 현저히 경감시킬 수 있다는 연구 보고가 있으며(현, '07), 실제로 이소프렌 처리구의 고온기 광합성 속도를 측정된 결과에서도 대조구(평균 $1.63 \pm 0.233 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)에 비해 1.6배 가까이 광합성효율이 높은 것으로 나타나(평균 $2.60 \pm 0.336 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 6월 하순, 오후2시 측정) 고온스트레스 경감효과가 뛰어난 것을 확인하였다. 규산액비와 석회보르도액을 혼용처리한 시험구의 경우 경장은 가장 짧고, 경직경은 가장 두꺼워지는 특이적인 생육반응을 보여 향후 인삼의 옷자람 현상을 억제하거나, 생육조절 가능성 등에 대한 추가적인 검토가 필요한 것으로 나타났다.

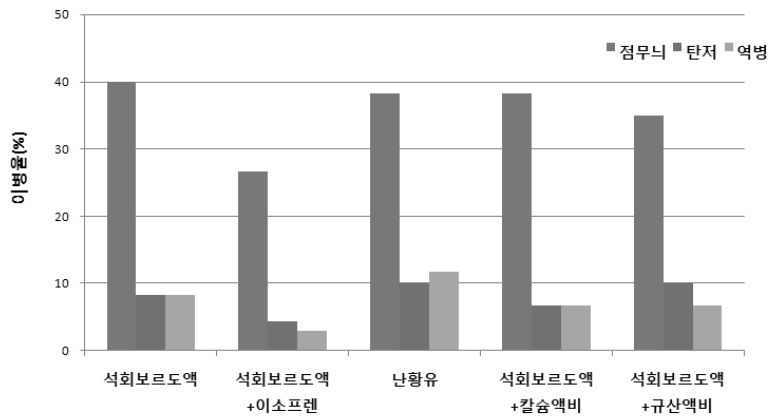


그림 2. 친환경농자재 처리별 지상부 이병율 비교(4년생, '13.7.16 조사)

친환경 자재 처리별 지상부의 병 발생 수준을 비교한 결과에서도 대조구(석회보르도액 방제 단용) 대비 이소프렌, 칼슘액비 처리구순으로 병 발생율이 낮은 것으로 나타났다(그림 2). 병해 방제용 약제로 선발된 난황유 처리구의 경우 점무늬병은 석회보르도액 단용처리와 유사한 수준의 병 방제효과를 보였으며, 탄저병과 역병은 다소 발생율이 높아지는 것으로 나타났다. 지하부 생육특성 및 수량성은 석회보르도액과 칼슘액비 혼용처리구에서 가장 우수한 것으로 나타났는데, 묘삼 생산에서도 활성이온칼슘 액비 처리시 병해를 경감시키고, 적변삼을 억제함으로써, 수량을 증수시키는 효과가 있다는 보고가 있으며(김 등, 2012), 식물체에 흡수가 용이한 액비 형태의 칼슘이온이 인삼의 생육을 촉진하고 식물체 조직을 강화시켜 내병성을 높이기 때문으로 판단되었다.

표 3. 친환경자재 처리별 지하부 생육특성 비교('13)

| 처리내용 | 근장 (cm) | 동장 (cm) | 동직경 (cm) | 근중 (cm) | 적변율 (%) | 결주율 (%) | 수량 (g/90×180cm(칸)) |
|-----------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-----------------------|
| 석회보르도액 +이소프렌 | 26.4±2.39 | 7.2±0.97 | 13.1±1.41 | 17.7±3.89 | 2.9±2.99 | 7.9 | 1,028±197.2 |
| 난황유 | 26.9±2.54 | 7.0±1.08 | 14.0±1.41 | 18.5±3.59 | 3.8±3.50 | 6.3 | 1,092±24.1 |
| 석회보르도액 +칼슘액비 | 28.0±2.60 | 6.8±0.94 | 14.1±1.26 | 20.1±3.24 | 5.9±4.32 | 1.6 | 1,245±62.1 |
| 석회보르도액 +규산액비 | 24.3±1.83 | 5.6±1.18 | 15.4±1.14 | 18.4±3.87 | 5.0±4.18 | 19.0 | 930±54.4 |
| 석회보르도액 (대조구) | 27.2±2.12 | 7.2±1.28 | 12.6±1.31 | 16.5±2.85 | 1.4±2.31 | 9.5 | 930±23.7 |

* 시료채취 및 조사시기 : '13.10.18(4년근)

규산액비의 경우 지상부와 마찬가지로 근장은 가장 짧고, 동직경은 가장 굵은 형태의 지하부 발달특성을 보여 인삼 생육 및 체형 조절에 유용할 것으로 판단되었으나, 스트레스가 원인인 것으로 보이는 진세노사이드 함량 증가현상(그림 3)과 결주율 증가 경향 등 규산이온이 유발할 수 있는 생육억제 및 스트레스 유발 가능성 또한 작용기작과 함께 보다 면밀한 검토가 선행되어야 할 것으로 판단되었다.

중북부지역을 중심으로 친환경 무농약 인삼 재배시, 지상부 생육특성, 이병율, 수삼의 수량 및 품질 등을 종합적으로 검토한 결과 석회보르도액을 활용하여 주기적으로 병해 방제관리를 하고, 월 1회 칼슘액비를 석회보르도액과 혼용하여 시용할 경우 약제처리가 용이하고, 무농약 인삼의 내병성 증진에 따른 병 발생 경감, 수량 증수, 품질향상 등의 효과가 가장 우수한 것으로 판단되었다.

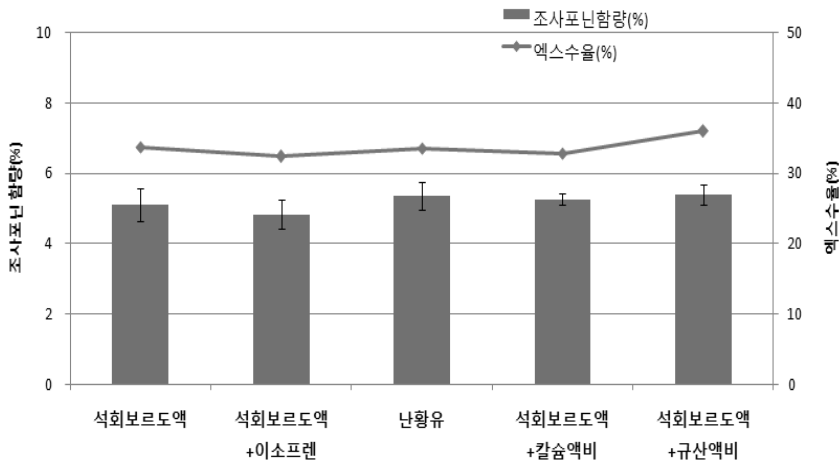


그림 3. 친환경자재 처리별처리별 엑스(80% EtOH) 및 조사포닌 함량(%)

* 시료채취 및 조사시기 : '13.10.18(4년근)



그림 4. 친환경 농자재 처리별 지하부 생육특성 비교(4년근)

4. 적 요

<제1세부과제 : 중북부지역 인삼 친환경 우수 농자재 선발 및 활용기술 개발>

(시험 1) 인삼 병 발생 경감을 위한 적정 관수점 설정

- 가. 친환경 인삼 재배를 위한 최적 수분관리 기준을 제시하기 위하여 토양수분장력측정계(텐시오미터)를 활용하여 사양토 기준 관수개시점을 각각 20, 30(토양수분함량 18%), 40kPa로 설정하여 2011년부터 3년간 재배시험을 무농약 재배시험을 수행한 결과 30kPa 처리구에서 점무늬병, 탄저병 등 주요 지상부병에 대한 이병율이 가장 낮았음.
- 나. 지상부 생육 및 수량은 20, 30kPa에서 가장 양호하였으며, 관수개시점 40kPa 처리구의 경우 건조스트레스 유발에 따른 수량 감소 및 조사포닌 함량 증가 현상을 보였음.

(시험 2) 인삼 내병성 증진 및 고온스트레스 경감용 친환경 농자재 선발

- 가. 2011년부터 2013년까지 3년간 중북부지역 무농약 인삼 재배를 위한 내병성 증진 및 고온스트레스 경감용 친환경 농자재 선발시험을 수행한 결과, 이소프렌(인삼 잎 추출물)+석회보르도액 처리구와 칼슘액비(소성골분 소재)+석회보르도액 처리구에서 이병율이 가장 낮고, 지상부 생육이 우수하였음
- 나. 지하부 생육특성, 결주율, 수삼의 생산량 및 품질 등을 종합적으로 검토한 결과 석회보르도액과 칼슘액비를 혼용하여 처리하는 것이 가장 효과적인 것으로 나타남.

5. 인용문헌

- 강원도농업기술원. 2012. 시험연구보고서. pp. 445~492.
- 경북농업기술원. 2011. 농사시험연구보고서. pp. 257~267.
- 권태룡, 정원권, 최진국, 장명환. 2010. 무농약 청정인삼 생산을 위한 인삼 비가림 하우스 재배기술. 경북농업기술원 풍기인삼시험장. pp. 5~68.

- 김건주, 최민경, 박종한, 차재순. 2008. 친환경농자재의 포도 진균병 병원균에 대한 생장억제 효과. 식물병연구 14(3):187~192.
- 김금숙, 현동윤, 김영옥, 이성우, 김영창, 이승은, 손영득, 이민정, 박충범, 박호기, 차선우, 송경식. 2008. 인삼의 진세노사이드 분석을 위한 추출 및 전처리법. 한국약용작물학회지. 16(6):446.
- 김동원, 김종엽, 유동현, 김창수, 김희준, 박종숙, 김정만, 이강수. 2012. 논 인삼 우량묘 생산을 위한 활성이온칼슘 처리효과. 한국약용작물학회지. 20(2):124~128.
- 김주형, 이선옥, 민지영, 배영석, 신명옥, 김선보, 김명기, 연초롱, 임진영, 김홍태. 2007. 살균제 처리에 따른 인삼의 지상부 병해 방제효과. 식물병연구 13(3):164~169.
- 남기열, 박훈, 이일호. 1980. 토양수분이 인삼생육에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 13(2):131-136.
- 농촌진흥청 원예연구소. 2003. 시험연구보고서.
- 농촌진흥청. 2009. 인삼 표준영농교본. pp. 104-266.
- 농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부. 2013. 인삼 고온피해 경감을 위한 ‘이소프렌 화합물’ 제조방법 워크숍. pp. 2-20.
- 도은수, 길기정. 2001. 인삼 탄저병에 대한 항균성식물의 탐색과 이용. 한국자원식물학회지 14(3):206-212.
- 리상국, 최재을. 2009. 살균제 감량을 위한 인삼 점무늬병 방제체계의 개발. 식물병연구. 15(1):17-22.
- 박훈. 1982. 인삼의 수분생리. III. 토양수분, 생리장해, 병해충과 품질. 고려인삼학회지. 6(2):168-203.
- 백수봉, 정일민, 도은수. 1998. 주요 종자전염병 억제를 위한 항균성 약용식물 탐색. 한국약용작물학회지. 6(4):277-285.
- 조재성, 목성균, 원준연. 1998. 최신인삼재배. pp. 113-118. 선진문화사.
- 최현석, 오수옥, 김월수, 이연, 최병민, 국용인. 2011. 친환경 자재가 배 과원의 병해충 방제 효과 및 과실 품질 특성에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 19(3):405-415.
- 현동윤, 김영창, 이성우, 김태수, 성낙술. 2007. 인삼 고온피해 경감물질 Isoprene 효과. 작물과학연구논총 8(8):671-677.
- Lee J. W., Mudge K. W. 2013. Water Deficit Affects plant and soil water status, plant growth, and ginsenoside contents in American ginseng. Hort. Environ. Biotechnol. 54(6):475~483.
- Li X. et al. 2008. Control of Alternaria leaf blight of Ginseng by microbial agent and fungicides. Res. Plant Dis. 14(2):102-106.
- Shibata, S. et al. 1966. Chemical studies on oriental plant drugs(XIV). Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponins. Chem. Pharm. Bull. 14:595.

6. 연구결과 활용

| 연도(연차) | 활용구분 | 체 목 |
|----------|------|--|
| 2013(3년) | 영농활용 | 무농약 인삼 재배를 위한 석회보르도액과 칼슘액비 혼용처리 기술(자체) |

7. 연구원 편성

| 구분 | 소속 | 직급 | 성명 | 수행업무 | 참여년도 | | |
|--------|---------|-------|-----|----------|------|-----|-----|
| | | | | | '11 | '12 | '13 |
| 과제책임자 | 인삼약초연구소 | 농업연구사 | 정했님 | 과제 총괄 | ○ | ○ | ○ |
| 1세부책임자 | " | " | 정했님 | 주관수행 | ○ | ○ | ○ |
| 공동연구자 | " | " | 이광재 | 조사, 분석지원 | - | - | ○ |
| " | " | 농업연구관 | 안문섭 | 분석지원 | - | ○ | ○ |