

석회유황합제 복합체를 이용한 유기농 청정 인삼 생산 연구

장광진*

한국농수산대학

적 요

인삼에 기생하는 해충을 억제하는 석회유황합제를 응용하되 피해를 줄이고 효과를 증진시키는 석회유황합제 복합체를 적용하고자 했다. 특히, 석회유황합제는 휴면기에만 사용하였으나 석회유황합제 복합체를 응용하여 인삼의 병해가 가장 많은 여름 장마기 전후에 사용이 가능한 것으로 나타났다.

묘삼재배에서 석회유황합제에 첨가한 복합제별 비교는 주당 무게 평균값 기준으로 했을 때 $\text{KHCO}_3 > \text{NaHCO}_3 > \text{MgSO}_4$ 순으로 좋은 결과를 보였다. 또한 생육상태 및 근장에서 묘삼으로 조건도 갖추고 있었다.

NaHCO_3 를 이용한 희석비율 효과는 석회유황합제 200배 희석액에 중탄산나트륨을 첨가한 것이 주당 무게가 가장 많이 나왔으며 체형도 좋은 것으로 나타났다. 또한, 석회유황합제 복합제 처리간격별 비교는 주당 무게 평균값 기준으로 20일 > 30일 > 40일 > 10일 순을 보였다.

5년근 인삼에 미치는 석회유황합제 복합체의 효과에 대한 현장 시험에서도 석회유황합제에 첨가한 복합제별 비교는 주당 무게 평균값 기준으로 했을 때 NaHCO_3 가 좋은 결

* 연구자는 약용작물분야 연구를 주로 하며, 인삼에 기생하는 병·해충 방제에 석회유황합제 복합체를 적용하는 연구에서 석회유황합제 복합체 농도와 처리 시기에 따른 효과 분석과 인삼재배농가에 현장실증시험을 통해 석회유황합제 복합체 시용 효과를 검증하여 무농약 인삼 재배 가능성을 보여주었다.

과를 보였다. 무처리구와는 큰 차이를 보였으나 처리구 상호간에는 큰 유의차는 없었다.

처리 농도 효과도 근중으로 보았을 때 석회유황합제 200배 희석액에 중탄산나트륨을 첨가한 것이 주당 무게가 가장 많이 나왔으며 체형도 좋은 것으로 나타났다

석회유황합제 복합제 5년생 인삼의 생육에 미치는 석회유황합제 복합제의 영향은 주당 무게 평균값 기준으로 20일 > 30일 > 40일 > 10일 순으로 나타났다.

따라서 묘삼과 5년근 인삼의 해충 방지에는 석회유황합제에 복합제 재료로 중탄산나트륨(KHCO_3)을 이용하여 200배 이상 희석하여 예방용으로 장마전에 20일 간격으로 2~3회 살포하면 효과가 큰 것으로 나타났다.



사진 1. 청정인삼 생산을 위한 석회유황합제 복합제 시험구

I. 연구목적

우리나라의 인삼재배기술은 인삼의 오랜 역사와 함께 조상 대대로 전수되어 왔으며 그 기술을 바탕으로 하여 지금까지 인삼 종주국의 위치를 꾸준히 지켜 왔다. 인삼은 천연의약품 중에서도 아주 오래전부터 잘 알려진 신비의 약초이며, 한국을 대표하는 약용건강식물로서 고려인삼(Korean ginseng)이라는 이름으로 세계인들에게 강장제 등의 의약품 및 건

강보조식품으로 다양하게 이용되어 온 것은 잘 알려진 사실이다.

그러나 인삼은 재배기술의 발전에도 불구하고 매년 병해충이 많이 발생되고 잔류성 농약으로 인하여 큰 피해를 겪고 있다. 이 때문에 뛰어난 효능과 희소성을 가진 한국산 고려인삼(高麗人蔘)이 해외에서는 수출 감소, 국내에서는 소비자의 불신을 초래하는 등의 심각한 부작용이 나오고 있다. 최근에는 병해뿐만 아니라 깍지벌레 등 충해가 발생하여 다년생 인삼생산에 문제가 되고 있다.

석회유황합제는 1881년 프랑스에서 포도 병해방제용으로 사용된 이후 값이 싸고 살균력과 살충력(응애, 깍지벌레 등)을 지니고 있어 각종 과수 등 원예작물 병해충의 방제용으로 널리 쓰이고 있다. 그러나 사용방법에 따라 약해를 일으키기 쉬운 결점도 가지고 있어 농가에서 회피해온 것도 사실이다. 특히 인삼재배에 있어서는 석회보르도액 이외에 공식적으로 석회유황합제가 적용된 사례가 없다.

이에 본 연구는 친환경 유기농인삼 재배를 목적으로 병 뿐만 아니라 인삼에 기생하는 해충도 억제하는 석회유황합제를 응용하고자 한다. 즉, 석회유황합제를 응용하여 피해를 줄이고 효과를 증진시키는 석회유황합제 복합체를 인삼에 적용하고자 한다. 특히, 석회유황합제는 휴면기에만 사용하였으나 석회유황합제 복합체를 응용하여 인삼의 병해가 가장 많은 여름 장마기 전후에 사용이 가능하도록 할 예정이다.

본 연구를 통하여 안전성이 확보된 고려인삼 생산을 위한 친환경 방제법을 확립하고 석회유황합제를 기본으로 하여 잔류성이 없는 유황합제 복합체를 제조하고 복합체의 농도 및 처리 시기 등을 규명하여 세계적인 명품 인삼 생산 매뉴얼을 작성하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법과 내용

1. 연구 방법

국제식품규격위원회(CODEX)에서 허용하는 유기인증자재 석회유황합제를 이용하여 복합체를 제조하여 이용하고자 실시하였다. 친환경 유기농 인삼을 생산하기 위하여 희석 배율 및 시기, 횟수와 복합체 별 효과를 시험하기 위하여 묘삼과 6년생 수확기의 인삼 식물체의 발병율, 생육 조사 및 수확량, 농약 반응을 조사하고 해석하였다.

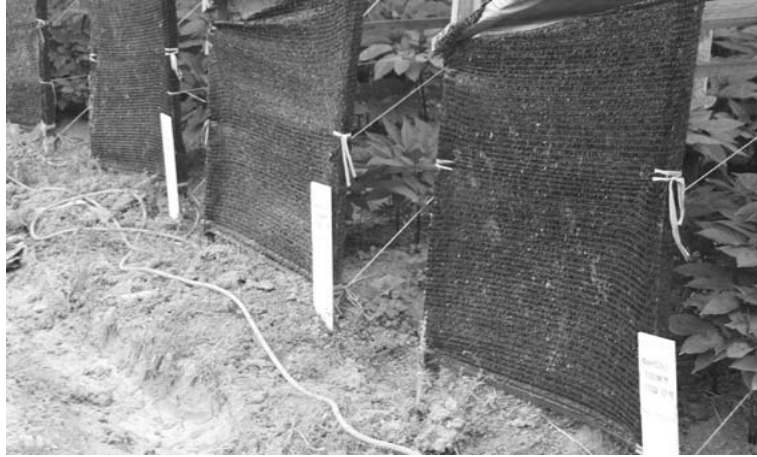


사진 2. 청정인삼 생산을 위한 석회유황합제 복합체 인삼포장 시험

시험은 2010년 6월부터 경기도 화성시에 위치한 차재호, 장호식 농가의 인삼 포장에서 실시하였다. 시험은 1년생 묘삼과 5년근 인삼을 대상으로 실시하여 결과를 도출하였다.



사진 3. 청정인삼 생산을 위한 석회유황합제 복합체 묘삼포장 시험

가. 석회유황합제 살포 전에 황산마그네슘($MgSO_4$), 중탄산나트륨($NaHCO_3$), 중탄산칼륨($KHCO_3$)을 이용하여 복합체를 제조하여 묘삼 및 인삼에 미치는 방제 효과를 규명한다.

나. 1년근, 6년생 묘삼을 정식하여 초기 생육에 미치는 석회유황합제 복합체의 영향을 조사하기 위하여 처리 시기 6월 10일부터 10일, 20일, 30일, 40일 간격으로 처리하여 보며 농도에 따른 농도를 50배, 100배, 150배, 200배로 규명한다.

다. 유황합제 복합체 이용구의 반응 및 품질, 수량 및 경영비를 비교 분석한다.

2. 석회유황합제 복합체 제조 원리 및 매뉴얼 작성

가. 유황의 성상

유황(硫黃: Sulphur)은 사방정계이며(斜方晶系)이며 결정체의 원추면은 발달해 있고 때때로 두터운 널조각 모양을 나타낸다. 보통 볼 수 있는 것은 치밀한 덩어리 모양이고 종유상(鍾乳狀), 피막상(被膜狀), 흙덩이 모양 등도 있다. 색깔은 황색, 담황색, 연한 녹황색, 노르스름한 회색, 갈색, 흑색 등이다. 조흔(條痕)은 백색 내지 옅은 황색이다. 결정면에는 금강석 광택이 있고 단면에는 지방 모양의 광택이 있으며 반투명이다.

벽개(劈開)는 불완전하다. 쪼갠 단면은 조가비 모양 또는 울록볼록한 모양을 나타낸다. 경도는 1~2도이고 비중은 2.05~2.08이며 성질은 부서지기 쉽다. 좋은 절연체이다. 손으로 째 쥐어 귀 옆에 갖다 대면 아주 작은 파열음이 들린다. 113℃에서 용해되고 270℃에서 연소한다. 보통 온천, 분천(噴泉), 화산 지역에서 볼 수 있으며 수성암 중에도 있다.

허준이 쓴〈동의보감〉에서도 유황에 대해 이렇게 적고 있다.

[석유황(石硫黃, 유황)]

성질은 몹시 열하며[大熱] 맛은 시고[酸] 독이 있다.

명치 밑에 있는 적취, 사기, 냉벽(冷癖)과 허리와 신의 오랜 냉증[腰腎久冷], 냉풍으로 전혀 감각이 없는 것, 다리가 냉으로 아프고 약하며 힘이 없는 것을 낫게 한다. 또한 힘줄과 뼈를 든든하게 하며 성기능을 세게 하고 머리털이 빠지는 것, 악창, 음부에 생긴 익창(瘡) 등을 낫게 하고 옴과 버짐이 생기게 하는 충을 죽인다.

이렇게 인체에도 유용한 황을 이용한 석회유황합제는 1881년부터 프랑스에서 쓰기 시작하여 전파 되었다. 처음 포도에 사용하여 살균뿐만 아니라 살충력(응애, 깍지벌레)의 효과도 보고 있다. 그러나 정확히 알고 사용하지 않으면 약해를 일으키기 쉬운 결점도 있다.



사진 4. 석회유황합제 등에 이용되는 유황

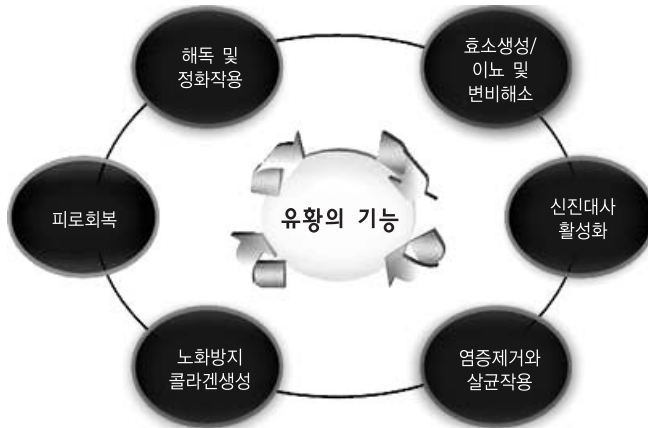


그림 1. 인체에 미치는 유황의 효능

나. 유황합제 제조법

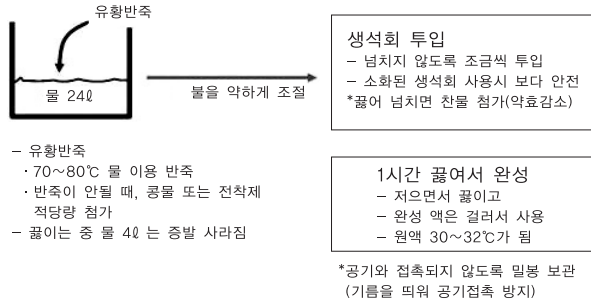
공업적인 제법으로 생석회와 유황을 1:2의 중량비로 배합하여서 가압솥에 넣고 소요량의 물을 가하여 2기압의 기압 하에 120~130℃에서 약 1시간 가열 반응시킨 다음 30분간 숙성 냉각시킨 후 여과기로 불용물을 여별해서 제품으로 한다.

제품은 적갈색의 투명한 액체로 강한 알칼리성을 띤다. 비중은 1.29내외(Be 32~33°)이다. 유효성분은 다황화석회(CaSn) n=1~5이며, 이것이 약 72.5% 함유되어 있다.

흔히 석회유황합제의 질을 비중으로 표시하나, 이것은 가용성 성분의 함유량을 말하는

석회유황합제 제조법

- 석회유황합제 20ℓ 를 만드는 경우
 - 준비재료 : 생석회 2.5kg, 유황가루 5kg, 물 20ℓ (실제 24ℓ)
 - 그릇 : 쇠 그릇(부식 숲), 만들고자 하는 양의 2배 크기



1. 재료

- 생석회 : 2.5kg
- 유황가루 : 5kg
- 물 : 24리터

2. 제조법

뜨거운 물에 유황 가루반죽 + 물 24ℓ → 끓기 시작 → 생석회를 넣고 조금 → 끓임 → 20리터 유황합제 원액



그림 2. 재래식으로 농가에서 만드는 석회유황합제 제조 과정



사진 5. 현대식으로 작목반 등에서 만드는 석회유황합제 제조 과정

것이 아니다. 질은 다황화석회(CaSn)의 함유량이다.

다황화석회(CaSn)는 불안정한 화합물로 공기중의 산도나 탄산가스에 의하여 활성화유황을 만든다. 이 활성화유황이 살균작용을 하는 것이다.

그러므로 석회유황합제를 제조할 때는 물론 저장할 때도 가급적 공기의 접촉을 방지하여 다황화석회의 산화체인 티오황산석회, 황화석회의 생성을 방지해야 한다.

석회유황합제의 활성화유황은 유황분말이나 수화성 유황보다 살균력이 강하다. 동시에 식물에 대한 약해도 크다.

대체로 본제의 살균력은 공기 중의 습도, 온도, 일광, 바람 등의 환경요인에 의하여 크게 영향을 받는다. 특히 온도와 습도가 높으면 높을수록 분해가 빨리 되어 효력이 저하된다. 그러므로 오랜 기간을 두고 발생하는 병해에 대해서는 그 효과를 크게 기대할 수 없다.

표 1. 석회유황합제 희석 배율표

농업 희석배수	희석배율(500L 살포기준)		황 함유량	보메도
	원액량	물량		
원액	-	-	20%	30°
2배	165L	330L	7.0%	10°
4배	100L	400L	4.0%	6°
5배	85L	425L	3.0%	5°
6배	71L	426L	2.9%	4.3°
9배	50L	450L	2.0%	3°
10배	45L	450L	1.8%	2.7°
20배	24L	480L	1.0%	1.5°
30배	16L	480L	0.70%	1.05°
50배	10L	500L	0.40%	0.6°
75배	7L	525L	0.26%	0.39°
100배	5L	500L	0.20%	0.3°
150배	3.3L	495L	0.13%	0.2°
200배	2.5L	500L	0.10%	0.15°
250배	2L	500L	0.08%	0.12°
300배	1.7L	510L	0.07%	0.1°

다. 유황합제 복합체 반응

유황합제는 적갈색의 투명한 액체로 강한 알카리성을 띠고, 비중이 1.29 내외(보메비중 30 정도)이다. 주성분인 다황화갈슘은 불안정한 화합물로서 공기 중에서 산소 및 이산화탄

소와 작용하면 다음과 같이 쉽게 분해되어 활성황(活性黃)을 생성하여 살균작용을 한다.

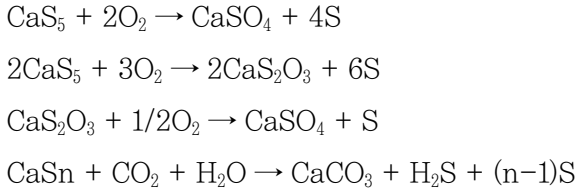
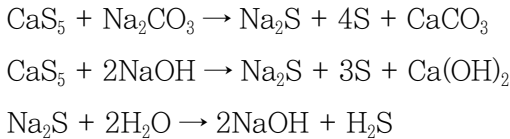


표 2. 액상석회유황합제(다황화유황) 복합체

비 중 (Be)	30°	29°	28°	27°	26°	25°	24°	23°	22°	21°	20°
농도 (CaSn)	36%	34.6%	33.2%	31.8%	30.4%	29%	27.6%	26.2%	24.8%	23.4%	22.0%
석회 유황합제	1kg										
복합 첨가물	164g	157.6g	151.2g	144.8g	138.4g	132.0g	125.6g	119.2g	112.8g	106.4g	100g
제 품	164ℓ	157.6ℓ	151.2ℓ	144.8ℓ	138.4ℓ	132.0ℓ	125.6ℓ	119.2ℓ	112.8ℓ	106.4ℓ	100ℓ

그러나 공기에 노출되면 분해(활성화 황, S 및 티오황산칼슘, CaS₂O₃, 황산칼슘, CaSO₄ 생성)가 촉진되므로 저장할 때에는 뚜껑을 잘 막아 보관하여야 한다. 위와 같은 반응은 식물의 잎이나 줄기에 살포하였을 때에도 일어난다.



라. 사용법

석회유황합제 복합체는 뛰어난 살충력을 가지고 있다. 살균력은 석회보르도액이 뛰어나, 흰 가루병, 녹병에는 우수하다. 기온이 낮을 때는 비교적 높은 농도로, 높을 때는 낮은 농도로 살포한다.

대체로 월동과수 병해충에는 Be3-5°액(7~10배액), 그 외의 경우는 Be 0.3-0.5°액(80~140배액)으로 살포한다. 인삼재배에는 규명 중에 있으나 저 농도에서도 효과적으로 판단된다.

(1) 약제 조제용 용기는 금속 용기를 피한다. 사용 분무기는 사용 후 즉시 암모니아수나 식초산액으로 씻은 다음 물로 잘 씻는다.

(2) 일반적으로 기온이 높거나 일조가 강하면 약해가 일어나기 쉬우므로 농도를 낮게 해서 사용한다. 복숭아, 살구, 자두, 포도, 배, 콩, 감자, 토마토, 오이, 양파, 생강 등은 약해가 일어나기 쉬우므로 주의하여야 한다.

(3) 본제는 공기와 접하면 분해가 촉진됨으로 저장 시에는 밀폐해야 하며 사용하다가 남은 것은 약제 표면에 소량의 기름을 띄워서 공기와의 접촉을 방지한다.

Ⅲ. 연구결과 및 현장 적용사례

1. 석회유황합제 복합체 처리에 따른 묘삼 생장

묘삼을 과종하여 초기 생육에 미치는 석회유황합제 복합체의 영향을 조사하기 위하여 처리 시기, 처리 횟수, 처리 농도를 규명하기 위하여 실시하였다. 석회유황합제 복합체 제조를 위하여 황산마그네슘($MgSO_4$), 중탄산나트륨($NaHCO_3$), 중탄산칼륨($KHCO_3$)을 이용하여 복합체를 제조하며 비율을 규명한 결과를 정리했다.



사진 6. 석회보호제 살포 장면(화성 인삼재배 농가)

가. 석회유황합제 복합체에 따른 효과

인삼 묘삼에 미치는 석회유황합제 복합체의 효과에 대한 현장 시험을 실시하였다. 석회유황합제 복합체 제조를 위하여 황산마그네슘(MgSO₄), 중탄산나트륨(NaHCO₃), 중탄산칼륨(KHCO₃)을 이용하여 복합체를 제조하며 비율을 규명하였다.

석회유황합제에 첨가한 복합체별 비교는 주당 무게 평균값 기준으로 했을 때 KHCO₃ > NaHCO₃ > MgSO₄ 순으로 좋은 결과를 보였다. 또한 생육상태 및 근장에서 묘삼으로 조건도 갖추고 있었다.

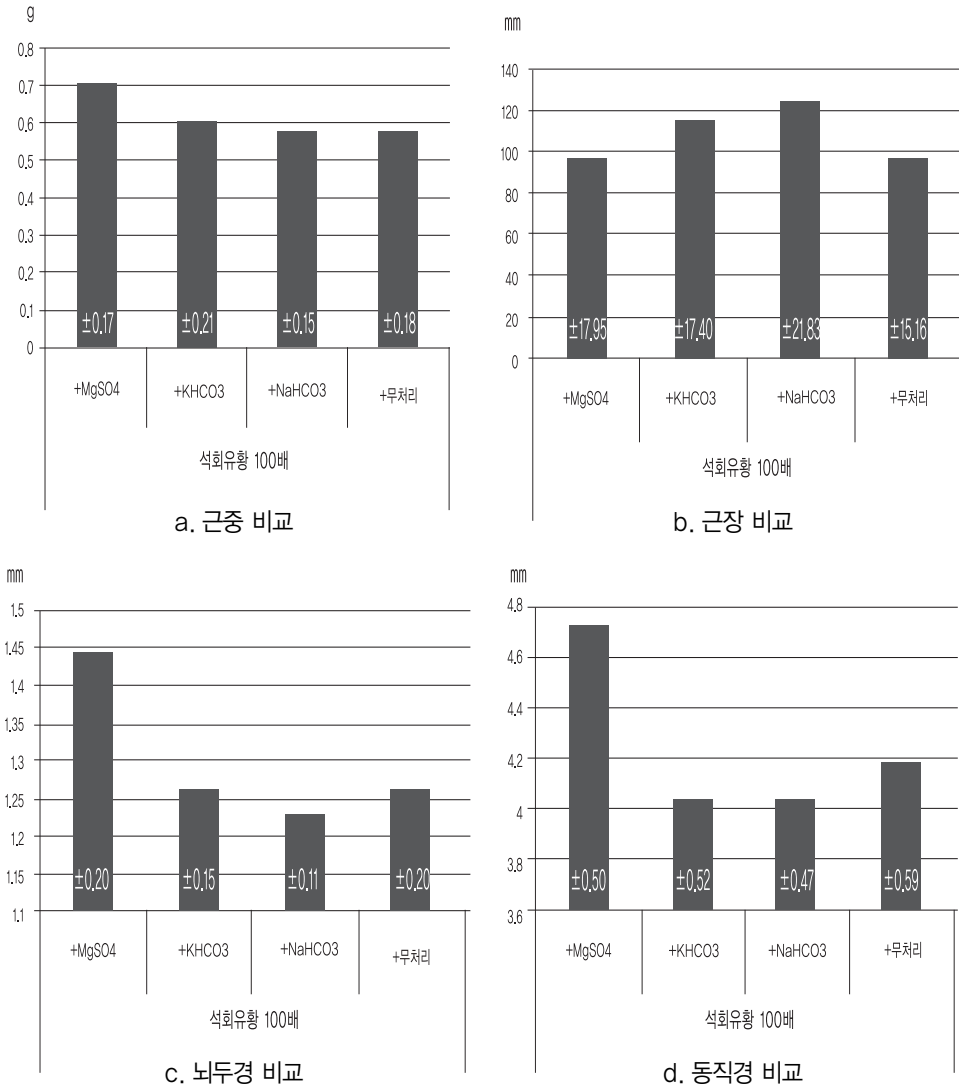


그림 3. 석회유황합제 100배와 각 복합체별 살포 비교

표 3. 석회유황 100배 + MgSO₄

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.63	138.31	1.37	4.39
2	0.64	85.7	1.46	4.37
3	0.43	88.15	1.25	4.21
4	0.71	101.8	1.70	5.95
5	0.60	78.6	1.67	4.41
6	0.71	106.5	1.41	5.11
7	0.81	89.8	1.14	4.60
8	0.81	78.7	1.63	4.82
9	0.61	95.8	1.59	4.68
10	1.08	109.2	1.19	4.66
평균	0.70	97.26	1.44	4.72
표준 편차	± 0.17	± 17.95	± 0.20	± 0.50

표 4. 석회유황 100배 + KHCO₃

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.67	100.2	1.33	4.73
2	0.85	102.8	1.48	4.11
3	0.95	109.57	1.40	4.49
4	0.50	132.8	1.31	4.03
5	0.70	151.2	1.23	3.92
6	0.81	106.8	1.15	4.81
7	0.42	125.8	1.20	3.41
8	0.47	118.7	1.01	3.47
9	0.37	111.7	1.08	3.40
10	0.39	92.8	1.40	3.80
평균	0.61	115.24	1.26	4.02
표준 편차	± 0.21	± 17.40	± 0.15	± 0.52

표 5. 석회유황 100배 + NaHCO₃

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.59	152.2	1.30	3.81
2	0.53	99.4	1.29	3.87
3	0.58	114.8	1.10	4.15
4	0.30	118.52	1.07	2.95
5	0.44	147.8	1.43	4.28
6	0.73	110.9	1.21	4.17
7	0.51	130.8	1.20	3.96
8	0.61	94.1	1.23	3.95
9	0.73	155.4	1.18	4.7
10	0.79	113.41	1.30	4.47
평균	0.58	123.73	1.23	4.03
표준 편차	± 0.15	± 21.83	± 0.11	± 0.47

표 6. 석회유황 100배 + 무처리

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.89	101.8	1.59	4.46
2	0.60	106.0	1.04	4.18
3	0.47	103.5	1.15	3.8
4	0.67	127.4	1.48	4.07
5	0.38	101.6	1.21	3.55
6	0.53	83.8	1.45	4.05
7	0.87	91.7	1.27	5.25
8	0.40	80.7	0.98	3.18
9	0.53	74.8	1.15	4.66
10	0.44	92.7	1.30	4.52
평균	0.58	96.40	1.26	4.17
표준 편차	± 0.18	± 15.16	± 0.20	± 0.59

나. 석회유황합제 복합체의 희석비율에 따른 효과

석회유황합제 복합체 묘삼을 정식하여 초기 생육에 미치는 석회유황합제 복합체의 영향을 조사하기 위하여 처리 농도를 규명하였다.

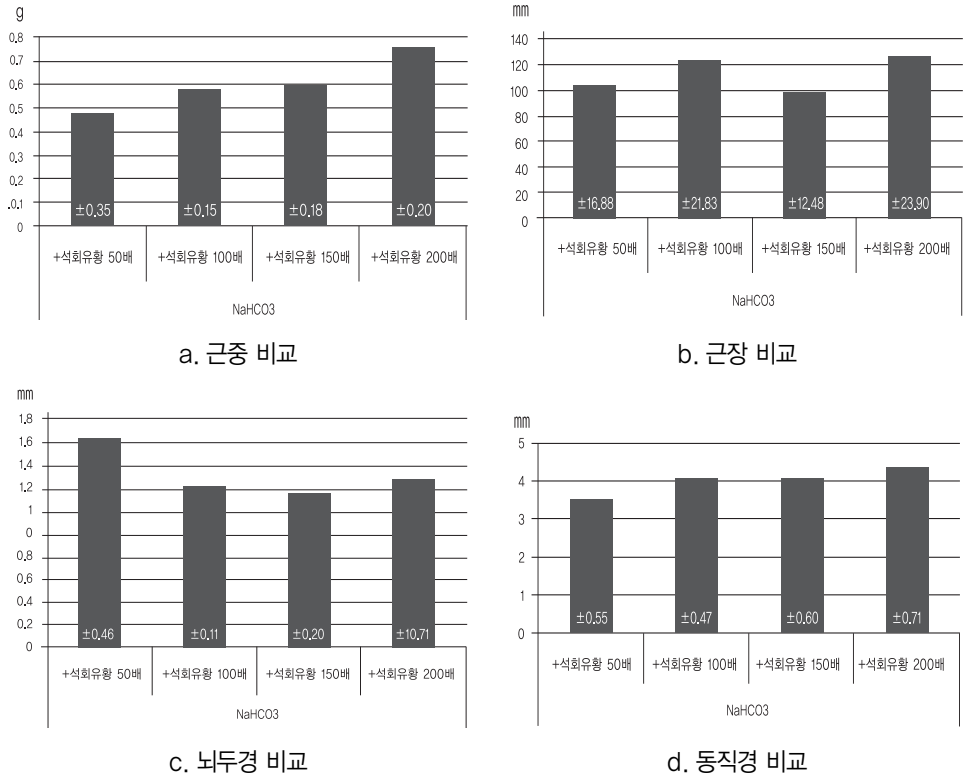


그림 4. 석회유황합제 복합체의 희석비율에 따른 효과

효과는 근중으로 보았을 때 석회유황합제 200배 +NaHCO₃ > 석회유황합제 150배 +NaHCO₃ > 석회유황합제 100배 +NaHCO₃ > 석회유황합제50배 +NaHCO₃로 나타났다. 석회유황합제 200배 희석액에 중탄산나트륨을 첨가한 것이 주당 무게가 가장 많이 나왔으며 체형도 좋은 것으로 나타났다.

표 7. 석회유황 50배 + NaHCO₃

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.48	104.7	1.92	4.10
2	1.42	117.8	2.3	3.5
3	0.27	94.8	1.39	3.20
4	0.29	98.8	1.93	3.53
5	0.56	128.2	1.75	3.47
6	0.20	81.4	1.4	2.68
7	0.41	113.3	2.13	3.72
8	0.49	128.6	1.57	4.44
9	0.45	92.3	1.4	3.69
10	0.20	85.56	0.70	2.69
평균	0.48	104.55	1.65	3.50
표준 편차	± 0.35	± 16.88	± 0.46	± 0.55

표 8. 석회유황 100배 + NaHCO₃

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.59	152.2	1.30	3.81
2	0.53	99.4	1.29	3.87
3	0.58	114.8	1.10	4.15
4	0.30	118.52	1.07	2.95
5	0.44	147.8	1.43	4.28
6	0.73	110.9	1.21	4.17
7	0.51	130.8	1.20	3.96
8	0.61	94.1	1.23	3.95
9	0.73	155.4	1.18	4.7
10	0.79	113.41	1.30	4.47
평균	0.58	123.73	1.23	4.03
표준 편차	± 0.15	± 21.83	± 0.11	± 0.47

표 9. 석회유황 150배 + NaHCO₃

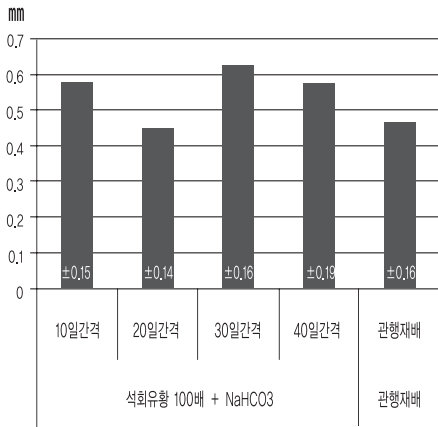
	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.45	95.6	1.04	3.68
2	0.27	73.1	0.96	3.06
3	0.77	95.0	1.16	4.82
4	0.68	98.4	1.20	4.43
5	0.61	106.3	1.2	4.23
6	0.79	98.2	1.15	4.70
7	0.74	119.4	1.38	4.25
8	0.72	101.2	1.34	4.56
9	0.43	111.5	1.23	3.63
10	0.42	90.5	0.95	3.34
평균	0.59	98.92	1.16	4.07
표준 편차	± 0.18	± 12.48	± 0.14	± 0.60

표 10. 석회유황 200배 + NaHCO₃

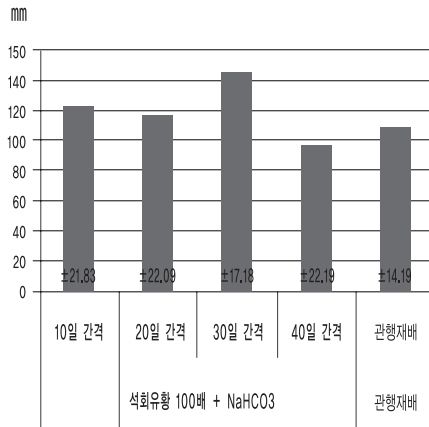
	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.27	109.15	1.04	3.25
2	1.00	149.7	1.19	5.09
3	1.15	107.59	1.44	4.80
4	0.72	107.4	1.57	5.35
5	0.99	146.2	1.53	4.96
6	0.42	101.90	0.97	3.46
7	0.53	139.4	1.30	3.77
8	0.87	159.4	1.40	4.12
9	0.75	150.2	1.28	4.38
10	0.85	98.6	1.23	4.22
평균	0.76	126.95	1.30	4.34
표준 편차	± 0.28	± 23.90	± 0.20	± 0.71

다. 석회유황합제 복합체 처리 일수에 따른 효과

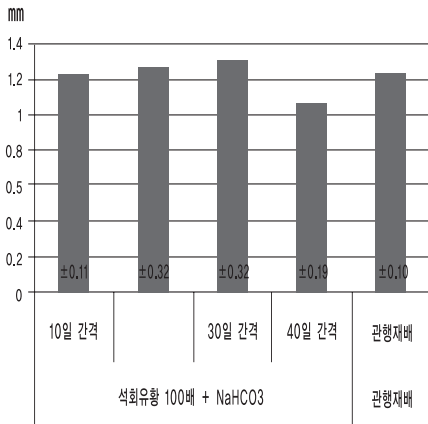
묘삼을 파종하여 생육에 미치는 석회유황합제 복합체의 영향을 조사하기 위하여 처리 횟수를 규명하였다. 석회유황합제 복합체 처리간격별 비교는 주당 무게 평균값 기준으로 20일 > 30일 > 40일 > 10일 순으로 나타났다.



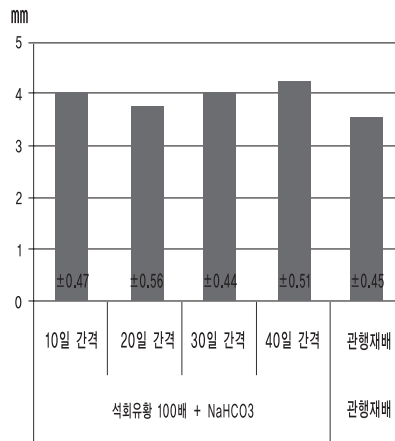
a. 근중 비교



b. 근장 비교



c. 뇌두경 비교



d. 동직경 비교

그림 5. 석회유황합제 복합체 처리 일수에 따른 효과

표 11. 석회유황 100배 + NaHCO₃ 10일간격

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.59	152.2	1.30	3.81
2	0.53	99.4	1.29	3.87
3	0.58	114.8	1.10	4.15
4	0.30	118.52	1.07	2.95
5	0.44	147.8	1.43	4.28
6	0.73	110.9	1.21	4.17
7	0.51	130.8	1.20	3.96
8	0.61	94.1	1.23	3.95
9	0.73	155.4	1.18	4.7
10	0.79	113.41	1.30	4.47
평균	0.58	123.73	1.23	4.03
표준 편차	± 0.15	± 21.83	± 0.11	± 0.47

표 12. 석회유황 100배 + NaHCO₃ 20일 간격

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.49	93.7	1.27	4.38
2	0.36	99.5	1.19	3.91
3	0.49	154.4	1.39	3.62
4	0.45	81.9	1.04	4.01
5	0.63	123.07	1.77	4.20
6	0.67	136.4	1.07	4.48
7	0.37	125.46	1.52	3.54
8	0.17	113.9	0.76	2.56
9	0.42	137.4	1.06	3.35
10	0.46	114.02	1.71	3.80
평균	0.45	117.98	1.28	3.79
표준 편차	± 0.14	± 22.09	± 0.32	± 0.56

표 13. 석회유황 100배 + NaHCO₃ +20일 간격

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.72	154.5	1.81	4.08
2	0.67	146.3	1.19	4.24
3	0.31	133.2	1.19	2.90
4	0.49	158.4	1.22	4.09
5	0.90	154.4	1.31	4.3
6	0.70	153.4	1.32	3.88
7	0.76	153.4	1.09	4.06
8	0.62	155.4	0.85	4.47
9	0.60	143.8	1.21	4.33
10	0.56	101.3	1.91	4.14
평균	0.63	145.41	1.31	4.05
표준 편차	± 0.16	± 17.18	± 0.32	± 0.44

표 14. 석회유황 100배 + NaHCO₃ 40일 간격

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.43	63.08	1.08	4.83
2	0.38	81.2	1.18	3.68
3	0.65	133.36	1.13	4.41
4	0.39	103.14	0.83	3.25
5	0.92	130.41	1.30	4.95
6	0.45	93.97	1.34	3.91
7	0.85	111.8	0.81	4.39
8	0.56	85.13	1.11	4.36
9	0.49	88.25	0.82	4.16
10	0.66	86.28	1.17	4.41
평균	0.58	97.66	1.08	4.24
표준 편차	± 0.19	± 22.19	± 0.19	± 0.51

표 15. 관행재배

	근중	근장	뇌두경	동직경
1	0.57	112.8	1.18	3.96
2	0.63	97.2	1.15	3.95
3	0.54	132.4	1.39	3.58
4	0.33	99.5	1.20	3.16
5	0.28	105.2	1.29	2.98
평균	0.47	109.42	1.24	3.53
표준 편차	± 0.16	± 14.19	± 0.10	± 0.45

2. 석회유황합제 복합체 처리에 따른 5년근 생장

자라고 있는 5년생 인삼을 대상으로 생육에 미치는 석회유황합제 복합체의 영향을 조사하기 위하여 처리 시기, 처리 횟수, 처리 농도를 규명하기 위하여 실시하였다. 석회유황합제 복합체 제조를 위하여 황산아연($ZnSO_4$), 중탄산나트륨($NaHCO_3$), 중탄산칼륨($KHCO_3$)을 이용하여 복합체를 제조하며 비율을 규명한 1차 결과를 정리한다.

가. 석회유황합제 복합체에 따른 효과

5년근 인삼에 미치는 석회유황합제 복합체의 효과에 대한 현장 시험을 실시하였다. 석회유황합제 복합체 제조를 위하여 황산마그네슘($MgSO_4$), 중탄산나트륨($NaHCO_3$), 중탄산칼륨($KHCO_3$)을 이용하여 복합체를 제조하며 비율을 규명하였다.

석회유황합제에 첨가한 복합제별 비교는 주당 무게 평균값 기준으로 했을 때 $NaHCO_3 > KHCO_3 > MgSO_4$ 순으로 좋은 결과를 보였다. 또한 생육상태 및 근장에서 묘삼으로 조건도 갖추고 있었다. 복합체 무처리구와는 큰 차이를 보였으나 처리구 상호간에는 큰 유의차는 없었다.

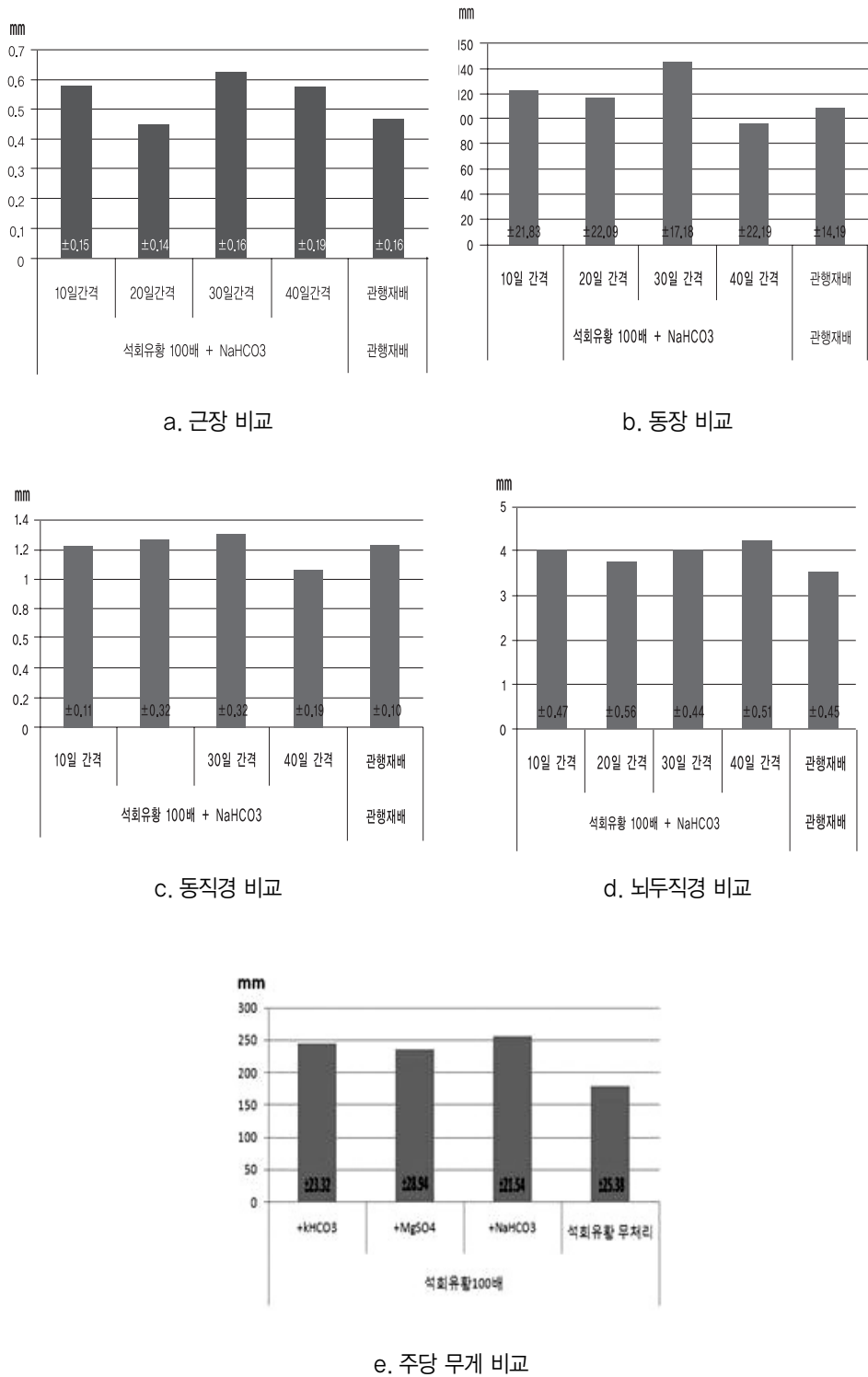


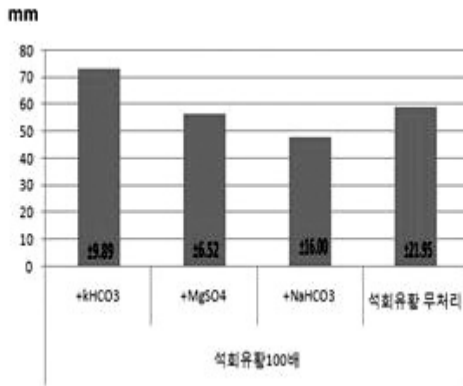
그림 6. 5년근의 살포시기 및 농도변화가 생장에 미치는 영향효과

표 16. 석회유황합제 복합체에 따른 5년생 뿌리삼의 생장

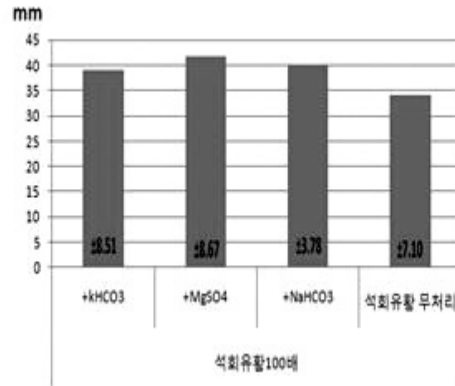
구분	시료 NO	조 사 항 목				
		근장(mm)	동장(mm)	동직경(mm)	뇌두직경(mm)	주당(g)
석회유황 100배 +kHCO ₃	5-1	270.00	68.50	42.50	21.60	193.00
	5-2	270.00	76.00	40.50	17.40	160.00
	5-3	240.00	65.40	33.60	19.70	180.00
	5-4	230.00	91.45	26.35	18.95	90.80
	5-5	210.00	65.15	51.60	19.50	220.30
	평균	244.00	73.30	38.91	19.43	168.82
	표준편차	23.32	9.89	8.51	1.35	43.65
석회유황 100배 +MgSO ₄	6-1	270.00	50.80	55.40	22.95	126.10
	6-2	230.00	52.20	47.60	20.90	170.30
	6-3	268.00	61.70	38.40	17.70	110.20
	6-4	200.00	66.45	32.20	15.20	81.80
	6-5	210.00	50.50	34.45	20.30	217.10
	평균	235.60	56.33	41.61	19.41	141.10
	표준편차	28.94	6.52	8.67	2.69	47.59
석회유황 100배 +NaHCO ₄	2-1	290.00	56.80	45.60	19.00	227.00
	2-2	270.00	34.40	39.70	16.80	180.30
	2-3	250.00	50.80	40.10	18.40	170.50
	2-4	230.00	26.60	33.80	20.60	131.80
	2-5	240.00	71.50	41.20	19.25	159.40
	평균	256.00	48.02	40.08	18.81	173.80
	표준편차	21.54	16.00	3.78	1.24	31.16
석회유황 무처리	11-1	190.00	86.20	35.40	18.00	204.10
	11-2	160.00	73.80	40.20	16.30	117.70
	11-3	195.00	68.30	36.40	19.00	140.50
	11-4	140.00	41.10	20.40	10.30	26.20
	11-5	210.00	26.70	38.60	14.85	107.50
	평균	179.00	59.22	34.20	15.69	119.20
	표준편차	25.38	21.95	7.10	3.05	57.36

나. 석회유황합제 복합체의 희석비율에 따른 효과

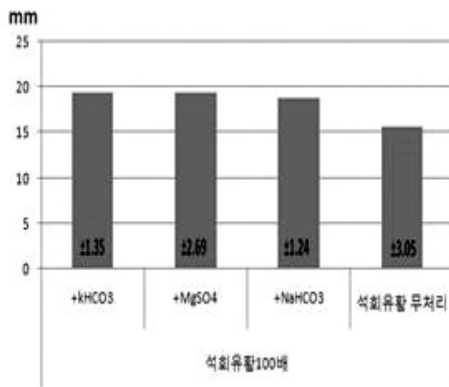
석회유황합제 복합체 5년근 인삼에 미치는 석회유황합제 복합체의 영향을 조사하기 위하여 처리 농도를 규명하였다. 효과는 근중으로 보았을 때 석회유황합제 200배 + NaHCO₃ > 석회유황합제 150배 + NaHCO₃ > 석회유황합제 100배 + NaHCO₃ > 석회유황합제 50배 + NaHCO₃로 나타났다. 석회유황합제 200배 희석액에 중탄산나트륨을 첨가한 것이 주당 무게가 가장 많이 나왔으며 체형도 좋은 것으로 나타났다



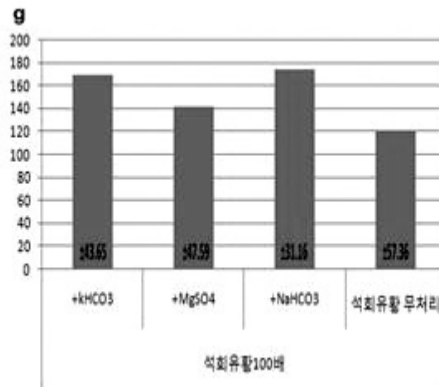
a. 근장 비교



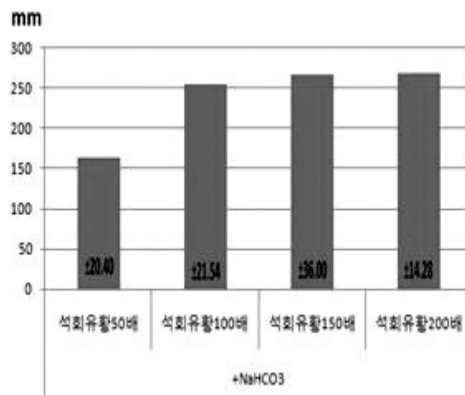
b. 동장 비교



c. 동직경 비교



d. 뇌두직경 비교



e. 주당 무게 비교

그림 7. 석회유황합제 복합제의 희석비율에 따른 효과

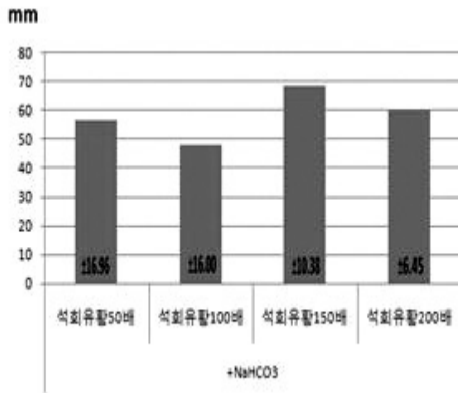
표 17. 석회유황합제 복합체 NaHCO_3 희석비율에 따른 5년근 뿌리삼의 생장

구분	시료 NO	조 사 항 목				
		근장(mm)	동장(mm)	동직경(mm)	뇌두직경(mm)	주당(g)
석회유황 500배 + NaHCO_3	1-1	180.00	32.00	30.95	16.35	60.30
	1-2	170.00	45.30	34.00	16.45	78.60
	1-3	150.00	75.90	37.00	15.43	85.4
	1-4	130.00	74.80	34.70	15.25	65.90
	1-5	185.00	55.40	39.40	16.95	109.40
	평균	163.00	56.68	35.21	16.09	78.55
	표준편차	20.40	16.96	2.85	0.64	35.72
석회유황 100배 + NaHCO_3	2-1	290.00	56.80	45.60	19.00	227.00
	2-2	270.00	34.40	39.70	16.80	180.30
	2-3	250.00	50.80	40.10	18.40	170.50
	2-4	230.00	26.60	33.80	20.60	131.80
	2-5	240.00	71.50	41.20	19.25	159.40
	평균	256.00	48.02	40.08	18.81	173.80
	표준편차	21.54	16.00	3.78	1.24	31.16
석회유황 150배 + NaHCO_3	3-1	210.00	71.50	38.45	15.60	132.10
	3-2	270.00	67.00	39.4	17.30	187.40
	3-3	300.00	72.70	37.80	20.10	190.30
	3-4	310.00	81.45	36.85	22.50	227.80
	3-5	250.00	50.00	43.90	23.60	210.20
	평균	268.00	68.53	39.25	19.82	189.56
	표준편차	36.00	10.38	15.89	3.02	32.23
석회유황 200배 + NaHCO_3	4-1	265.00	60.00	48.50	26.70	353.50
	4-2	260.00	66.00	40.50	20.80	220.20
	4-3	290.00	67.60	42.30	19.20	240.80
	4-4	280.00	55.70	41.20	20.80	227.00
	4-5	250.00	50.20	29.30	19.10	111.30
	평균	269.00	59.90	40.36	21.32	230.56
	표준편차	14.28	6.45	6.21	2.79	76.89

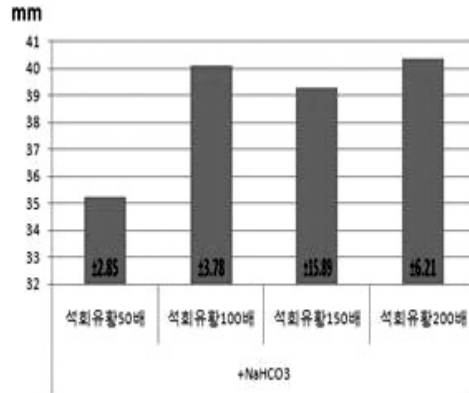
다. 석회유황합제 복합체 처리 일수에 따른 효과

석회유황합제 복합체 5년생 인삼의 생육에 미치는 석회유황합제 복합체의 영향을 조사하기 위하여 처리 간격을 규명하였다.

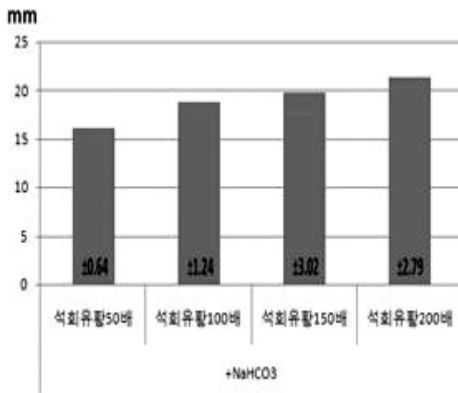
석회유황합제 복합체 처리간격별 비교는 주당 무게 평균값 기준으로 20일 > 30일 > 40일 > 10일 순으로 나타났다(주당 무게 평균값 기준).



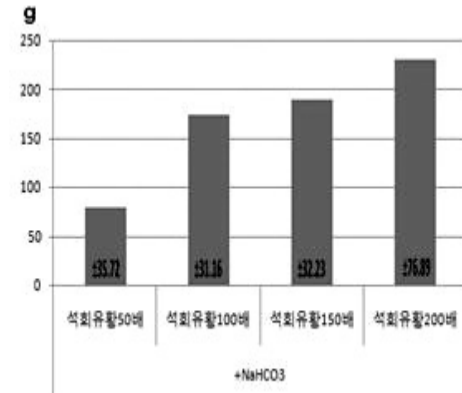
a. 근장 비교



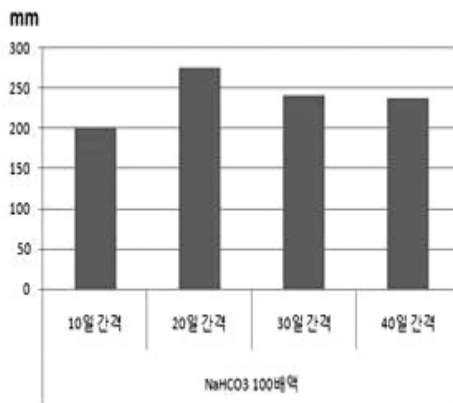
b. 동장 비교



c. 동직경 비교



d. 뇌두직경 비교



e. 주당 무게 비교

그림 8. 석회유황합제 복합체 처리일수에 따른 효과

표 18. 석회유황합제 복합체 NaHCO₃의 처리일수에 따른 5년근 뿌리삼의 생장

구분	시료 NO	조 사 항 목				
		근장(mm)	동장(mm)	동직경(mm)	뇌두직경(mm)	주당(g)
NaHCO ₃ 100배액 10일 간격	7-1	160.00	64.85	34.80	12.00	86.20
	7-2	209.00	60.00	42.80	16.80	118.80
	7-3	190.00	47.90	37.00	13.40	97.40
	7-4	210.00	50.40	42.75	12.95	70.90
	7-5	240.00	56.00	39.60	20.60	172.80
	평균	201.80	55.83	39.39	15.15	109.22
	표준편차	26.32	6.18	3.15	3.17	35.42
NaHCO ₃ 100배액 20일 간격	8-1	260.00	65.50	39.00	26.20	244.00
	8-2	250.00	69.60	38.30	20.90	220.40
	8-3	320.00	75.90	31.30	17.50	163.20
	8-4	360.00	80.00	37.95	14.60	277.60
	8-5	190.00	70.00	26.50	12.00	55.50
	평균	276.00	72.20	34.61	18.24	192.14
	표준편차	58.86	5.12	4.91	4.96	77.85
NaHCO ₃ 100배액 30일 간격	9-1	250.00	75.50	42.20	11.55	149.30
	9-2	248.00	63.00	38.40	14.50	180.80
	9-3	260.00	74.00	40.30	17.7	114.30
	9-4	250.00	76.00	42.50	16.25	193.80
	9-5	200.00	44.65	34.00	18.50	105.90
	평균	241.60	66.63	39.48	15.20	148.82
	표준편차	21.22	11.98	3.11	6.49	34.87
NaHCO ₃ 100배액 40일 간격	10-1	220.00	72.40	35.50	13.80	170.50
	10-2	249.00	67.00	38.40	17.60	136.50
	10-3	236.00	73.60	40.10	18.30	155.30
	10-4	230.00	82.70	38.60	21.00	143.30
	10-5	255.00	51.80	44.40	21.30	113.90
	평균	238.00	69.50	39.40	18.40	143.90
	표준편차	12.66	10.19	2.91	2.72	18.93

3. 유황 양분의 효과

영양분을 기준으로 균형이 유지된 토지의 비옥화는 전세계의 농민들이 인정한 것이다. 식물에게는 질소는 물론이고 칼륨과 인도 필요하다는 것이 인식되고 있다. 하지만 유황도 식물의 필수 영양분이며, 표 19에서 알 수 있는 바와 같이 여러 종류의 식물에게 인산염과 비슷한 수준으로 필요한 영양분이다.

표 19. 작물별 성분 요구량

(단위 : kg/ha)

작물	질소질	인산질	加里질	유황
쌀	150	25	150	20
밀	168	34	110	25
옥수수	360	52	230	50
콩	200	25	110	15
평지씨	90	16	110	35
면화	140	37	85	20
오일팜	193	36	249	75
차	290	130	65	45

〈AsiaFAB Autumn 2002〉

유황은 특히 야자오일과 같은 기름을 함유하는 작물에게 중요한 영양분이다. 적절한 유황이 없으면, 작물은 산출량이나 품질, 단백질 함유량을 기준으로 가능한 수준까지 완전히 성장하지 못한다. 뿐만 아니라 사용된 질소를 효율적으로 이용할 수 없다. 연구를 통해서 최상의 성과 및 효율성을 위해서는 식물이 최소한 15~20 조각의 질소(N)마다 1 조각의 유황을 함유하고 있어야 한다. 그렇기 때문에 유황을 '제4의 영양분' 이라고 부르는 사람들도 있다. 지금까지 유황 결핍은 여러 가지 이유로 사소한 문제로 생각되었다. 하지만 토양에 함유된 유황 결핍 수준이 상승하기 시작하면서 식물 영양분인 유황은 최근에 이르러 세계의 관심을 더욱 많이 끄는 분야가 되었다. 이렇게 토양에서 유황이 손실되는 이유는 크게 세 가지가 있다. 첫째, '산성 비' 와 싸우기 위해 여러 가지 조치를 취하는 것과 마찬가지로, 공기 속의 유황 수준이 산업 국가 및 산업화를 시작하는 국가에서 줄어들기 시작했다는 점이다. 배출 기준을 더욱 엄격하게 규제함으로써 공기 중의 이산화황 수치를 크게 줄였기 때문에, 유황의 수준이 황산염의 형태로 토양으로 옮겨갔다.

둘째, 경장 밀도의 증가 및 작물 생산량의 증가였으며, 이로 인해 토양에서 빠져나가는 유황의 양이 더욱 많아졌다. 셋째, 가장 근본적인 이유는 황산암모늄(AS) 및 단과인산석회(SSP)와 같은 비료를 함유하는 유황에서 각각 N과 P의 함유량은 더욱 높지만 유황을 함유하고 있지 않은 요소 및 일인안과 이인안(MAP/DAP), 중과석 같은 더 높은 분해 비료로 전환되는 것이었다. 한 때는 사실상 '무료' 였던 유황은 이제 존재하지 않는다.

표 20. 인삼밭의 토양성분 기준치

pH(H ₂ O)	5.0~5.5	가급태철(ppm)	200~300
pH(KCL)	3.8~4.2	가급태동(ppm)	0.5~1.0
pH(CaCl ₂)	4.5~5.0	가급태망간(ppm)	20~80
EC(ms/cm)	0.2이하	활성알미나(ppm)	120전후
O,R,P(mV)	220이상	가급태아연(ppm)	20~100
가급태인산(ppm)	100전후	붕소(ppm)	3전후
가급태칼리(ppm)	300전후	유황(ppm)	50전후
가급태칼슘(ppm)	300전후	몰리브덴(ppm)	0.5~5.0
가급태마그네슘(ppm)	300전후	게르마늄(ppm)	0.2~10.0
암모니태질소(ppm)	20전후	가급규산(ppm)	150~200
질산태질소(ppm)	30이하		
전질소(ppm)	50전후		

(06년, 일본PC농업연구소 분석자료)

그로 인한 전반적인 영향은 유황 ‘간격’의 발생이었으며, 그럼으로써 식물은 자신에게 축적되는 것보다 더 많은 유황을 토양에서 추출하고 있다. 유황 연구소(TSI)는 이런 간격이 서유럽의 600,000 톤 S 정도에서 전세계의 최대 730만 톤 S로 추산된 토양 표본 추출에 기초한 수학적 모델을 만들었다. 더구나 이 차이는 2010년경에는 1,200만 톤 S에 이를 것으로 생각되는 방출량으로 인해 계속해서 증가하고 있다. 현재 전세계적으로 910만 톤 S 정도가 사용되고 있으며, 그 중에서 대략 30%는 황산암모늄의 형태로 방출되고 있다. 앞으로 10년 동안 들판에 거의 두 배에 달하는 유황이 사용될 가능성이 있다.

○ 유황 결핍

전통적으로 구성이 거칠고/거나 유기 물질이 적은 토양이 유황 결핍 현상의 발생 가능성이 가장 많다. 유황 결핍 작물은 일반적으로 작고 가늘며, 키가 작고 줄기가 약하다. 새로운 잎은 노란색을 띤 초록색으로 변하며, 잎맥이 더 밝은 색을 띠기도 한다. 유황 결핍이 작물에 유일하게 나타난 문제일 경우에는 이런 증후를 인식하기 쉽다. 불행스럽게도 유황 결핍은 대개 다른 영양분의 결핍에 동반해서 나타나기 때문에, 이런 “교과서적인” 징후들을 인식하지 못할 수 있다.

유황 결핍은 단백질 형성에 영향을 줄 수 있으며, 이것은 유황 결핍 작물을 동물이 섭취

할 경우 가축에 단백질 부족이 발생하는 원인이 될 수 있다는 것을 의미한다. 질소와 마찬가지로, 유황은 폭우에 의해 표토에서 걸러진다. 관개도 유황을 농작물 뿌리가 미치지 않는 곳까지 옮겨 놓는 방법이다.


○ 제품의 품질

유황을 사용할 경우에는 제품의 품질도 향상된다. TSI에서 실시한 조사중에는 차 생산에 사용되는 유황에 대한 것도 있었다. 차는 유황 필요량이 아주 높으며, 새로 나온 잎에는 생산량을 극대화하고 최고 품질의 차제품을 얻기 위해서는 유황 함유량을 유지해야 한다. 인도 Jorhat의 Tocklai Experimental Station에서 실시한 조사에서는 북동부 인도의 차 재배 지역에 있는 토양은 적절한 비료 관리 체제가 실시되지 않을 경우 지속적인 수확을 통해 유황 성분이 심각하게 고갈될 수 있다는 점과 국내 차 재배지의 유황 필요량은 최소한 연간 20kg/ha라는 사실이 밝혀졌다.

유황은 특히 제품의 품질에 중요한 영향을 주는 것으로 밝혀졌다. 차를 재배하는 동안, 세 개의 잎을 제외한 싹을 솎아 주면 품질이 좋은 새싹의 생산량을 가장 많이 올릴 수 있다. 즉 최대의 생산량을 낼 수 있다(두 개의 잎을 제외하고 25% 이상의 새싹을 솎아 주는 것). 이 세 번째 잎에 집중된 차는 ‘pekoe-souchong’이라고 하는 프리미엄차이며, 두 개의 중요 화학성분인 폴리페놀(18%)과 차 카페인 농도가 상대적으로 높다. 폴리페놀은 처리를 하는 동안 차 향의 품질을 결정하는 데아플라빈과 데아루비긴으로 화학적 성질이 변화된다. 헥타 당 20kg의 유황을 사용한 토지에서 거둔 차의 경우는 데아플라빈과 데아루비긴의 농도가 다른 것보다 높다는 것이 밝혀졌는데, 이 두 가지의 주요 화학성분은 줄기의 강도와 맛, 향에 영향을 주고 고급 차 원액이 밝은 호박색/붉은색을 띠게 하는 역할을 한다.

4. 현장 적용사례

가. 김용의 농가

성 명	김 용 의(63세)	성 별	남(○)	여()
주 소	경기도 화성시 향남읍			
학 력	경기농업마이스터대학 특용작물학과 인삼과정(한국농수산대학)			
적용 사례				
<p>깍지벌레는 기주식물의 지상부와 지하부를 가해하며, 황갈색내지 암갈색으로 백색 밀랍으로 덮여 있습니다. 체장은 3~4mm 정도이며 타원형으로 대개 5월중~#8729;하순경 제1회 유충이 발생합니다. 6월하순경 성숙·산란 인삼 잎 뒷면, 줄기, 뿌리 등에 붙어 흡즙, 그을음병처럼 검게 됩니다. 고온의 습도가 높은(65~75%) 하절기 6월 하순~7월상순경 다발하여 큰 어려움을 겪고 있었습니다. 그 문제 많던 깍지벌레를 친환경제제인 유향합제 복합제로 깨끗하게 제거 할 수 있었습니다. 뿐만 아니라 민달팽이의 피해도 방제가 가능했습니다.</p>				
				

나. 김문수 농가

성 명	김 문 수 (53세)	성 별	남(○) 여()
주 소	경기도 화성시 우정읍		
학 력	경기농업마이스터대학 특용작물학과 인삼과정(한국농수산대학)		
적용 사례			
<p>가루깍지벌레는 고년근 인삼의 지상부 잎, 줄기 등에 붙어 식물체의 즙액을 빨아먹고, 흰색의 실뿔덩이와 배설물에 의해 식물체가 검게 됩니다. 인삼 지상부가 고사되고 뿌리에도 막대한 피해를 주고 있으나 적용되는 약제가 없는 실정입니다.</p> <p>돌발해충인 가루깍지벌레는 인삼 4~5년생 이상의 고년근 포장에 주로 발생되어 피해가 심하나, 인삼에 대한 피해실태조사와 방제약제가 없어 고민하던 차에 한국농수산대학 장광진교수님의 처방으로 석회유황합제 복합체를 쓰게 되었습니다. 깍지벌레를 잔류성이 없는 친환경제제인 유황합제복합체로 방제 할 수 있었습니다.</p>			
			

다. 장호식 농가

성 명	장 호 식(60세)	성 별	남(○) 여()
주 소	경기도 화성시 봉담읍		
학 력	경기농업마이스터대학 특용작물학과 인삼과정(한국농수산대학)		
적용 사례			
<p>가루까지벌레 및 잿빛곰팡이병으로 인삼 지상부가 고사되고 뿌리에도 막대한 피해를 주고 있어 인삼재배에 큰 어려움을 겪고 있습니다.</p> <p>돌발해충인 가루까지벌레는 주로 고년근 포장에 주로 발생되어 피해가 심하나, 인삼에 대한 피해실태조사와 방제약제가 없어 고민하던 차에 한국농수산대학 장광진교수님의 처방으로 석회유황합제 복합체를 쓰게 되었습니다. 앞으로 병해충 문제를 해결하기 위하여 친환경 방제 및 토양만들기에 힘을 다 할 것입니다.</p>			
			

IV. 유황합제의 효과

우리나라 인삼 재배상의 문제점이 여러 가지로 나타나고 있다. 우량 초작지의 고갈, 농촌의 인력난과 인건비 상승 뿐만 아니라 인삼의 안전성이 크게 대두되고 있다. 최근 전국 6년근 인삼의 1, 2등급 생산 비율은 15% 정도로 농산물 수입 개방 폭의 확대에 따라 앞으로 한국의 대표 농산물인 인삼농업 활로는 품질의 안전성과 고급화에 달려있다고 본다.

그 중 현장에서 필요로 하고 있는 것은 「소비자가 원하는 고품질 다수확 인삼을 위한 병충해 예방 및 친환경 방제 기술에 달려있다」는 고충을 이야기하고 있다. 특히, 인삼 안전성은 토양 및 현장 적용 가능한 유기적 방제법에 달려 있다고 입을 모으고 있다.

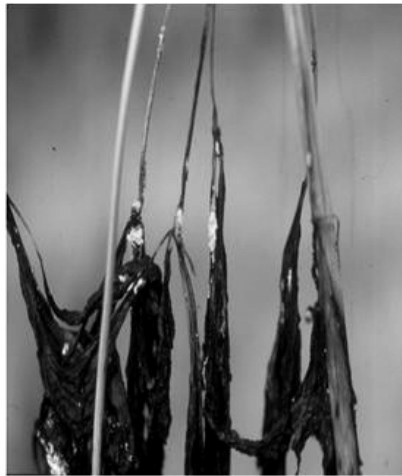
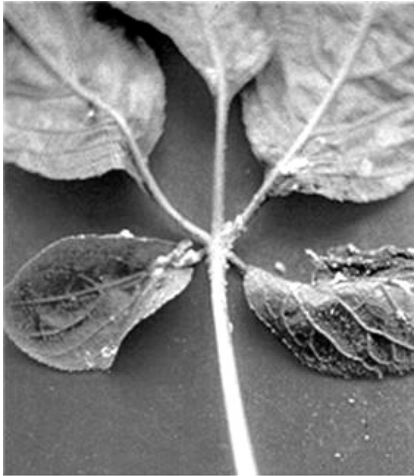


사진 7. 7월 중순경 인삼에 발생하는 가루깍지벌레의 피해는 심각하다.

고소득 작물로 인삼 재배가 확대되고 있어 안전성을 확보한 유기농 석회유황합제 응용법이 확립되면 활용도가 높다고 판단이 된다. 제조 및 사용이 간편하고 가격이 아주 저렴하여 현장에서 필요로 하는 자재로 본 시험이 완결되면 석회유황합제 복합체의 인삼 생산 매뉴얼을 작성하여 세계적인 명품 생산에 기여할 수 있다고 본다.

특히, 인삼 묘삼에 미치는 석회유황합제 복합체 효과는 중탄산칼륨(KHCO_3)을 이용한 200배 이하의 복합체, 5년근에 있어서는 탄산나트륨(NaHCO_3)을 이용한 200배에서 큰 효과가 나타났다. 친환경제제인 석회보르도액과 같이 사용하면 무농약 인삼에 도전할 수 있는 가능성이 크다.

표 21. 유황합제 복합체 및 석회보르도액에 사용되는 자재

(2011년 기준)

No	품명	규격	수량	단위	공급가액
1	중탄산칼륨(KHCO ₃)	중국산 99% 25kg	1	포	78,000
2	중탄산나트륨(NaHCO ₃)	국산 99% 25kg	1	포	29,000
3	아인산(H ₃ PO ₃)	중국산 98% 25kg	1	포	110,000
4	수산화칼륨(KOH)	국산 90%이상 25kg	1	포	65,000
5	생석회	국산 95% 20kg	1	포	25,000
6	황산동	국산 98.5% 25kg	1	포	110,000
7	유황(SULFUR)	국산 99.5% 25kg	1	포	33,000

참고문헌

1. 이성환, 홍종욱 외. 1975. 개정 농약학 향문사 1968 원 토판, 1975개정 초판
2. 최원개, 아베 웨이. 1997. 균형영양농법, 도서출판 진솔, 서울
3. 이호진. 1998. 친환경 작물재배기술 및 소재개발, 서울대학교
4. 장광진. 2000. 약특작생산기술, 진솔출판사.
5. 박명규. 1996. 최신고려인삼(재배편), 한국인삼연초연구원.
6. 정영상. 2000. 토양의 질 변화와 올바른 토양관리. 4회 흙을 살리자 심포지움.
7. 현해남. 2007. 토양관리를 위한 친환경농자재 사용요령, 한국농업대학.

〈부록〉



1. 무농약 재배시 나타나는 병충해 피해 현상



2. 무농약 재배시 나타나는 인삼포장



3. 석회유황합제 복합체를 농도별로 제조하여 살포 준비를 하고 있다.



4. 5년근 인삼포를 설정하여 석회유황합제 복합체를 살포 관찰



5. 여름 장마 후에 모잘록병으로 급격히 쓰러지는 묘삼포



6. 여름 장마 후에 역병으로 급격히 쓰러지는 묘삼포



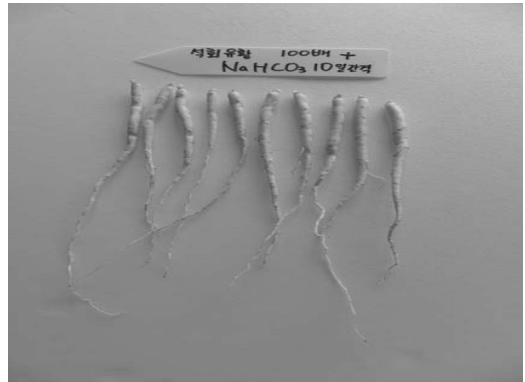
7. 묘삼 인삼포를 설정하여 석회유황합제 복합체를 살포 관찰



8. 묘삼인삼포 구간 설정하여 석회유황합제 복합체 처리



9. 석회유황합제 100배+KHCO₃구 수확 묘삼



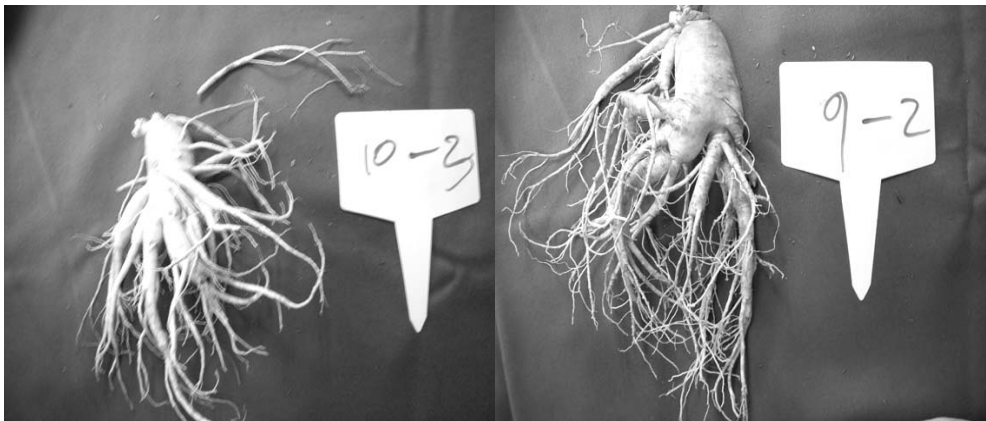
10. 석회유황합제 200배+KHCO₃구 수확 묘삼



11. 석회유황합제 50배+NaHCO₃ 처리구 수확 묘삼



12. 석회유황합제 100배 액만 처리한 수확 묘삼



13. 각 처리에 따른 묘삼의 수확 후 뿌리 상태 비교

