

최 종  
연구보고서

# 채소와 화훼재배농가의 목탄과 목초액의 사용 기준설정 및 토양개량용 목탄 개발

Establishment of standard for using of wood charcoal and  
pyroligneous acid in culture of vegetable and floricultural  
crops and development of wood charcoal for soil improvement

연구기관  
목포대학교

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “채소와 화훼작물 재배농가의 목탄과 목초액 사용기준 설정 및 토양개량용 목탄개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002년 11월 일

주관연구기관명 : 목포대학교

총괄연구책임자 : 김 병 운

세부연구책임자 : 유 용 권

연 구 원 : 허 원 녕

연 구 원 : 장 근 섭

연 구 원 : 강 상 옥

연 구 원 : 고 은 경

연 구 원 : 김 해 상

연 구 원 : 송 원 영

협동연구기관명 : 전남농업기술원

협동연구책임자 : 윤 봉 기

연 구 원 : 박 인 진

연 구 원 : 박 정 님

연 구 원 : 이 영 화

협동연구기관명 : 임업연구원

협동연구책임자 : 조 성 택

여 백

# 요 약 문

## I. 제 목

채소와 화훼작물 재배농가의 목탄과 목초액 사용기준 설정 및 토양개량용 목탄 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

목탄과 목초액은 환경친화적 농업에 매우 유용한 것으로 알려져 있고, 이를 인식한 농민들과 환경단체 및 지방자치단체에서 농약공해로부터의 해방을 위한 토양개량제로서 작물생산, 특히 원예작물 재배에 적극적으로 도입 및 권장하고 있는 추세이다. 또한 목질탄화물을 토양에 투입할 경우 토양의 물리·화학성을 개선하고, 유용미생물의 증식을 도와줌으로 하여 지력이 회복되고 작물의 수량을 증가시킬 뿐만 아니라 품질을 향상시킬 수 있다. 그리고, 농약사용량을 줄일 수 있어 공해요인이 적은 건강한 먹거리를 생산할 수 있다. 그러나, 목탄과 목초액을 이용하고 있는 농가의 대부분은 사용기준이 되는 적정량을 모르면서 사용하고 있는 실정이다. 또한, 목탄과 목초액 생산업자들도 소비자인 영농인에게 사용 방법을 안내할 자료가 없어 어려움을 겪고 있는 실정이다. 따라서 영농인과 목탄과 목초액의 생산자 모두의 애로를 해결해 줄 필요성이 있다.

전남 무안지역은 양파와 마늘의 경우 전국 생산량의 40%정도를 차지할 만큼 대량으로 재배되는 주산지로서, 이들 작물의 작황이 지역경제를 좌우함은 물론 국내시장의 수급 및 가격결정에도 결정적인 역할을 하고 있다. 또한 거의 전량 외국 수입에 의존하고있는 백합 등 구근류 화훼 중구 생산의 최적지로 꼽히고 있다. 그러나 동일한 작물을 매년 연작재배하고, 농법 또한 화학비료와 농약에 의지하는 방식을 지속해 오며 따라 토양의 산성화와 중금속 축적 등으로 지력이 극도로 떨어져 있다.

또한 토양 전염성 병충해가 많아지며 단위면적당 수량저하는 물론 생산물의 품질과 저장력 등에도 많은 문제점이 나타나고 있다. 그래서 이러한 문제점들을 해결하고, 지력회복을 위한 대책수립이 시급하다.

현재 국내에서는 상당수의 농가가 목탄과 목초액을 활용하여 농사에 도움을 받고 있고 사용농가가 점점 늘어가는 추세에 있으나, 이에 관한 연구사례가 거의 없어 많은 문제점들이 나타나고 있다. 따라서 목탄과 목초액 생산업체와 도 농업기술원의 토양전문가, 그리고 대학의 원예전문가들의 공동연구를 통하여 목탄과 목초액 투입이 토양개량에 미치는 효과와 함께 채소와 화훼재배 및 수확물의 신선도 유지 등에 국내의 농가들이 활용할 수 있는 목탄과 목초액의 사용기준량을 설정하기 위한 자료를 얻을 목적으로 본 연구를 실시했다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 양파, 마늘 재배 및 저장에 목탄과 목초액 사용 기준 설정

##### 가. 양파와 마늘의 생육, 수량 및 품질에 미치는 숯과 목초액의 영향

- 1) 목탄과 목초액 농도의 영향
- 2) 타생리활성물질과의 혼용처리의 영향
- 3) 목탄과 목초액 처리방법의 영향
- 4) 목탄의 종류와 입자 크기의 영향
- 5) 화학비료 시용량에 따른 목탄과 목초액 처리의 영향
- 6) 목탄 및 목초액의 연속시용 효과
- 7) 숯 및 목초액의 연속시용에 따른 토양 병원미생물상 변화 조사.

##### 나. 양파와 마늘의 수확전 목초액과 식물호르몬제의 혼용처리가 그들의 저장성에 미치는 영향

- 1) 양파와 마늘의 수확전 목초액 처리가 저장성에 미치는 영향

- 2) 양파와 마늘 수확 전 에스텔과 코링 액제 처리가 저장성에 미치는 영향
- 3) 양파 마늘의 수확전 목초액과 ethephon(2-chloroethyl-phosphonic acid)의 혼용처리가 저장성에 미치는 영향

## 2. 백합의 절화 생산과 구근생산 및 국화 절화재배에 목탄과 목초액의 사용 기준설정

### 가. 백합의 절화생산과 구근생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

- 1) 백합의 절화생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향
  - 가) 목탄의 처리량과 목초액 농도의 영향
  - 나) 목탄의 종류 및 입자크기의 영향
  - 다) 목탄의 처리방법의 영향
  - 라) 백합계통별 목탄의 영향
  - 마) 연작재배시 목탄의 효과
  - 바) 목탄 및 목초액의 처리에 따른 토양 이화학성 및 전염성 미생물상 변화

조사

- 2) 백합의 구근생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향
  - 가) 인편삼시 자구생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향
  - 나) 절화구 생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향
  - 다) 절화구 생산에 미치는 목탄의 종류 및 입자크기의 영향
  - 라) 목탄의 처리방법의 영향
  - 마) 절화구 생산에 있어서 연작생산시 목탄의 영향

### 나. 절화국화 재배에 목탄과 목초액의 사용 기준설정

- 1) 목탄 처리량의 영향
- 2) 목탄 처리방법의 영향
- 3) 목초액 처리농도의 영향

### 3. 목탄의 시용기술 및 토양개량효과 구명

- 가. 목탄의 적정 시용량 및 토양개량 효과 구명
- 나. 토양개량용 목탄의 적정 입자크기 구명
- 다. 토양개량용 목탄제조에 적합한 원료수종의 선발

### 4. 목탄과 목초액의 품질 분석

- 가. 목탄분석
- 나. 목초액 품질시험

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구개발 결과

#### 가. 양파, 마늘 재배 및 저장에 목탄과 목초액 사용 기준 설정

##### 1) 양파와 마늘의 생육, 수량 및 품질에 미치는 숯과 목초액의 영향

양파와 마늘재배시 목초액과 목탄을 농도, 시용량, 처리방법 및 탄종과 입자크기별로 처리한 것과 1, 2, 3년 연속시용 그리고 탄처리와 동시 시비량을 달리한 처리등을 행하고 생육 및 수량반응등을 조사한 결과는 아래와 같다.

① 목탄처리는 마늘보다 양파에서 유효하였으며 양파의 건물중과 건물율을 증가시켰다.

② 초년도의 500배 및 1000배 목초액처리는 마늘의 생체중과 구 건물중을 다소 증가시켰으나 건물율에는 차이가 없었다.

③ 초년도의 1000배 목초액과 탄분의 및 키토산 겸용처리는 마늘에는 효과가 적었고, 양파는 키토산 농도가 높을수록 건물중과 건물율이 현저히 증가하였다.

④ 2차년도의 목초액 농도별 및 목탄첨가 처리는 양파의 건물율 증가 이외에 두 작물 모두에서 큰 효과를 나타내지 않았다.

⑤ 탄중 및 입자크기별 처리에서도 마늘은 차이가 적고, 양파에서는 1mm 보다 5mm이상 처리구가 다소 나왔다.

⑥ 목탄의 연속처리 효과는 두 작물 모두에서 크게 보이지 않았고 양파의 경우 건물율을 현저히 높였다.

⑦ Pot재배시 목탄첨가에 따른 시비량 반응은 마늘은 차이가 적고, 양파는 다비가 오히려 불리하였다.

⑧ 포장재배시 목탄첨가에 따른 시비량 반응도 마늘은 차이가 적고, 양파는 배량시비구의 수량이 다소 높고 처리구의 건물율이 현저히 높았다.

⑨ 탄처리량과 시비량 복합처리시 탄반량과 시비반량 복합구는 양파의 수량이 떨어지고, 탄배량구에서는 영향이 없었으나 탄배량과 배량시비 복합구는 증수를 보였고 처리구의 건물율은 대조구보다 높았다.

⑩ 탄 연속처리구의 토양분석 결과 마늘 양파 공히 처리회수가 증가할수록 pH 및  $P_2O_5$ , K, Ca, Mg함량과 EC가 다소 높아지는 경향을 보였다.

## 2) 양파와 마늘의 수확전 목초액과 식물호르몬제의 혼용처리 기준

마늘의 경우에는 상온에서 목초액 100배 희석액과 1000배 ethephone 혼용처리가 무게의 감량 억제, 경도유지에 효과적이었고, thiosulfinate 함량, 부패율, 맹아율, 발근율 등에는 대조구와 처리구간에 차이가 없었다. 저온에서는 목초액 100, 200, 300배 희석액에 1000배 ethephone처리가 경도의 유지에 효과가 있었으며 발아율 억제에 약간의 효과를 나타내었다. 무게의 감량, thiosulfinate 함량, 부패율, 발근율에는 처리간에 영향이 없었고, 이들에 대해서는 도리어 저온의 영향이 지배적인 것으로 나타났다. Thiosulfinate 함량은 상온 및 저온 저장에서 1개월 저장시에는 초기보다 증가하다가 그 이후 약간의 감소하는 경향을 보였다.

양파의 경우에는 상온 저장에서 목초액 300배 희석액과 100배 MH 혼용액이



무게의 감소 억제, thiosulfinate 함량 증가, 부패율 감소, 경도의 유지 등에 효과적이었으나, 처리구가 맹아를 촉진하였고 발근에는 처리가 영향이 없었다. 저온에서도 300배 희석액과 100배 MH 혼용액이 thiosulfinate 함량의 증가, 부패율의 감소, 맹아의 억제, 경도의 유지에 효과적이었고, 무게 감소의 억제는 저온 효과가 지배적이었고 발근에는 처리에 의한 영향이 없었다.

이상의 결과로부터, 수확 2주전에 마늘에는 목초액 100배 희석액과 1000배 ethephone 혼용액을 330mL/ 3.3m<sup>2</sup>으로, 양파에는 목초액 300배 희석액과 100배 MH 혼용액을 250mL/ 3.3m<sup>2</sup>으로 엽면살포할 것을 권장한다.

#### 나. 백합의 절화와 구근생산 및 절화국화 재배에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준설정

##### 1) 백합의 절화 생산에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준 설정

① 백합 '르네브' 절화 재배시 1000배액의 목초액을 4mL 처리한 목탄 200g/m<sup>2</sup>를 토양에 혼합했을 때, 초장, 엽수, 지상부 생체중 등 절화의 생육이 양호하였고, 또한 수확후 모구의 생육도 가장 좋았다.

② 백합 '르네브' 절화 재배시 목탄 입자는 5mm의 굵기의 것이 10mm나 1mm 목탄보다 줄기의 생육과 개화에 효과적이었고, 참탄, 잡탄, 죽탄등 목탄의 수종에 따라서는 백합의 생육과 개화는 차이가 없었다.

③ 목탄의 도포처리는 나팔나리 '조지아' 절화 재배시 토양처리보다 모구의 생육상태는 좋았으나, 절화의 생육과 개화에는 별다른 차이가 없었다. 그러나 구근을 1000배액 목초액에 4시간 침지 후 1mm 목탄으로 도포처리하여 식재시에는 대조구에 비해 초장, 줄기직경, 생체중, 및 모구의 무게가 크게 증가하였다.

④ 2년 동안 백합을 연작 재배한 토양에는 1000배액 목초액 4mL을 목탄 200g/m<sup>2</sup>에 처리한 후 토양에 살포하여 나팔나리 '조지아'를 재배하는 것이 절화와 모구의 생육에 가장 적절하였다.

⑤ 3년 동안 백합을 연작 재배한 토양에는 100배액의 목초액 8mL을 목탄 400g/m<sup>2</sup>에 처리한 후 토양에 살포하여 나팔나리 '조지아'를 재배하는 것이 절화의

생육에 가장 적절하였고, 500배액의 목초액 4mL을 목탄 200g/m<sup>2</sup>에 처리한 것은 모구의 생육을 좋게 하였다.

## 2) 백합의 구근 생산에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준 설정

① 백합 '시베리아' 인편삼시 peatmoss 1L당 목탄 0.2L 또는 1000배액 목초액 4mL이 처리된 목탄 0.2L를 혼합했을 때, 자구형성율, 자구무게, 자구직경이 대조구보다 증가하였다.

② 자구를 비대 시키기 위해서는 목탄을 단독으로 토양에 살포하는 것보다는 목초액이 처리된 목탄을 도포처리하는 것과 병행하여 실시하는 것이 좋았다. 또한 자구를 1000배액의 목초액에 4시간 침지한 후 목탄으로 도포처리하여 식재하는 것도 자구의 생육에 효과적이었다.

③ 2년 동안 백합을 연작 재배한 토양에는 1000배액 목초액 4mL을 목탄 200g/m<sup>2</sup>에 처리하여 토양에 살포했을 때, 나팔나리 '조지아' 자구의 비대가 촉진되어 구무게나 둘레가 크게 증가하였다.

④ 3년 동안 백합을 연작 재배한 토양에는 500배액의 목초액 4mL을 200g/m<sup>2</sup>의 목탄에 처리한 후 살포하거나 또는 1000배액의 목초액 8mL을 400g/m<sup>2</sup>의 목탄에 처리한 후 토양에 살포하여 나팔나리 '조지아' 자구를 식재하는 것이 절화구 생산에 가장 효과적이었다.

## 3) 국화 절화 재배에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준 설정

① 5년간 국화 연작 재배한 토양에 국화 '신마'를 절화 재배하였는데, 목탄과 목초액 처리시 절화의 생육과 수명에는 별다른 효과가 없었다.

② 토양의 화학성을 조사한 결과 1000배액 목초액으로 처리된 목탄을 150g/m<sup>2</sup>을 토양에 살포시 토양의 유기물 함량, 양이온치환용량, Ca 함량이 높아져 토양 화학성이 증진되었다.

## 다. 목탄의 시용기술 및 토양개량효과 구명

목재를 탄화하는 과정에서 생산되는 목탄의 양파재배 토양에서의 적정 시용량,

토양개량용 목탄의 적정 입자크기, 토양개량용 목탄제조에 적합한 원료 수종 선발 및 토양개량 효과를 구명하기 위하여 1999년부터 3년동안 수행한 결과는 다음과 같다.

#### 1) 목탄의 적정 시용량 및 토양개량 효과 구명

양파재배 토양에서 목탄의 적정 시용량 및 토양개량 효과를 구명하기 위하여 참나무 목탄 시용량을 무처리(관행), 300, 500, 1,000, 1,500, 2,000kg/10a수준의 6 처리로 2000년 1년동안 시험한 결과는 다음과 같다. 목탄 시용으로 양파생육이 좋아지는 경향이었으며 300kg/10a시용구에서 초장, 엽수, 줄기직경 등 생육이 좋았다. 목탄 시용으로 토양 pH가 중성 가까이 변화되고 토양 유기물 함량과 양이온 치환용량이 증가하여 토양 화학성이 개선되었다. 목탄 시용으로 토양의 용적밀도와 고상율이 감소하고 토양 공극율이 증가하여 토양 물리성이 개선되었다. 목탄 시용에 따른 수량 구성요소는 300kg/10a시용구에서 가장 좋았으며 수량도 300, 500kg/10a시용구에서 각각 6.9%, 2.3% 증수되었고 1,000kg/10a이상 시용구에서는 감수 경향이었다.

#### 2) 토양개량용 목탄의 적정 입자크기 구명

토양개량용으로 적합한 목탄의 입자크기를 구명하기 위하여 양파 재배 토양에서 참나무 목탄과 소나무 목탄 각각 1mm이하, 5mm, 10mm크기의 목탄을 500kg/10a수준으로 사용한 6처리로 2001년에 시험한 결과는 다음과 같다. 시험에 사용된 목탄의 화학적 특성은 참나무 목탄은 pH 10.1, T-N 0.04%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.63%, K<sub>2</sub>O 0.34%였으며 소나무 목탄은 pH 9.3, T-N 0.24%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.18%, K<sub>2</sub>O 0.33%였다. 수확기의 양파 생육은 초장 50.0~62.6cm, 엽수 6.0~6.5매, 줄기직경 11.2~16.4mm였으며 1mm이하 크기의 목탄 시용구에서 초장, 엽수, 줄기직경 등 생육이 좋았다. 시험후 토양 화학성은 토양 pH 5.9~6.3, OM 14.7~15.5g/kg, CEC 15.6~16.8cmol/kg, Ava.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 147~186mg/kg, Ex.K 0.35~0.41cmol/kg으로 시험전 토양에 비하여 OM, CEC가 증가하고 Ava.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ex.K의 축적이 경감되었다. 시험후 토양의 물리성은 용적밀도 1.20~1.24g/cm<sup>3</sup>, 고상 45.05~46.56%, 공극율 53.43~54.95%였으며 목탄 입자크기 1mm이하 시용구에서 약간 더 좋아지는 경향이었다. 목탄 입자크기에 따른 수량 구성요소는 1

mm이하 시용구에서 구고, 구 직경, 구중등이 좋았으며 수량도 목탄 입자크기 1mm이하 시용구에서 많았다. 시험후 토양의 미생물상은 세균 64.3~200.4( $\times 10^5$ )cfu/g, 방선균 26.4~70.3( $\times 10^5$ ), 사상균 16.9~186.2( $\times 10^3$ )이었으며 5mm이하 크기의 목탄 시용구에서 세균, 방선균, 사상균이 많은 편이었고 흑색썩음균핵병, 무름병, 고자리파리등 토양 전염성 병해충은 발생하지 않았다.

### 3) 토양개량용 목탄제조에 적합한 원료수종의 선발

양파재배 토양에서 토양개량용으로 적합한 목탄의 원료 수종을 선발하기 위해서 관행(무처리)와 코코넛 피트, 대나무, 참나무, 활엽수 수피, 소나무등으로 만든 목탄을 500kg/10a수준 시용의 6처리로 2002년에 시험한 결과는 다음과 같다. 시험에 사용한 목탄의 pH는 5.1~10.1, T-N 0.15~0.71%,  $P_2O_5$  2.06~2.65%,  $K_2O$  0.20~0.86%범위였으며 1mm이하 크기의 입자는 9.0~84.8%였다. 시험후 토양의 물리성은 목탄 시용으로 용적밀도와 토양의 고상율이 낮아지고 액상과 기상, 공극율이 증가하였다. 시험후 토양의 화학성은 목탄 시용으로 토양 pH가 개선되고 OM, CEC등이 증가하였다. 양파의 생육은 목탄시용으로 줄기직경이 크고 주당 엽수가 많은 경향이였으며 참나무, 활엽수 수피, 대나무 목탄에서 생육이 좋았다. 양파의 수량은 4,631~5,114kg/10a로 무처리(4,638kg/10a)에 비하여 구고가 크고 구중이 무거운 참나무 목탄과 활엽수 수피 목탄에서 각각 10%, 소나무 목탄에서 2.8%증수되었으며 유의성이 인정되었다.

### 라. 목탄과 목초액의 품질 분석

1) 시중에 유통되고 있는 목탄 30점을 수집하여 품질 시험한 결과 임산연료규격의 임목탄과 톱밥숯 회분항목에 미달하는 것이 20점으로, 5%이상 함유한 것은 12점, 2.6%이상 함유한 것은 20점으로 나타났다.

2) 휘발분이 15%이상 함유하는 것이 16점으로 나타났으며, 백탄이 흑탄보다 20%이상 낮게 함유하고 착화제가 혼합된 즉석탄에서는 35%이상의 높은 함량을 나타내었다. 고정탄소의 함량이 70%이하인 것이 14점으로 나타났으며 즉석탄에서는 50%이하로 매우 낮은 함량을 나타내었다.

3) 제탄온도에 따라 차이가 있는 pH는 9이하인 것이 12점이었으며, 분말형 백탄에서는 높은 pH를 나타내었다.

4) 연료용으로 규정되어 있는 목탄 규격은 토양개량제용이나 사료첨가제용 등으로 구분하여 규격 제정이 필요한 것으로 판단된다.

5) 목초액 23점을 수집하여 분석한 결과 목초액 규격에 부적합한 것은 산량에서 2종, 산도(pH)에서 3종, 용해타르에서 3종, 굴질물에서 2종, 색깔에서 3종과 혼탁도에서 5종 있었다.

6) 목초액 규격에 부적합한 이유는 6개월 이상 숙성시키지 않은 조목초액도 있었으며, 간이 탄화로에서 부적절한 방법으로 제조되어 산도(pH)가 기준치 3.5이하보다 높게 나타난 것도 있었다. 중국에서 수입한 대나무 초액은 산량 및 산도가 규격에 미달하며, 일본에서 수입한 목초액은 산량이 매우 높으며 용해타르 함량이 낮고 굴질물이 높아 자연적으로 채취한 목초액에 인위적인 처리를 하여 제조한 것으로 추정된다.

## 2. 활용에 대한 건의

본 연구를 통하여 채소류와 화훼류 재배시 목탄과 목초액의 사용방법에 대한 정확한 기준을 설정하였다. 또한 토양개량용으로 이용할 수 있는 목탄을 개발하여 연작장해 또는 산성화가 문제를 어느정도 극복할 수 있는 결과를 얻었다. 그리고, 시중에서 유통되고 있는 목탄과 목초액의 품질을 조사하였는데, 품질이 규격에 미달되는 제품들이 많이 발견되었다. 따라서 본 연구 결과를 통하여 축적된 기술 성과를 효율적으로 활용하기 위해서는 다음과 같은 방안들을 제시하고자 한다.

1. 채소류(양파, 마늘)와 화훼류 재배시 토양과 식물 재료에 목탄과 목초액을 처리시 품질이 향상되었는데, 이러한 연구 결과를 원예 관련 연구기관과 업체, 및 연구자들에게 연구결과 보고서를 배부하여 적극적으로 홍보한다. 또한 본 연구 결과를 한국원예학회 학술대회에 발표하고, 전국 최고농업경영자과정협의회 소식지와 목포대학교 최고농업경영자과정 채소반과 화훼반 강의를 통하여 대농민 홍보를 통해 목탄과 목초액 사용 권장할 뿐만 아니라 정확한 사용 방법들을 설명한다.

2. 마늘과 양파의 저장시 목초액과 식물호르몬제 전처리가 저장성 증진에 효과

적이었는데, 마늘과 양파 저장농가 및 업체에 홍보하여 저장성 증진에 도움이 되도록 한다.

3. 백합의 자구생산시 목탄과 목초액을 혼합처리에 의해 생산량 증가 및 품질 향상 효과가 있었는데, 백합 양구 농가에 기술 전파하여 우리나라 자체에서 양질의 구근을 생산할 수 있도록 한다. 이를 홍보하기 위해 해남 삼산백합수출작목반과 옥천화훼작목반원들을 대상으로 기술을 보급하도록 한다.

4. 토양개량용으로 적합하게 이용될 수 있는 목탄의 사용방법, 입자크기, 원료수종을 조사하였고, 목탄사용으로 토양의 이화학적성이 개선되어 토양개량효과가 있었다. 따라서 목탄의 공정규격(주성분, 입자크기등) 설정 및 토양개량제 등록자료로 활용할 수 있도록 임업연구원 및 농림부에 건의한다. 또한 고품질 목탄의 상품화 및 산업체에 생산기술 이전하여 목탄 생산업의 활성화에 기여한다.

5. 각각의 작물에 적합한 목탄과 목초액의 개발이 가능하게 되었고, 이에 대한 연구 결과를 목탄과 목초액 생산업체에 홍보하여 기술을 이전하도록 한다.

6. 목탄과 목초액의 품질 규격에 대한 임업연구원의 고시가 있으나, 본 연구 결과에서 밝혀졌듯이 많은 제품들이 규격미달이었다. 따라서 국내제품이건 수입제품이건 제품마다 성분함량과 품질규격을 정확하게 명시하도록 제도화하는 것이 필요하고, 규격 미달의 제품을 유통시켰을 때, 법적인 제재를 가하도록 했으면 한다.

여 백

# SUMMARY

Establishment of standard for using of wood charcoal and pyroligneous acid in culture of vegetable and floricultural crops and development of wood charcoal for soil improvement

## **1. Establishment of standard for using of wood charcoal and pyroligneous acid in cultivation and storage of garlic (*Allium sativum* L.) and onion (*Allium cepa* L.)**

1) Effect of wood charcoal and pyroligneous acid on the growth, yield, and quality in cultivation of garlic (*Allium sativum* L.) and onion (*Allium cepa* L.).

The effect of charcoal piece treatment to garlic and onion field soil and the effect of pyrolignous and chitosan solution pre-treatment with or without charcoal powder dusting to garlic bulbil and onion seedling before planting were examined. The result were as follows;

① Charcoal treatment to field soil was more effective in onion than garlic, the dry weight and percentage of dry matter of onion was remankably increased.

② In year 2000 experiment, 1,000 and 2,000ppm pyrolignous acid solution tretment inreased the fresh and dry weight of garlic, but percentage of dry matter was not affected.

③ In year 2000 experiment, 1,000ppm pyrolignous acid with chitosan and charcoal powder treatment showed little effect to garlic, but the dry weight and percentage of dry matter of onion was increased as the concentration of chitosan solution increased.

④ In year 2001 experiment, pyrolignous acid and charcoal powder treatment



showed little effect on the growth and yield of garlic and onion except the increase of percentage of dry matter of onion.

⑤ The kind and piece size of charcoal treatment had little effect in garlic, 5mm charcoal showed better effect than 1mm one in onion.

⑥ The effect of continuous(additional) charcoal piece treatment to soil was not better than single treatment in both crops.

⑦ Various level of fertilizer with charcoal in pot culture showed little effect in garlic but double-fertilizing decreased growth in onion.

⑧ In field experiment, fertilizer level with charcoal showed little effect, but double-fertilizing resulted better growth and remarkable increase of percentage of dry matter in onion.

⑨ Mixed treatment of fertilizer level and charcoal piece volume, half fertilizer with half charcoal volume decreased growth, but double fertilizer with double charcoal volume increased the yield. Percentage of dry matter in all treatment was higher than the control.

⑩. Continuous treatment of charcoal piece slightly increased the pH and EC and the content of  $P_2O_5$ , K, Ca and Mg of soil in both crops field after harvest.

## **2) Effects of preharvest pyroligneous acid and plant hormone treatment on the quality changes during storage of garlic (*Allium sativum* L.) and onion (*Allium cepa* L.)**

This experiment was conducted to investigate the change of qualitative characteristics, such as rotteness, fresh weight loss, hardness, rooting, sprouting, alliinase activity and thiosulfinate content in Garlic (*Allium sativum* L.) and Onion (*Allium cepa* L.) during three months storage after spraying 100, 200, 300-fold pyroligneous acid with or without 1,000-fold ethephone toward garlic and 100-fold maleic hydrazide(MH) toward onion on their foliage at two weeks before harvest. In case of garlic, 100-fold pyroligneous acid with 1,000-fold

ethephone had the highest effect on weight loss decrease and hardness maintenance of room temperature storage, but had a little effect on hardness maintenance and control of sprouting rate of cold temperature storage. The spraying of 300-fold pyroligneous acid decreased in alliinase activity and having no relation with all of the treatments, thiosulfinate content was increased during storage. The spraying of 300-fold pyroligneous acid with 100-fold MH toward onion had the highest effect on all qualitative characteristics among treatments. From the above results, we might advise that the farmers could spray 100-fold pyroligneous acid with 1,000-fold ethephone (330mL/ 3.3m<sup>2</sup>) toward garlic and 300-fold pyroligneous acid with 100-fold MH (250mL/3.3m<sup>2</sup>) toward onion on their foliage at two weeks before harvest for maintaining good quality of garlic and onion after harvest.

## **2. Establishment of standard for using of wood charcoal and pyroligneous acid in floricultural crops.**

This research was conducted to establish the standard for using of wood charcoal and pyroligneous acid in cut flower cultivation and bulb production of *Lilium* and cut flower cultivation of *Dendranthema glandiflora*.

### **1) Establishment of standard for using of wood charcoal and pyroligneous acid in cut flower cultivation of *Lilium*.**

In cut flower cultivation of *Lilium* 'Le Reve', soil treatment of 200mg/m<sup>2</sup> wood charcoal treated with 4mL pyroligneous acid of 1/1000, plant height, No. of leaves, and fresh weight of shoot was increased. Also, this treatment was better in growth of mother bulb after harvest than the other treatments. Wood charcoal of 5mm thick in particle size was effective in shoot growth and flowering than wood charcoal of 10mm or 1mm. However, tree kinds of wood charcoal such as oak, pine, and bamboo, was not different in growth and flowering.

In cut flower cultivation of *Lilium* 'Georgia', painting treatment of 1mm wood charcoal to bulb showed the better growth than soil treatment of 5mm wood charcoal. When bulbs painted with 1mm wood charcoal after soaking in pyroligneous acid of 1/1000 during 4 hours were planted, plant height, stem diameter, fresh weight, and weight of mother bulb were greatly increased.

In soil of continuous cropping during 2 years, soil treatment of 200g/m<sup>2</sup> wood charcoal treated with 4mL pyroligneous acid of 1/1000 was the best in growth of cut flower and mother bulb of *Lilium* 'Georgia'. And, in soil of continuous cropping during 3 years, soil treatment of 400g/m<sup>2</sup> wood charcoal treated with 8mL pyroligneous acid of 1/100 was the most effective in growth of cut flower of *Lilium* 'Georgia' than the other treatments. Growth of mother bulb was improved in soil treatment of 200g/m<sup>2</sup> wood charcoal treated 4mL pyroligneous acid of 1/500.

## **2) Establishment of standard for using of wood charcoal and pyroligneous acid in bulb production of *Lilium*.**

In scale propagation of *Lilium* 'Siberia', when 0.2L wood charcoal per 1L peatmoss or 0.2L wood charcoal treated with 4mL pyroligneous acid of 1/1000 per 1L peatmoss were mixed with peatmoss media, rate of bulblet formation, bulblet weight, and bulblet diameter were increased than control. In enlargement of bulblet, soil treatment of wood charcoal and painting treatment of 1mm wood charcoal treated with pyroligneous acid to bulblet at the same time showed the effect than soil treatment of wood charcoal. Also, painting treatment after soaking in pyroligneous acid of 1/1000 during 4 hours was effective in bulblet growth.

In soil of continuous cropping during 2 years, soil treatment of 200g/m<sup>2</sup> wood charcoal treated with 4mL pyroligneous acid of 1/1000 increased the weight and circumference of *Lilium* 'Georgia' bulblet. In soil of continuous cropping during 3 years, soil treatment of 200g/m<sup>2</sup> wood charcoal treated with 4mL

pyroligneous acid of 1/500 or soil treatment of 400g/m<sup>2</sup> wood charcoal treated with 8mL pyroligneous acid of 1/1000 was the most effective in bulb production than the other treatments.

### **3) Establishment of standard for using of wood charcoal and pyroligneous acid in cut flower cultivation of *Dendranthema glandiflora*.**

Rooted cuttings of chrysanthemum were planted in soil of continuous cropping during 5 years, and then wood charcoal and pyroligneous acid were treated in soil. However, these treatments were not effective in growth and vase life of cut chrysanthemum. In chemical properties of soil, when 150g/m<sup>2</sup> wood charcoal treated with pyroligneous acid of 1/1000 was treated in soil, organic matter content, cation exchange capacity, and Ca<sup>++</sup> content were increased. Therefore, soil treatment of wood charcoal treatment with pyroligneous acid improved the chemical properties of soil.

## **3. Effect of soil improvement and application method of wood charcoal**

This experiment was conducted to find out an amount of wood charcoal application, soil improvement effect, moderating particle size of wood charcoal and moderating tree kinds of wood charcoal for soil improvement. Effect of soil improvement and application method of wood charcoal was summarized as follows;

### **1) Effect of soil improvement and application amount of wood charcoal**

This experiment was conducted to find out an amount of wood charcoal application and soil improvement effect of wood charcoal. The wood charcoal was made of a black oak. An amount of used wood charcoal was 0, 300, 500, 1000, 1,500, 2,000kg 10a<sup>-1</sup>.

Onion growth of plot applied wood charcoal was better than that of plot not applied wood charcoal. The plant height, the number of leaf and diameter of stem of plot applied wood charcoal  $300\text{kg } 10^{-1}$  were better than any other that of plot. Soil pH, organic matter and exchangeable cation in soil were increase by wood charcoal application. Bulk density and solid phase of soil were decreased by wood charcoal application. Porosity of soil was increased. Yield components of plot applied wood charcoal  $300\text{kg } 10^{-1}$  were the best. Yied of plot applied wood charcoal 300 and  $500\text{kg } 10^{-1}$  was increased 6.9 and 2.3% than that of control. But that of plot applied wood charcoal  $1000\text{kg } 10^{-1}$  over was trend to decrease.

## **2) Study of moderating particle size of wood charcoal for soil improvement**

This experiment was conduct to find out moderating particle size of wood charcoal for soil improvement. The wood charcoal material was a black oak and pine. The particle size of wood charcoal was 1mm below, 5mm and 10mm. An amount of wood charcoal application was  $500\text{ kg } 10^{-1}$ .

Chemical properties of a black oak charcoal used experiment was pH 10.1, T-N 0.04%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  1.63% and  $\text{K}_2\text{O}$  0.34%. That of pine charcoal was pH 9.3, T-N 0.24%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  2.18%,  $\text{K}_2\text{O}$  0.33%. At harvest stage of onion, plant height was 50.5~62.6cm. The number of leaf was 6.0~6.5ea. Stem diameter was 11.2~16.4mm. Plant height, the number of leaf and stem diameter of plot treated 1mm below wood charcoal were be longer, more or bigger than those of any other particle size. Soil chemical properties of after experiment was pH 5.9~6.3, OM 14.7~15.5  $\text{g kg}^{-1}$ , CEC 15.6~16.8  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$ , Ava. $\text{P}_2\text{O}_5$  147~186  $\text{mg kg}^{-1}$  and Ex.K 0.35~0.41  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$ . OM and CEC was increased than that of before experiment. Ava. $\text{P}_2\text{O}_5$  and Ex.K was decreased than that of before experiment. Soil texture after experiment was bulk density 1.20~1.24  $\text{g cm}^{-1}$ , solid phase 45.05~46.56%, porosity 53.43~54.95%. Soil texture was trend to be improved by 1mm wood

charcoal.

Onion height, diameter and weight of plot treated 1mm below wood charcoal was higher or bigger than that of any other particle size. Yield was similar to yield component. Soil microflora after experiment bacteria  $64.3\sim 200.4(\times 10^5)\text{cfu g}^{-1}$  actinomycete  $26.4\sim 70.3(\times 10^5)\text{cfu g}^{-1}$  and fungi  $16.9\sim 186.2(\times 10^3)\text{cfu g}^{-1}$ . Bacteria, actinomycete and fungi was much at plot treated with 5mm below wood charcoal with out relation to wood charcoal material. Soil disease and insect such as white rot, bacterial soft rot and onion maggot didn't occur.

### **3) Study of moderating tree kinds of charcoal for soil improvement**

This experiment was conduct to find out moderating tree kinds of wood charcoal for soil improvement. The wood charcoal material was coconut peat, bamboo, black oak, pine, broadleaf tree bark. An amount of wood charcoal application was  $500\text{ kg } 10^{-1}$ .

Chemical properties of wood charcoal used experiment was pH 5.11~10.1, T-N 0.15~0.71%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  2.06~2.65% and  $\text{K}_2\text{O}$  0.20~0.86%. The particle size of  $<0.1\text{mm}$  was 9.0~84.8%. Soil physical properties of after experiment was decreased bulk density and solid phase, was increased liquid phase, air phase and porosity than that of control. Soil chemical properties of after experiment trend to be improved pH. Soil OM and CEC was increased than that of control.

Onion growth of plot applied wood charcoal was better than that of plot not applied wood charcoal. The number of leaf and diameter of stem of plot applied wood charcoal. Growth of plot applied black oak charcoal, broadleaf tree bark charcoal, and bamboo charcoal was better than that of any other plot. Yield of plot applied wood charcoal was 4,631~5,114kg/10a. The yield of plot applied black oak charcoal, broadleaf tree bark charcoal and pine charcoal was increased 10.0, 10.3, 2.8% than that of control(4,638kg/10a). It was significant at 5% level.

#### 4. Quality analysis of wood charcoal and pyroligneous acid

1) We examined the quality of 30 pieces charcoals which are collected in the market. As a result of the examination, there are 20 pieces upper the ash content by the criteria of forest-product fuel ; charcoals over 5% ash content, which is the criteria of wood charcoal, are 12 pieces, and charcoals over 2.6% ash content, which is the criteria of sawdust charcoal, are 20 pieces.

2) There are 16 pieces over 15% of the volatile materials in 30 charcoals, the volatile materials of white-charcoal were contained less over 20% than black-charcoal, and the content of the volatile materials in Jeugsugtan(the ignitable charcoal briquette), which is mixed with ignition materials, is high over 35%. It showed that 14 pieces charcoals are under 70% content of fixed carbons, Jeugsugtan (the ignitable charcoal briquette) has a very low, under 50%, content.

3) According to the carbonization temperature, pH of charcoal is various. There are 12 pieces under pH 9. The powder of white-charcoals have the high pH over 10.

4) The standard of charcoal for a fuel is already prescribed, but we needs the standard of charcoal for a soil ameliorator or a feed additive to extend the charcoal demands.

5) We collected 23 pieces of pyroligneous acid. As a result of analysis, the deficient things in the standard of pyroligneous acid were 2 species in the amount of acid, 3 species in pH, 3 species in soluble tarr, 2 species in the rate of refraction, 3 species in color, and 5 species in transparency.

6) The reasons of deficiency are : maturity period of crude pyroligneous acid is too short, maturity period is at least 6 months, and pH of the pyroligneous acid is higher than the standard stuff(3.5), that pyroligneous acid is made by inappropriate method in the temporary kiln. The bamboo pyroligneous acid, imported from China, is under the standard of the amount of acid and pH. Pyroligneous acid, imported from Japan, had a very high amount of acid, a low

content of soluble tarr, and a high rate of refraction. Consequently, we estimated that it is artificially made by inserting something in the natural collected pyroligneous acid.



여 백

# CONTENTS

<b>Chapter 1. Introduction</b> .....	29
Section 1. Necessity of research development .....	29
Section 2 Aim and range of research .....	31
<b>Chapter 2. Research trends of domestic and           foreign country</b> .....	39
Section 1. Research trends of foreign country .....	39
Section 2. Domestic research trends .....	41
<b>Chapter 3. Contents and results of the research</b> .....	45
Section 1. Establishment of standard for using of wood charcoal and pyroligneous acid in cultivation and storage of garlic( <i>Allium sativum</i> L.) and onion ( <i>Allium cepa</i> L.) .....	45
1) Introduction .....	45
2) Materials and methods .....	46
3) Results and discussion .....	55
Section 2. Establishment of standard for using of wood charcoal and pyroligneous acid in floricultural crops .....	103
1) Introduction .....	103

2) Materials and methods .....	104
3) Results and discussion .....	111
Section 3. Effect of soil improvement and application	
method of wood charcoal .....	142
1) Introduction .....	142
2) Materials and methods .....	143
3) Results and discussion .....	149
Section 4. Quality analysis of wood charcoal and	
pyroligneous acid .....	175
1) Introduction .....	175
2) Materials and methods .....	176
3) Results and discussion .....	179
<b>Chapter 4. Achievement of the purpose and</b>	
<b>contribution for industry .....</b>	<b>187</b>
Section 1. Achievement of the purpose .....	187
Section 2. Contribution for industry .....	189
<b>Chapter 5. The usual plan of the results .....</b>	<b>192</b>
<b>Chapter 6. Reference .....</b>	<b>195</b>

# 목 차

<b>제 1 장</b>	<b>연구개발과제의 개요</b>	29
제 1 절	연구개발의 필요성	29
제 2 절	연구개발의 목적과 범위	31
<b>제 2 장</b>	<b>국내의 기술개발 현황</b>	39
제 1 절	국외의 기술개발 현황	39
제 2 절	국내의 기술개발 현황	41
<b>제 3 장</b>	<b>연구개발수행 내용 및 결과</b>	45
제 1 절	양파, 마늘 재배 및 저장에 목탄과 목초액 사용 기준 설정	45
1)	서언	45
2)	재료 및 방법	46
3)	결과 및 고찰	55
제 2 절	백합의 절화 생산과 구근생산 및 국화 절화재배에 목탄과 목초액의 사용 기준설정	103
1)	서언	103
2)	재료 및 방법	104
3)	결과 및 고찰	111
제 3 절	목탄의 시용기술 및 토양개량효과 구명	142
1)	서언	142
2)	재료 및 방법	143

3) 결과 및 고찰 .....	149
제 4 절 목단과 목초액의 품질 분석 .....	175
1) 서언 .....	175
2) 재료 및 방법 .....	176
3) 결과 및 고찰 .....	179
<b>제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....</b>	<b>187</b>
제 1 절 목표달성도 .....	187
제 2 절 관련분야에의 기여도 .....	189
<b>제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....</b>	<b>192</b>
<b>제 6 장 참고문헌 .....</b>	<b>195</b>

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

① 목탄과 목초액은 환경친화적 농업에 매우 유용한 것으로 알려져 있고, 이를 인식한 농민들과 환경단체 및 지방자치단체에서 농약공해로부터의 해방을 위한 토양 개량제로서 작물생산, 특히 원예작물 재배에 적극적으로 도입 및 권장하고 있는 추세이다.

② 목탄과 목초액 등 목질탄화물을 토양에 투입할 경우 토양의 물리·화학성을 개선하고, 유용미생물의 증식을 도와줌으로 하여 지력이 회복되고 작물의 수량을 증가시킬 뿐만 아니라 품질을 향상시킬 수 있다. 또한 농약사용량을 줄일 수 있어 공해요인이 적은 건강한 먹거리를 생산할 수 있다.

③ 그러나, 목탄과 목초액을 이용하고 있는 농가의 대부분은 사용기준이 되는 적정량을 모르면서 사용하고 있는 실정이다. 또한, 목탄과 목초액 생산업자들도 소비자인 영농인에게 사용 방법을 안내할 자료가 없어 어려움을 겪고 있는 실정이다. 따라서 영농인과 목탄과 목초액의 생산자 모두의 애로를 해결해 줄 필요성이 있다.

④ 또한 이용분야의 확대를 위하여 단지 토양에만 이용할 것이 아니라 채소류 저장시 신선도 유지에 사용할 수 있는 방법도 모색할 필요성이 있다

⑤ 현재 국내에서는 상당수의 농가가 목탄과 목초액을 활용하여 농사에 도움을 받고 있고 사용농가가 점점 늘어가는 추세에 있으나, 이에 관한 연구사례가 거의 없어 많은 문제점들이 나타나고 있다. 따라서 목탄과 목초액 생산업체와 도 농업기술원의 토양전문가, 그리고 대학의 원예전문가들의 공동연구를 통하여 목탄과 목초액 투입이 토양개량에 미치는 효과와 함께 채소와 화훼재배 및 수확물의 신선도 유지 등에 국내의 농가들이 활용할 수 있는 목탄과 목초액의 사용기준량을 설정하기 위한 자료를 얻을 목적으로 본 연구를 실시했다.

## 2. 경제 · 산업적 측면

① 전남 무안지역은 양파와 마늘의 경우 전국 생산량의 40%정도를 차지할 만큼 대량으로 재배되는 주산지로서, 이들 작물의 작황이 지역경제를 좌우함은 물론 국내 시장의 수급 및 가격결정에도 결정적인 역할을 하고 있다. 또한 거의 전량 외국 수입에 의존하고있는 백합 등 구근류 화훼 중구 생산의 최적지로 꼽히고 있다. 그러나 동일한 작물을 매년 연작재배하고, 농법 또한 화학비료와 농약에 의지하는 방식을 지속해 오며 토양의 산성화와 중금속 축적 등으로 지력이 극도로 떨어져 있다. 또한 토양 전염성 병충해가 많아지며 단위면적당 수량저하는 물론 생산물의 품질과 저장력 등에도 많은 문제점이 나타나고 있다. 그래서 이러한 문제점들을 해결하고, 지력회복을 위한 대책수립이 시급하다.

② 국내의 산림이 대부분 20년생 이하의 유령림이므로 이를 용재림으로 가꾸려면 무육간벌이 시급한 실정이나 소경재의 용도제한과 농촌인력감소, 인건비상승 및 고된 일을 기피하는 풍조등으로 어려움이 많은 실정이다. 간벌한 나무나 가지 등의 부산물을 이용하여 목탄과 목초액을 만들어 토양에 투입한다면 토양개량은 물론 많은 작물 특히 원예작물에서 보다 안전하고 품질이 좋은 생산물을 얻어 국민건강에 기여할 수 있고 육림에 필요한 비용조달과 함께 토양 오염제거에 따른 수질개선효과까지 실로 일석삼조의 복합효과를 기대할 수 있다.

③ 이처럼 목탄 목초액이 임업 및 농업에 유용함에도 불구하고 목탄과 목초액의 농업적 이용에 대한 법적 근거와 사용기준을 마련하여 주는 것은 지극히 요망되는 요망사항이다. 법적인 것은 정부에서 해결할 문제로 본다면 목탄과 목초액의 사용기준은 토양에서 재배 실험을 통하여 해결해야 한다.

## 3. 사회 · 문화적 측면

① 목탄과 목초액을 농업에 적용하여 안전한 먹거리를 생산하고, 보다 생산성이 높고 건강한 토양을 후손에 물려주는 것은 앞서 이 땅에 살았던 사람들의 중요한 책임이므로, 이를 위해 노력을 해야한다.

② 우리 나라 농경지의 90%이상이 과다한 화학비료와 농약 사용으로 토양이 산성화하고, 염류 및 중금속이 축적되어 있는 실정이므로 토양개량사업을 통해 토양의

중화, 염류 및 중금속의 제거 등으로 지속 가능한 농업을 위한 기반조성이 절실히 요구되고 있다. 또한 WTO와 국제 기후 협약에 의한 실천 강령으로 농업, 임업 및 축산업 분야에 있어서 환경 농업에 대한 보조금 지급이 인정되면서 환경보존형, 환경친화성 농축수산업의 여건이 조성되었다.

③ 농업 및 환경적 측면에서 볼 때 전국적으로 시급히 이용법을 보급해야 할 필요성이 있고, 특히 전남 담양, 나주, 장성, 목포, 광주 등은 비교적 타 지역에 비하여 목탄과 목초액을 많이 사용하는 지역임을 고려할 때 지역산업의 안정적 발전을 지원하기 위한 노력의 일환으로 본 연구의 필요성이 더욱 절실하다.

## 제 2 절 연구개발의 목적과 범위

### 1. 양파, 마늘 제배 및 저장에 목탄과 목초액 사용 기준 설정

#### 가. 연구개발의 목적

본 연구는 토양의 물리 화학성은 물론 유익한 토양 미생물 증식에 도움이 되는 것으로 알려져 있는 목탄과 목초액을 양파와 마늘의 연작지 토양에 첨가하거나 종묘나 종인편에 처리하여 재식한 후 이들 작물의 생육 및 수량과 품질 그리고 수확 후의 저장력에 미치는 영향을 조사하여 사용기준량을 설정하는 것이 목적이다.

#### 나. 연구개발의 범위

##### 1) 양파와 마늘의 생육, 수량 및 품질에 미치는 숯과 목초액의 영향

###### 가) 목탄과 목초액 농도의 영향

밭토양에 관행 시용량(1Kg/3.3m<sup>2</sup>)과 반량(0.5Kg/3.3m<sup>2</sup>) 및 배량(2Kg/3.3m<sup>2</sup>)의 보통 개량용 목탄(1,000×20% 첨가)을 처리하여 식재 후 조사하였다.

###### 나) 타생리활성물질과의 혼용처리의 영향

목초액 100×와 200, 500, 2000ppm의 키토산 복합용액을 만들어 양파묘



와 마늘 인편을 30분간 침지후 음건시켜 식재하고, 용액을 묻힌 묘와 인편을 본탄에 묻혀 식재한 후 생육 및 수량과 품질을 조사하였다.

다) 목탄과 목초액 처리방법의 영향

목초액의 농도 및 목초액과 목탄의 병용처리 효과를 검토하고자 250, 500, 1000배로 희석한 목초액에 남도마늘 인편과 담로중갑 양파묘를 30분간 침지 후 1일동안 음건하여 식재하거나 침지 후 목탄 분말을 묻혀 식재하고 생육 및 수량반응 등을 조사하였다. 마늘은 2000년 10월 18일에 1.8m폭의 14공 흑색비닐 필름을 피복하고 처리당 80주씩 난괴범 4반복으로 식재하였고, 시비는 10a 당 N : P : K = 20 : 25 : 15kg을 기준으로 하고 퇴비 2000kg과 석회 100kg을 사용하였으며, 기타 재배관리는 관행에 준하여 실시하였다. 생육 최성기인 5월초에 주당 20주씩 생육조사를 실시하였고, 지상부가 완전히 마른 6월 15일에 수확하여 구당 20주씩 수량조사를 실시하였으며, 수확된 구를 125℃에서 24시간 건조시켜 건물중을 조사하였다.

라) 목탄의 종류와 입자 크기의 영향

1, 5 및 10 mm 크기의 참나무 목탄과 갑목목탄을 (1Kg/3.3m<sup>2</sup>)씩 사용한 후 종묘와 종인편을 재식했다. 이들 작물의 생육과 품질을 조사했다.

마) 화학비료 사용량에 따른 목탄과 목초액 처리의 영향

관행량(1Kg/3.3m<sup>2</sup>)의 목탄을 처리한 밭토양을 사각화분에 담아 양파, 마늘의 N, P, K 표준시비량과 반량 및 1.5배량 사용구를 만들어 처리 후 식재하여 조사하였다.

바) 목탄 및 목초액의 연속사용 효과

1차년도에 포장을 구획하여 처리구와 대조구로 나누고 처리구는 1, 2 및 3년 연속사용으로 나누어 관행 사용량의 목탄(1Kg/3.3m<sup>2</sup>)을 사용 후 식재하여 조사하였다.

사) 숯 및 목초액의 연속사용에 따른 토양 병원미생물상 변화 조사.

실험 포장에서 대조구와 처리구의 토양시료를 채취하여 토양의 이화성 및 병원미생물상의 변화를 조사했다.

## 2) 양파와 마늘의 수확전 목초액과 식물호르몬제의 혼용처리가 그들의 저장성에 미치는 영향

### 가) 양파와 마늘의 수확전 목초액 처리가 저장성에 미치는 영향

농가의 상법으로 재배한 양파, 마늘을 저장시험 재료로 하여 수확전 1주전과 2주전에 12개월 숙성한 목초액 300배, 500배 1000배액을 엽면살포한 후 상온저장과 저온저장을 했다. 저장후 5개월간 1개월 단위로 저장성을 조사하였다.

### 나) 양파와 마늘 수확 전 에스텔과 코링 액제 처리가 저장성에 미치는 영향

마늘과 양파 수확 2주전에 12개월 숙성한 목초액 300배액과 식물호르몬제인 에스텔 액제 (동양화학 공업주식회사, ethephon 39% 기타 용제 및 용제 61%) 1000배액 및 코링액제 (주식회사 미성, 유효성분 choline salt of maleic hydrazide 39%, 기타 계면활성제) 100배액을 각각 500mL/ 3.3m<sup>2</sup>, 330mL/ 3.3m<sup>2</sup>, 250mL/ 3.3m<sup>2</sup> 단용 및 혼용하여 엽면살포하였다. 수확한 시료(양파, 마늘)를 3개월간 상온과 저온에 저장하면서 저장성을 조사하였다.

다) 양파 마늘의 수확전 목초액과 ethephon(2-chloroethyl-phosphonic acid)의 혼용처리가 저장성에 미치는 영향

마늘 수확 2주전에 12개월 숙성한 목초액 100, 200, 300 배액과 ethephone의 시용기준량을 혼용하여 엽면살포했다. 양파 수확 2주전에 12개월 숙성한 목초액 100, 200, 300 배액과 maleic hydrazide 시용기준량을 혼용하여 엽면살포했다. 수확한 시료를 상온저장과 저온저장을 실시하였다. 저장후 3개월간 1개월 단위로 저장성을 조사했다.

## 2. 백합의 절화 생산과 구근생산 및 국화 절화재배에 목탄과 목초액의 사용 기준설정

### 가. 연구개발의 목적

본 연구는 전남의 서남해안 지역을 중심으로 백합의 절화생산과 구근생산시 연작장해를 극복하기 위하여 토양중에 목탄과 목초액을 첨가하여 절화의 생육과 품질 및 구근생산에 미치는 효과를 구명하여 백합 구근생산

및 절화생산능가에 사용기준을 제시해 주고자 실시하였다.

## 나. 연구개발의 범위

### 1) 백합의 절화생산과 구근생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

#### 가) 백합의 절화생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

##### (1) 목탄의 처리량과 목초액 농도의 영향

5mm 입자크기의 목탄을 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30%와 목초액 원액을 1000배 희석한 것으로 목탄 10, 20%에 각각 0, 1, 2, 3, 4, 5%의 농도로 처리하여 식재 후 생육을 조사했다.

##### (2) 목탄의 종류 및 입자크기의 영향

1, 5, 10mm 입자크기의 목탄을 가장 효과가 좋은 목탄량과 목초액을 처리. 또한 참나무 목탄, 대나무 목탄, 잡목 목탄등 3가지 종류의 목탄을 방법으로 처리하여 식재 후 생육을 조사했다.

##### (3) 목탄의 처리방법의 영향

목탄의 처리는 토양처리 및 구근처리로 나누어 실시하였다. 토양처리는 1m<sup>2</sup> 당 목탄 400g에 1000배액 목초액을 32mL 처리한 것을 토양과 혼합하여 구를 식재하였고, 구처리는 1mm 입자의 목탄 300g에 목초액 16mL이 처리된 것을 구 자체에 묻혀서 처리하였다. 또한 목초액에 침지한 후 도포의 효과를 알아보려고 1000배액 목초액에 1시간 또는 4시간 침지 후 참탄 1mm 입자에 구를 도포하여 식재하였다. 식재 후 절화와 구근의 생육을 조사하였다.

##### (4) 백합계통별 목탄의 영향

목탄과 목초액을 토양 또는 구근에 처리했고, 하우스내에 경운된 토양에 아시아틱계통 4품종의 구를 식재하였다. 식재 후 생육과 절화의 품질을 조사했다.

##### (5) 연작재배시 목탄의 효과

2~3년동안 백합을 재배한 농가에 토양을 경작하여 목탄과 목초액을 처리하고 백합 구를 식재한다. 목탄과 목초액은 1m<sup>2</sup> 당 목탄 200g에 1000배액 목초

액을 0, 4, 8, 16, 32mL과 400g에 1000배액 목초액을 0, 8, 16, 32, 64mL 분무하여 처리하였다. 처리 후 구를 식재하였고, 절화와 구근의 생육을 조사하였다.

(6) 목탄 및 목초액의 처리에 따른 토양 이화학적 및 전염성 미생물상 변화 조사

실험 포장에서 대조구와 처리구의 토양시료를 채취하여 토양 이화학적 및 전염성 미생물상의 변화를 조사하였다.

나) 백합의 구근생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

(1) 인편삼시 자구생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

인편을 채취하여 유공비닐에서 인편삼을 실시하였다. 목탄을 peatmoss 1L당 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30%를 혼용한 후 채취한 인편을 삼목하였다. 목탄 10과 20%에 1000배로 희석된 목초액을 각각 0, 1, 2, 3, 4, 5%의 농도로 처리한 후 인편삼 한 후 생육을 조사하였다.

(2) 절화구 생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

인편삼하여 생산된 자구를 실험재료로 이용하였다. 토양에 5mm 입자크기의 목탄을 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30%와 목초액 원액을 1000배 희석한 것으로 목탄 10, 20%에 각각 0, 1, 2, 3, 4, 5%의 농도로 처리하여 식재 후 생육을 조사하였다.

(3) 절화구 생산에 미치는 목탄의 종류 및 입자크기의 영향

하우스내에서 처리구별로 토양에 1, 5, 10mm 입자크기의 목탄을 1m<sup>2</sup> 당 300g에 목초액 16mL을 처리하였다. 또한 참나무 목탄, 대나무 목탄, 잣목 목탄등 3가지 종류의 목탄을 같은 방법으로 처리하였다. 처리 후 자구를 식재하여 형성되는 구의 수, 무게 등을 조사하였다.

(4) 목탄의 처리방법의 영향

하우스내에서 처리구별로 1, 5mm 입자크기의 목탄을 가장 효과가 좋은 목탄량과 목초액을 토양에 처리하여 백합 자구를 식재하거나 백합 자구 자체에 묻혀서 처리했고, 형성되는 구의 수, 무게 등을 조사하였다.

(5) 절화구 생산에 있어서 연작생산시 목탄의 영향

2~3년동안 백합을 재배한 농가에 토양을 경작하여 목탄과 목초액을

처리하고 백합 자구를 식재하였다. 목탄과 목초액은 1m<sup>2</sup> 당 목탄 200g에 1000배액 목초액을 0, 4, 8, 16, 32mL과 400g에 1000배액 목초액을 0, 8, 16, 32, 64mL 분무하여 처리하였다. 처리 후 자구를 식재하여 형성되는 구의 수, 무게 등을 조사하였다.

## 2) 질화국화 재배에 목탄과 목초액의 사용 기준설정

### 가) 목탄 처리량의 영향

1000배액과 원액의 목초액이 처리된 목탄을 150, 300, 600g/m<sup>2</sup> 처리하여 국화 묘를 식재하였다. 수확 후 생육과 품질 및 질화수명, 5℃에서 15, 30, 45일간 저장 후 질화수명을 조사하였다.

### 나) 목탄 처리방법의 영향

1000배액의 목초액이 처리된 목탄을 300g/m<sup>2</sup> 처리한 후 국화 묘에 목탄을 도포한 후 식재하거나, 도포 처리만 하여 국화 묘를 식재하였다. 수확 후 생육과 품질 및 질화수명, 5℃에서 15, 30, 45일간 저장 후 질화수명을 조사하였다.

### 다) 목초액 처리농도의 영향

목초액을 0, 50배, 100배, 200배로 희석하여 1L/1m<sup>2</sup> 씩 토양에 뿌린 후 토양을 로타리 쳐서 국화 묘를 식재하였다. 수확 후 생육과 품질 및 질화수명, 5℃에서 15, 30, 45일간 저장 후 질화수명을 조사하였다.

## 3. 목탄의 시용기술 및 토양개량효과 구명

### 가. 연구개발의 목적

국내에서 생산되는 잡목 및 폐목을 탄화하여 생산한 목탄을 활용하여 농경지에 환원함으로써 토양을 개량하여 비옥도를 높이고 화학비료와 농약사용량을 절감하는 친환경농업기술을 개발하여 안전농산물을 생산하는 토양개량용 목탄의 시용기술 개발에 본 연구의 목적이 있다.

### 나. 연구개발의 범위

### 1) 목탄의 적정사용량 및 토양개량효과 구명

참나무를 탄화한 목탄을 이용하여 밭토양에 0, 300, 500, 1000, 1500, 2000kg/10a의 6수준으로 처리하고 양파를 재배하면서 토양의 물리성, 화학성등을 분석하고 양파의 생육, 수량구성요소, 수량등을 조사하여 통계처리함으로써 목탄의 적정사용량과 토양개량 효과를 구명하였다.

### 2) 토양개량용 목탄의 적정 입자크기 구명

목탄의 토양개량용 적정 입자크기를 구명하기 위하여 참나무와 소나무를 탄화한 목탄을 1mm이하, 5mm, 10mm로 체별하여 밭토양에 500kg/10a 수준으로 사용하고 양파를 재배하면서 토양의 물리성, 화학성, 미생물상등의 변화를 분석하고 양파의 생육, 수량 구성요소, 수량등을 조사하여 농업용으로 적정한 목탄의 입자크기를 구명하였다.

### 3) 토양개량용 목탄제조에 적합한 원료수종 선발

목탄 제조에 적합한 원료 수종을 선발하기 위하여 목탄 제조의 원료로 활엽수(참나무류, 대나무류)와 침엽수(소나무류), 활엽수 수피, 코코넛피트로 목탄을 제조하여 밭토양에 500kg/10a 수준으로 사용하고 양파를 재배하면서 토양의 물리성, 화학성등의 변화를 분석하고 양파의 생육, 수량 구성요소, 수량등을 조사하여 토양개량용 목탄 제조에 적합한 원료 수종을 선발하였다.

## 4. 목탄과 목초액의 품질 분석

### 가. 연구개발의 목적

본 연구는 우리나라 시중에 판매되고 있는 목탄과 목초액들을 수집하여 품질을 분석한 후 품질상의 문제점들을 파악하고자 하였다.

### 나. 연구개발의 범위

### 1) 목탄분석

국내에 유통되고 있는 목탄을 수집하여 이에 대한 품질 시험을 통하여 토양개량제로 활용할 수 있도록 문제점을 파악하고 해결 방안을 모색하고자 수분, 회분, 휘발분, 고정탄소, 수소이온농도 등을 조사하였다.

### 2) 목초액 품질시험

국내에 유통되고 있는 목초액을 수집하여 이에 대한 품질 시험을 통하여 토양개량제로 활용할 수 있도록 문제점을 파악하고 해결 방안을 모색하고자 보메비중, 산량, pH, 용해타르, 굴절률(%Brix)을 조사하였다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 국외의 기술 개발 현황

일본의 경우에는 기시모도(岸本)박사를 비롯하여 많은 연구자들이 연구를 진행하고 있다. 목탄을 토양에 투입하면 토양의 투수성 증가, 통기성 개선등 물리적 효과와 함께 토양 산성의 중화, 비료 및 농약의 흡착등 화학적인 효과와 내생 균근균 및 근류균등 토양중의 유용 미생물 증식을 촉진하는 등의 복합효과를 내는 사실이 알려져 있다.

일본 지력증진법에는 목탄이 투수성을 개량하는 토양개량 자재로, 2001년의 유기농산물 인증제도에서는 목탄, 초목회, 패화석, 미량요소등을 유기농업 자재로 인정하고 있다. 농업 자재로서 목탄의 이화학적 특성(美濃, '97), 대나무 목탄의 물성과 용도(土田, '02), 숯의 토양개량 효과(山井, '01), 목탄의 수질정화 특성(立本, '97)등에 관한 연구를 수행하였다.

목초액의 경우 식물병균억제, 선충퇴치, 유용미생물 번식촉진등 토양개량효과와 함께 엽면살포시 오이, 토마토, 가지 및 피망등의 채소에서 생육촉진 및 선택증진등의 효과가 보고되어 있고, 엽채류의 수량증가, 딸기 및 토마토의 당도 향상효과도 알려져 있다. 또한 농약 살포시 목초액을 혼용하면 침투성을 증가시켜 약효가 좋아지고 사용량을 줄일 수 있어 감농약 저공해 재배가 가능해지며 역병, 노균병, 입고병, 흰곰팡이병, 잿빛곰팡이병, 부란병등에 방제효과를 나타내는 사실이 보고되어 있기도 하다. 또한 토양선충과 함께 잎응애, 온실가루이 및 패각충 등 방제가 어려운 해충들에도 유효한 것으로 알려져 있다.

중국의 경우에도 연변자치주에서 일본의 토양 비옥도 보전에 목초액과 목탄을 이용한 좋은 결과를 참고하여 1991년부터 본격적인 연구사업을 진행하여 그 효과가 인정을 받고 자치정부에서 인정, 감정 준비중이며 한편 탄화재료를 옥수수 속대로 대체 이용하여도 문제가 없음을 발견하였고 병충해방제 및 과실의 저장중 신선도 유지에도 효과가 있었음을 밝혔다.



마늘과 양파의 저장력 증진을 위한 연구도 있었다. 마늘과 양파는 저장시에 호흡 및 증산과 수분 손실에 의한 중량감소 각종 부패 미생물에 의한 감염으로 인한 품질이 크게 저하된다(Isenberg 등, 1972; Tucker 등, 1977; Tucker, 1989). 이와 관련하여 마늘의 저장기간을 연장하기 위해서 여러 방법들이 연구되어 왔다. 양파의 경우도 저장온도와 품종에 따른 영향(Brewster, 1987; Komochi, 1990), 발아 생리와 발아 억제 방법(Tucker, 1989; Miedema, 1994; Miedema와 Kamminga, 1994; Thomas와 Rankin, 1982), 예조와 저장과의 관계(Richardson 등, 1977), CA 저장(Richardson, 1977; Adamicki, 1977) 등에 관한 연구가 수행되었다. 그러나 목초액을 이용한 채소류의 저장에 관한 연구는 별로 밝혀진 것이 없어, 이에 대한 연구가 절실히 필요하다고 하겠다.

목탄의 이화학적 특성을 연구한 美濃('97)은 목탄의 pH는 탄화온도의 상승에 따라 상승하는데 이는 목초등의 산성 성분이 휘발하고 고정탄소나 회분의 함유율이 높아졌기 때문이라고 하였고 CEC는 탄화온도의 상승과 함께 저하하는데 이것은 목탄의 세공내 표면을 감싸고 있는 관능기(-COOH등)가 탄화온도의 상승에 의해 분해 탈리되었기 때문이라고 하였다. 따라서 목탄의 이화학적성은 주로 탄화온도와 탄화시간등 제조조건에 따라 크게 달라진다고 하였다. 또한 일반적인 흡착의 반응양식은 흡착제의 표면과 흡착물질간의 화학결합에 의한 화학흡착과 흡착제의 표면과 흡착물질간의 약한 분자간력 및 흡착물질간의 약한 물질간력에 의한 물리흡착으로 나눌수 있는데 목탄의 암모니아태 질소의 흡착은 화학흡착과 물리흡착의 양자에 의한 것이며 흡착량은 관능기의 분리 탈리에 의한 손실이 적고 세공극이 발달하여 비표면적이 큰 것일 수록 높다고 하였으며 중금속의 흡착량은 암모니아태 질소 흡착량과 마찬가지로 비표면적에 비례하여 증가하는 경향이라고 하였다.

山井('01)는 목탄의 시용량이 용적비의 10%일 때 숯의 입자지름이 0.1~2mm범위이면 40%이상의 투수성 개량효과를 나타내며 토양 단립의 단괴화를 막고 단립사이에 공극을 확보하여 토양을 팽연화 시켜 토양의 투수성을 개량시킨다고 하였다. 0.5~1mm에서 피크를 나타내었다고 하였다. 구체적으로 0.1mm이상의 공극으로 만들어지는 용적이 전체 용적의 10~15%이상이면 투수성 및 통기성이 좋은 토양으로 토양에 0.2~2.0mm크기의 단립이나 조사가 혼재하는 것이 필요조건이 되며 이것은 목탄의 입

자지름이 0.1~2.0mm인 것이 토양개량 자재로서 가장 효과적이라고 하였다. 또한 일반 포장에서는 200-300g/m<sup>2</sup>, 사과 과원에서는 2.5kg/m<sup>2</sup>, 시클라멘은 체적비율의 10~20%가 효과적이라고 하였다. 또한 세균이나 항생물질을 만드는 방선균은 알칼리성이나 중성을, 효모균등은 중성을, 사상균은 산성을 좋아하며 숲에 최초로 착생하여 증식하는 미생물은 알칼리성균으로 무기영양등 약간의 영양분만으로 번식하는 세균이라고 하였다. 숲에 미생물을 증식 고정할 때 세공내 표면이 거친 수피 목탄이 증식하기 쉽고 세공내 표면이 평활한 목탄에서는 증식하기 쉽지 않다고 하였다. 따라서 세균의 증식 고정에는 수피 목탄, 대나무 목탄, 톱밥 목탄이, 방선균 증식고정에는 수피 목탄, 대나무 목탄이, 사상균 증식 고정에는 낙엽송 목탄, 톱밥 목탄, 수피 목탄, 대나무 목탄이, 길항성 방선균의 증식 고정에는 톱밥 목탄, 낙엽송 목탄이 좋다고 보고하였다.

土田等('02)은 숲의 흡착 기능성의 요인이 되는 비표면적을 크게 하기 위하여 고온에서의 소성이 숲의 품질에 유리하다고 하였으며 목탄의 내부 표면적은 대나무 목탄이 432m<sup>2</sup>/g, 소나무 목탄이 364m<sup>2</sup>/g, 참나무 목탄이 371m<sup>2</sup>/g이라고 하였다.

和田('02)도 미생물의 활성화에 의한 토양개량, 지력의 회복을 도모하기 위해서는 10a당 300~400kg시용이 효과적이라고 하였다.

關矢('90)는 목탄의 다량 시용으로 토양 기상을 증가와 토양 통기성 개선효과가 기대되며 토양 화학성도 동시에 변화되었다고 하였으며 越野('90, '96)는 목탄은 산도교정 효과는 인정되나 pH 3정도의 강산성 토양에서 목탄을 사용하여 산도를 교정하기는 어렵다고 하였다.

## 제 2 절 국내의 기술개발 현황

국내에서는 박 등('92)은 고추 연작지에 목탄분말, 목탄과립을 사용한 결과 고추의 초장, 줄기 직경, 엽면적 및 건물중등 고추의 생육이 좋았다고 보고하였으며, 윤('98)도 고추재배시 목탄의 종류별로 처리를 달리하여 재배한 결과 고추의 초장, 줄기직경등 성장을 촉진하는 경향이나 목탄의 원료에 따라서 억제되는 경향도 있었다고 보고하였다. 인삼 경작지에서도 목탄처리로 생산 본수가 많아 졌으며 지하부 중량도

무거워 졌다고 보고하였다(홍 등, '92). 또한 목질탄화물에 퍼라이트, 락토등을 혼합하여 묘대시에 복토처리한 결과 4년근의 인삼 지상부 생육은 경직경, 경장, 엽폭이 양호하였으며 활성탄>숯가루>목탄분의 순서였고 지하부 생육도 목탄처리구의 근중이 무거웠다고 하였으며 목탄시용에 의해 식부가능 묘삼의 생산량이 많았으며 식부가능 묘삼의 생산 본수에서도 유사한 경향이었고 묘삼의 총생산량도 목탄시용에 의해 많아지는 경향이었다고 보고하였다(홍 등, '90). 임업 묘포에서 포장시험한 김 등('91)은 소나무는 목탄 1,000g/m<sup>2</sup>시용구에서, 낙엽송은 500g/m<sup>2</sup>, 해송 및 리기다소나무는 500g/m<sup>2</sup>시용구에서 통계적인 유의차는 없었으나 묘고 및 근원경등 생육이 양호하였으며 pot시험에서도 통계적인 유의성은 없었으나 목탄시용 효과가 있었다고 보고하였다. 또한 토성이 다른 양토, 사질양토의 pot에 목탄처리하고 묘목을 식재한 결과 목탄처리로 임목생장에 크게 영향하였으며 특히 사질양토에서 묘고, 근원경 성장지수가 높아 목탄의 특성인 흡착성, 보수성, 통기성 및 투수성이 사질양토의 물리성을 개량한 것으로 추정하였다.

김 등('91)은 임업 묘포 토양에 목탄 시용으로 토양 산도, T-N, 유효인산, 양이온 치환용량등이 약간씩 높아지는 경향이라고 하였으며 목탄 시용량이 많을수록 함수율도 높았다고 하였다. 고추 연작지에 목탄을 시용하여 시험한 박 등('91)은 토양 pH가 높아지는 경향으로 0.13~0.29정도 상승하였고 인산의 집적은 차이가 없었다고 하였다. 인삼 경작지에서는 탄화물의 시용량이 증가할수록 토양 pH가 상승하였으며 10a 당 600~1,200kg시용시 0.5~1.0상승하여 산도교정 효과가 기대되었으며 염류농도는 관행구가 목탄시용구에 비하여 2배이상 높아 목탄시용으로 염류집적을 방지효과가 있을 것으로 보았으며 치환성 양이온 치환용량은 300kg시용은 별 차이가 없었으나 600kg이상 시용시 양이온 치환용량이 다소 낮아졌다고 하였으며 토양중 유효인산함량이 높아지고 치환성 염기성분(K, Ca, Mg등)은 큰차이가 없다고 하였다.

고추재배 토양에 활성탄을 시용하여 시험한 윤('98)은 토양 유기물 함량과 양이온 치환용량이 증가하였다고 보고하였다. 이와 같은 토양 pH의 상승은 목탄의 알칼리성 때문으로 생각되며 염류농도의 저하는 탄화물의 흡착력에 의한 염류의 흡수에 기인한 것으로 보인다. 고추 연작지에서 시험한 박 등('91)은 고추의 수량이 목탄 시용량이 많아질수록 수량이 많아졌으며 1과중과 수확과수가 많은 500kg/10a시용구에서

16%, 300kg시용구에서는 9~11%, 100kg시용구에서는 6%증수되었다고 보고하였으며 윤('98)은 고추 재배토양에 목탄 종류별로 300kg/10a을 사용한 결과 목탄 종류에 따라서 1~4%증수되었다고 발표하였다.

목질탄화물의 농,축산업적 이용현황과 전망을 조사한 석 등('98)은 목질탄화물을 사용하는 농가의 90.8%가 목탄을 토양개량제로 사용하고 있으며, 그 사용량은 평당 0.6~1.0kg이 43.4%를 차지하였다고 하였다. 작목별로는 고추 1.7kg, 토마토 1.57kg, 고추 1.1kg, 상추 1.0kg이었고 목탄의 구매가격은 kg당 601~700원이 41.8%를 차지하였으며 400원 이하도 23.6%였다고 보고하였다.

마늘과 양파의 저장에 관한 연구들은 저장시 나타나는 품질이 변화와 저장방법에 관한 연구들이 대부분이다. 마늘과 양파 저장시에 각종 부패 미생물에 의한 감염과 호흡 및 증산과 수분 손실에 의한 중량감소로 인해 현저하게 품질이 저하된다(정, 1973; 정 등, 1973; 이, 1974a; 송과 정, 1969; 송 등, 1986; 윤 등, 1985). 이와 관련하여 마늘의 저장기간을 연장하기 위해서 maleic hydrazide(MH) 처리에 의한 저장 연구(정, 1973; 정 등, 1973; 정 등, 1974; 이, 1974b), 온도 조절, controlled atmosphere(CA) 저장(송 과 정, 1969; 송 등, 1982), polyethylene film 밀봉 저장(조와 이, 1974; 이, 1974b; 송 등, 1982), 방사선조사에 의한 저장(박 등, 1969) 등이 연구되어 왔다.

채소류의 양액재배시 목탄을 이용한 고행배지경을 사용하여 품질을 향상시킨다는 보고가 2000년 5월 한국원예학회에서 보고되었다. 그리고, 거베라 양액재배시 배지 혼합물로 목탄이 이용되고 있으며, 장미재배시 목초액을 처리하여 병충해 발생을 억제시키는 농가도 최근 증가하고 있다. 또한 국화 재배농가에서는 연작장해의 피해를 줄이고자 목탄을 많이 사용하고 있고, 생장을 조절하기 위해서 목초액을 처리하는 농가도 올해 현지 답사를 통해서 밝혀냈다. 또한 경북대학교에서 수도에 대한 감비 효과를 연구하여 좋은 결과를 얻은 것으로 알려졌다. 최근의 국내의 연구보고로는 경상대학교에서 밤나무 숲(참탄)을 폐유리 압자가 함유된 배지내에 혼합하여 처리하여 페츄니아와 팬지를 재배한 결과 30% 정도 처리시 뿌리의 발달이 양호하였다고 보고하였다.

국내의 경우 몇몇 회사에서 목탄과 목초액을 생산·공급하고 있고 적지 않은 농가

에서 사용하고 있으나 생산, 판매 및 품질의 규격화나 용법의 정립 등이 제대로 되어있지 않은 상황이어서 하루빨리 정비해야 필요성이 있으며, 특히 각계의 요구에 의해 2000년 9월 27일부로 숯과 목초액이 농업용 자재로 고시됨에 따라 사용기준 설정의 필요성이 더욱 긴급해진 상황이므로 실제 사용에 관한 다각적인 연구가 긴급히 요구되고 있다.

이런 요구에 부응하여 목초액은 임업연구원 고시 제1999-35호('99)로 정제 목초액의 품질기준을 규정하였으며, 2001년에 2차 개정하여 임업연구원 고시 제2001-42호에는 각 목초액 종류별 수종별 품질 규격이 명시되어 있다. 또한 목탄에 대한 규격은 임업연구원 고시 제2000-41호(2000. 1. 14)에 임산연료규격으로 고시된바 있으며, 여기에는 목탄이 연료로서의 가치를 표시한 것으로 임목탄과 톱밥숯으로 분류하여 품질을 표시하였다. 임목탄의 경우 백탄과 흑탄으로 구분하고 이들 품질에 대한 재료 및 품질로서 수종, 수피 유무, 절단면의 형태와 색채, 음향, 크기, 수분, 회분과 기타 사항을 명시하였고 포장 단위에 대하여 규정하였다. 톱밥숯의 경우도 재료 및 품질로서 재료, 수분, 회분과 기타 사항을 명시하였고 포장 단위에 대하여 규정하였다. 농림부에서도 고시 제2000-64호('00)의 환경농산물의 품질관리요령에서는 토양개량과 시비를 위해 사용할 수 있는 물질로 나무숯과 목초액을 규정하였다.

본 연구에서는 원예작물 중에서 채소류에서 양파와 마늘, 화훼류에서 백합과 국화를 대상으로 목탄과 목초액의 사용 기준을 설정하였다. 이러한 기준을 토대로 하여 원예작물 재배농가에서 목탄과 목초액을 사용한다면 보다 경제적이면서 생육이 우수하고 품질이 뛰어난 원예작물들을 생산할 수 있으리라 판단된다. 또한 토양개량용 목탄을 개발함으로써 연작피해지나 산성화 된 토양을 개량할 수 있게 되었다. 그리고, 시중에서 유통되고 있는 목탄과 목초액 종류들을 대상으로 품질을 분석하여 기준에 미달되는 것들이 유통되고 있음을 밝혀냈다. 따라서 목탄과 목초액을 상품화할 때 반드시 규격을 정확하게 밝히도록 규정할 필요가 있다고 하겠다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 양파, 마늘 재배 및 저장에 목탄과 목초액 사용 기준 설정

#### 1. 서 언

무안 지역은 전국 생산량의 40%정도를 점하는 양파 주산지이며 마늘의 경우에도 인근의 신안, 해남 등지와 함께 전국의 30%이상을 생산하는 대 주산지를 이루고 있다. 이러한 대 단지가 장기간 유지되어 옴에 따라 재배기술 향상의 등의 이점이 있는 반면 연작에 의한 따른 장애가 불가피한 실정이다. 또한 화학비료와 농약에 의한 의존하는 농법이 지속되어 옴에 따라 토성의 악화, 병충해 누적 등 여러 가지 약해 장애 등 많은 문제점들이 심각하게 대두되고 있다. 양파 마늘은 작물의 특성상 일시에 수확하여 장기간 저장하며 이용하게 되는데 품질과 저장성에 문제가 있을 경우 국내 수급은 물론 최근 일부 시작되고 있는 수출에도 지장이 크며 가격안정과 농가 소득의 측면에서도 시급히 해결하여야 문제 중의 하나이다. 이와 같은 문제 해결의 일환으로 이 지역 양파와 마늘의 생산 및 저장 농가는 목질탄물인 목탄과 목초액을 토성의 개선 및 감농약의 친환경 농법 재료로 사용하고 있다. 따라서 이 지역 주산물인 양파와 마늘 재배 및 저장시 목탄과 목초액 시용 효과를 조사하고 또한 사용 기준을 설정하는 것은 시급을 요하는 중요한 문제이다.

마늘 양파는 저장시에 호흡 및 증산과 수분 손실에 의한 중량감소 각종 부패 미생물에 의한 감염으로 인한 품질의 저하가 현저하다(정, 1973; 정 등, 1973; 이, 1974a; 송과 정, 1969; 송 등, 1986; 윤 등, 1985; Isenberg 등, 1972; Tucker 등, 1977; Tucker, 1989). 이와 관련하여 마늘의 저장기간을 연장하기 위해서 maleic hydrazide(MH) 처리에 의한 저장 연구(정, 1973; 정 등, 1973; 정 등, 1974; 이, 1974b), 온도 조절, controlled atmosphere(CA) 저장(송 과 정, 1969; 송 등, 1982), polyethylene film 밀봉 저장(조와 이, 1974; 이, 1974b; 송 등, 1982), 방사선조사에

의한 저장(박 등, 1969)등이 연구되어 왔다. 한편 양파의 경우도 저장온도와 품종에 따른 영향(Brewster, 1987; Komochi, 1990), 발아 생리와 발아억제 방법(Tucker, 1989; Miedema, 1994; Miedema와 Kamminga, 1994; Thomas와 Rankin, 1982), 예조와 저장과의 관계(Richardson 등, 1977), CA 저장(Richardson, 1977; Adamicki, 1977) 등에 관한 연구가 수행되었다.

본 연구에서는 토양의 물리 화학성은 물론 유익한 토양 미생물 증식에 도움이 되는 것으로 알려져 있는 목탄과 목초액을 양파와 마늘의 연작지 토양에 첨가하거나 종묘나 종인편에 처리하여 재식한 후 이들 작물의 생육 및 수량과 품질에 미치는 영향을 조사하여 사용기준량을 설정하고자 한다. 또한 수확전에 양파 마늘에 목초액을 단용 또는 식물호르몬제와 혼용하여 처리하므로 수확한 후에 마늘과 양파의 저장기간에 그들의 품질에 미치는 영향을 조사하여 생산 및 저장 능가가 실용적으로 이용할 수 있는 기준을 마련하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 목탄과 목초액 처리가 양파 마늘 재배에 미치는 영향

#### 1) 목탄과 목초액 농도의 영향

목탄사용량과 목초액 처리 농도의 영향을 검토하고자 관행 표준사용량과 반량 및 배량의 목탄을 토양에 시용한 후 남도마늘과 담로중갑양파를 식재하고 생육반응 및 수량반응 등을 조사하였다. 마늘은 99년 10월 20일 목포대학교 부속농장 포장에 1.8m폭의 14공 흑색비닐필름을 피복하고 처리당 100주 난괴법 4반복으로 식재하였으며 시비는 10a당 N:P:K=20:25:15kg을 기준으로 하고 퇴비 2,000kg과 석회 120kg을 시용하였고 관수등의 재배관리는 관행에 준하여 실시하였다. 생육 최성기인 5월 2일에 구당 20주씩 생육조사를 실시하였고 경엽이 완전히 황변 고사한 6월 15일에 수확하여 구당 20주씩 수량조사를 실시하였으며 구를 125℃에서 24시간 건조시켜 건물중을 조사하였다. 한편 양파는 11월 20일에 전남 무안군 운남면 연리 포장에 마늘과 같은 재료로 멀칭 후 구당100주, 4반복으로 묘를 식재하였고 시비는 10a당

N:P:K=25:25:20kg를 기준으로 하고 퇴비 2,000kg과 석회 100kg을 사용하였고 관수는 관행에 준하여 실시하였으며 마늘과 달리 수확기까지 계속 성장하는 특성이 있으므로 6월 16일에 수확하여 수량과 품질위주로 조사를 행하였다.

## 2) 타생리활성물질과의 혼용처리의 영향

마늘에서 생육촉진 효과를 보이는 것으로 알려진 키토산을 목초액과 병용처리하여 상승효과를 얻을수 있는지를 알아보고자 1000배의 목초액과 농도별 키토산 용액에 침지한후 탄가루를 분의하여 식재하였고, 생육 및 수량반응을 조사하였다.

## 3) 목탄과 목초액 처리방법의 영향

목초액의 농도 및 목초액과 목탄의 병용처리 효과를 검토하고자 250, 500, 1000배로 희석한 목초액에 남도마늘 인편과 담로중갑 양파묘를 30분간 침지 후 1일 동안 음건하여 식재하거나 침지 후 목탄 분말을 묻혀 식재하고 생육 및 수량반응 등을 조사하였다.

마늘은 2000년 10월 18일에 1.8m폭의 14공 흑색비닐 필름을 피복하고 처리당 80주씩 난괴범 4반복으로 식재하였고, 시비는 10a 당 N : P : K = 20 : 25 : 15kg을 기준으로 하고 퇴비 2000kg과 석회 100kg을 사용하였으며, 기타 재배관리는 관행에 준하여 실시하였다. 생육 최성기인 5월초에 주당 20주씩 생육조사를 실시하였고, 지상부가 완전히 마른 6월 15일에 수확하여 구당 20주씩 수량조사를 실시하였으며, 수확된 구를 125℃에서 24시간 건조시켜 건물중을 조사하였다.

양파는 11월 2일에 마늘과 같은 재료로 멀칭한 후 구당 100주 4반복으로 처리된 묘를 식재하였다. 시비는 N : P : K = 25 : 25 : 20 kg을 기준으로 하고 퇴비 2,000kg과 석회 100kg을 사용하였고 기타 재배관리는 관행에 준하여 실시하였으며 마늘과 달리 양파는 수확기까지 계속 성장하는 특성이 있음을 고려하여 수확기인 6월 12일에 수량과 품질 위주로 조사를 행하였다.

## 4) 탄종 및 탄의 굵기가 양파와 마늘의 수량과 품질에 미치는 영향

천주중고황 양파를 공시하여 2001년 9월 1일에 파종, 육묘 후 2001년 10월



27일에 전남 신안군 지도읍 내양리에 있는 포장에 정식, 재배 하였다. 또한 남도마늘을 2001년 10월 26일 목포대 부속농장 채소포에 재식하였다. 포항 거여산업에서 생산한 잠목숯과 무안일로의 청정환경제품 참나무숯 각 1, 5, 10mm의 것을 3.3m<sup>2</sup>당 1kg씩 사용하여 탄을 투입하지 않은 대조구와 비교하였다.

#### 5) 목탄 및 목초액의 연속시용이 양파마늘재배에 미치는 영향

1999년에 포장을 구획하여 처리구와 대조구로 나누고 처리구는 1, 2 및 3년 연속시용으로 나누어 관행시용량의 목탄(1Kg/3.3m<sup>2</sup>)과 반량 및 배량을 사용한다음 양파묘와 마늘인편을 재식하고 이들 작물의 생육 및 수량과 품질을 조사했다.

2000년에는 1차년도에 사용했던 포장을 이용하여 2년 연속시용구에 전년과 동량인 1kg/3.3m<sup>2</sup>의 목탄을 사용하고 이를 1년 시용구 및 대조구와 대비시켜 시험을 행하였다.

2001년에는 1, 2차년도에 사용했던 포장에 3년차 시험을 실시하였다.

#### 6) 목탄시용 포장의 시비량이 양파마늘의 재배에 미치는 영향

##### 가) 화학비료 시용량과 목탄 처리가 Pot재배 양파마늘에 미치는 영향

목초액 함유 목탄의 토양시용에 따른 감비효과를 검토하고자 1999년 10월 및 11월 목포대 실습농장의 하우스내에 표준량의 목탄과 함께 표준시비량, 반량 및 1.5배량의 N, P, K를 시용한 토양을 40×60×40cm Pot에 담고, 여기에 Pot당 8개의 마늘과 4주의 양파를 재식하였다. 관행에 준하여 관리하며 수확기에 수량과 품질을 조사하였다.

##### 나) 화학비료 시용량과 목탄 처리가 포장재배 양파마늘에 미치는 영향

2000년에는 목초액 함유 목탄의 토양시용에 따른 감비효과를 검토하고자 관행시용량인 1kg/3.3m<sup>2</sup>의 목탄을 시용한 포장에다 표준시비량, 반량 및 1.5배량의 N, P, K를 시비하며 마늘, 양파의 생육 및 수량반응을 조사하였다. 시험방법 및 시험포장은 다른 시험과 동일하게 하였다.

다) 목탄 시용 포장의 시비량이 양파와 마늘의 수량 및 품질에 미치는 영향

2001년에는 참나무 숯을 3.3m<sup>2</sup>당 1kg사용한 포장에 10a당 38kg의 복합비료를 기준으로 반량, 표준량 및 배량 사용한 후 대조구와 비교하였다.

라) 숯 사용량과 시비량에 따른 양파의 수량과 품질 변화

앞에서 공시한 참나무숯을 3.3m<sup>2</sup>당 0.5kg 및 2kg 처리한 포장에 표준시비량의 반 및 배량 시비후 재배하였다.

다. 와 라. 시험의 각 재배포장에는 잡초 발생 억제를 위하여 180cm 폭 15공의 유공 흑색필름으로 멀칭하였고 재배기간 중 3회 제초를 실시하였으며, 양파는 2002년 6월 15일, 마늘은 6월 20일에 수확하여 구중, 구경, 구고 등을 조사한 후 105℃에서 24시간 건조시켜 구건물중을 조사하였다.

### 7) 목탄의 연속사용에 따른 토양의 변화 조사

2002년 실험이 끝난 포장에서 대조구와 처리구의 토양시료를 채취하여 전남 농업기술원 식물환경과에 분석을 의뢰하였다.

## 나. 양파와 마늘의 수확전 목초액과 식물호르몬제의 혼용처리가 그들의 저장성에 미치는 영향

### 1) 양파와 마늘의 수확전 목초액 처리가 저장성에 미치는 영향

양파의 수확전 엽면살포의 영향을 알아보기 위하여 엽면살포는 일반재배법으로 재배한 양파에 수확 2주전과 1주전에 목초액 300, 500배액 희석하여 500ml/평으로 엽과 줄기 및 구에 골고루 분무 살포하였다. 수확한 양파는 각 처리별로 분류하여 하우스내에서 curing하였으며, 저장 10일전 구에서 15cm위로 엽초부위를 절단하여 엽초부를 완전 건조시킨후 7월 8일, 상온 및 저온저장고에 저장하였다. 저장은 curing 한 시료를 나일론 망에 담아 온도조절이 되지 않는 차광하우스에 골이 있는 나무 파렛트를 2겹으로 놓은 후 양파를 5단으로 쌓아놓아 상온저장을 하였으며 0℃의 저온 저장고에는 양파를 트레이에 5단으로 쌓아 저온 저장을 하였다.

저장중 조사항목은 onion soft, black mold rot, blue mold rot, 발근, 발아 및 무게의 감량 등이었으며 저장 후 1개월 간격으로 조사하였다. 무게의 감량은 초

기 저장시 무게에 대한 감량비로 다른 조사항목은 포장별 초기 저장 개수에 대한 발생 비율로 나타내었다. onion soft는 양파의 주변의 조직에 비하여 표피부분이 연화된 것을, black mold rot 는 엽초 부분으로 침투한 검은 곰팡이에 의한 변질을, blue mold rot 은 뿌리 부분으로 침투한 푸른 곰팡이에 의한 변질을 조사하였다. 발근이나 발아에 의한 변질도 조사하였다. 표의 구성을 간편하게 하기 위하여 표 1과 같이 처리내용을 수치로 나타내었다.

Table 1. The symbol of onion treatment

Symbol	Treatment
Oc	control(전남 신안군 지도에서 재배)
O-2-300	수확 2주전 목초액 300배희석액 처리
O-2-500	수확 2주전 목초액 500배희석액 처리
O-1-300	수확 1주전 목초액 300배희석액 처리
O-1-500	수확 1주전 목초액 500배희석액 처리

마늘의 목초액 엽면살포의 영향을 알아보기 위하여 또한, 수확전 2주전과 1주전에 목초액 300, 500배 희석액을 500ml/평으로 엽과 줄기 및 구에 골고루 분무 살포하였다. 저장은 음건종료된 시료의 엽초부를 절단한 후 나일론망에 담아 온도조절이 없는 차광하우스에 골이 있는 나무 파렛트를 2겹으로 놓은 후 마늘을 5단으로 쌓아올려 상온저장을 하였고, -2℃의 저온 저장고에 트레이에 5단으로 쌓아 저온저장을 하였다. 처리당 3 group으로 나누어 7월8일부터 10월8일까지 3개월 동안 상온 및 저온저장하면서 1개월 간격으로 품질을 조사하였다. 품질이 조사항목은 garlic soft, garlic blue mold, black mold, 발근, 발아 및 무게의 감량 등을 조사하였고, 저장 중 alliinase의 함량도 조사하였다. alliinase 공시재료는 위의 저장실험에 이용되었던 마늘을 그대로 이용하였다. 각 처리별로 나뉜 마늘은 처리별로 속껍질까지 벗겨 -270℃ 액체질소에서 급속 냉각시킨 후 Warring blender로 마쇄하여 -25℃ 냉

동고에 저장하면서 각각 이용하였다. 효소액의 추출은 glycerol을 10% 첨가된 20mM Na/K 인산완충액(pH 7.0)과 마늘인편을 1: 2.5(V/W)혼합하여 균질화 시킨 후 하루 동안 방치하고 원심분리 하여 채취한 상정액을 alliinase의 조효소액으로 하여 활성 측정에 이용하였다. Alliinase 활성측정은 Schwimmer의 방법(Schwimmer, 1968)에 따라 100 mM 인산완충액(pH6.5) 0.4 mL, 0.025 mM pyridoxal 5'-phosphate 0.1 mL, 기질용액 40 mM S-allyl -L-cystein sulfoxide 0.4 mL 및 0.1 mL 효소액으로 된 반응액 1mL을 제조하여 30℃에서 5분간 정치시킨 다음 10%(W/V) trichloroacetic acid 2ml를 첨가하여 효소반응을 종료하였다. 침전된 단백질은 원심분리하여 제거한 다음 alliinase에 의하여 생성된 pyruvate 양을 Sigma diagnostic kit(No. 726-UV)를 사용하여 측정하였다. 효소단위는 1분에 1 micromole pyruvate를 생성시키는 효소량으로 하였다.

Table 2. The symbol of garlic treatment

Symbol	Treatment
G1-c 1	Control(대학농장)
G1-2-300 16	목초액 2주전 300배액 처리 (대학농장)
G1-2-500 17	목초액 2주전 500배액 처리 (대학농장)
G1-1-300 18	목초액 1주전 300배액 처리 (대학농장)
G1-1-500 19	목초액 1주전 500배액 처리 (대학농장)
G2-c 55	Control(운남)
G2-2-300 73	목초액 2주전 300배액 처리 (운남)
G2-2-500 74	목초액 2주전 500배액 처리 (운남)
G2-1-300 75	목초액 1주전 300배액 처리 (운남)
G2-1-500 76	목초액 1주전 500배액 처리 (운남)

2) 양파와 마늘 수확 전 에스텔과 코링 액제 처리가 저장성에 미치는 영향

마늘과 양파 수확 2주전에 12개월 숙성한 목초액 300배액과 식물호르몬제인 에스텔 액제 (동양화학 공업주식회사, ethephon 39% 기타 용제 및 용제 61%) 1000배액 및 코링액제 (주식회사 미성, 유효성분 choline salt of MH 39%, 기타 계면활성제) 100배액을 각각 500mL/ 3.3m<sup>2</sup>, 330mL/ 3.3m<sup>2</sup>, 250mL/ 3.3m<sup>2</sup>로 단용 살포하였고, 300배 목초액으로 1000배액의 에스텔액제과 100배 MH로 혼용하여 500mL/ 3.3m<sup>2</sup>로 엽면살포하였다. 수확한 양파 마늘은 table 1과 table 2와 같이 구분하여 2 반복으로 3개월간 상온과 마늘은 -2℃ 양파는 0℃에서 저온 저장하면서 저장성을 조사하였다. 저장후 3개월간 1개월 단위로 저장한 포장을 꺼내어 저장성을 조사하였으며, 조사내용은 부패율 멍아율 발근률 정도 및 무게 감소율을 조사하였다. 멍아율은 1차 년도에 외관상으로 만 측정된 것과는 달리 마늘과 양파의 인편을 세로로 절단한 후 vernier caliper를 이용하여 leaf length/ clove length×100으로 나타내었고, 무게 감소율은 마늘 양파 다 같이 초기의 중량에 대하여 감량된 무게의 백분율로, 부패율은 soft, black mold rot, blue mold rot, smudge 등으로 세분화하지 않고, 마늘의 경우 10개의 마늘을 취해 총인편에 대한 부패인편을 백분율로, 양파의 경우는 포장내 총 개수에 대한 부패한 개수의 백분율로 나타냈다. 발근율은 새 뿌리의 발생 비율로 나타내었고, 정도는 정도계로 측정하여 나타내었다.

Table 3. The symbol of treatments in the garlic experiment.

symbol	treatment	symbol	treatment
G-1	control	G-4	100 × MH
G-2	300× pyroligneous acid	G-5	1,000×ethephon in 300× pyroligneous acid
G-3	1,000×ethephon	G-6	100×MH in 300× pyroligneous acid

Table 4. The symbol of treatments in the onion experiment.

symbol	treatment	symbol	treatment
O-1	control	O-4	100 × MH
O-2	300× pyroligneous acid	O-5	1,000×ethephon in 300× pyroligneous acid
O-3	1,000×ethephon	O-6	100×MH in 300× pyroligneous acid

### 3) 양파 마늘의 수확전 목초액과 ethephon(2-chloroethyl-phosphonic acid)의 혼용처리가 저장성에 미치는 영향

마늘은 수확 2주전에 12개월 숙성한 목초액과 식물호르몬제인 에스텔 액제 (동양화학 공업주식회사, ethephon 39% 기타 용제 및 용제 61%) 1000배액을 Table 1과 같이, 양파는 목초액과 식물호르몬제인 코링액제 (주식회사 미성, 유효성분 choline salt of maleic hydrazide(MH) 39%, 기타 계면활성제) 100배액을 Table 2와 같이하여 단용 및 혼용하여 엽면살포하였다. 수확한 마늘 양파는 3 반복으로 3개월 간 상온과 마늘은 -2℃ 양파는 0℃에서 저온 저장하면서 저장성을 조사하였다. 저장후 3개월간 1개월 단위로 저장한 포장을 꺼내어 저장성을 조사하였으며, 조사내용은 부패율 멩아울 발근률 정도 무게 감소율 및 thiosulfinate 함량을 조사하였다. 멩아울은 마늘과 양파의 인편을 세로로 절단한 후 vernier caliper를 이용하여 leaf length/ clove length×100으로 나타내었고, 무게 감소율은 마늘 양파 다 같이 초기의 중량에 대하여 감량된 무게의 백분율로, 부패율은 마늘의 경우 10개의 마늘을 취해 총인편에 대한 부패인편을 백분율로, 양파의 경우는 포장내 총 개수에 대한 부패한 개수의 백분율로 나타냈다. 발근율은 새 뿌리의 발생 비율로 나타내었다. Thiosulfinate 함량은 Han 등의 방법에 따라 ① 2mM cysteine를 포함하는50mM HEPES(N-[2- Hydroxyethyl]piperazine-N'-[2-ethane sulfonic acid], pH 7.5) 0.5 mL, 추출액 0.1 mL 및 50mM HEPES 4.4 mL를 혼합1 5 mL하여 27℃, 10min 반

응 후 1 mL 채취하여 1mM DTNB([5,5'-dithio-bis(2-nitrobenzoic acid)], 50mM HEPS buffer 사용) 1 mL를 첨가하여 27°C, 10 min 반응시킨 후 412 nm에서 O.D를 측정하였다. Standard Curve는 0.1~0.5mM cysteine(50mM HEPES buffer pH7.5) 1 mL와 0.4 mM DTNB 1 mL를 혼합하여 10min 반응 후 412 nm에서 O.D 측정하여 잔존한 cysteine으로부터 thiosulfinate의 함량을 구하였다.

Table 5. The symbol of treatments in the garlic experiment

symbol	treatment(500mL/3.3m <sup>2</sup> )	symbol	treatment(330mL/3.3m <sup>2</sup> )
G-1	control	G-5	1000×ethephon in 100×pyroligneous acid
G-2	100×pyroligneous acid	G-6	1000×ethephon in 200×pyroligneous acid
G-3	200×pyroligneous acid	G-7	1000×ethephon in 300×pyroligneous acid
G-4	300×pyroligneous acid		

Table 6. The symbol of treatments in the onion experiment

symbol	treatment(500mL/ 3.3m <sup>2</sup> )	symbol	treatment(250mL/ 3.3m <sup>2</sup> )
O-1	control	O-5	100×MH in 100×pyroligneous acid
O-2	100×pyroligneous acid	O-6	100×MH in 200×pyroligneous acid
O-3	200×pyroligneous acid	O-7	1000×MH in 300×pyroligneous acid
O-4	300×pyroligneous acid		

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 목탄과 목초액처리가 양파 마늘재배에 미치는 영향

##### 1) 목탄과 목초액 농도의 영향

표 7을 보면 목탄사용량에 따른 마늘의 생육반응이 나타나 있는데 처리간에 거의 모든 형질에서 차이가 없음을 알 수 있다. 한편 표 8에서 보는 것처럼 수확기의 수량은 처리구가 대조구에 비해 다소 우세하게 나타나고 있는데 특히 표준량인 1Kg 사용구가 유리한 결과를 보이며 배량인 2Kg구는 1kg구보다 오히려 불리한 반응을 나타내고 있다. 한편 양파에 있어서는 마늘과는 달리 대조구에 비하여 증수효과가 전혀 나타나지 않는 반면에 처리구의 건물율이 현저히 높아서 품질향상 효과가 있음을 알 수 있는데 사용구의 건물율이 높은 경향을 보이고 있다 (표 9).

농도를 달리한 목초액에 마늘 인편 및 양파묘를 침지하여 재식하고 생육 및 수량반응을 조사한 시험결과는 아래와 같았다. 재식방법은 앞의 시험과 동일하고 시비 및 관수등도 같은 방법으로 행하였다. 표 10를 보면 마늘에 농도별 목초액 침지처리를 하면 다소의 생육증진효과가 나타나며 500배 이상 농도에서 유리한 결과를 보이는데 수량 및 품질을 비교한 표 11에서 보는 것처럼 대조구에 비해 증수효과를 나타내며 처리간에는 거의 차이가 없는 것을 알 수 있다. 그러나 솟치리의 경우와 같이 건물율에는 차이가 없음을 알 수 있다.

한편 양파의 경우에는 표12 에서 보는 것처럼 대조구에 비해 증수효과는 없지만 건물율이 현저히 높아서 품질향상효과가 있음을 알 수 있다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 마늘의 경우에는 적절한 목탄이나 목초액 처리로 어느 정도의 증수효과를 기대할 수 있는데 반해 건물율에는 차이가 없어서 양적인 면의 품질개선효과(구경 증대등)는 있으나 질적인 면에서는 효과가 없는 반면에 양파의 경우에는 증수효과는 없지만 현저한 건물율 상승효과를 나타내 질적인 면에서의 품질향상 효과를 기대할 수 있음을 알 수 있다. 양파의 경우 1999년에는 묘 구입상의 애로등으로 재식시기가 늦어 비교적 작황이 불량하였는바 시험결과에도 영향이 있었을 가능성이 있으므로 금후의 시험을 통한 검토가 필요할 것으로 본다.



## 2) 타생리활성물질과의 혼용처리의 영향

마늘에서 생육촉진 효과를 보이는 것으로 알려진 키토산을 목초액과 병용처리하여 상승효과를 얻을수 있는지를 알아보기로 1000배의 목초액과 농도별 키토산 용액에 침지한후 탄가루를 분의하여 식재하고 생육 및 수량반응을 검토한 결과, 표 13에서 보는 것처럼 마늘의 생육은 키토산농도 200, 500 및 1000ppm구에서 대조구

표 7. 목탄의 토양처리에 따른 마늘의 생육반응.

처리 목탄시용량 (kg/3.3m <sup>2</sup> )	초장(cm)	엽수(개)	엽장(cm)	엽폭(cm)	경경(cm)	생체중(g)
Control	084.4a <sup>z</sup>	8.6a	51.3a	3.2a	1.7a	85.2a
0.5	83.0a	8.7a	51.0a	3.3a	1.9a	85.5a
1.0	87.0a	8.8a	54.3a	3.1a	1.8a	84.5a
2.0	86.8a	8.0a	52.3a	3.1a	1.8a	80.3a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 8. 목탄시용량이 마늘의 수량 및 품질에 미치는 영향.

처 리 목탄시용량 (Kg/3.3m <sup>2</sup> )	생체중 (g)	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	구건물중 (g)	건물율 (%)
Control	50.6b <sup>z</sup>	4.7a	3.5a	36.5b	11.0b	30a
0.5	59.2b	5.1a	3.3a	42.5b	12.1b	28a
1	68.4a	5.2a	3.7a	50.6a	16.3a	32a
2	57.8b	5.1a	3.5a	45.3b	16.2a	35a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 9. 목탄시용량이 양파의 수량 및 품질에 미치는 영향.

처 리 목탄시용량 (Kg/3.3m <sup>2</sup> )	생체중 (g)	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	구건물중 (g)	건물율 (%)
Control	162.8a <sup>z</sup>	7.0a	6.5a	155.4a	8.6c	5.5c
0.5	167.8a	7.1a	6.6a	160.7a	10.7b	6.7b
1	170.7a	7.2a	6.5a	162.5a	13.2a	8.1a
2	154.2b	6.9a	6.7a	148.2a	11.7b	7.8a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 10. 목초액 농도에 따른 마늘의 생육.

처 리 목초액(배액)	초장 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (cm)	생체중 (g)
Control	84.4a <sup>z</sup>	8.6a	51.3a	3.2a	1.7b	85.3b
250	84.0a	10.0a	53.0a	3.8a	2.1a	90.7b
500	88.5a	9.8a	53.0a	3.5a	2.0a	99.7a
1,000	86.5a	9.5a	53.5a	3.7a	2.1a	102.5a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 11. 목초액 농도가 마늘의 수량 및 품질에 미치는 영향.

처 리 목초액(배액)	생체중 (g)	구중 (g)	구경 (cm)	구고 (cm)	구건물중 (g)	건물율 (%)
Control	50.6b	36.5b	4.7b	3.5a	11.0b	30a
250	62.9a	49.3a	5.5a	3.9a	14.5a	29a
500	63.3a	49.4a	5.4a	3.8a	15.5a	31a
1000	62.8a	49.2a	5.2a	3.8a	14.9a	30a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 12. 목초액 농도가 양파의 수량 및 품질에 미치는 영향.

처 리	생체중 (g)	구중 (g)	구경 (cm)	구고 (cm)	구건물중 (g)	건물율 (%)
Control	162.8a <sup>z</sup>	155.9a	7.0a	6.5a	8.6b	5.5b
250	167.8a	160.7a	7.1a	6.6a	12.1a	7.2a
500	166.4a	158.4a	7.1a	6.4a	12.3a	7.8a
1000	170.7a	162.5a	7.2a	6.5a	12.2a	7.5a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 13. 목초액, 탄분의 및 키토산처리가 마늘의 생육에 미치는 영향.

처 리	초 장 (cm)	엽 수 (개)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	경 경 (cm)	생체중 (g)
Control	84.4a <sup>z</sup>	8.6a	51.3a	3.2a	1.7a	85.2a
1000 200	83.8a	9.5a	50.8a	3.3a	2.0a	95.0a
1000 500	86.3a	9.0a	51.0a	3.2a	1.9a	92.5a
1000 1000	78.0a	9.3a	47.5a	3.6a	1.8a	93.3a
1000 2000	73.0a	8.8a	46.0a	3.6a	1.8a	88.3a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

에 비해 대차가 없는 경향을 보이고 있다. 한편 표 14에서 보는 바와 같이 수량은 키토산 500 및 1000ppm구에서 대조구보다 증가하는 경향을 보이고 있다. 그러나 키토산 농도가 2000ppm일 경우에는 효과가 떨어지는 경향을 보이고 있다. 양파의 경우에는 대조구에 비해 거의 증수가 되지 않는 반면 마늘과는 달리 키토산 농도가 높

을수록 건물율이 커지는 현상을 보이고 있어 질적인 면의 품질향상을 기대 할 수 있음을 보여준다 (표 15). 이상의 결과에서 보는 바와 같이 목초액, 키토산 및 탄분의 처리로 마늘에서 약간의 증수효과를 기대할 수 있으나 기대했던 상승효과는 나타나지 않고 있다. 다만 양파의 경우 에 질적인 면에서의 품질향상 효과를 기대할 수 있음을 알 수 있었다.

표 14. 목초액,탄분의 및 키토산처리가 마늘의 수량 및 품질에 미치는 영향.

처 리		생 체 중	구 경	구 고	구 중	구 건물중	건 물 율
목초액(배액)	키토산(ppm)	(g)	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(%)
Control		50.6b <sup>z</sup>	4.7a	3.5a	36.5b	11.0b	30a
1000	200	55.2b	5.0a	3.6a	40.7b	11.2b	28a
1000	500	67.4a	5.2a	3.6a	48.5a	14.3a	29a
1000	1000	67.7a	5.3a	3.5a	51.2a	14.9a	29a
1000	2000	58.1b	5.1a	3.4a	44.3b	12.9b	29a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 15. 목초액, 탄분의 및 농도별 키토산처리가 양파의 생육, 수량 및 품질에 미치는 영향.

처 리		생 체 중	구 경	구 고	구 중	구 건물중	건 물 율
목초액(배액)	키토산(ppm)	(g)	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(%)
Control		162.8a <sup>z</sup>	7.0a	6.5a	155.9a	8.6c	5.5c
1000	200	175.7a	7.1a	6.8a	168.8a	11.5b	6.8b
1000	500	177.4a	7.2a	6.8a	169.2a	13.9a	8.2a
1000	1000	173.7a	7.2a	6.8a	165.7a	14.5a	8.8a
1000	2000	172.9a	7.3a	6.7a	166.7a	15.7a	9.4a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

### 3) 목탄과 목초액 처리방법의 영향

표 16을 보면 목초액 농도 및 목탄의 병용처리 여부가 마늘의 생육에 미치는 영향이 나타나 있는데 처리간에 거의 모든 면에서 큰 차이를 보이지 않고 있다. 대체로 보아 모든 처리가 대조구 보다 다소 우세하게 나타나고 있으나 유의차는 없었고, 처리간에도 일정한 경향이 나타나지 않고 있다. 이는 어느 정도 처리효과가 나타났던 작년의 경우와는 다른 결과인바 시험의 성질상 동일한 포장에서 연작할 경우의 반응이나 또는 당년의 기상환경 등 다방면의 검토가 필요한 것으로 생각된다.

수확기의 수량반응 역시 처리간 및 대조구에 비해 큰 차이가 없었고 건물물도 비슷하였다(표 17). 특히 목초액 없이 탄가루만 묻힌 처리에서도 차이가 나타나지 않는 것으로 보아 동시처리에 의한 상승효과도 기대하기 힘들 것으로 여겨진다.

한편 표 18에서 보는 것처럼 양파의 경우에도 생육 및 수량에 있어서 처리간 차이가 별로 없으나 건물물 만든 처리구와 대조구간에 차이가 크고 또 유의차가 나타나는 점이 특이한데 이는 작년도 시험에서도 같은 결과가 나타난 바 있는 것으로 보아 마늘과 달리 양파의 경우에는 수량에는 차이가 없을 망정 품질향상에는 유효함을 알 수 있다.

표 16. 목초액농도 및 목탄처리 여부가 마늘의 생육에 미치는 영향

처리	초장 (cm)	엽수 (매)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (cm)	생체중 (g)
Control	72.4a <sup>z</sup>	8.4a	48.2a	2.8a	1.7a	82.3a
250×	75.3a	8.7a	50.1a	3.2a	1.8a	90.2a
500×	75.8a	9.1a	53.2a	3.4a	2.0a	96.0a
1000×	76.5a	9.3a	52.4a	3.0a	2.2a	95.4a
250×+탄	75.2a	9.5a	50.3a	3.3a	1.9a	90.8a
500×+탄	71.0a	8.5a	52.1a	2.9a	2.1a	88.2a
1000×탄+	78.3a	9.4a	50.1a	3.5a	2.0a	94.0a
물+탄	77.8a	9.3a	52.2a	3.1a	1.9a	92.4a

z: Duncan의 다중검정(5%수준) 결과임.

표 17. 목초액농도 및 목탄처리 여부가 마늘의 수량과 품질에 미치는 영향

처리	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	구건물중 (g)	건물률 (%)
Control	4.8a <sup>z</sup>	3.1a	40.2a	12.1a	30.0a
250×	5.0a	3.3a	45.2a	13.1a	29.1a
500×	5.2a	3.5a	44.4a	13.8a	31.2a
1000×	4.9a	3.3a	45.9a	14.9a	32.6a
250×+탄	4.8a	3.1a	41.2a	12.2a	29.5a
500×+탄	4.8a	3.2a	46.1a	14.2a	30.8a
1000×탄+	5.1a	3.4a	46.0a	13.8a	29.9a
물+탄	5.3a	3.2a	42.1a	13.3a	31.6a

z: Duncan의 다중검정(5%수준) 결과임.

표 18. 목포액농도 및 목탄처리 여부가 양파의 수량과 품질에 미치는 영향

처리	생체중 (cm)	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	구건물중 (g)	건물률 (%)
Control	191.3a <sup>z</sup>	8.0a	6.0a	18.32a	10.1a	5.5b
250×	165.5a	7.7a	5.5a	157.5a	11.8a	7.5a
500×	205.4a	8.0a	6.1a	197.0a	14.2a	7.2a
1000×	165.3a	7.6a	5.6a	157.5a	11.6a	7.4a
250×+탄	159.2a	7.7a	5.4a	150.6a	11.3a	7.5a
500×+탄	177.4a	7.6a	5.7a	169.2a	13.2a	7.8a
1000×탄+	162.7a	7.5a	5.7a	154.7a	11.3a	7.3a
물+탄	163.2a	7.8a	6.0a	175.5a	12.2a	7.1a

z: Duncan의 다중검정(5%수준) 결과임.

#### 4) 목탄의 종류와 입자크기가 양파와 마늘의 수량과 품질에 미치는 영향

신안군 지도면 내양리 포장에서 실시한 3년차 양파시험에서 얻어진 결과를 보면 탄입자의 경우 1mm 크기보다는 5mm이상인 것이 다소 나은 결과를 보이나, 전체적으로 유의차는 없었고 대조구의 경우에도 생체중 및 구중등 수량요소는 처리구와 대차가 없었으나 건물중과 건물율은 처리구보다 대조구에서 현저히 낮아 1, 2년차와 같은 결과를 보였다. 한편 참숯과 막숯사이에 탄종에 따른 차이는 거의 나타나지 않았다.(표 19)

표 19. 목탄의 종류와 입자크기가 양파의 수량과 품질에 미치는 영향

탄종	처 리		생체중 (g)	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	구건물중 (g)	건물율 (%)
	입자크기 (mm)							
참숯	1		206.7a <sup>z</sup>	7.6a	7.3a	197.5a	15.4a	7.8a
	5		239.1a	8.0a	7.0a	228.4a	18.2a	8.1a
	10		224.1a	7.9a	7.0a	214.2a	17.1a	8.0a
막숯	1		211.3a	7.6a	6.7a	201.9a	16.5a	8.2a
	5		232.2a	8.0a	7.0a	221.8a	17.5a	7.9a
	10		230.0a	8.0a	7.1a	220.7a	16.9a	7.7a
Control			220.2a	7.9a	7.0a	210.0a	11.7b	5.6b

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

한편 표 20에서 보는 바와 같이 마늘의 경우에는 수량형질에서 입자크기에 따른 차이 및 탄종에 따른 처리효과의 차이가 별로 없었고, 양파에서 큰 차이를 보였던 건물율도 마늘에서는 대조구와 차이가 없었다.

표 20. 목탄의 종류와 입자크기가 마늘의 수량 및 품질에 미치는 영향

탄종	처 리	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	구건물중 (g)	건물율 (%)
	입자크기 (mm)					
참숯	1	4.6a <sup>z</sup>	2.9a	33.0a	10.7a	32.3a
	5	4.6a	2.8a	31.8a	10.0a	31.6a
	10	4.7a	3.0a	35.6a	11.4a	32.0a
막숯	1	4.6a	3.0a	32.5a	10.8a	33.2a
	5	4.5a	3.0a	30.2a	9.8a	32.4a
	10	4.7a	2.9a	33.4a	10.6a	31.8a
Control		4.5a	2.9a	29.3a	9.1a	31.2a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

### 5) 목탄 및 목초액의 연속사용 효과

목탄의 사용량 및 연속사용이 마늘에 미치는 영향을 보면 표 21에서 보는 것처럼 대체로 처리구에서 대조구보다 우세를 보이거나 유의차는 나타나지 않으며 관행의 배량인 2kg 사용구에서는 오히려 처리효과가 떨어지고 있는바 작년도의 시험결과와 일치하는 것으로 보아 지나치게 많은 양을 쓸 경우에는 오히려 불리해지는 것을 확인할 수 있었다. 수확기의 수량반은도 역시 생육과 같이 처리간에 별 차이를 나타내지 않고 있는 것을 볼 수 있었다(표 22).

목탄사용량과 연속사용이 양파의 수량 및 품질에 미치는 결과는 표 23에 나타난 바와 같다. 대체로 모든 처리구가 대조구보다는 나은 경향이 있으나 유의차는 없고 마늘과는 달리 사용량이 많은 경우에도 부작용이 적은 것으로 나타나고 있다. 다만 작년도와 마찬가지로 모든 처리구에서 대조구에 비해 현저히 높은 건물률을 보이고 있는바 이는 품질면에서 대단히 바람직한 현상으로 여겨지며 그 이유를 구체적으로 검토해 볼 가치가 있는 것으로 생각된다.



표 21. 목탄처리량과 사용년수가 마늘의 생육에 미치는 영향

처 리		초장	엽수	엽장	엽폭	경경	생체중
목탄(kg/3.3m <sup>2</sup> )	사용년수	(cm)	(매)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)
Control		70.2a <sup>z</sup>	8.6a	49.5a	2.9a	1.8a	52.4a
0.5	1	71.5a	8.8a	53.1a	3.2a	2.0a	62.2a
	2	71.2a	9.4a	50.4a	3.0a	1.8a	60.6a
1.0	1	72.4a	9.1a	53.2a	3.3a	2.0a	66.4a
	2	70.6a	8.8a	51.8a	2.9a	1.9a	62.8a
2.0	1	73.2a	9.0a	54.2a	3.1a	1.9a	54.8a
	2	70.2a	8.7a	52.3a	2.8a	2.1a	51.6a

z: Duncan의 다중검정(5%수준) 결과임.

표 22. 목탄 사용량 및 사용년수가 마늘의 수량과 품질에 미치는 영향

처 리		구경	구고	구중	구건물중	건물률
목탄(kg/3.3m <sup>2</sup> )	사용년수	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(%)
Control		4.6 a <sup>z</sup>	2.8 a	36.4 a	11.2 a	30.7 a
0.5	1	4.8 a	3.1 a	40.6 a	15.4 a	37.1 a
	2	5.2 a	3.2 a	41.8 a	14.9 a	35.3 a
1.0	1	5.0 a	3.0 a	42.4 a	13.2 a	31.0 a
	2	5.1 a	3.3 a	45.6 a	12.8 a	28.0 a
2.0	1	4.5 a	2.8 a	39.5 a	12.4 a	31.3 a
	2	4.7 a	2.9 a	41.2 a	12.1 a	29.4 a

z: Duncan의 다중검정(5% 수준) 결과임.

표 23. 목탄사용량 및 사용년수가 양파의 수량과 품질에 미치는 영향

처 리		구경	구고	구중	구건물중	건물률
목탄(kg/3.3m <sup>2</sup> )	사용년수	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(%)
Control		7.8 a <sup>z</sup>	5.6 a	180.2 a	10.0 a	5.6 b
0.5	1	8.0 a	5.5 a	184.5 a	14.0 a	7.6 a
	2	7.7 a	5.5 a	178.0 a	13.2 a	7.4 a
1.0	1	7.9 a	5.7 a	186.4 a	14.5 a	7.8 a
	2	8.1 a	5.6 a	192.3 a	14.4 a	7.5 a
2.0	1	7.7 a	5.4 a	172.4 a	13.1 a	7.6 a
	2	7.8 a	5.5 a	180.6 a	13.7 a	7.6 a

Z: Duncan의 다중검정(5% 수준) 결과임.

동일한 포장에 표준량(1kg/3.3m<sup>2</sup>)과 반량 및 배량의 목탄을 1, 2, 3년간 사용하고 양파와 마늘을 재배했을 경우의 반응은 표 24 및 25에서 보는 바와 같다. 양파의 경우 대체로 무처리구 보다는 처리구에서 다소 나은 경향을 보이거나 탄량에 따른 차이나 연속사용에 따른 상승효과는 거의 나타나지 않았다. 다만 구 건물중 및 건물율은 처리구에서 현저히 높게 나타나 초년도 및 이차년도와 일치하는 경향을 보였다. 한편 마늘의 경우에는 전체적으로 별 차이를 나타내지 않았다.

표 24. 목탄 사용량 및 사용년수가 양파의 수량과 품질에 미치는 영향

처 리		생체중	구경	구고	구중	구건물중	건물율
탄량(kg/3.3m <sup>2</sup> )	년수	(g)	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(%)
0.5	1	176.4a <sup>z</sup>	7.2a	6.4a	160.5a	11.9a	7.4a
	2	182.5a	7.2a	6.5a	172.3a	13.4a	7.8a
	3	187.6a	7.3a	6.5a	174.2a	13.9a	8.0a
1.0	1	186.5a	7.4a	6.4a	178.2a	13.9a	7.8a
	2	181.3a	7.2a	6.5a	173.2a	14.2a	8.2a
	3	200.3a	7.5a	6.4a	191.4a	15.8a	8.3a
2.0	1	186.2a	7.3a	6.5a	176.4a	13.4a	7.6a
	2	192.4a	7.5a	6.4a	182.3a	14.9a	8.2a
	3	196.0a	7.5a	6.4a	184.6a	16.0a	8.7a
Control		172.2a	7.2a	6.4a	164.5a	9.0b	5.5b

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 25. 목탄 사용량 및 사용년수가 마늘의 수량과 품질에 미치는 영향

처 리		구경	구고	구중	구건물	건물율
탄량(kg/3.3m <sup>2</sup> )	년수	(cm)	(cm)	(g)	중(g)	(%)
0.5	1	4.7a <sup>z</sup>	2.9a	32.6a	10.0a	30.6a
	2	4.8a	2.8a	35.6a	11.3a	31.7a
	3	4.6a	2.9a	34.1a	10.4a	30.4a
1.0	1	4.7a	2.9a	32.5a	10.2a	31.3a
	2	4.7a	2.8a	32.3a	9.8a	30.2a
	3	4.8a	30.a	33.8a	10.7a	31.8a
2.0	1	4.6a	2.9a	31.0a	9.6a	30.9a
	2	4.6a	2.9a	32.6a	10.1a	30.8a
	3	4.6a	2.8a	33.2a	10.4a	31.5a
Control		4.5a	2.9a	30.1a	9.4a	31.0a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

6) 목탄사용 포장의 시비량이 양파 마늘의 재배에 미치는 영향

가) 화학비료 사용량에 따른 포트재배 마늘 양파에 대한 목탄과 목초액 처리의 영향

목초액 함유 목탄의 토양사용에 따른 감비효과를 검토하고자 표준량의 목탄과 함께 표준시비량, 반량 및 1.5배량의 N, P, K로 사용한 토양을 40×60×40cm Pot에 달고 여기에 Pot당 8개의 마늘과 4주의 양파를 재식하고 관행에 준하여 관리하며 수확기의 수량과 품질을 검토한 결과는 표 26 및 27과 같다. 마늘의 경우 각 처리 공히 대조구에 비해 증수효과는 전혀 보이지 않고 오히려 불리한 반응을 보이고 있다. 특히 시비량이 많은 1.5배구는 대조구보다 크게 불리한 결과를 보이고 있다. 양파의 경우에 표 27에서 보는 것처럼 증수효과는 별로 없는 것으로 나타나고 있다. 또한 포장에서의 경우와 달리 건물을 상승효과로 크지 않은 것을 알 수 있었다. 이상의 결과로 보아 목초액이 함유된 목탄으로 감비효과를 기대할 수 있는 가능성은 있으나 이론보다 정확한 것은 계속 검토를 요하며 Pot시험 보다는 포장시험으로 검토해가는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

표 26. 탄처리 및 비료사용수준이 Pot재배 마늘의 수량 및 품질에 미치는 영향.

처 리	생체중	구중	구경	구고	구건물중	건물율
목탄Kg/3.3m <sup>2</sup> 시비량	(g)	(g)	(cm)	(cm)	(g)	(%)
Control	45.2a <sup>z</sup>	32.9a	4.6a	3.3a	11.9a	0.36a
0.5×	41.0a	29.8a	4.2a	3.1a	10.7a	0.36a
1Kg 1 ×	38.0a	27.6a	3.9a	2.9a	10.4a	0.38a
1.5×	29.7b	21.6b	3.0b	2.4b	8.2b	0.37a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 27. 탄처리 및 비료사용수준이 Pot재배 양파의 수량 및 품질에 미치는 영향.

처 리	생체중 (g)	구중 (g)	구경 (cm)	구고 (cm)	구건물중 (g)	건물율 (%)	
목탄Kg/3.3m <sup>2</sup>	시비량						
Control		225.4a <sup>z</sup>	161.3a	7.1a	7.0a	12.2a	0.076a
	0.5×	215.3a	153.2a	6.7a	6.9a	13.0a	0.084a
1Kg	1 ×	254.4a	166.9a	7.3a	7.0a	13.2a	0.079a
	1.5×	144.3b	96.3b	5.9b	5.8b	8.5b	0.088a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

나. 화학비료 사용량에 따른 포장재배 마늘 양파에 대한 목탄과 목초액 처리의 영향

1999년도에 pot를 이용하여 행하였던 시험을 2000년도에 포장에 전개시켜 목탄사용에 따른 감비효과를 검토한 결과는 표 28-30에 나타난 바와 같다. 목탄이 투입될 경우 관행 시비량의 반에서도 전량과 별 차이를 보이지 않는 것으로 보아 감비의 가능성을 볼 수 있다. 다만 시비량이 관행의 1.5배로 증가할 경우에는 오히려 효과가 떨어지는 경향이 있는 바 이는 작년의 pot 시험에서도 나타났던 현상이므로 과량시비는 바람직하지 않은 것으로 생각된다.

표 29에서 보는 것처럼 마늘의 수량반응은 더욱 차이가 줄어드는 것을 알 수 있다. 표 30에서 보는 바와 같이 양파의 경우에는 관행량인 1kg/3.3m<sup>2</sup>의 목탄이 투입될 경우 감비 효과가 나타나는 것을 알 수 있으며 대조구에 비해 건물률이 증가하는 경향은 공통적이고 양파의 경우에도 과량시비는 바람직하지 않음을 알 수 있다.

다) 목탄 사용 포장의 시비량이 양파와 마늘의 수량 및 품질에 미치는 영향

표준량의 숯 사용시 시비량에 따른 삼차년도 시험성적을 보면 양파의 경우 표 31에 나타난 것처럼 반량시비구에서는 다소 수량이 떨어지는 경향이었고, 배양구는 증가하는 추세를 보였다. 건물율은 시비량과 관계없이 모든 처리구가 대조구보다 높은 경향을 나타냈다. 마늘 수량과 품질은 처리에 따른 차이는 없었다(표 32).

표 28. 탄처리 및 시비수준이 마늘의 생육에 미치는 영향

처 리		초장	엽수	엽장	엽폭	경정	생체중
목탄(kg/3.3m <sup>2</sup> )	시비량	(cm)	(매)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)
Control		74.2 a <sup>z</sup>	8.5 a	48.2 a	3.1 a	1.9 a	55.4 a
1kg	0.5x	76.0 a	9.2 a	54.1 a	3.2 a	2.0 a	66.3 a
	1.0x	75.5 a	8.8 a	50.2 a	3.0 a	2.0 a	62.2 a
	1.5x	72.5 a	8.2 a	47.4 a	2.8 a	1.8 a	56.2 a

Z: Duncan의 다중검정(5% 수준) 결과임.

표 29. 탄처리 및 시비수준이 마늘의 수량 및 품질에 미치는 영향

처 리		구고	구경	구중	건물중	건물률
목탄(kg/3.3m <sup>2</sup> )	시비량	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(%)
Control		3.0 a <sup>z</sup>	4.7 a	31.4 a	11.2 a	35.6 a
1kg	0.5x	3.4 a	5.0 a	33.0 a	12.1 a	36.6 a
	1.0x	3.2 a	4.9 a	34.7 a	12.2 a	35.2 a
	1.5x	2.9 a	4.8 a	29.0 a	11.3 a	37.7 a

Z: Duncan의 다중검정(5% 수준) 결과임.

표 30. 탄처리 및 시비수준이 양파의 수량 및 품질에 미치는 영향

처 리		구고	구경	구중	건물중	건물률
목탄(kg/3.3m <sup>2</sup> )	시비량	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(%)
Control		7.8 a <sup>z</sup>	5.6 a	164.2 a	9.2 b	5.6 b
1kg	0.5x	8.0 a	5.7 a	168.3 a	12.6 a	7.5 a
	1.0x	8.2 a	5.7 a	172.5 a	12.5 a	7.3 a
	1.5x	7.4 a	5.4 a	140.0 a	10.3 ab	7.4 a

Z: Duncan의 다중검정(5% 수준) 결과임.

표 31. 숯 사용시 시비량에 따른 양파의 수량 및 품질

처 리		생체중 (g)	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	구건물중 (g)	건물율 (%)
탄량	시비량						
1kg/3.3m <sup>2</sup>	½×	197.3a <sup>z</sup>	7.4a	6.7a	188.4a	15.4a	8.2a
	1×	215.2a	7.7a	6.9a	205.5a	16.2a	7.9a
	2×	255.3b	8.2a	7.0a	243.9b	18.5a	7.6a
	Control	220.1a	7.9a	6.9a	210.2a	11.7b	5.6b

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

표 32. 숯 사용시 시비량에 따른 마늘의 수량 및 품질

처 리		구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	구건물중 (g)	건물율 (%)
탄량	시비량					
1kg/3.3m <sup>2</sup>	½×	4.5a <sup>z</sup>	2.8a	30.0a	9.0a	30.0a
	1×	4.7a	2.8a	34.0a	9.8a	28.8a
	2×	4.8a	2.8a	36.1a	10.1a	28.3a
..	Control	4.5a	2.8a	30.1a	9.3a	31.4a

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

라) 숯 사용량과 시비량에 따른 양파의 수량과 품질 변화

탄량과 시비량을 조합한 여러 가지 처리를 하고 양파를 재배했을 경우의 성적은 표 33과 같다. 탄량이 반(0.5kg/3.3m<sup>2</sup>)일 경우 반량 시비시 현저히 수량이 떨어지는 경향을 보였고 탄 2배량 사용시는 반량 시비에서도 대조구와 유사한 경향을 보였으며 탄 배량구 에서는 시비량이 많을 경우 수량이 증가하는 경향을 나타냈다. 또한, 앞의 시험들에서와 같이 대조구의 건물율은 처리구 보다 현저히 낮았다.

표 33. 숯시용량과 시비량에 따른 양파의 수량과 품질 변화

처 리		생체중 (g)	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	구건물중 (g)	건물율 (%)
탄량	시비량						
0.5kg/3.3m <sup>2</sup>	½×	177.6c <sup>z</sup>	7.1a	6.6a	169.6c	13.9b	8.2a
	1×	225.2b	7.8a	6.7a	215.1b	17.2a	8.0a
	2×	222.4b	7.7a	6.9a	212.4b	16.3a	7.7a
2kg/3.3m <sup>2</sup>	½×	215.9b	7.9a	6.5a	206.3b	16.9a	8.2a
	1×	238.1b	7.9a	6.9a	227.4b	17.9a	7.9a
	2×	257.5a	8.1a	7.0a	245.9a	18.4a	7.5a
Control		220.1b	7.9a	6.9a	210.2b	11.7b	5.6b

z : Duncan의 다중검정(5%수준)결과임.

### 7) 목탄의 연속시용에 따른 토양의 변화 조사

2002년 시험완료후 양파와 마늘포장의 처리구와 대조구의 토양을 채취하여 전남농업기술원 식물환경과에 의뢰하여 토양을 분석하였다. 1, 2, 3년 연속 시용구와 대조구 그리고 당년 막숯 처리구의 토양을 작물포장 별로 비교한 결과는 표 34과 같다. 대체로 처리횟수가 증가 할수록 pH가 다소 높아지는 경향을 보이고 있으며 탄종별로는 막숯이 참숯보다 약간 높은 경향을 보이고 있다. 양파의 경우 처리횟수가 증가함에 따라 대조구보다는 처리구의 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K, Ca, Mg등 무기물 함량과 EC등이 높은 경향을 보였다. 마늘의 경우 1년 시용구의 pH는 대조구와 유사하였으나 2년이상 처리구에서는 증가하는 경향이었고, 기타 원소 함량과 EC등도 처리구에서 증가하여 양파포장과 유사한 반응을 보였다.

표 34. 토양 분석결과(전라남도 농업기술원)

시료번호	pH (1:5)	OM (g/kg)	Ava. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. cation(cmol/kg)			CEC (cmol/kg)	EC (ds/m)	석회 소요량 (kg/10a)
				K	Ca	Mg			
양파 대조구	4.91	28.53	502	1.03	3.11	1.29	9.61	0.735	390
1년5mm	5.08	24.00	722	1.63	4.14	1.62	10.47	1.335	195
2년5mm	5.35	25.98	537	1.06	4.28	1.50	9.48	1.120	195
3년5mm	5.71	29.21	844	1.57	4.25	1.56	9.58	0.895	0
막숯	5.52	29.19	801	1.62	4.46	1.74	10.46	1.460	130
마늘 대조구	7.09	31.83	599	1.54	11.88	1.95	15.37	0.480	0
1년5mm	7.06	36.76	880	1.72	13.62	2.60	17.94	1.005	0
2년5mm	7.17	39.17	1022	1.86	12.95	2.58	17.39	0.705	0
3년5mm	7.31	33.41	827	1.37	13.28	2.33	16.98	0.635	0
막숯5mm	7.21	35.82	619	1.76	13.13	2.19	17.08	0.530	0

### 8) 연구결과 요약

양파와 마늘재배시 목초액과 목탄을 농도, 시용량, 처리방법 및 탄종과 입자 크기별로 처리한 것과 1, 2, 3년 연속시용 그리고 탄처리와 동시 시비량을 달리한 처리등을 행하고 생육 및 수량반응등을 조사한 결과는 아래와 같다.

① 목탄처리는 마늘보다 양파에서 유효하였으며 양파의 건물중과 건물율을 증가시켰다.

② 초년도의 500배 및 1000배 목초액처리는 마늘의 생체중과 구 건물중을 다소 증가시켰으나 건물율에는 차이가 없었다.

③ 초년도의 1000배 목초액과 탄분의 및 키토산 겸용처리는 마늘에는 효과가 적었고, 양파는 키토산 농도가 높을수록 건물중과 건물율이 현저히 증가하였다.

④ 2차년도의 목초액 농도별 및 목탄첨가 처리는 양파의 건물율 증가 이외에 두 작물 모두에서 큰 효과를 나타내지 않았다.

⑤ 탄종 및 입자크기별 처리에서도 마늘은 차이가 적고, 양파에서는 1mm 보다 5mm이상 처리구가 다소 나왔다.

⑥ 목탄의 연속처리 효과는 두 작물 모두에서 크게 보이지 않았고 양파의 경우 건물율을 현저히 높였다.

⑦ Pot재배시 목탄첨가에 따른 시비량 반응은 마늘은 차이가 적고, 양파는 다비가 오히려 불리하였다.



⑧ 포장재배시 목탄첨가에 따른 시비량 반응도 마늘은 차이가 적고, 양파는 배량시비구의 수량이 다소 높고 처리구의 건물율이 현저히 높았다.

⑨ 탄처리량과 시비량 복합처리시 탄반량과 시비반량 복합구는 양파의 수량이 떨어지고, 탄배량구에서는 영향이 없었으나 탄배량과 배량시비 복합구는 증수를 보였고 처리구의 건물율은 대조구보다 높았다.

⑩ 탄 연속처리구의 토양분석 결과 마늘 양파 공히 처리회수가 증가할수록 pH 및  $P_2O_5$ , K, Ca, Mg 함량과 EC가 다소 높아지는 경향을 보였다.

이상의 결과를 종합해볼 때 목질탄화물 처리는 대체로 마늘보다 양파에서 더 큰 효과를 발휘하였으며, 재배당년의 기후, 재배포장의 토양조건등에 따라 효과에 차이가 나타났다. 목초액 농도가 높을 경우는 500~1000배 정도의 저농도 보다 오히려 불리하였고, 목탄의 연속시용에 따른 효과는 크지 않았다. 탄처리에 따른 감비효과는 탄반량구에서는 나타나지 않았으므로 탄처리는  $1kg/3.3m^2$  이상이 바람직하였으며, 탄시용에 따라 토양조건이 다소 개선됨을 알 수 있었다. 목질탄화물 처리는 마늘에서 어느 정도의 증수효과를 내며, 양파에서는 건물중과 건물율이 현저히 높아지는 것을 알 수 있었다.

## 나. 양파와 마늘의 수확전 목초액과 식물호르몬제의 혼용처리가 그들의 저장성에 미치는 영향

### 1) 양파와 마늘의 수확전 목초액 처리가 저장성에 미치는 영향

#### 가) 목초액의 처리가 양파 저장시 품질에 미치는 영향

##### (1) onion soft에 미치는 영향

상온저장의 경우는 특별한 영향을 볼 수 없었으나 저온저장의 경우에는 2주전 또는 1주전에 목초액 300배 희석한 비교적 고농도의 엽면 살포는 onion soft의 억제 효과가 있었다(표 35).

##### (2) black mold rot 에 미치는 영향

검은 곰팡이의 억제는 수확전처리 중에 두드러지게 효과를 나타내는 것이 없었다(표 36).

Table 35. Effect of pyroligneous acid treatment on onion soft during onion storage

Treatment	Room temperature(months)			Cold temperature(months)		
	1	2	3	1	2	3
Oc	10.1	24.2	8.0	6.7	4.2	4.4
O-2-300	23.5	11.1	16.7	6.2	0.0	4.2
O-2-500	17.1	17.8	16.1	11.6	9.1	7.7
O-1-300	11.3	20.0	9.1	11.1	4.4	3.9
O-1-500	9.4	16.9	28.8	11.1	6.5	7.4

Table 36. Effect of pyroligneous acid treatment on black mold rot during onion storage (%).

Treatment	Room temperature(months)			Cold temperature(months)		
	1	2	3	1	2	3
Oc	40.9	78.4	68.2	23.1	8.3	6.9
O-2-300	52.1	53.9	68.7	10.6	18.4	7.1
O-2-500	52.7	69.0	96.5	7.7	54.6	12.3
O-1-300	36.6	80.4	68.7	13.7	13.3	10.2
O-1-500	29.5	65.7	71.1	8.5	11.2	9.8

(3) blue mold rot에 미치는 영향

양파의 뿌리 부위로부터 변질시키는 푸른 곰팡이에 의한 피해는 수확 전 목초액 300배액 및 500배액의 살포가 2개월간은 억제 효과를 나타냈으며 3개월이 되어서는 대조구와 별로 차이를 보이지 않았다(표 37).

Table 37. Effect of pyroligneous acid treatment on blue mold rot during onion storage (%)

Treatment	Room temperature(months)			Cold temperature(months)		
	1	2	3	1	2	3
Oc	11.1	0.0	10.5	0.0	4.2	4.4
O-2-300	0.0	0.0	27.8	0.0	0.0	10.1
O-2-500	0.0	0.0	26.8	0.0	0.0	9.1
O-1-300	0.0	0.0	29.3	0.0	4.4	4.5
O-1-500	0.0	0.0	28.6	3.7	6.5	18.5

(4) 발근에 미치는 영향

수확전 목초액의 살포는 상온에서는 3개월 저장시에 85%이상 발근이 되었고저온 저장시에는 저장 1개월부터도 높은 습도의 영향으로 발근이 많이 되었으며 대조구와의 차이를 보이지 않았다(표 38).

Table 38. Effect of pyroligneous acid treatment on rooting during onion storage(%).

Treatment	Room temperature(months)			Cold temperature(months)		
	1	2	3	1	2	3
Oc	0.0	0.0	86.9	33.3	7.3	79.2
O-2-300	0.0	0.0	92.9	46.4	26.7	78.2
O-2-500	0.0	0.0	92.3	11.6	9.1	74.1
O-1-300	0.0	0.0	86.7	19.2	18.0	68.5
O-1-500	0.0	0.0	84.2	33.9	32.4	90.2

(5) 발아에 미치는 영향

양파의 상온저장에서만 3개월 저장에서 2주전 목초액 처리구에서 약간의 발아가 있었으며 전반적으로 3개월 저장까지는 외관상 아직 발아가 되지 않았다(표 39).

Table 39. Effect of pyroligneous acid treatment on sprouting during onion storage(%)

Treatment	Room temperature(months)			Cold temperature(months)		
	1	2	3	1	2	3
Oc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
O-2-300	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0
O-2-500	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0
O-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
O-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(6) 무게 감량에 미치는 영향

수확전 목초액의 살포는 300배 희석액의 2주전에 살포가 상온에서, 500배 희석액을 1주전에 살포가 저온 저장에서 무게의 감소를 줄이는 효과가 있었다(표 40).

Table 40. Effect of pyroligneous acid treatment on weight decrease during onion storage (%)

Treatment	Room temperature(months)			Cold temperature(months)		
	1	2	3	1	2	3
Oc	5.1	8.4	10.6	2.6	4.7	4.6
O-2-300	4.0	5.2	8.0	3.7	4.0	4.5
O-2-500	15.1	9.0	12.5	7.7	5.4	6.3
O-1-300	3.1	8.7	8.7	2.2	5.0	3.8
O-1-500	4.8	10.0	10.1	2.2	3.2	3.5

이상의 결과를 정리하면 저온저장의 경우에 2주전 또는 1주전에 목초액 300배 희석한 비교적 고농도의 엽면 살포는 onion soft, blue mold rot 및 무게 감소의 억제 효과가 있었고, onion soft black mold rot blue mold rot 발근 발아 등에 별로 대조구와의 차이를 보이지 않았다. 상온저장의 경우는 2주전 300배희석액의 살포가 무게의 감소를 억제하였고 다른 조사내용에서는 별로 영향을 주지 않았다.

나) 수확전 목초액 처리가 마늘 저장시 품질에 미치는 영향

수확전 목초액의 마늘에 살포는 처리구간에 3개월간 저장시 상온 및 저온에서 처리구가 무게의 감량이 적었고, 조사내용 중에 다른 품질은 대조구와 차이가 거의 없었다(표 41~46).

Table 41. Effect of pyroligneous acid treatment on garlic soft during garlic storage( %).

Treatment	Room temperature(months)			Cold storage(months)		
	1	2	3	1	2	3
G1-c	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4
G1-2-300	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	14.3
G1-2-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-c	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0
G2-2-300	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-2-500	0.0	7.1	0.0	0.0	5.9	0.0
G2-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-1-500	0.0	6.3	6.7	0.0	0.0	5.3

Table 42. Effect of pyroligneous acid treatment on blue mold during garlic storage ( %)

Treatment	Room temperature(months)			Cold storage(months)		
	1	2	3	1	2	3
G1-c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-2-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-2-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-2-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-2-500	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 43. Effect of pyroligneous acid treatment on garlic black mold during garlic storage ( %)

Treatment	Room temperature(months)			Cold storage(months)		
	1	2	3	1	2	3
G1-c	0.0	0.0	13.6	0.0	0.0	4.4
G1-2-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3
G1-2-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-1-300	0.0	0.0	6.7	6.7	0.0	0.0
G1-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-2-300	0.0	5.0	0.0	0.0	5.9	0.0
G2-2-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 44. Effect of pyroligneous acid treatment on rooting during garlic storage ( %)

Treatment	Room temperature(months)			Cold storage(months)		
	1	2	3	1	2	3
G1-c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-2-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-2-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-2-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-2-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 45. Effect of pyroligneous acid treatment on sprouting during garlic storage ( %)

Treatment	Room temperature(months)			Cold storage(months)		
	1	2	3	1	2	3
G1-c	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	0.0
G1-2-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-2-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G1-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-2-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-2-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-1-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G2-1-500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 46. Effect of pyroligneous acid treatment on weight decrease during garlic storage ( %).

Treatment	Room temperature(months)			Cold storage(months)		
	1	2	3	1	2	3
G1-c	1.2	7.7	10.1	2.7	0.0	2.3
G1-2-300	2.0	0.4	13.0	7.3	0.0	6.5
G1-2-500	0.0	+3.7	4.6	4.8	+4.0	+1.7
G1-1-300	0.0	0.0	8.1	+1.1	3.5	0.0
G1-1-500	4.6	0.3	5.0	+2.1	2.0	1.8
G2-c	0.0	5.7	13.9	0.0	2.0	7.7
G2-2-300	2.8	12.5	10.8	0.0	5.1	+3.1
G2-2-500	6.7	11.1	+4.8	0.0	+4.2	+3.3
G2-1-300	3.9	0.0	7.1	3.1	7.1	+2.9
G2-1-500	2.9	0.0	15.2	0.0	0.0	+2.0

다) 목질 탄화물 및 키토산 처리한 마늘의 alliinase 활성에 미치는 영향

alliinase의 활성은 처리구가 control보다 활성인 낮으며 300배를 2주전에 처리한 것이 활성이 가장 낮게 나타났다. 그러므로 목초액을 수확전 300배 희석액을 엽면 살포하면 덜 매운(pungency) 마늘의 생산에 도움이 될 것으로 여겨진다.(표 47)

Table 47. Alliinase activity change of garlic treated with pyroligneous acid after 2 month storage.

Treatment	Alliinase activity (units×10 <sup>4</sup> )	
	Room temperature storage	Cold temperature storage
G1-c	5.22	3.56
G1-2-300	1.24	1.43
G1-2-500	2.60	1.92
G1-1-300	2.52	3.55
G1-1-500	3.51	4.59
G2-c	3.08	2.10
G2-2-300	0.70	1.36
G2-2-500	2.80	2.25
G2-1-300	1.27	1.32
G2-1-500	3.97	3.9



2) 양파와 마늘 수확 전 에스텔과 코링 억제 처리가 저장성에 미치는 영향

부패율의 변화는 마늘의 경우에 그림1 과 2에서 보는 바와 같이 3개월 상온 저장기간에 목초액과 에데폰을 혼용 처리한 것만을 제외하고 대조구보다 부패가 많이 일어났고, 저온에서는 목초액의 처리구가 대조구 및 모든 처리구에 비하여 부패율이 낮았고 전체 처리구가 저장기간 동안에 5% 이하이었다. 양파의 경우는 그림 3 와 4에서 보는 바와 같이 상온저장시 비교적 마늘에 비하여 높은 부패를 보였지만, 목초액과 MH 혼용처리구, 목초액과 ethephon 혼용처리구, 목초액 처리구 순으로 대조구보다 낮은 부패율을 보였고 저온저장에서는 2% 이하의 부패율을 나타내었다.

발근 및 맹아율의 변화를 조사한 결과는 마늘과 양파 모두 저장기간 동안에 85% 정도의 높은 습도에 영향을 받지 않았으므로 발근은 전혀 되지 않았고, 맹아는 마늘의 경우는 그림5 와 6과 같이 발아되었고 양파의 경우는 저장기간 동안에는 발근의 경우와 같이 발아도 되지 않았다. 마늘은 상온저장시 모든 실험구가 40~55% 정도의 발아 현상을 보였으며 그 중에서 맹아억제제인 MH 단용처리구와 목초액 혼용 처리구가 대조구보다 낮은 발아율을 보였으며 혼용처리구가 조금 더 억제 효과가 있었다. 저온 저장시는 28~34%의 발아현상을 보였으며 처리구간에 두드러진 차이는 보이지 않았다.

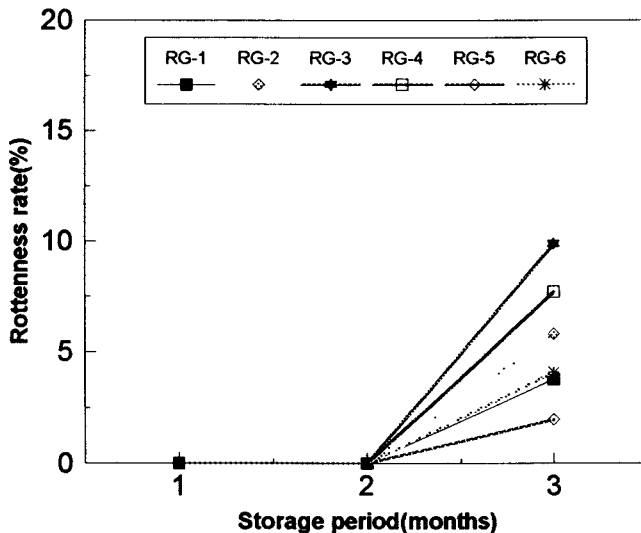


Fig.1. Change of rottenness during room temperature storage of garlic.

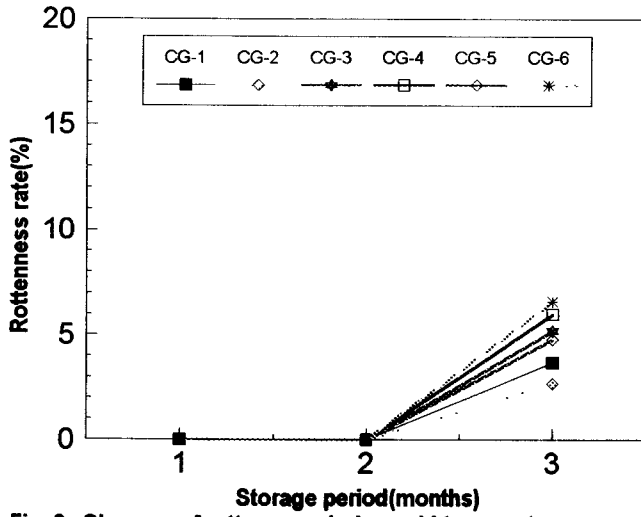


Fig. 2. Changes of rottenness during cold temperature storage of garlic.

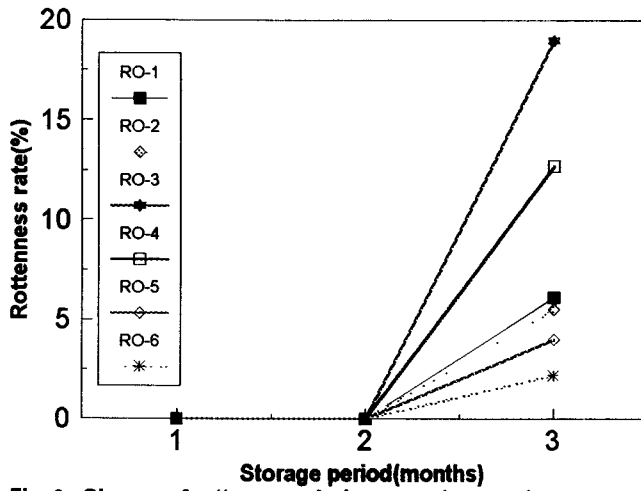
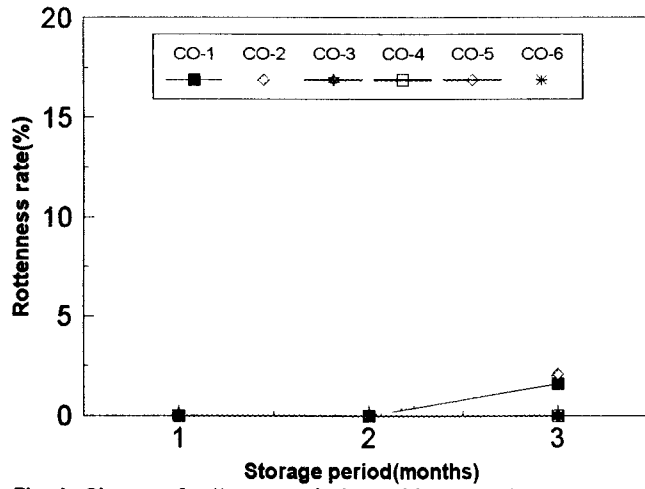
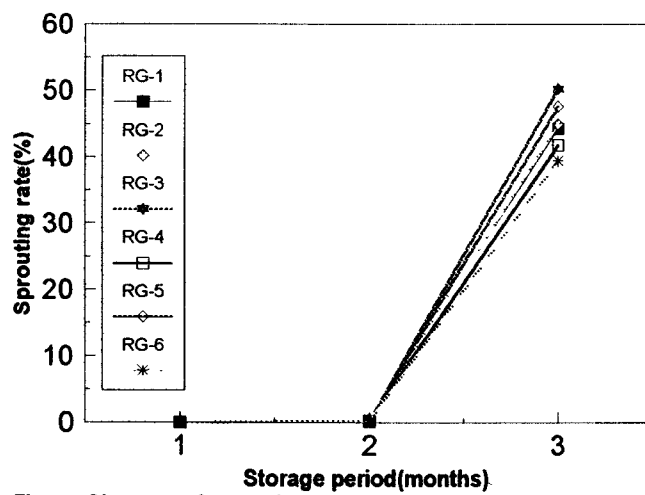


Fig. 3. Changes of rottenness during room temperature storage of onion.



**Fig. 4.** Change of rotteness during cold temperature storage of onion.



**Fig. 5.** Changes of sprouting rate during room temperature storage of garlic.

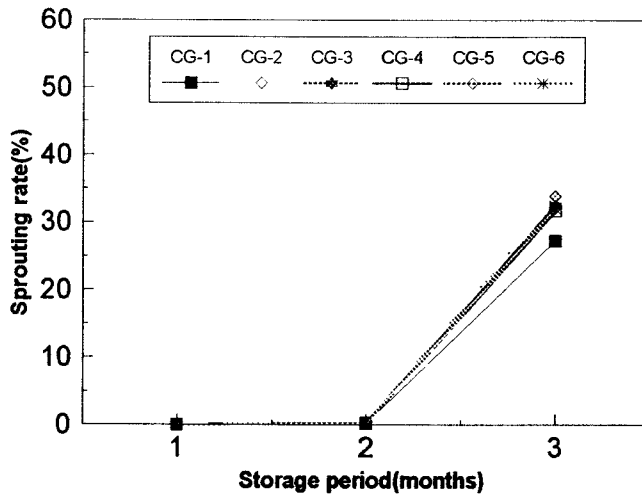


Fig. 6. Changes of sprouting rate during cold temperature storage of garlic.

경도의 변화는 마늘의 경우 그림 7과 8에서 나타난 바와 같이 상온에서는 목초액 처리구가 경도의 감소가 가장 적었고 저온에서는 목초액과 MH 단용처리 및 혼용처리구가 감소가 적은 편이었다. 양파의 경우는 Fig. 9와 10에서 나타난 바와 같이 상온 및 저온저장 다같이 목초액과 MH 혼용 처리구에서 감소가 적은 편이었다.

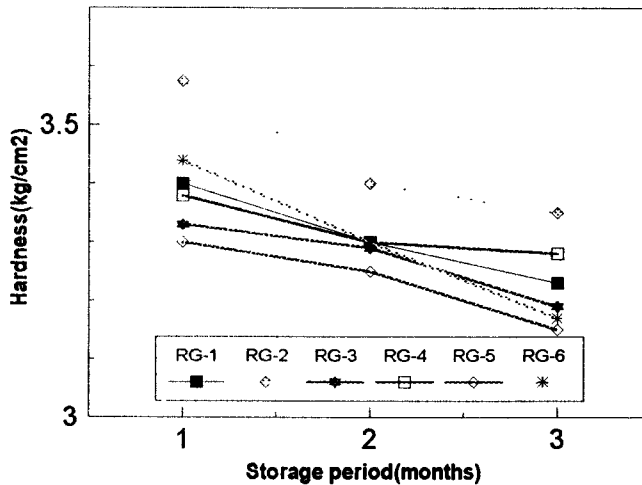
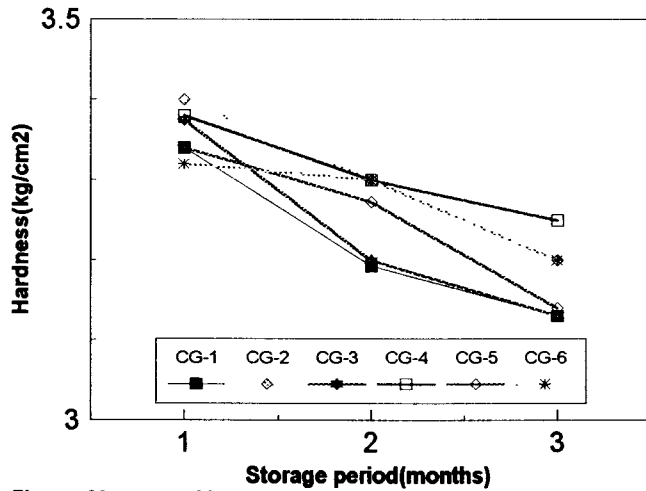
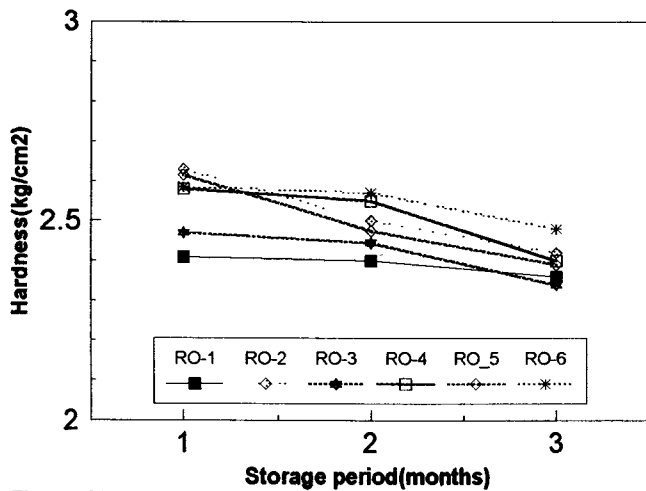


Fig. 7. Changes of hardness during room temperature storage of garlic.



**Fig. 8. Changes of hardness during cold temperature storage of garlic.**



**Fig. 9 . Changes of hardness during room temperature storage of onion.**

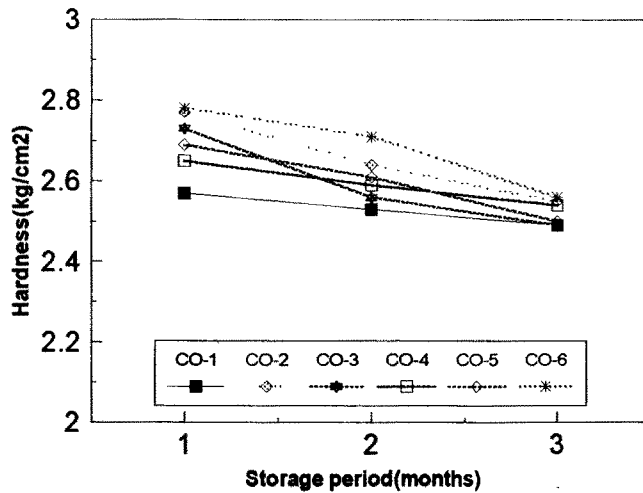


Fig. 10. Changes of hardness during cold temperature storage of onion.

무게의 감소율은 마늘의 경우 그림 11과 12에서 보는 바와 같이 상온에서 목초액과 ethephon 복합처리구를 제외하고는 대조구보다 높은 감소를 보였다. 그러나 저온저장시는 초기 저장 1개월은 건조되었던 마늘이 저장고에서 수분을 흡수하여 증가하였다가 그 이후 약간의 감소를 보였다.

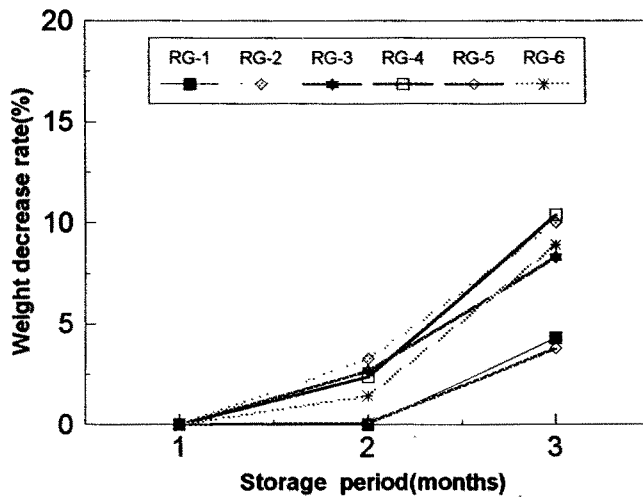


Fig. 11. Changes of weight during room temperature storage of garlic.

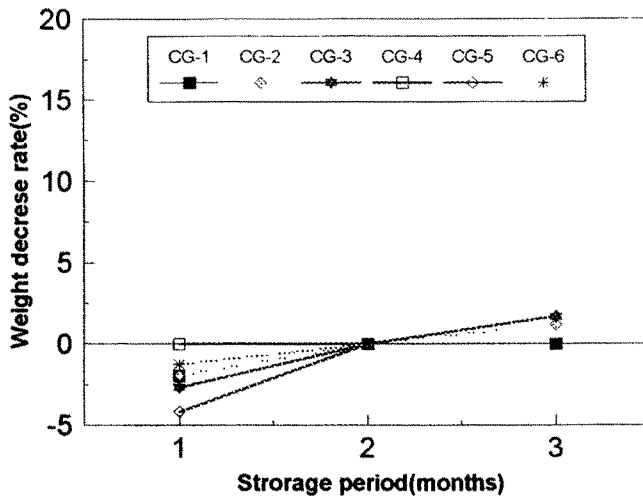


Fig. 12. Changes of weight during cold temperature storage of garlic.

양파의 경우 그림 13과 14에서 나타난 바와 같이 상온에서는 처리구가 대조구에 비하여 모두 낮은 감소율을 보였고 그 중에서 목초액과 MH의 혼용처리가 효과적이었다. 저온저장의 경우도 마늘과 같이 초기 1개월은 약간의 무게의 증가를 보이다가 감소되었고, 상온저장의 경우처럼 목초액과 MH의 혼용처리가 효과적이었다.

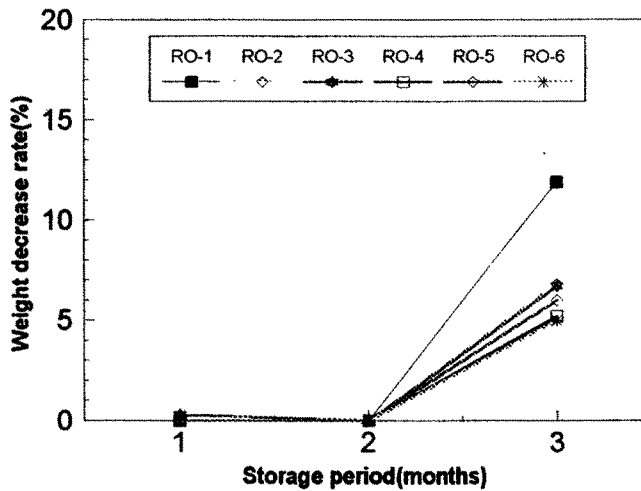


Fig. 13. Changes of weight during room temperature storage of onion.

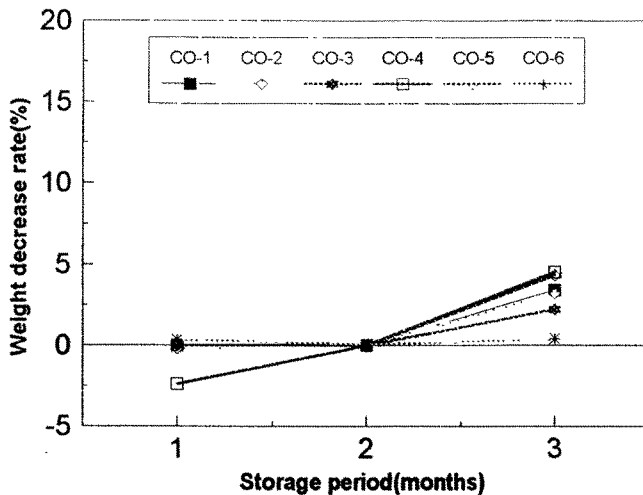


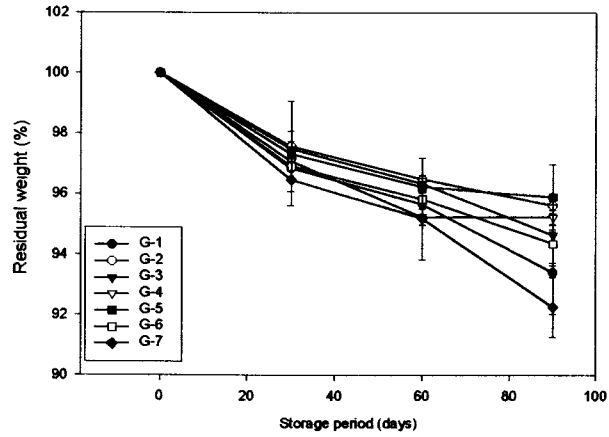
Fig. 14. Changes of weight during cold temperature storage of onion.

### 3) 양파 마늘의 수확전 목초액과 ethephon(2-chloroethyl-phosphonic acid)의 혼용처리가 저장성에 미치는 영향

마늘 저장 중 무게의 감량은 그림 15와 16에서 보는 바와 같이 상온에서는 목초액 100배 희석액 및 1,000 ethehone과의 혼용처리가 효과적이었으며 저온에서는 저온에 효과에 의하여 모든 처리구와 대조구간에 1% 정도의 차이만 보일 뿐 처리에 의한 효과는 별로 없는 것으로 나타났다.

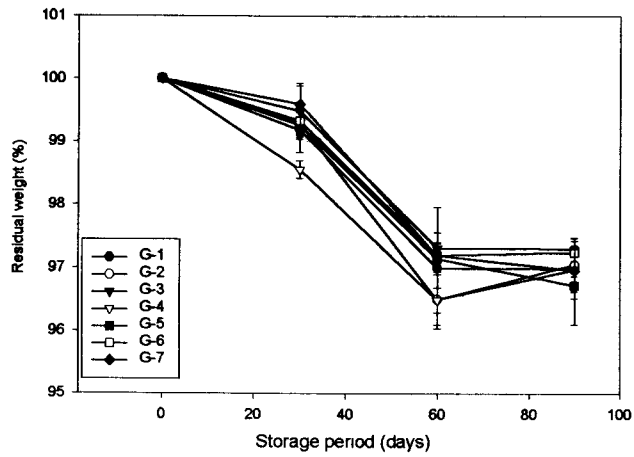
양파의 저장 중 무게의 감량은 그림 17과 18에서 보는 바와 같이 상온에서는 목초액 300배 희석액과 100배 MH의 혼용처리가 대조구에 비하여 8%정도의 차이가 나타날 정도로 가장 효과적이었으나 저온에서는 200배의 목초액의 처리구를 제외한 모든 구가 1%이내의 감량의 차이를 보일 뿐 처리간에 별로 없는 것으로 나타났다





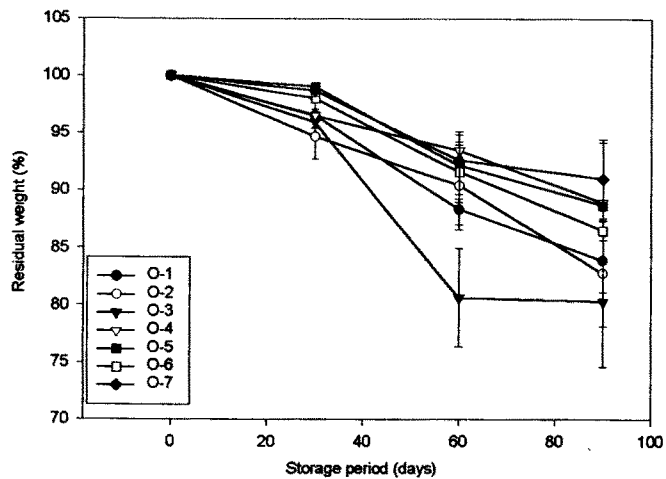
**Fig. 15. Garlic weight change during room temperature storage.**

G-1, control, G-2 100-fold pyrroligneous acid, G-3, 200-fold pyrroligneous acid, G-4, 300-fold pyrroligneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100-fold pyrroligneous acid, G-6, 1,000 ethephon in 200-fold pyrroligneous acid, G-7, 1,000 ethephon in 300-fold pyrroligneous acid,



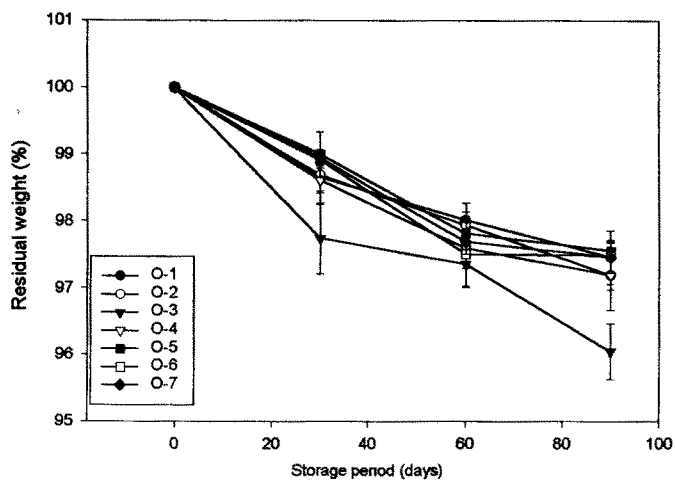
**Fig. 16. Garlic weight change during cold temperature storage.**

G-1, control, G-2 100-fold pyrroligneous acid, G-3, 200-fold pyrroligneous acid, G-4, 300-fold pyrroligneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100-fold pyrroligneous acid, G-6, 1,000 ethephon in 200-fold pyrroligneous acid, G-7, 1,000 ethephon in 300-fold pyrroligneous acid,



**Fig. 17. Onion weight change during room temperature storage.**

O-1; control, O-2 100-fold pyroligneous acid, O-3, 200-fold pyroligneous acid, O-4, 300-fold pyroligneous acid, O-5; 100 MH in 100-fold pyroligneous acid, O-6, 100 MH in 200-fold pyroligneous acid, O-7; 100 MH in 300-fold pyroligneous acid,

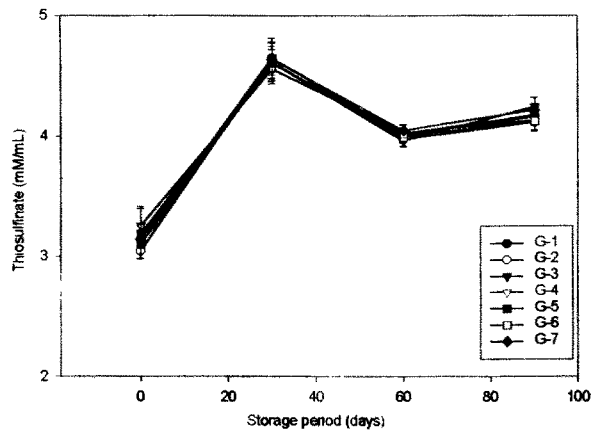


**Fig. 18. Onion weight change during cold temperature storage.**

O-1; control, O-2 100-fold pyroligneous acid, O-3, 200-fold pyroligneous acid, O-4, 300-fold pyroligneous acid, O-5; 100 MH in 100-fold pyroligneous acid, O-6; 100 MH in 200-fold pyroligneous acid, O-7; 100 MH in 300-fold pyroligneous acid,

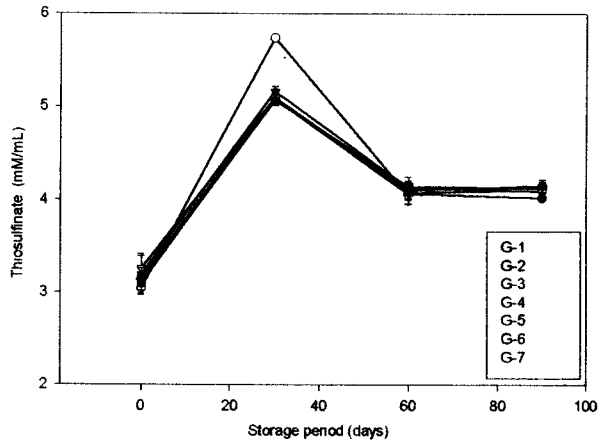
마늘의 저장 중 thiosulfinate 함량의 변화를 보면 그림 19와 20에서 보는 바와 같이 처리 및 저장 조건에 따른 차이는 없으며 30일 저장기간에 초기보다 증가하였다가 그 이후 4 mM/mL 정도의 일정한 함량을 유지하였다.

양파는 저장중 thiosulfinate 함량의 변화는 그림 21과 22에서 보는 바와 같이 상온 및 저온에서 목초액 300배 희석액과 100배 MH의 혼용처리가 높은 함량을 보였으며 상온이 저온 보다 저장 중에 많은 증가를 보였다.



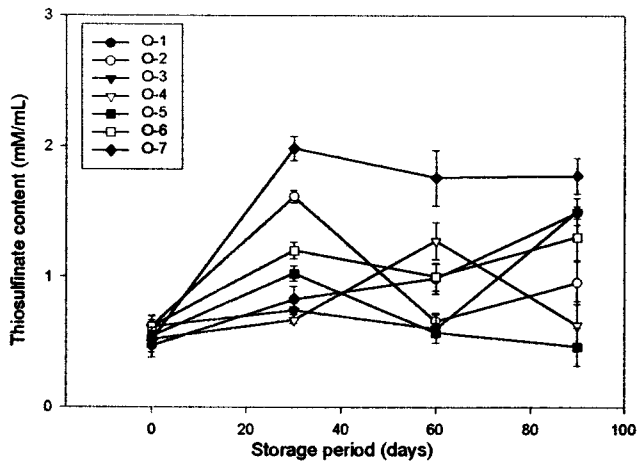
**Fig. 19. Change of garlic thiosulfinate content during room temperature storage.**

G-1: control G-2 100-fold pyrroligneous acid, G-3, 200-fold pyrroligneous acid  
 G-4, 300-fold pyrroligneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100-fold pyrroligneous acid  
 G-6, 1,000 ethephon in 200-fold pyrroligneous acid,  
 G-7, 1,000 ethephon in 300-fold pyrroligneous acid.



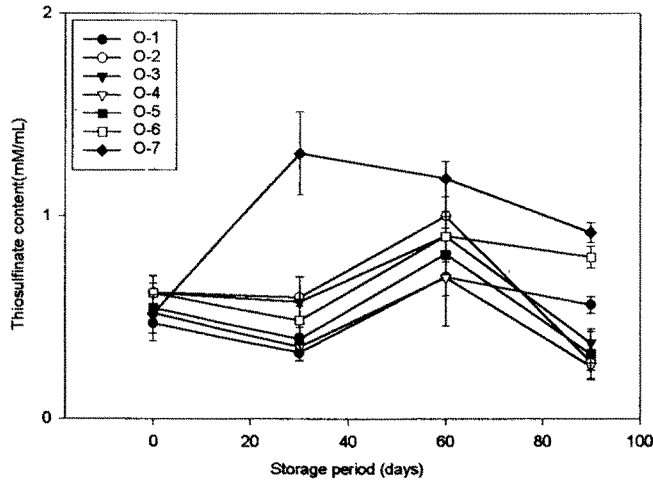
**Fig. 20. Change of garlic thiosulfinate content during cold temperature storage.**

G-1, control, G-2 100-fold pyrroigneous acid, G-3, 200-fold pyrroigneous acid, G-4, 300-fold pyrroigneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100-fold pyrroigneous acid, G-6, 1,000 ethephon in 200-fold pyrroigneous acid, G-7, 1,000 ethephon in 300-fold pyrroigneous acid.



**Fig. 21. Change of onion thiosulfinate content during room temperature storage.**

O-1, control, O-2 100-fold pyrroigneous acid, O-3, 200-fold pyrroigneous acid, O-4, 300-fold pyrroigneous acid, O-5, 100 MH in 100-fold pyrroigneous acid, O-6, 100 MH in 200-fold pyrroigneous acid, O-7, 100 MH in 300-fold pyrroigneous acid



**Fig. 22. Change of onion thiosulfinate content during cold temperature storage.**

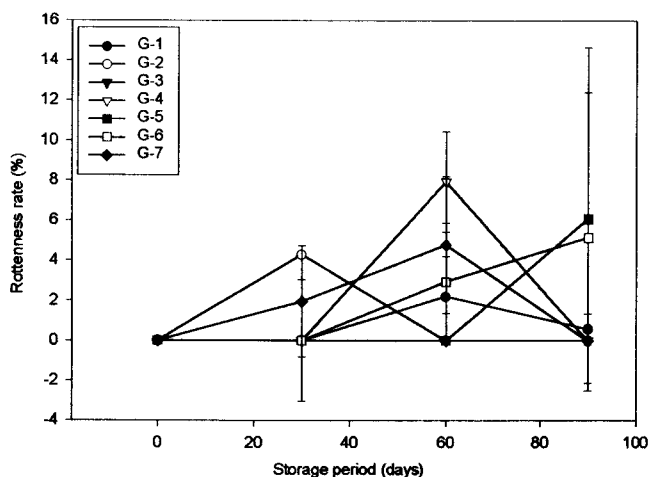
O-1, control, O-2, 100-fold pyrroligneous acid, O-3, 200-fold pyrroligneous acid, O-4, 300-fold pyrroligneous acid, O-5, 100 MH in 100-fold pyrroligneous acid, O-6, 100 MH in 200-fold pyrroligneous acid, O-7, 100 MH in 300-fold pyrroligneous acid

마늘의 저장 중 부패율은 그림 23과 24에서 보는 바와 같이 저장포장별 차이로 인한 차이를 보일 뿐 처리별 차이는 특별하게 나타나지 않았다.

양파의 저장 중 부패율은 그림 25와 26에서 보는 바와 같이 상온 및 저온 저장에서 100, 200, 300배 목초액에 100배 MH와 혼용처리가 효과적이었으며 상온 저장에서 더욱 효과적이었다.

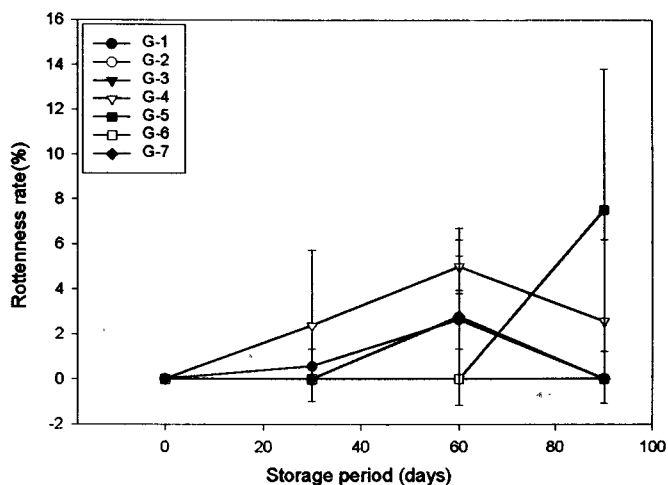
마늘의 저장 중 발아율은 그림 27과 28에서 보는 바와 같이 상온에서는 60~70% 저온에서는 30~40%이었으며, 저온에서는 100, 200, 300배 목초액에 1,000배 ethephone 혼용처리는 약간의 효과가 있는 것으로 나타났다.

양파의 경우는 그림 29와 30에서 보는 바와 같이 저온이 상온보다 발아를 억제시켰으며 상온에서는 처리가 도리어 발아를 자극하는 효과를 나타내었으나 저온에서는 300배 목초액에 100배 MH의 혼용처리가 효과적으로 나타났다.



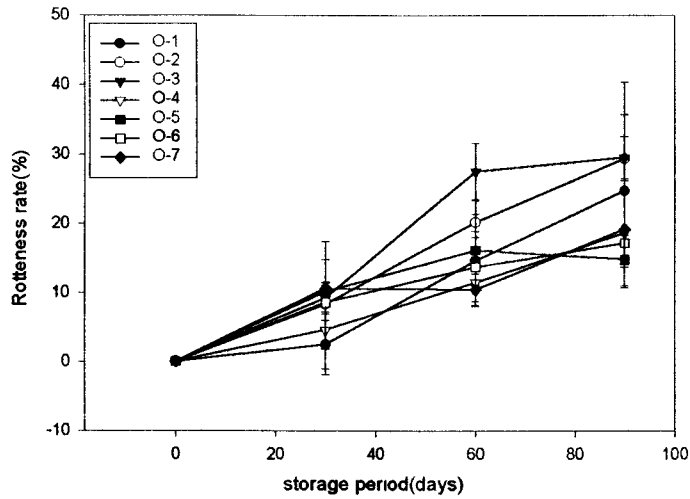
**Fig. 23. Change of garlic roteness during during room temperature storage.**

G-1, control, G-2 100 -fold pyroligneous acid, G-3, 200 -fold pyroligneous acid, G-4, 300 -fold pyroligneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100 -fold pyroligneous acid, G-6, 1,000 ethephon in 200 -fold pyroligneous acid, G-7, 1,000 ethephon in 300 -fold pyroligneous acid,



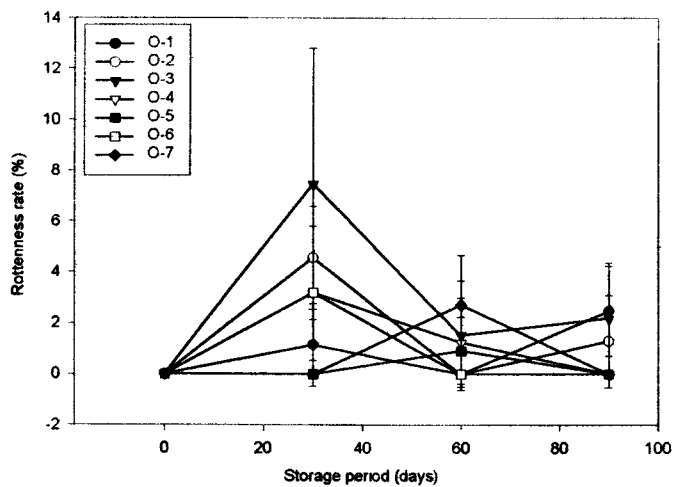
**Fig. 24. Change of garlic roteness during cold temperature storage**

G-1, control, G-2 100 -fold pyroligneous acid, G-3, 200 -fold pyroligneous acid, G-4, 300 -fold pyroligneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100 -fold pyroligneous acid, G-6, 1,000 ethephon in 200 -fold pyroligneous acid, G-7, 1,000 ethephon in 300 -fold pyroligneous acid,



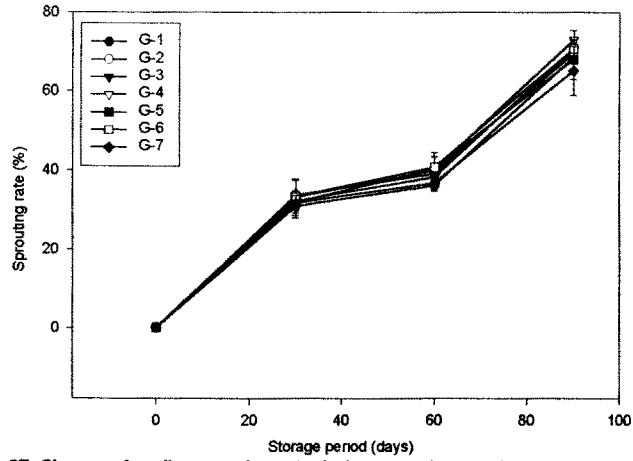
**Fig. 25. Change of onion rottenness rate during room temperature storage**

O-1, control, O-2 100 -fold pyrroligneous acid, O-3, 200 -fold pyrroligneous acid, O-4 300 -fold pyrroligneous acid, O-5, 100 MH in 100 -fold pyrroligneous acid, O-6, 100 MH in 200 -fold pyrroligneous acid, O-7, 100 MH in 300 -fold pyrroligneous acid,



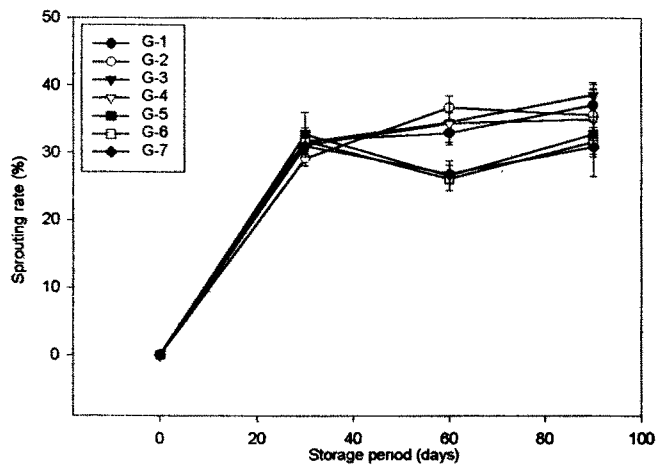
**Fig. 26. Change of onion rottenness rate during cold temperature storage**

O-1, control, O-2 100 -fold pyrroligneous acid, O-3, 200 -fold pyrroligneous acid, O-4 300 -fold pyrroligneous acid, O-5, 100 MH in 100 -fold pyrroligneous acid, O-6, 100 MH in 200 -fold pyrroligneous acid, O-7, 100 MH in 300 -fold pyrroligneous acid,



**Fig. 27. Change of garlic sprouting rate during room temperature storage**

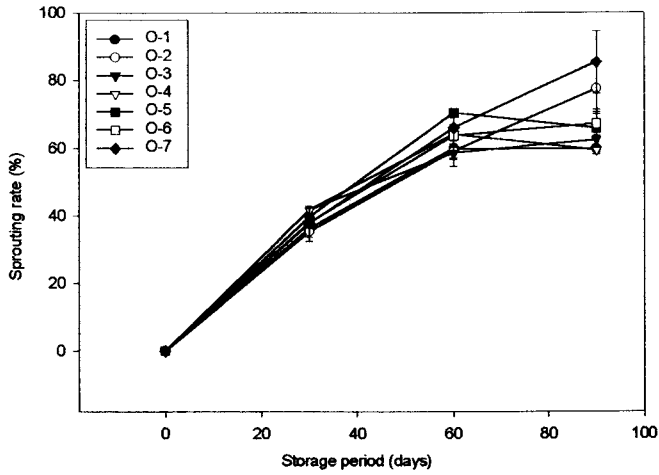
G-1, control, G-2, 100 -fold pyrroligneous acid, G-3; 200 -fold pyrroligneous acid, G-4, 300 -fold pyrroligneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100 -fold pyrroligneous acid, G-6, 1,000 ethephon in 200 -fold pyrroligneous acid, G-7, 1,000 ethephon in 300 -fold pyrroligneous acid,



**Fig. 28. Change of garlic sprouting rate during cold temperature storage**

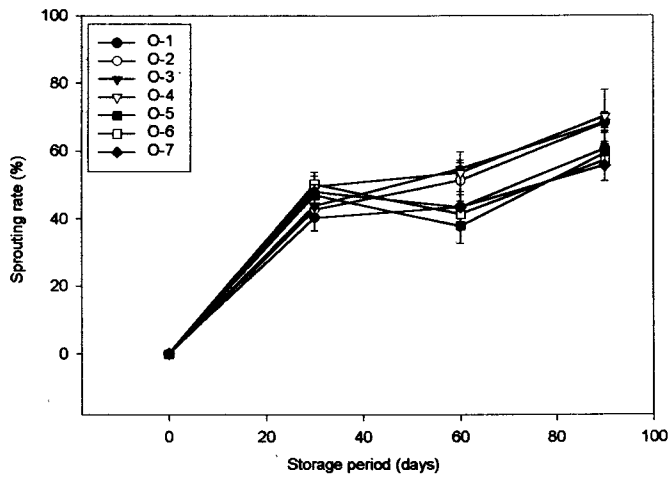
G-1, control, G-2 100 -fold pyrroligneous acid, G-3; 200 -fold pyrroligneous acid, G-4; 300 -fold pyrroligneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100 -fold pyrroligneous acid, G-6; 1,000 ethephon in 200 -fold pyrroligneous acid, G-7, 1,000 ethephon in 300 -fold pyrroligneous acid,





**Fig. 29. Change of onion sprouting rate during room temperature storage.**

O-1, control, O-2, 100 -fold pyrroligneous acid, O-3; 200 -fold pyrroligneous acid, O-4, 300 -fold pyrroligneous acid, O-5, 100 MH in 100 -fold pyrroligneous acid, O-6, 100 MH in 200 -fold pyrroligneous acid, O-7, 100 MH in 300 -fold pyrroligneous acid,



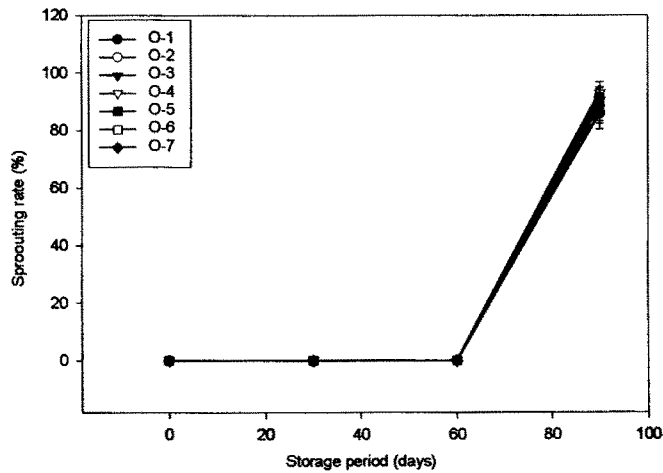
**Fig. 30. Change of onion sprouting rate during cold temperature storage.**

O-1, control, O-2, 100 -fold pyrroligneous acid, O-3, 200 -fold pyrroligneous acid, O-4; 300 -fold pyrroligneous acid, O-5, 100 MH in 100 -fold pyrroligneous acid, O-6, 100 MH in 200 -fold pyrroligneous acid, O-7, 100 MH in 300 -fold pyrroligneous acid,

마늘의 경우는 전혀 발근이 되지 않았고 양파의 경우는 그림31과 32에서 보는 바와 같이 3개월 저장기간에 거의 100% 가까이 미세한 세균이 약간씩 발근되었다.

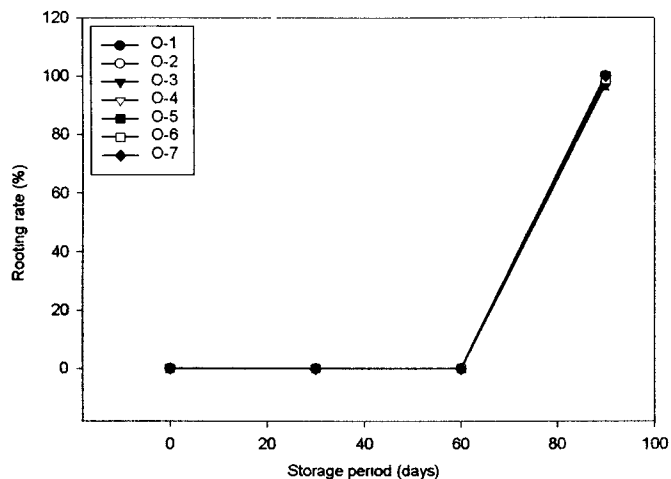
마늘 경도의 변화는 경우는 그림 33과 34에서 보는 바와 같이 상온 및 저온에서 다같이 처리구가 대조구에 비하여 저장기간에 높은 경도를 유지하였다.

양파 경도의 변화도 경우는 그림 35와 36에서 보는 바와 같이 상온 및 저온에서 처리구가 대조구에 비하여 모두 저장기간에 높은 경도를 유지하였고 100배 희석 목초액에 100배 MH의 혼용처리가 가장 효과적인 것으로 나타났다.



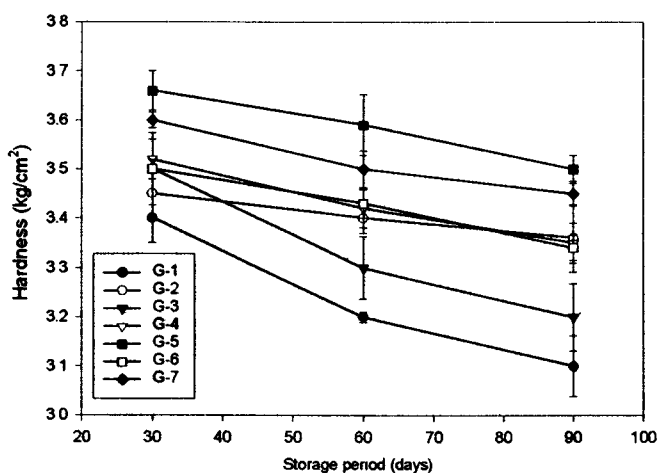
**Fig. 31. Change of onion rooting rate during room temperature storage.**

O-1, control, O-2: 100-fold pyroligneous acid, O-3, 200-fold pyroligneous acid, O-4; 300-fold pyroligneous acid, O-5; 100 MH in 100-fold pyroligneous acid, O-6, 100 MH in 200-fold pyroligneous acid, O-7; 100 MH in 300-fold pyroligneous acid,



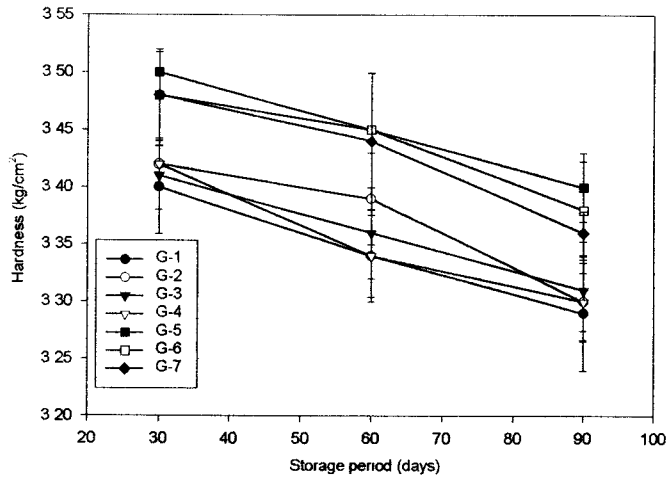
**Fig. 32. Change of onion rooting rate during cold temperature storage.**

O-1, control, O-2 100-fold pyroligneous acid, O-3, 200-fold pyroligneous acid, O-4, 300-fold pyroligneous acid, O-5, 100 MH in 100-fold pyroligneous acid, O-6; 100 MH in 200-fold pyroligneous acid, O-7, 100 MH in 300-fold pyroligneous acid,



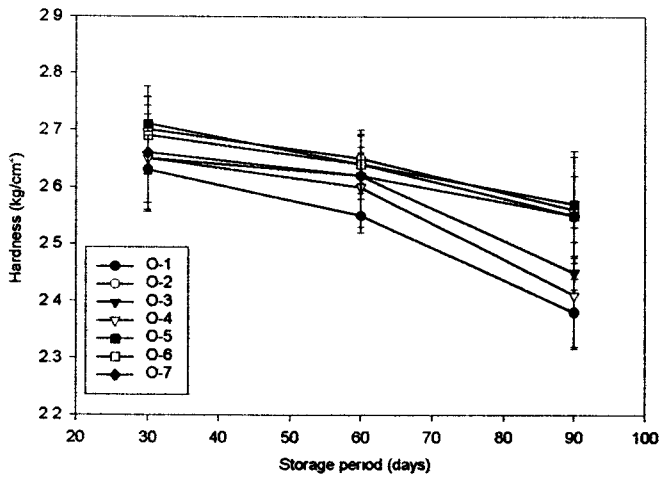
**Fig. 33. Change of garlic hardness during room temperature storage.**

G-1, control, G-2, 100-fold pyroligneous acid, G-3, 200-fold pyroligneous acid, G-4, 300-fold pyroligneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100-fold pyroligneous acid, G-6, 1,000 ethephon in 200-fold pyroligneous acid, G-7, 1,000 ethephon in 300-fold pyroligneous acid,



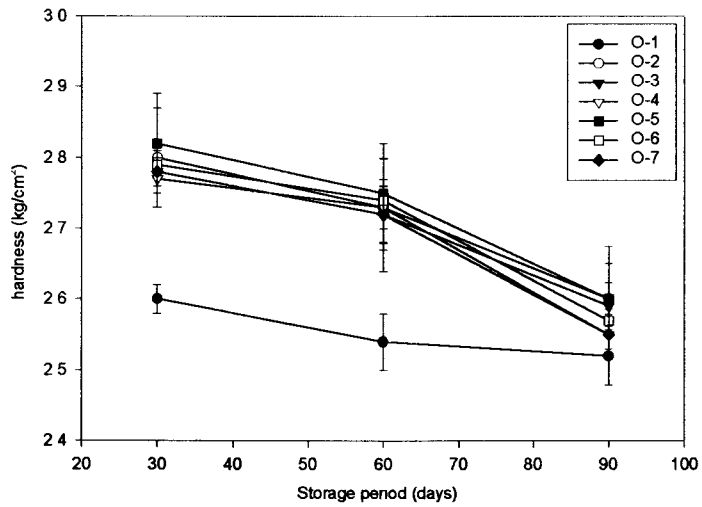
**Fig. 34. Change of garlic hardness during cold temperature storage.**

G-1, control, G-2 100-fold pyroligneous acid, G-3, 200-fold pyroligneous acid, G-4, 300-fold pyroligneous acid, G-5, 1,000 ethephon in 100-fold pyroligneous acid, G-6, 1,000 ethephon in 200-fold pyroligneous acid, G-7, 1,000 ethephon in 300-fold pyroligneous acid,



**Fig. 35. Change of onion hardness during room temperature storage.**

O-1; control, O-2 100-fold pyroligneous acid, O-3; 200-fold pyroligneous acid, O-4; 300-fold pyroligneous acid, O-5, 100 MH in 100-fold pyroligneous acid, O-6, 100 MH in 200-fold pyroligneous acid, O-7; 100 MH in 300-fold pyroligneous acid,



**Fig. 36. Change of onion hardness during cold temperature storage.**

O-1, control, O-2 100-fold pyroligneous acid, O-3, 200-fold pyroligneous acid,  
 O-4, 300-fold pyroligneous acid, O-5, 100 MH in 100-fold pyroligneous acid,  
 O-6, 100 MH in 200-fold pyroligneous acid,  
 O-7, 100 MH in 300-fold pyroligneous acid,

다. 양파와 마늘 재배 및 저장에 목탄과 목초액 사용 기준 설정

1) 양파와 마늘 재배시 적합한 목초액 사용기준

양파와 마늘 재배시 적합한 목탄과 목초액 사용 기준은 표 48에 나타나 있다.

표 48. 양파와 마늘재배시 적합한 목초액 사용기준

작물별	처리량 및 방법	비고
양파	① 1000배 목초액 24ml처리된 목탄을 1kg/3.3m <sup>2</sup> 토양혼합 후 식재	① 참탄 및 잠탄 5mm 입자 참나무 목포액
	② 묘의 기부를 500~1000배 목초액에 4시간 침지후 1일간 음건하여 식재	② 참나무 목초액
	③ 묘의 기부를 500~1000배 목초액에 4시간 침지 후 숯가루를 묻혀서 식재	③ 참나무 목초액 참숯가루
	④ 묘의 기부를 1000배 목초액 + 키토산 1000~2000ppm 용액에 4시간 침지 후 숯가루를 묻혀서 식재	④ 참나무 목초액 키토산 용액 참숯가루
마늘	① 양파의 ①과 동일	① 양파의 ①과 동일
	② 인편에 양파의 ②와 같은 처리	② 양파의 ②와 동일
	③ 인편에 양파의 ③과 같은 처리	③ 양파의 ③과 동일
	④ 인편을 1000배 목초액 + 200~500ppm 키토산 용액에 4시간 침지 후 숯가루를 묻혀서 식재	④ 양파의 ④와 동일

## 2) 양파와 마늘의 수확전 목초액과 식물호르몬제의 혼용처리 기준

마늘의 경우에는 상온에서 목초액 100배 희석액과 1000배 ethephone 혼용처리가 무게의 감량 억제, 경도유지에 효과적이었고, thiosulfinate 함량, 부패율, 맹아율, 발근율 등에는 대조구와 처리구간에 차이가 없었다. 저온에서는 목초액 100, 200, 300배 희석액에 1000배 ethephone처리가 경도의 유지에 효과가 있었으며 발아율 억제에 약간의 효과를 나타내었다. 무게의 감량, thiosulfinate 함량, 부패율, 발근율에는 처리간에 영향이 없었고, 이들에 대해서는 도리어 저온의 영향이 지배적인 것으로 나타났다. Thiosulfinate 함량은 상온 및 저온 저장에서 1개월 저장시에는 초기보다 증가하다가 그 이후 약간의 감소하는 경향을 보였다.

양파의 경우에는 상온 저장에서 목초액 300배 희석액과 100배 MH 혼용액이 무게의 감소 억제, thiosulfinate 함량 증가, 부패율 감소, 경도의 유지 등에 효과적이었으나, 처리구가 맹아를 촉진하였고 발근에는 처리가 영향이 없었다. 저온에서도 300배 희석액과 100배 MH 혼용액이 thiosulfinate 함량의 증가, 부패율의 감소, 맹아의 억제, 경도의 유지에 효과적이었고, 무게 감소의 억제는 저온 효과가 지배적이었고 발근에는 처리에 의한 영향이 없었다.

이상의 결과로부터, 수확 2주전에 마늘에는 목초액 100배 희석액과 1000배 ethephone 혼용액을 330mL/ 3.3m<sup>2</sup>으로, 양파에는 목초액 300배 희석액과 100배 MH 혼용액을 250mL/ 3.3m<sup>2</sup>으로 엽면살포할 것을 권장한다.

## 제 2 절 백합의 절화 생산과 구근생산 및 국화 절화재배 에 목탄과 목초액의 사용 기준설정

### 1. 서 언

우리나라의 화훼산업은 IMF 사태 이전의 경우 경제성장과 문화수준의 향상으로 급성장을 했었으나, IMF 사태가 일어나면서 주춤하고 있는 실정이다. 특히 수입에 의존하던 화훼류는 수입 및 소비가 크게 위축되어 많은 농가들이 어려움을 겪고 있다. 그러나 1999년 후반기에 접어들면서 경제회복으로 인해 화훼류의 생산 및 소비가 점차 증가하고 있어 다행스러운 일이다.

백합의 경우 2001년도 통계자료를 조사해 보면, 우리나라의 재배면적이 219ha로 화훼류 중에서 국화, 장미에 이어 3번째이고, 생산액도 292억원으로 장미, 국화에 이어 3번째로 많다. 또한 최근 일본이나 중국등지로 수출을 많이 하고 있는데, 2001년도에 4,868천불 상당의 절화 백합을 수출하여 장미와 국화에 이어 세번째로 비중이 높다. 그러나, 백합재배에 이용되고 있는 종구는 매년 네덜란드에서 수입을 하고 있는 실정인데, 2001년도에 3,563천불을 종구 수입비용으로 지불하였다. 따라서 국내에서의 종구생산체계가 확립되지 못한다면 점차 백합재배가 어려워질 것으로 판단된다.

국화는 세계적으로 가장 많이 각광받고 있는 화훼작물로서 분화용, 화단용, 절화용으로 이용되고 있다. 우리나라에서는 노지에서 봄부터 가을까지 재배할 수 있을 뿐만 아니라 겨울철에도 시설내에서 분화와 절화를 재배하여 생산하고 있다. 최근에는 우리나라에서 주년재배 체계가 확립되어 1년 4기작까지 할 정도로 생산기술이 상당히 발전하고 있다. 국화는 화훼류중에서 재배면적이 2001년도에 751ha로 가장 많고, 생산액도 588억원 정도로 장미에 이어 두 번째로 많은 작물이다. 또한 수출액도 7,252천불로 장미 다음으로 많이 수출한 작물이다.

백합의 절화생산이나 구근생산시 또는 국화를 연작재배를 할 경우 토양의 산성화 및 토양전염성병충해로 인해 심각한 연작장해를 나타내는 작물로 알려져 있다. 그래



서 외국에서는 백합을 1-2년 재배한 후 타 작물을 재배하는 윤작체계로 운영하고 있다. 백합재배는 여름철에는 서늘한 기후와 봄의 생육기간이 긴 지역에서 재배해야 절화생산이나 구근생산에 유리하다. 전남의 서남해안 지역은 여름에는 서늘하고, 봄의 기간이 길어 절화 생산이나 구근생산이 타 지역에 비하여 유리하다. 또한 국화재배도 무안, 장성 등 전남 지역에서 많이 이루어지고 있으나, 윤작장해에 대한 대책을 마련하고 있지 못하다.

따라서 본 실험은 전남의 서남해안 지역을 중심으로 백합의 절화생산과 구근생산 시 또는 국화를 윤작재배할 때 윤작장해를 극복하기 위하여 토양중에 목탄과 목초액을 첨가하여 백합과 국화의 절화의 생육과 품질 및 구근생산에 미치는 효과를 구명하고, 토양 병원미생물의 변화를 조사하여 백합 구근생산과 절화생산능가 및 국화 절화재배능가에 목탄과 목초액의 사용기준을 제시해 주고자 실시한다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 백합의 절화 생산과 구근생산에 목탄과 목초액의 사용 기준설정

#### 1) 백합의 절화생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

##### 가) 목탄의 처리량과 목초액 농도의 영향

##### (1) 오리엔탈 백합 '르네브'를 이용한 실험

① 하우스내의 발토양을  $1\text{m} \times 0.5\text{m}$  크기로 plot을 만들어 plot당 ( $0.5\text{m}^2$ )당 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300g의 참나무 목탄 5mm의 것을 처리하였다. 처리 후 백합 '르네브' 구를 식재하여, 생육을 조사하였다.

② 하우스내의 발토양을  $1\text{m} \times 0.5\text{m}$  크기로 plot을 만들어 plot당 ( $0.5\text{m}^2$ )당 참나무 목탄 5mm의 것을 100g에 참나무 목초액 0, 2, 4, 8, 16, 32ml씩, 그리고 200g에 참나무 목초액 0, 4, 8, 16, 32, 64ml씩 처리하였다. 처리 후 백합 '르네브' 구를 식재하여, 생육을 조사하였다.

③ 각 처리구당 톱밥퇴비 150g과 복합비료(N:P:K=11:6:6) 50g을 사용

하였고, 관리는 일반관행에 따랐다.

(2) 나팔나리 ‘조지아’를 이용한 실험

① 위의 가)의 실험의 결과를 재확인하고자 나팔나리 ‘조지아’를 이용하여 실시하였다. 일반 처리는 가)의 실험과 동일하게 하였고, 참탄 5mm의 것을  $1\text{m}^2$  당 0, 100, 200, 400, 800g 처리하였다.

② 나팔나리 ‘조지아’ 구를 식재하였다.

③ 식재 후 절화와 구근의 생육을 조사하였다.

나) 목탄의 종류 및 입자크기의 영향

① 하우스내의 밭토양을  $1\text{m} \times 0.5\text{m}$  크기로 plot을 만들어 plot당( $0.5\text{m}^2$ ) 당 참나무 목탄 1mm, 5mm, 10mm의 크기별로 200g씩 각각 16ml의 목초액을 살포하여 처리하였다. 처리 후 백합 ‘르네브’ 구를 식재하여, 생육을 조사하였다.

② 하우스내의 밭토양을  $1\text{m} \times 0.5\text{m}$  크기로 plot을 만들어 plot당( $0.5\text{m}^2$ ) 당 참나무 목탄, 잡탄, 죽탄 200g에 목초액을 각각 15ml씩 살포하여 처리하였다. 처리 후 백합 ‘르네브’ 구를 식재하여, 생육을 조사하였다.

③ 각 처리구당 톱밥퇴비 150g과 복합비료(N:P:K=11:6:6) 50g을 사용하였고, 관리는 일반관행에 따랐다.

다) 목탄의 처리방법의 영향

① 목탄의 처리는 토양처리 및 구근처리로 나누어 실시하였다. 토양처리는  $1\text{m}^2$  당 목탄 400g에 1000배액 목초액을 32mL 처리한 것을 토양과 혼합하여 구를 식재하였고, 구처리는 1mm 입자의 목탄 300g에 목초액 16mL이 처리된 것을 구 자체에 묻혀서 처리하였다. 또한 목초액에 침지한 후 도포의 효과를 알아보기로 1000배액 목초액에 1시간 또는 4시간 침지 후 참탄 1mm 입자에 구를 도포하여 식재하였다.

② 나팔나리 ‘조지아’ 구를 식재하였다.

③ 식재 후 절화와 구근의 생육을 조사하였다.

라) 백합 아시아텍계통 질화재배에 있어서 목탄의 영향

① 목탄과 목초액을 토양 또는 구근에 처리한다. 처리1 : 대조구, 처리 2 : 토양에 참탄 200g/m<sup>2</sup>(1000배액의 목초액 4mL이 처리된 것)을 처리, 처리 3 : 구근을 식재 전에 목초액 1000배액에서 4시간 침지한 후 1mm 참탄에 도포처리, 처리 4 : 처리 2와 3을 병행하여 처리한다. 처리 후 하우스내에 경운된 토양에 아시아텍계통 4품종의 구를 식재한다.

② 식재 후 생육과 질화의 품질을 조사한다.

마) 연작재배시 목탄의 효과

(1) 백합 2년차 재배농가에서의 실험

(가) 생육조사

① 2년동안 백합을 재배한 농가에 토양을 경작하여 목탄과 목초액을 처리하고 백합 구를 식재한다. 목탄과 목초액은 1m<sup>2</sup> 당 목탄 200g에 1000배액 목초액을 0, 4, 8, 16, 32mL과 400g에 1000배액 목초액을 0, 8, 16, 32, 64mL 분무하여 처리하였다.

② 나팔나리 '쪼지아' 구를 식재하였다.

③ 식재 후 질화와 구근의 생육을 조사하였다.

④ 포장에서 대조구와 처리구의 토양시료를 채취하여 이화학적 및 전염성 미생물상의 변화를 조사하였다.

(나) 이화학적 및 전염성 미생물상의 변화 조사

(가)의 포장에서 대조구와 처리구의 토양시료를 채취하여 이화학적 및 전염성 미생물상의 변화를 조사하였다.

(2) 백합 3년차 재배농가에서의 실험

① 백합을 3년간 재배한 토양에 목탄과 목초액을 아래와 같이 처방한 것을 토양에 처리한 후 나팔나리 질화 구를 식재한다.

처리 1 : 대조구

처리 2 : 참탄 200g/m<sup>2</sup>

처리 3 : 1000배액 목초액 4mL를 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>

- 처리 4 : 참탄 400g/m<sup>2</sup>
- 처리 5 : 1000배액 목초액 8mL를 스프레이한 참탄 400g/m<sup>2</sup>
- 처리 6 : 500배액 목초액 4mL를 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>
- 처리 7 : 500배액 목초액 8mL를 스프레이한 참탄 400g/m<sup>2</sup>
- 처리 8 : 100배액 목초액 4mL를 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>
- 처리 9 : 100배액 목초액 8mL를 스프레이한 참탄 400g/m<sup>2</sup>
- 처리 10 : 원액 목초액 4mL를 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>
- 처리 11 : 원액 목초액 8mL를 스프레이한 참탄 400g/m<sup>2</sup>

② 식재 후 생육과 절화의 품질을 조사한다.

③ 최종 생육 조사 후 토양의 이화학적 및 전염성 미생물의 변화를 조사한다.

## 2) 백합의 구근생산에 미치는 목탄과 목초액의 효과 구명

가) 인편삽시 자구생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

① 백합 ‘시베리아’ 구를 소독한 후 인편을 채취하였다. 유공비닐에서 인편삽을 실시하였는데, 유공비닐에 3.2L의 peatmoss를 채우고, 목탄을 peatmoss 부피당 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30%를 혼용한 후 채취한 인편을 섞어 삽목하였다. 삽목 3달 후 생육을 조사하였다.

② 목탄 10과 20%에 1000배로 희석된 목초액을 각각 목탄의 부피에 대해 0, 1, 2, 3, 4, 5%의 농도로 처리한 후 인편삽 하였다. 삽목조건은 위와 동일하게 하였다. 삽목 3달 후 생육을 조사하였다.

③ 각 처리구당 톱밥퇴비 150g과 복합비료(N:P:K=11:6:6) 50g을 사용하였고, 관리는 일반관행에 따랐다.

나) 절화구 생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

① 백합 구를 인편삽하여 생산된 자구를 하우스내의 발토양을 1m×0.5mm 크기로 plot을 만들어 plot당(0.5m<sup>2</sup>)당 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300g의 참나

무 목탄 5mm의 것을 처리하였다. 처리 후 백합 '시베리아' 자구를 식재하여 생육을 조사하였다.

② 하우스내의 발토양을 1m×0.5mm 크기로 plot을 만들어 plot당(0.5m<sup>2</sup>) 당 참나무 목탄 5mm의 것을 100g에 참나무 목초액 0, 2, 4, 8, 16, 32ml씩, 그리고 200g에 참나무 목초액 0, 4, 8, 16, 32, 64ml씩 처리하였다. 처리 후 백합 '시베리아' 자구를 식재하여 생육을 조사하였다.

③ 각 처리구당 톱밥퇴비 150g과 복합비료(N:P:K=11:6:6) 50g을 사용하였고, 관리는 일반관행에 따랐다.

#### 다) 절화구 생산에 미치는 목탄의 종류 및 입자크기의 영향

① 하우스내에서 처리구별로 토양에 1, 5, 10mm 입자크기의 목탄을 1m<sup>2</sup>당 300g에 목초액 16mL을 처리한다. 또한 참나무 목탄, 대나무 목탄, 잡목 목탄 등 3가지 종류의 목탄을 같은 방법으로 처리하였다.

② 나팔나리 '조지아'의 자구(구 둘레 5.5cm, 구 직경 1.5cm)를 식재하였다.

③ 형성되는 구의 수, 무게 등을 조사하였다.

④ 대조구와 처리구의 토양시료를 채취하여 이화학적 및 전염성 미생물상의 변화를 조사하였다.

#### 라) 목탄의 처리방법의 영향

① '조지아' 자구(구 둘레 5.5cm, 구 직경 1.5cm)를 식재 전에 아래와같은 처리를 실시하였다.

처리 1 : 1000배액 목초액을 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>을 토양에 처리 (토양처리)

처리 2 : 자구에 1mm 참탄을 도포처리(도포처리)

처리 3 : 1mm 참탄 200g에 4mL 목초액이 처리된 것으로 자구 도포 처리

처리 4 : 처리 1 + 처리 3

- 처리 5 : 처리 1 + 목초액 100배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3
- 처리 6 : 처리 1 + 목초액 500배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3
- 처리 7 : 처리 1 + 목초액 1000배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3
- 처리 8 : 목초액 100배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3
- 처리 9 : 목초액 500배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3
- 처리 10 : 목초액 1000배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3분

② 형성되는 구의 수, 무게 등을 조사한다.

마) 절화구 생산에 있어서 연작생산시 목탄의 영향

(1) 백합 2년차 재배농가에서의 실험

① 2년동안 백합을 재배한 농가에 토양을 경작하여 목탄과 목초액을 처리하고 백합 자구(구 둘레 5.5cm, 구 직경 1.5cm)를 식재한다. 목탄과 목초액은 1m<sup>2</sup> 당 목탄 200g에 1000배액 목초액을 0, 4, 8, 16, 32mL과 400g에 1000배액 목초액을 0, 8, 16, 32, 64mL 분무하여 처리하였다.

② 나팔나리 ‘조지아’의 자구를 식재하였다.

③ 형성되는 구의 수, 무게 등을 조사하였다.

(2) 백합 3년차 재배농가에서의 실험

① 백합을 3년간 재배한 토양에 목탄과 목초액을 아래와 같이 처방한 것을 토양에 처리한 후 나팔나리 ‘조지아’ 자구(구 둘레 5.5cm, 구 직경 1.5cm)를 식재한다.

처리 1 : 대조구

처리 2 : 참탄 200g/m<sup>2</sup>

처리 3 : 1000배액 목초액 4mL를 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>

처리 4 : 참탄 400g/m<sup>2</sup>

처리 5 : 1000배액 목초액 8mL를 스프레이한 참탄 400g/m<sup>2</sup>

처리 6 : 500배액 목초액 4mL를 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>

처리 7 : 500배액 목초액 8mL를 스프레이한 참탄 400g/m<sup>2</sup>

처리 8 : 100배액 목초액 4mL를 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>

처리 9 : 100배액 목초액 8mL를 스프레이한 참탄 400g/m<sup>2</sup>

처리 10 : 원액 목초액 4mL를 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>

처리 11 : 원액 목초액 8mL를 스프레이한 참탄 400g/m<sup>2</sup>

② 식재 후 자구의 생육을 조사한다.

## 나. 절화국화 재배에 목탄과 목초액의 사용 기준설정

### 1) 목탄 처리량의 영향

① 1000배액과 원액의 목초액이 처리된 목탄을 150, 300, 600g/m<sup>2</sup> 처리한다.

② 처리 후 국화 '신마' 품종의 묘를 식재한다.

③ 수확 후 생육과 품질 및 절화수명을 조사한다. 또한 5℃에서 15, 30, 45일간 저장 후 절화수명을 조사한다.

④ 최종 생육 조사 후 토양의 이화학성의 변화를 조사한다.

### 2) 목탄 처리방법의 영향

① 1000배액의 목초액이 처리된 목탄을 300g/m<sup>2</sup> 처리한 후 국화 묘에 목탄을 도포한 후 식재하거나, 도포 처리만 하여 국화 '신마' 묘를 식재한다. .

② 수확 후 생육과 품질 및 절화수명을 조사한다. 또한 5℃에서 15, 30, 45일간 저장 후 절화수명을 조사한다.

### 3) 목초액 처리농도의 영향

① 목초액을 0, 50배, 100배, 200배로 희석하여 1L/1m<sup>2</sup> 씩 토양에 뿌린다.

② 토양을 로타리 친 후 국화 '신마' 품종을 식재한다.

③ 수확 후 생육과 품질 및 절화수명을 조사한다. 또한 5℃에서 15, 30, 45일간 저장 후 절화수명을 조사한다.

## 다. 백합의 절화와 구근생산 및 절화국화 재배에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준설정

1, 2, 3 차년도 연구결과를 정리, 종합하여 백합의 절화와 구근생산 및 절화국화 재배에 적합한 목탄과 목초액의 사용기준을 설정한다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 백합의 절화 생산과 구근생산에 목탄과 목초액의 사용 기준설정

##### 1) 백합의 절화생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

###### 가) 목탄의 처리량과 목초액 농도의 영향

###### (1) 오리엔탈 백합 ‘르네브’를 이용한 실험

참나무 목탄 (5mm 입자크기)을 0.5m<sup>2</sup>당 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300g 처리하여 백합 ‘르네브’ 구를 식재한 후 줄기의 생육과 개화상태를 조사한 결과는 표 1에 나타나 있다. 전반적으로 목탄을 처리했을 때에는 무처리에 비해 별다른 차이가 없었다. 목탄 50g과 100g을 처리시 화폭이 약간 커지는 효과가 있었다. 모구의 생육과 자구수를 조사한 결과는 표 2에 나타나 있다. 모구중과 모구적경에 있어서 200g의 목탄을 처리시 34.3g과 4.8cm로 다른 처리에 비하여 가장 좋은 효과를 나타냈다. 뿌리의 무게는 150-200g처리시 가장 무거웠는데, 형성된 자구수는 300g 처리시 가장 많았다. 전반적으로 목탄 200g/0.5m<sup>2</sup> 처리시 모구의 생육이 가장 양호한 것으로 나타났다. 현재 목포에 소재한 목탄제조회사인 청정환경(주)에서는 일반적으로 300g/1m<sup>2</sup>의 목탄을 투여할 것을 권장하고 있으나, 본 실험 결과 백합에 있어서는 400g/1m<sup>2</sup>의 목탄을 처리하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

참나무 목탄 (5mm 입자크기) 100g에 참나무 목초액 0, 2, 4, 8, 16, 32ml씩, 그리고 200g에 참나무 목초액 0, 4, 8, 16, 32, 64ml씩 spray 처리하여 재배한 후 줄기의 생육과 개화상태를 조사한 결과는 표 3에 나타나 있다. 목탄 100g에 목초액 2ml 처리시 초장과 엽수, 지상부 생체중이 다른 처리에 비해 효과가 좋았고, 200g 처리시에는 목초액 8ml 처리시 가장 좋은 절화의 품질 상태를 보여 주었다. 절화 후 구를 수확하여 생육을 조사한 결과는 표 4에 나타나 있다. 전반적으로 목탄에 목초액을 살포하여 토양에 처리시 대부분 처리구에서 대조구보다 모구의 생육상태가



양호하였다. 100g 처리구에서는 목초액 2ml 살포시 모구중, 모구직경 및 뿌리의 생육상태가 가장 좋았고, 200g 처리시에는 32ml 살포시 가장 효과적이었다. 목초액을 살포하지 않는 것보다는 목탄에 목초액을 처리하여 토양에 혼합시 백합의 절화 생육에 좋을 것으로 판단되었다.

표 1. 백합 '르네브'를 절화 재배시 토양중 목탄의 처리가 줄기생육 및 개화에 미치는 효과

목탄 처리량 (g)	초장 (cm)	엽수	화수	화폭 (cm)	줄기직경 (cm)	생체중 (g)
0	30.7	32.7	1.8	15.5	0.6	25.85
50	31.5	30.2	1.5	16.1	0.6	20.39
100	30.7	30.3	1.4	16.2	0.6	18.31
150	31.5	30.5	1.6	15.4	0.6	20.63
200	30.9	29.3	1.4	15.8	0.6	25.61
250	32.2	32.0	1.8	15.8	0.6	23.56
300	31.5	31.5	1.5	15.9	0.6	21.98

표 2. 백합 '르네브'를 절화 재배시 토양중 목탄의 처리가 모구의 생장에 미치는 효과

목탄 처리량 (g)	모구중 (g)	모구직경 (cm)	뿌리중 (g)	형성된 자구수
0	29.8	4.5	1.41	0.1
50	31.6	4.6	2.35	0.1
100	30.6	4.5	1.86	0.6
150	28.2	4.4	2.79	0.5
200	34.3	4.8	2.24	0.1
250	30.2	4.5	1.74	0.5
300	25.8	4.4	1.63	0.6

표 3. 백합 '르네브'를 절화 재배시 토양중 목탄과 목초액의 처리가 줄기생육 및 개화에 미치는 효과

처리 내용		초장 (cm)	엽수	화수	화폭 (cm)	줄기직경 (cm)	지상부 생체중 (g)
목탄 (g)	목초액 (ml)						
대조구		30.7	32.7	1.8	15.5	0.6	25.85
100	2	34.5	34.2	1.6	15.8	0.6	29.65
	4	33.3	32.8	1.7	15.6	0.6	23.71
	8	32.6	31.9	1.5	15.6	0.6	21.52
	16	33.6	31.8	1.6	15.6	0.6	25.97
	32	32.6	30.2	1.4	15.9	0.6	22.14
200	4	31.2	31.4	1.4	16.3	0.6	23.05
	8	34.9	33.9	1.7	16.1	0.6	27.00
	16	30.4	31.4	1.5	15.7	0.6	20.16
	32	32.5	31.4	1.7	15.8	0.6	22.81
	64	31.2	31.1	1.5	15.6	0.6	21.71

표 4. 백합 '르네브'를 절화 재배시 토양중 목탄과 목초액의 처리가 모구의 성장에 미치는 효과

처리 내용		모구중 (g)	모구직경 (cm)	뿌리중 (g)	형성된 자구수
목탄 처리량 (g)	목초액 처리량 (ml)				
대조구		29.8	4.5	1.41	0.1
100	2	38.8	4.9	3.70	0.1
	4	34.6	4.9	3.8	0.2
	8	36.0	4.9	1.90	0.2
	16	35.2	4.8	1.77	0.2
	32	33.0	4.7	2.33	0.4
200	4	34.3	4.8	2.52	0.3
	8	34.7	4.8	1.92	0.4
	16	30.9	4.6	1.22	0.2
	32	38.1	4.9	2.41	0.1
	64	36.6	4.9	1.19	0.1

(2) 나팔나리 '조지아'를 이용한 실험

목탄을 0, 100, 200, 400, 800, 1600g/m<sup>2</sup>을 처리하여 구근을 식재한 후 절화와 구근의 생육을 조사하였다. 절화생육에 있어서는 대조구에 비해 200g 처리시에 초장 및 줄기직경이 더 길었으며, 생체중은 9.3g 더 무거워 가장 효과적이었다(표 5). 그러나 구근의 생육은 별다른 차이가 없었다(표 6).

표 5. 나팔나리 '조지아' 절화재배시 목탄처리가 절화 생육에 미치는 영향

처 리(g)	초장 (cm)	엽수	줄기직경 (cm)	꽃수	생체중 (g)
0	67.2	36.1	0.67	1.2	47.8
100	68.3	37.3	0.70	1.2	52.1
200	70.7	38.2	0.75	1.3	58.1
400	70.5	38.5	0.74	1.3	51.7
800	69.8	37.8	0.72	1.2	54.2
1600	69.5	37.4	0.70	1.2	53.9

표 6. 나팔나리 '조지아' 절화재배시 목탄처리가 구 생육에 미치는 영향

처 리(g)	구중(g)	구둘레 (cm)	분구수	자구수
0	25.6	14.1	2.0	6.0
100	27.2	14.4	2.1	9.7
200	26.9	14.3	2.0	6.3
400	26.5	13.9	2.0	11.7
800	26.3	14.3	2.0	7.3
1600	26.4	14.4	2.1	8.0

나) 목탄의 종류 및 입자크기의 영향

0.5m<sup>2</sup>당 참나무 목탄 1mm, 5mm, 10mm의 크기별로 200g씩 각각 16ml의 참나무 목초액을 살포하여 처리하였다. 처리 후 백합 ‘르네브’ 구를 식재하여 줄기의 생육과 개화 상태를 조사하였는데, 5mm 입자의 목탄이 전반적으로 줄기의 생육과 개화에 있어서 좋은 효과를 보여주었고, 10mm 입자의 목탄은 5mm의 것에 비해 초장이 짧아졌고, 지상부 생체중이 약간씩 감소하는 경향을 나타냈다(표 7). 절화 후 모구의 생육상태에 있어서도 10mm의 입자크기의 것은 전반적으로 생육이 불량하였다(표 8). 1mm와 5mm 입자크기에 따른 모구의 생육은 크게 차이가 없으나, 형성된 자구수는 1mm의 입자의 처리가 훨씬 많았다. 따라서 양구를 겸한 절화 재배시에는 1mm 입자의 목탄을 투여하는 것이 좋을 것으로 판단되었고, 절화 재배용에 있어서는 5mm의 입자를 사용하는 것이 비용이 절감 될 것으로 생각되었다.

참나무 목탄(참탄), 대나무탄(죽탄), 잠목탄(잡탄) 200g에 참나무 목초액을 각각 16ml씩 살포하여 처리하였는데, 줄기생육과 개화에 있어서는 별다른 차이는 없었다. 그러나 참탄을 처리시 화수가 약간 증가하는 경향을 보여 주었다(표 9). 절화 후 모구의 생육상태를 조사한 결과 죽탄 처리가 가장 생육이 불량하였다(표 10). 참탄과 잡탄은 큰 차이를 나타내지 않았는데, 이 결과를 보아 식물 재배시 가격이 비싼 참탄을 반드시 사용할 필요는 없으리라 판단되었다.

표 7. 백합 ‘르네브’를 절화 재배시 토양중 처리된 참탄의 입자크기가 줄기생육 및 개화에 미치는 효과

참탄 입자 크기(mm)	초장 (cm)	엽수	화수	화폭 (cm)	줄기직경 (cm)	지상부 생체중(g)
1	33.6	32.8	1.4	15.6	0.7	23.68
5	32.7	33.8	1.8	15.3	0.6	30.12
10	30.5	32.4	1.8	15.6	0.6	26.60

표 8. 백합 '르네브'를 절화 재배시 토양중 처리된 참탄의 입자크기가 모구의 생장에 미치는 효과

참탄 입자 크기(mm)	모구중 (g)	모구직경 (cm)	뿌리중 (g)	형성된 자구수
1	31.9	4.7	4.76	0.9
5	31.4	4.7	4.97	0.1
10	29.8	4.5	4.19	0.1

표 9. 백합 '르네브'를 절화 재배시 토양중 처리된 목탄의 종류가 줄기생육 및 개화에 미치는 효과

목탄 종류	초장 (cm)	엽수	화수	화폭 (cm)	줄기직경 (cm)	생체중 (g)
참탄	33.6	32.4	1.8	16.3	0.6	28.08
죽탄	33.1	33.2	1.4	16.2	0.6	27.96
잡탄	34.8	32.5	1.4	16.0	0.6	26.34

표 10. 백합 '르네브'를 절화 재배시 토양중 처리된 목탄의 종류가 모구의 생장에 미치는 효과

목탄 종류	모구중 (g)	모구직경 (cm)	뿌리중 (g)	형성된 자구수
참탄	38.1	4.8	3.82	0.4
죽탄	35.1	4.8	3.63	0.3
잡탄	37.3	5.0	4.10	0.8

다) 목탄의 처리방법의 영향

1mm 입자의 참탄을 백합 구근에 묻혀 처리(도포처리)한 후 구근을 식재한 것과 5mm 입자의 참탄을 토양에 400g/m<sup>2</sup>을 처리(토양처리)하여 구근을 식재한 후 생육을 비교해 보았다. 표 11은 토양처리와 도포처리시 절화생육에 미치는 영향을 나타낸 것으로 처리간에 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 그리고 절화 후 모구의 생육과 자구의 생육상태를 조사해 본 결과(표 12), 자구의 생육에는 큰 차이가 없었으나 모구의 무게는 토양처리 24.3g보다 도포처리구에서 34.1g으로 더 높게 나타났다.

구근을 목초액에 침지 또는 도포처리가 절화 및 구근생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 13과 14에 나타나 있다. 목초액에 1시간 침지 및 도포처리는 절화 생육에 있어서 대조구와 별다른 차이가 없었으나, 구근생육은 1시간 침지 후 도포처리가 구중에 있어서 3.8g 더 무거웠다. 또한 목초액 4시간 침지 후 도포처리 시에는 절화의 초장이 3.4cm 더 컸고, 줄기직경은 0.07cm 더 길었고, 생체중은 5.2g 더 무거웠다. 또한 구근의 생육에 있어서도 4시간 침지 후 도포처리가 구근의 무게와 구들레에 있어서 가장 좋은 효과를 보여 주었다. 따라서 목탄을 처리하는 방법은 목초액에 구근을 4시간 정도 침지 후 1mm 목탄을 도포 후 식재하는 것이 가장 양호할 것으로 판단되었다.

표 11. 나팔나리 ‘조지아’ 절화재배시 목탄 처리방법에 따른 절화 생육에 미치는 영향

처리방법	초장(cm)	엽수	줄기직경(cm)	꽃수	생체중(g)
토양처리	69.6	38.5	0.79	1.3	57.6
도포처리	67.2	39.3	0.81	1.4	55.3

표 12. 나팔나리 '조지아' 절화재배시 목탄 처리방법에 따른 구 생육에 미치는 영향

처리방법	구중(g)	구둘레(cm)	분구수	자구수
토양처리	24.3	13.4	2.2	5.5
도포처리	34.1	15.6	2.3	4.0

표 13. 나팔나리 '조지아' 절화재배시 구근 목초액 침지와 목탄 도포처리가 절화 생육에 미치는 영향

처 리	초장(cm)	엽수	줄기직경(cm)	꽃수	생체중(g)
목초액 1시간 침지	70.0	36.4	0.68	1.1	49.3
목초액 1시간 침지 + 목탄 도포	66.0	35.8	0.67	1.1	43.2
목초액 4시간 침지	70.0	38.3	0.72	1.2	51.6
목초액 4시간 침지 + 목탄 도포	70.6	36.4	0.74	1.1	53.0

표 14. 나팔나리 '조지아' 절화재배시 구근 목초액 침지와 목탄 도포처리가 모구의 생육에 미치는 영향

처 리	구중(g)	구둘레 (cm)	분구수	자구수
목초액 1시간 침지	26.5	14.3	2.1	4.0
목초액 1시간 침지 + 목탄 도포	29.4	14.6	2.1	7.0
목초액 4시간 침지	30.4	14.8	2.2	8.7
목초액 4시간 침지 + 목탄 도포	31.2	15.0	2.1	6.0

라) 백합 아시아틱계통 절화재배에 있어서 목탄과 목초액의 처리의 영향

아시아틱 백합 4품종의 구근을 참탄이 처리된 토양에 식재하거나, 구근을 목초액에 침지한 후 참탄으로 도포처리하여 식재하였다. 4품종의 절화의 생육과 품질을 조사한 결과, 처리간에 별다른 차이가 없었다(표 15, 16, 17, 18).

표 15. 목탄과 목초액 처리가 아시아틱 백합 'Mona'의 절화재배시 절화 생육에 미치는 영향

처리 <sup>2</sup>	초장(cm)	엽수	줄기직경(cm)	생체중(g)	꽃수
1	88.2±0.8	89.1±2.2	0.62±0.01	54.9±5.1	4.6±0.1
2	87.4±0.3	86.9±1.0	0.62±0.00	51.2±6.0	4.6±0.1
3	88.3±1.0	89.6±1.2	0.62±0.01	50.9±2.9	4.7±0.1
4	87.8±0.9	86.7±1.6	0.59±0.01	48.1±2.6	4.5±0.3

<sup>2</sup>처리 1 : 대조구, 처리 2 : 목초액 1000배액 4ml을 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>을 토양에 처리, 처리3 : 구근을 식재 전에 목초액 1000배액에서 4시간 침지한 후 1mm 참탄에 도포처리, 처리 4 : 처리 2와 3을 병행하여 처리

표 16. 목탄과 목초액 처리가 아시아틱 백합 'Fabriano'의 절화재배시 절화 생육에 미치는 영향

처리 <sup>2</sup>	초장(cm)	엽수	줄기직경(cm)	생체중(g)	꽃수
1	101.3±0.8	133.5±3.1	0.94±0.02	102.9±2.9	6.7±0.1
2	101.6±2.5	126.0±4.6	0.91±0.02	103.0±6.1	6.7±0.1
3	101.8±2.2	128.5±0.9	0.91±0.01	102.0±5.5	6.4±0.3
4	104.6±1.5	129.6±3.1	0.92±0.01	98.6±2.0	6.6±0.2

<sup>2</sup>처리 : 표 15 참조



표 17. 목탄과 목초액 처리가 아시아틱 백합 'Elite'의 절화재배시 절화 생육에 미치는 영향

처리 <sup>z</sup>	초장(cm)	엽수	줄기직경(cm)	생체중(g)	꽃수
1	100.4±1.4	117.3±4.3	0.74±0.01	75.3±1.1	4.9±0.1
2	99.4±2.9	110.4±4.8	0.74±0.02	73.6±5.9	4.5±0.2
3	102.9±0.5	111.5±1.3	0.75±0.01	75.4±0.5	4.8±0.2
4	101.3±0.2	111.0±3.1	0.71±0.01	70.9±3.3	4.6±0.2

<sup>z</sup>처리 : 표 15 참조

표 18. 목탄과 목초액 처리가 아시아틱 백합 'Blue eye' 절화재배시 절화 생육에 미치는 영향

처리 <sup>z</sup>	초장(cm)	엽수	줄기직경(cm)	생체중(g)	꽃수
1	108.7±3.2	164.6±4.8	0.94±0.01	114.2±3.3	5.6±0.1
2	110.3±0.5	169.0±4.5	0.95±0.01	112.9±3.9	5.1±0.1
3	110.6±1.4	162.2±2.3	0.95±0.01	116.0±2.6	5.4±0.1
4	111.1±1.4	167.1±3.7	0.97±0.03	114.9±3.0	5.0±0.3

<sup>zz</sup>처리 : 표 15 참조

#### 마) 연작재배시 목탄의 효과

##### (1) 백합 2년차 재배농가에서의 실험

##### (가) 생육조사

2년간 백합 '조지아'를 재배하고 있는 농가의 토양에 목탄과 목초액을 처리하여 절화와 구근의 생육을 조사하였다. 목탄 200g에 1000배액 목초액을 0, 4, 8, 16, 32mL, 400g에 0, 8, 16, 32, 64mL 분무한 후 토양에 처리하여 구근을 식

재하였다. 목탄 400g을 처리했을 때에는 64mL의 목초액을 처리시 초장 및 줄기의 생육이 가장 좋았다. 200g 처리시에는 목초액 4mL 처리시 초장이 5.6cm 더 길어졌고, 생체중도 5.6g 더 무거웠다(표 19). 구근 생육에 있어서는 200g에 4 또는 16mL 처리시 대조구에 비해 구가 무거웠으나, 전반적으로 큰 차이는 없었다(표 20).

(나) 토양 화학성 및 전염성 미생물상의 변화 조사

① 목탄과 목초액 혼합처리에 따른 토양 화학성의 변화

백합을 2년간 재배한 토양에 목탄과 목초액을 처리하여 재배한 후 토양의 화학성 변화를 조하였다. 목탄과 목초액을 처리시에는 전반적으로 pH는 높아졌으며, 유기물 함량 및  $P_2O_5$  함량이 많아졌다. 또한 치환성 양이온중 K, Ca 함량이 많아졌고, 양이온 치환능력이 증가하였다. 그리고 전기전도도도 높아졌으며, 석회소요량은 감소하는 결과를 보여주었다(표 21).

표 19. 2년간 백합을 재배하고 있는 농가에서 나팔나리 '조지아' 절화재배시 목탄과 목초액 혼합처리가 절화 생육에 미치는 영향

처 리		초장 (cm)	엽수	줄기직경 (mm)	꽃수	생체중 (g)
목탄량(g)	목초액(ml)					
	대조구	59.6	38.3	5.34	1.2	56.3
200	0	63.3	38.5	4.89	1.2	55.8
	4	65.2	38.3	5.51	1.4	61.9
	8	63.1	39.2	5.12	1.4	55.1
	16	60.0	37.0	4.74	1.2	50.0
	32	60.8	37.6	4.61	1.3	50.0
400	0	63.7	39.2	5.32	1.2	55.7
	8	64.8	39.3	5.69	1.3	60.6
	16	64.4	38.4	5.11	1.2	53.7
	32	63.1	38.8	5.34	1.2	55.3
	64	65.8	40.1	5.74	1.3	60.5

표 20. 2년간 백합을 재배하고 있는 농가에서 나팔나리 '조지아' 절화재배시 목탄과 목초액 혼합처리가 구 생육에 미치는 영향

처 리		구중(g)	구둘레(cm)	분구수	자구수
목탄량(g)	목초액(ml)				
대조구		38.7	16.0	2.1	16.7
200	0	39.0	15.8	2.2	23.0
	4	41.7	16.0	2.2	13.3
	8	36.8	15.5	2.0	21.7
	16	42.8	16.1	2.0	22.7
400	32	40.8	15.6	2.1	4.3
	0	28.6	13.8	1.9	10
	8	34.8	15.3	2.2	12.7
	16	33.3	14.3	2.1	10.7
	32	33.3	14.8	2.1	3.0
	64	30.6	14.4	2.1	6.0

표 21. 2년간 백합을 재배하고 있는 농가에서 나팔나리 '조지아' 재배시 목탄과 목초액 혼합처리에 따른 토양 화학성의 변화

처 리		pH	OM (g/kg)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	치환성양이온 (cmol/kg)			CEC (cmol/ kg)	EC (dS/m)	석회 소요량 (kg/ 10a)
목탄량 (g)	목초액 (ml)				K	Ca	Mg			
대조구		5.99	15.8	70	0.54	6.05	1.44	11.77	0.066	163
200	0	6.19	16.4	133	0.48	7.13	1.31	11.55	0.062	65
	16	6.38	20.4	70	0.64	7.88	1.27	13.41	0.081	65
400	0	6.25	18.5	107	0.73	7.96	1.39	12.83	0.097	65
	32	6.14	20.5	146	0.63	7.48	1.38	13.34	0.085	65

② 목탄 입자크기에 따른 토양 화학성의 변화

참탄 1, 5, 10mm의 입자 크기별로 토양에 처리하여 재배한 후 토양의 화학성을 조사한 결과도 가)의 결과와 유사하였다(표 22).

③ 목탄 및 목초액의 처리에 따른 토양전염성 미생물상 변화조사

2년간 백합을 재배하고 있는 농가의 토양에 목탄과 목초액을 처리하여 '조지아'를 재배한 후 토양의 전염성 미생물상을 조사하였으나(표 23), 토양 전염성 미생물들은 전혀 검출되지 않아, 백합을 2년간 재배시 토양관리만 잘 한다면 연작피해는 전혀 나타나지 않으리라 판단되었다.

표 22. 2년간 백합을 재배하고 있는 농가에서 나팔나리 '조지아' 재배시 목탄 입자 크기에 따른 토양 이화학성의 변화

입자크기	pH	OM (g/kg)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	치환성양이온 (cmol/kg)			CEC (cmol/kg)	EC (dS/m)	석회 소요량 (kg/10a)
				K	Ca	Mg			
1mm	6.08	21.4	85	0.85	8.56	1.84	15.65	0.066	65
5mm	5.93	20.7	101	0.70	7.37	1.57	14.26	0.079	65
10mm	5.94	25.4	120	0.71	7.37	1.69	14.28	0.071	65

표 23. 2년간 백합을 재배하고 있는 농가에서 목탄과 목초액 혼합 처리에 따른 토양 전염성 병해충 발생상황

처 리		<i>Fusarium</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Phytophthora</i>	<i>Corticium</i>
목탄량 (g)	목초액 (ml)				
대조구		- <sup>z</sup>	-	-	-
200	0	-	-	-	-
	16	-	-	-	-
400	0	-	-	-	-
	32	-	-	-	-

<sup>z</sup>- : 발생하지 않았음

## (2) 백합 3년차 재배농가에서의 실험

백합을 3년간 재배하고 있는 농가의 비닐하우스 내의 토양에 목초액을 처리한 참탄을 혼합하여 나팔나리 ‘조지아’ 구근을 식재하여 질화재배를 한 결과는 표 24에 나타나 있다. 전반적으로 토양에 참탄을 혼합하여 처리했을 때 초장이 대조구보다 길어졌는데, 특히 1000배액의 목초액을 4mL 처리한 참탄 200g을 혼합했을때가 초장이 58.2cm로 가장 길었다. 또한 100배액의 목초액 4mL을 참탄 200g에 처리한 것과 100배액의 목초액 8mL을 참탄 400g에 처리한 것에서도 초장이 대조구보다 약 10cm 정도 더 길어 효과가 좋았다. 엽수와 꽃수에 있어서는 처리간에 별다른 차이는 없었다. 줄기직경도 참탄을 처리시 두꺼워졌는데, 목초액 1000배액을 8mL 처리한 참탄 400g을 토양에 혼합하거나 목초액 500배액을 4mL 처리한 참탄 200g을 토양에 혼합하여 구근을 식재시 줄기직경이 0.84cm로 대조구보다 0.1cm 정도 더 두꺼워졌으며, 통계적으로도 유의성이 인정되었다. 또한, 100배액의 목초액 4mL을 참탄 200g에 처리한 것과 100배액의 목초액 8mL을 참탄 400g에 처리한 것에서도 대조구보다 유의성 있게 두꺼워졌다. 질화의 생체중은 100배액의 목초액 4mL을 참탄 200g에 처리한 것과 100배액의 목초액 8mL을 참탄 400g에 처리한 것에서 61.1~61.9g으로 대조구보다 약 25% 증가하여, 가장 좋은 효과를 나타냈다. 전반적으로 목초액을 원액으로 처리한 것에서는 초장이 짧아지는 경향을 나타냈다. 따라서 3년간 재배한 통양에서는 100배액의 목초액 8mL을 목탄 400g/m<sup>2</sup>에 처리하여 토양에 혼합하는 것이 질화의 생육에 가장 적당하리라 판단된다. 이러한 결과는 나팔나리 ‘조지아’를 재배는 3년간 재배한 토양이 2년간 재배한 토양보다 전반적으로 살포한 목탄의 양이 더 많아야 하고, 목초액의 농도를 더 높여야 한다는 것을 의미한다.

질화 재배 후 모구를 비대시킨 다음, 모구 및 자구의 생육을 조사한 결과는 표 25에 나타나 있다. 목초액 500배액을 4mL을 참탄 200g에 처리한 것은 모구의 무게가 76.0g으로 가장 무거웠고, 구의 직경도 6.1cm로 가장 두꺼웠다. 구둘레는 목초액 1000배액을 8mL 처리한 참탄 400g을 혼합한 토양에서 재배시 가장 길었다. 분구수는 목탄과 목초액 처리시 많아지는 경향을 나타냈고, 자구수는 일정한 경향을 보여주지 않았다.

표 24. 3년간 백합을 재배하고 있는 농가에서 나팔나리 ‘조지아’ 절화 재배시 목탄과 목초액 처리가 절화생육에 미치는 영향

처리		초장(cm)	엽수	꽃수	줄기직경 (cm)	절화 생체중(g)
참탄(m <sup>2</sup> /당)	목초액					
0g	0mL	47.8±3.8	34.6±1.1	1.5±0.2	0.74±0.02	48.8±3.0
200g	0mL	53.4±0.6	33.8±0.1	1.4±0.1	0.77±0.01	52.2±1.3
200g	1000배액 4mL	58.2±1.5	33.7±0.3	1.3±0.1	0.78±0.00	53.4±0.2
400g	0mL	53.4±0.1	34.4±0.1	1.3±0.1	0.80±0.01	50.0±0.5
400g	1000배액 8mL	54.8±1.8	33.7±0.4	1.6±0.1	0.84±0.01	59.9±2.9
200g	500배액 4mL	53.2±4.1	33.5±0.9	1.4±0.2	0.84±0.01	56.4±4.9
400g	500배액 8mL	49.0±2.7	35.1±0.1	1.4±0.0	0.78±0.00	47.4±0.8
200g	100배액 4mL	56.8±1.7	34.4±0.1	1.6±0.1	0.83±0.02	61.1±1.7
400g	100배액 8mL	57.3±1.1	33.0±0.8	1.5±0.1	0.82±0.01	61.9±2.4
200g	원액 4mL	52.5±2.9	32.9±0.5	1.5±0.1	0.79±0.01	57.9±2.6
400g	원액 8mL	49.9±0.9	33.8±0.4	1.5±0.1	0.78±0.02	55.2±6.8

표 25. 3년간 백합을 재배하고 있는 농가에서 나팔나리 ‘조지아’ 절화 재배시 목탄과 목초액 처리가 모구 및 자구 생육에 미치는 영향

처리		구중(g)	구직경 (cm)	구둘레 (cm)	분구수	자구수
참탄(m <sup>2</sup> /당)	목초액					
0g	0mL	69.2±2.8	5.6±0.0	17.4±0.1	1.2±0.3	6.0
200g	0mL	68.2±5.6	5.9±0.1	17.7±0.5	2.0±0.1	6.3
200g	1000배액 4mL	65.3±0.1	5.9±0.1	17.3±0.1	2.0±0.1	8.7
400g	0mL	73.7±2.2	6.1±0.1	17.8±0.2	2.0±0.0	4.0
400g	1000배액 8mL	69.6±0.9	5.9±0.1	19.0±0.8	1.6±0.2	8.0
200g	500배액 4mL	76.0±1.6	6.1±0.0	17.9±0.0	1.9±0.0	8.0
400g	500배액 8mL	64.5±0.2	5.8±0.1	16.9±0.1	1.9±0.1	11.7
200g	100배액 4mL	66.9±1.9	5.9±0.0	17.6±0.1	2.0±0.0	4.7
400g	100배액 8mL	69.4±0.4	5.8±0.1	17.1±0.2	2.1±0.3	12.3
200g	원액 4mL	73.8±1.4	5.4±0.2	17.0±0.4	2.0±0.1	8.0
400g	원액 8mL	71.8±6.5	5.6±0.2	17.2±0.6	1.8±0.1	14.7

표 26은 3년간 재배한 토양에 목초액을 처리한 참탄을 혼합했을 때 토양의 화학성 변화를 보여주고 있다. 대조구의 pH는 5.34로 2년간 재배했을 때의 pH 5.99(표 21)보다 상당히 낮아졌고, EC는 약 10배 이상 높아진 것을 알 수 있었다. 따라서 1년 사이에 토양이 산성화 또는 연작장해가 나타나기 시작했음을 짐작할 수 있었다. 목탄과 목초액을 처리한 토양의 경우 전반적으로 pH가 대조구에 비해 높아졌는데, 2년간 재배했던 토양에 목탄 200~400g/m<sup>2</sup>을 처리시 pH가 6.19~6.25로 많이 높아졌었는데 비하여(표 21) 3년간 재배한 토양에서는 동일한 처리에서 pH가 5.43~5.86로 조금 높아지는데 그쳤다. 참탄의 처리량에 있어서는 200g 처리보다는 400g 처리시 pH가 더 높아지는 결과를 보여 주었다. 그러나 목초액의 처리량에 따라서는 일정한 경향이 나타나지 않았다. 전반적으로 참탄을 400g 처리시 다른 처리에 비하여 유기물의 함량, 가용성 인산 함량, 양이온 K, Ca, Mg의 치환능력이 높아졌다.

표 26. 나팔나리 '조지아'를 3년간 재배하고 있는 농가에서 절화 재배시 목탄과 목초액 혼합처리에 따른 토양 화학성의 변화

처리		pH (1:5)	OM (g/kg)	Ava. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. cation(cmol/kg)			CEC (cmol/kg)	EC (dS/m)
참탄(m <sup>2</sup> 당)	목초액				K	Ca	Mg		
0g	0mL	5.34	22.37	94	0.76	7.35	1.39	13.56	0.630
200g	0mL	5.43	22.73	93	0.62	7.53	1.33	13.77	0.670
200g	1000배액 4mL	5.50	16.53	66	0.49	7.62	1.30	13.04	0.603
400g	0mL	5.86	24.67	118	0.83	8.43	1.57	14.45	0.623
400g	1000배액 8mL	5.59	22.11	96	0.80	7.81	1.40	14.18	0.628
200g	원액 4mL	5.64	20.98	87	0.81	8.28	1.45	14.06	0.683
400g	원액 8mL	5.72	20.72	93	0.84	7.71	1.45	13.63	0.630

## 2) 백합의 구근생산에 미치는 목탄과 목초액의 효과 구명

### 가) 인편삼시 자구생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

백합 '시베리아' 구를 소독한 후 인편을 채취하였다. 유공비닐에서 인편삼을 실시하였는데, 유공비닐에 peatmoss를 채우고, 목탄을 peatmoss 부피당 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30%를 혼용한 후 채취한 인편을 섞어 삼목하여 3달 후 생육을 조사하였다. 구형성율이나 자구수 등에 있어서는 처리간에 큰 차이는 없었으나, 자구중에 있어서 목탄을 20% 처리시 가장 무거웠고, 뿌리수도 더 많은 결과를 나타냈다(표 27). 따라서 인편삼시 목탄을 처리하면 형성되는 자구가 더욱 충실하리라 사료된다.

목탄 10과 20%에 1000배로 희석된 목초액을 각각 0, 1, 2, 3, 4, 5%의 농도로 살포하여 peatmoss와 혼합한 후 인편삼을 하였는데, 전반적으로 큰 차이는 없으나, 목탄 10%에 목초액을 2% 살포하여 조제한 것을 peatmoss와 혼합하여 삼목용으로 이용한 처리가 가장 좋은 효과를 나타냈다. 특히 자구중과 자구직경은 대조구에 비해 29%와 54%가 증가한 것으로 나타났다(표 28). 이러한 결과는 표 9와 비교해보았을 때, 목탄 단용처리시보다 효과가 더 좋았으며, 백합 인편삼시 목탄에 목초액을 살포하여 삼목용토에 혼합하여 이용하는 것이 자구생산을 크게 증가시킬 수 있으리라 판단되었다.

표 27. 백합 '시베리아'를 유공비닐에서 인편삼시 목탄의 처리가 자구의 생장에 미치는 효과

목탄 처리량 (%)	자구 형성율(%)	자구수	자구중 (g)	자구직경 (cm)	뿌리수
대조구	50	1.1	0.23	0.7	1.1
5	36	1.1	0.24	0.8	1.2
10	42	1.1	0.30	0.8	1.7
15	39	1.2	0.34	0.9	2.2
20	52	1.2	0.44	0.9	2.1
25	48	1.1	0.34	0.8	1.0
30	43	1.0	0.32	0.8	1.0



표 28. 백합 ‘시베리아’를 유공비닐에서 인편삼시 목탄과 목초액 처리가 자구의 생장에 미치는 효과

처리 내용		자구	자구수	자구중	자구직경	뿌리수
목탄(%)	목초액(%)	형성율(%)		(g)	(cm)	
대조구		60	1.2	0.31	0.76	1.2
10	1	58	1.3	0.26	0.89	0.9
	2	63	1.4	0.40	1.17	1.5
	4	63	1.3	0.29	0.82	1.1
	8	48	1.3	0.24	0.86	1.2
	16	55	1.2	0.29	0.95	1.0
20	2	67	1.2	0.30	0.98	1.1
	4	50	1.3	0.23	0.87	1.1
	8	58	1.2	0.35	0.82	1.2
	16	47	1.2	0.34	0.78	1.2
	32	60	1.2	0.29	0.77	1.0

나) 절화구 생산에 미치는 목탄과 목초액의 영향

백합 구를 인편삼하여 생산된 자구를 0.5m<sup>2</sup>당 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300g의 참나무 목탄 5mm의 것을 처리한 토양에 식재하여 생육을 조사한 결과는 표 29에 나타나 있다. 전반적으로 처리간에 큰 차이는 없었으나, 300g 처리시 자구중과 자구직경이 가장 양호하였다. 0.5m<sup>2</sup>당 참나무 목탄 5mm의 것을 100g에 참나무 목초액 0, 2, 4, 8, 16, 32ml씩, 그리고 200g에 참나무 목초액 0, 4, 8, 16, 32, 64ml씩 처리하였다. 처리 후 백합 ‘시베리아’ 자구를 식재하여 생육을 조사하였는데, 처리간에 별다른 효과가 없는 것으로 나타났다(표 30).

다) 절화구 생산에 미치는 목탄의 종류 및 입자크기의 영향

참탄, 죽탄, 잡탄을 토양에 처리하여 나팔나리 ‘조지아’ 자구를 식재한 후 구근의 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 전반적으로 목탄의 종류에 따른 구근생육은 큰 차이가 없었으나, 잡탄에서 구중이 약간 무거운 것으로 나타났다(표 31). 참탄 1, 5, 10mm의 입자 크기의 것을 토양에 처리하여 자구를 식재한 후 구근의 생육을 조사하였는데, 전반적으로 1mm나 10mm보다는 5mm 입자의 처리에서 구 무게가 가장 무거웠다(표 32).

표 29. 백합 '시베리아' 자구를 이용한 절화구 생산시 토양 중 목탄의 처리가 구근의 생장에 미치는 효과

목 탄(g)	구중(g)	구직경(cm)
0	1.28	1.38
50	1.04	1.33
100	1.19	1.44
150	1.25	1.41
200	1.00	1.23
250	1.11	1.34
300	1.39	1.48

표 30. 백합 '시베리아' 자구를 이용한 절화구 생산시 토양 중 목탄과 목초액 처리가 구근의 생장에 미치는 효과

처리 내용		자구중 (g)	자구직경 (cm)
목탄 처리량 (g)	목초액 처리량 (ml)		
대조구		1.28	1.38
100	2	1.03	1.30
	4	0.93	1.37
	8	0.93	1.41
	16	0.85	1.29
	32	1.22	1.37
20	4	0.94	1.32
	8	1.21	1.36
	16	0.83	1.26
	32	0.90	1.24
	64	1.10	1.30

표 31. 나팔나리 ‘조지아’ 자구를 이용한 절화구 생산시 목탄 종류에 따른 구근 생육에 미치는 영향

목탄종류	구중(g)	구둘레(cm)	분구수	자구수
참 탄	29.7	13.2	1.3	12.8
죽 탄	31.0	13.0	1.4	9.5
잡 탄	33.0	13.8	1.4	13.8

표 32. 나팔나리 ‘조지아’ 자구를 이용한 절화구 생산시 참탄 입자크기에 따른 구근 생육에 미치는 영향

입자크기	구중(g)	구둘레(cm)	분구수	자구수
1mm	27.9	13.2	1.4	15.0
5mm	31.1	13.5	1.5	11.5
10mm	28.3	13.8	1.6	11.3

#### 라) 목탄의 처리방법의 영향

목탄과 목초액을 처리하는 방법에 따른 나팔나리 ‘조지아’ 자구의 비대와 절화구 생산에 미치는 영향을 조사하였다(표 33). 구중은 1000배액의 목초액을 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>를 토양에 처리(처리 1) + 목초액이 처리된 1mm 참탄에 자구를 도포처리(처리 3)한 것과 처리 1 + 목초액 100배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3에서 37.5g으로 가장 무거웠다. 구의 직경과 구둘레는 처리 4와 처리 10번에서 가장 컸다. 분구수는 처리간에 큰 차이가 없었으며, 자구수는 처리 4와 처리 10번이 가장 많았다. 절화 재배시에도 식재된 모구의 생육은 토양처리보다 도포처리가 더 좋았었는데, 자구를 식재시에도 동일한 결과를 보여주었다. 또한 자구를 목초액 1000배액으

로 4시간 침지한 후 도포처리는 절화재배시 절화의 생육과 모구의 생육에도 좋았었는데, 자구의 비대와 절화구 생산에도 효과적임을 알 수 있었다. 전반적으로 자구의 비대와 절화구 생산에는 목탄을 단순히 토양에 처리하기보다는 도포처리와 병행하거나, 자구를 식재전에 목초액에 4시간 동안 침지하여 도포한 후 식재하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

표 33. 목탄과 목초액 처리방법이 나팔나리 '조지아' 자구의 비대 및 절화구 생산에 미치는 영향

처리 <sup>2</sup>	구중(g)	구직경(cm)	구둘레(cm)	분구수	자구수
1	32.5±3.1	4.5±0.2	13.1±0.6	1.7±0.1	8.0
2	37.0±0.7	4.6±0.2	13.7±0.3	1.6±0.3	6.7
3	35.9±2.5	4.7±0.2	13.6±0.5	1.7±0.1	12.0
4	37.5±2.0	4.8±0.0	14.0±0.2	1.6±0.1	13.7
5	37.5±0.9	4.6±0.0	13.7±0.1	1.7±0.2	8.7
6	35.1±4.4	4.5±0.4	12.9±1.1	1.5±0.2	11.0
7	33.6±1.1	4.7±0.1	13.4±0.1	1.8±0.3	9.7
8	32.2±0.7	4.7±0.0	13.6±0.1	1.8±0.0	12.3
9	31.5±1.2	4.6±0.1	13.4±0.4	1.7±0.1	9.0
10	33.6±3.8	4.8±0.1	13.9±0.4	1.8±0.1	15.7

<sup>2</sup>처리1 : 1000배액 목초액을 스프레이한 참탄 200g/m<sup>2</sup>을 토양에 처리(토양처리), 처리 2 : 자구에 1mm 참탄을 도포처리(도포처리), 처리3 : 1mm 참탄 200g에 4mL 목초액이 처리된 것으로 자구 도포처리, 처리 4 : 처리 1 + 처리 3, 처리 5 : 처리 1 + 목초액 100배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3, 처리 6 : 처리 1 + 목초액 500배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3, 처리 7 : 처리 1 + 목초액 1000배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3, 처리 8 : 목초액 100배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3, 처리 9 : 목초액 500배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3, 처리 10 : 목초액 1000배액에 4시간 자구 침지 + 처리 3

마) 절화구 생산에 있어서 연작생산시 목탄의 영향

(1) 백합 2년차 재배농가에서의 실험

2년간 백합 ‘조지아’를 재배하고 있는 농가의 토양에 목탄과 목초액을 처리하여 절화와 구근의 생육을 조사하였다. 목탄 200g에 1000배액 목초액을 0, 4, 8, 16, 32mL, 400g에 0, 8, 16, 32, 64mL 분무한 후 토양에 처리하여 구근을 식재하였다. 목탄 400g에 목초액을 처리하여 자구를 식재시에는 대조구와 별다른 차이를 나타내지 않았다(표 34). 목탄 200g에 1000배액 목초액 4mL을 처리한 것에서는 구 무게나 구둘레가 대조구에 비해 양호한 것으로 나타났다.

표 34. 2년간 백합 ‘조지아’를 재배하고 있는 농가에서 목탄과 목초액 처리가 ‘조지아’ 자구의 비대 및 절화구생산에 미치는 영향

처 리		구중(g)	구둘레(cm)	분구수	자구수
목탄량(g)	목초액(ml)				
	대조구	34.9	14.8	2.0	19.3
200	0	36.3	15.0	1.5	15.7
	4	37.5	15.7	1.7	18.3
	8	33.0	14.0	1.5	20.0
	16	34.2	15.0	1.6	15.0
	32	34.7	14.7	1.6	17.0
400	0	28.1	12.8	1.5	15.0
	8	33.1	14.2	1.6	17.7
	16	27.0	12.0	1.5	14.3
	32	30.7	13.0	1.4	17.0
	64	34.2	14.1	1.7	13.3

(2) 백합 3년차 재배농가에서의 실험

백합을 3년간 재배하고 있는 농가에 목탄 200g과 400g에 1000, 500, 100배액과 원액의 목초액을 0, 4, 또는 8mL을 처리한 후 토양에 혼합하여 나팔나리 ‘조지아’ 자구를 식재하여 자구의 비대와 절화구 생산에 미치는 영향을 조사하였다

(표 35). 목탄 400g에 1000배액 목초액 8mL을 처리한 것과 목탄 200g에 500배액 목초액을 4mL 처리한 것을 토양에 혼합하여 자구를 생육시켰을 때 자구중이 가장 무거웠다. 구둘레는 목탄 200g에 500배액 목초액을 4mL 처리한 것을 토양에 혼합하여 자구를 생육시켰을 때 가장 컸다. 구직경과, 분구수에 있어서는 대조구와 별다른 차이가 없었으며, 자구수는 일정한 경향을 나타내지 않았다. 또한 목초액 원액을 처리한 것에서는 전반적으로 자구의 비대가 불량하여, 목탄에 목초액을 처리하여 이용시에는 반드시 원액은 피하는 것이 좋을 것으로 판단되었다. 2년간 백합을 재배했던 토양에서는 목탄 200g에 목초액 1000배액을 4mL 처리시 자구 비대와 절화구 생산에 가장 효과적이었는데, 3년간 재배한 토양에는 목탄 400g에 목초액 1000배액을 8mL 처리하던가, 아니면 목탄 200g에 목초액의 농도를 약간 높여 500배액 4mL 처리한 것을 토양에 혼합하는 것이 자구의 비대와 절화구 생산에 효과적일 것으로 판단되었다.

표 35. 3년간 백합 '조지아'를 재배하고 있는 농가에서 목탄과 목초액 처리가 '조지아' 자구의 비대 및 절화구생산에 미치는 영향

참탄 (m <sup>2</sup> 당)	목초액		구중 (g)	구직경 (cm)	구둘레 (cm)	분구수	자구 수
	희석배율	처리량					
0g		0mL	33.1±3.5	4.6±0.1	13.4±0.4	1.6±0.1	15.6
200g		0mL	38.4±1.1	4.7±0.1	13.8±0.3	1.5±0.0	4.0
200g	1000×	4mL	35.9±4.5	4.6±0.3	13.7±1.0	1.5±0.1	8.0
200g	500×	4mL	40.1±1.9	4.6±0.1	14.2±0.4	1.7±0.1	11.0
200g	100×	4mL	33.5±2.2	4.5±0.0	13.8±0.1	1.5±0.2	7.6
200g	1×	4mL	34.4±2.3	4.1±0.0	13.0±0.1	1.3±0.2	2.7
400g		0mL	34.5±3.6	4.5±0.1	13.2±0.4	1.8±0.1	12.3
400g	1000×	8mL	38.5±2.3	4.7±0.3	13.4±0.6	1.6±0.2	10.7
400g	500×	8mL	35.7±1.6	4.1±0.1	12.8±0.4	1.5±0.3	11.7
400g	100×	8mL	35.2±2.1	4.3±0.2	13.4±0.5	1.5±0.0	9.3
400g	1×	8mL	35.4±3.0	4.4±0.1	13.6±0.4	1.6±0.1	6.7

## 나. 절화국화 재배에 목탄과 목초액의 사용 기준설정

### 1) 목탄 처리량의 영향

국화 '신마'를 절화 재배시 목탄과 목초액처리가 생육 및 절화수명에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 36에 나타나 있다. 전반적으로 목탄과 목초액 처리는 줄기 직경, 생체중, 화경 및 절화수명에 있어서 대조구와 별다른 차이를 보여주지 않았다. 그러나, 초장의 경우 원액으로 처리된 목탄 600g/m<sup>2</sup> 처리시 대조구보다 약 3cm 정도 더 길었고, 엽수는 1000배액 목초액을 600g/m<sup>2</sup> 처리한 것에서 대조구보다 약 3장 정도 더 많았다.

국화 '신마'를 수확한 후 5℃에서 15, 30, 45일간 저장한 후 꺼내어 절화수명을 조사하였는데(표 37), 15일과 30일간 저장시에는 절화수명에 목탄과 목초액 처리 효과가 나타나지 않았다. 45일간 저장시에는 대조구의 절화수명이 2일이었는데, 목탄과 목초액을 처리한 것은 2.5~3.8일로 절화수명이 연장됨을 알 수 있었다. 특히, 목초액 1000배액으로 목탄 150g/m<sup>2</sup>에 처리한 것과 원액으로 300g/m<sup>2</sup> 처리한 것을 토양에 혼합하여 국화를 재배시에 45일간 저장하더라도 절화수명이 3.5~3.8일로 다른 처리에 비해 수명이 연장되었다.

표 36. 목탄 처리량과 목초액의 희석배율에 따른 처리가 국화 '신마'의 절화생육 및 절화수명에 미치는 영향

처 리		초장 (cm)	엽수	줄기직경 (cm)	생체중 (g)	화경 (cm)	절화수명 (일)
목탄 (g/m <sup>2</sup> )	목초액 희석배율						
대조구		63.1±2.2	30.6±0.0	0.52±0.01	34.0±1.0	10.2±0.1	21.7±0.4
150	원액	62.4±0.5	32.1±2.9	0.47±0.01	27.3±1.1	10.2±0.2	22.1±0.5
300	원액	62.4±2.0	32.6±3.2	0.45±0.00	26.6±0.6	10.3±0.2	21.6±0.4
600	원액	66.2±2.0	31.2±3.6	0.48±0.00	29.2±0.9	10.4±0.1	21.7±0.3
150	1000×	63.2±1.4	29.3±2.3	0.46±0.02	23.8±1.2	10.3±0.3	21.7±0.3
300	1000×	62.5±1.0	32.9±2.4	0.50±0.01	32.5±0.9	10.0±0.1	20.4±0.8
600	1000×	60.2±2.4	33.6±3.2	0.48±0.01	29.4±1.1	10.2±0.2	21.7±1.0

표 37. 목탄 처리량과 목초액의 희석배율에 따른 처리가 국화 '신마' 수확 후 5°C에  
서의 저장 기간에 따른 질화수명에 미치는 영향

처 리		5°C에서의 저장 기간		
목탄(g/m <sup>2</sup> )	목초액 희석배율	15일	30일	45일
	대조구	12.5	6.0	2.0
150	원액	12.5	6.0	2.0
300	원액	12.7	6.0	3.5
600	원액	12.4	6.5	3.3
150	1000×	12.5	6.0	3.8
300	1000×	12.2	5.1	3.1
600	1000×	12.0	6.0	2.5

또한 국화 '신마'를 수확한 후 목탄과 목초액 처리에 따른 토양의 물리성을 조사하였다. 대조구에 비해 목탄과 목초액을 처리한 토양에서는 전반적으로 토양수분함량이 높아지는 것으로 나타났다(표 38). 특히, 원액과 1000배액 목초액을 150g/m<sup>2</sup> 처리한 것에서 고상의 비율은 거의 변하지 않았으나, 액상의 비율이 높아졌고 기상의 비율이 상대적으로 감소하였다. 또한 목탄과 목초액을 처리시 용적밀도는 감소하였다.

국화 '신마'를 수확한 후 목탄과 목초액 처리에 따른 토양 화학성의 변화를 조사하였다. 토양 pH는 대조구보다 목탄과 목초액을 혼합했을 때 높아지는 경향을 나타냈으며, 원액의 목초액을 600g/m<sup>2</sup> 목탄에 처리한 것이 pH 7.25로 가장 높았다. 유기물의 함량도 1000배액의 목초액을 150g/m<sup>2</sup> 처리시 23.7g/kg으로 가장 많았고, 가용성 인산함량은 목초액 원액으로 목탄 300g/m<sup>2</sup>에 처리한 것이 가장 많았다. K와 Ca의 함량은 목탄과 목초액을 처리시 전반적으로 높아졌고, Mg은 목초액을 원액으로 처리했을 때에 높아지는 현상을 보여 주었다. 양이온 치환능력은 1000배액 목초액을 150g/m<sup>2</sup> 목탄에 처리시 가장 높았다. EC는 목탄과 목초액을 처리시 감소하였는데, 목탄의 양을 600g/m<sup>2</sup>로 처리시 크게 낮아져 목탄의 처리는 EC를 떨어뜨릴수



있는 방법으로 이용할 수 있음을 알 수 있었다.

본 실험에서 이용된 토양은 국화를 재배하여 5년째 되는 곳으로 토양 pH와 EC에는 별다른 문제가 없으나 1000배액의 목초액을 150g/m<sup>2</sup> 정도의 목탄에 처리하여 토양에 혼합한다면, 국화 재배시 생육에 좋은 효과를 나타낼 뿐만 아니라 차후 문제시될 연작장해에 대비할 수 있으리라 생각된다.

표 38. 목탄 처리량과 목초액의 희석배율에 따른 처리가 국화 ‘신마’ 재배시 토양 물리성의 변화

처 리		토양수분 함량(%)	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	토양3상(%)			공극율
목탄 (g/m <sup>2</sup> )	목초액 희석배율			고상	액상	기상	
대조구		14.8	1.56	55.1	21.6	23.3	44.9
150	원액	17.6	1.45	54.7	25.7	19.6	45.3
300	원액	15.8	1.42	53.7	22.4	23.9	46.3
600	원액	16.3	1.41	53.2	22.8	24.0	46.8
150	1000×	17.9	1.44	54.4	25.6	20.0	45.6
300	1000×	16.1	1.48	55.7	23.9	20.4	44.3
600	1000×	17.2	1.46	55.0	25.2	19.8	45.0

표 39. 목탄 처리량과 목초액의 희석배율에 따른 처리가 국화 ‘신마’ 재배시 토양 화학성의 변화

처 리		pH (1:5)	OM (g/kg)	Ava. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. cation(cmol/kg)			CEC (cmol/kg)	EC (dS/m)
목탄 (g/m <sup>2</sup> )	목초액 희석배율				K	Ca	Mg		
대조구		6.86	21.20	328	1.05	6.46	3.36	13.28	0.283
150	원액	7.13	21.81	311	1.07	6.77	3.76	14.12	0.254
300	원액	7.16	22.28	419	1.13	7.61	3.51	13.78	0.280
600	원액	7.25	23.03	340	1.09	7.35	3.38	13.79	0.231
150	1000×	7.09	23.69	298	1.11	7.74	3.33	15.87	0.276
300	1000×	6.97	21.00	367	1.08	6.50	3.14	13.25	0.228
600	1000×	7.08	20.92	356	1.15	6.88	3.19	13.52	0.247

## 2) 목탄 처리방법의 영향

목탄 처리방법에 따른 국화 '신마' 절화의 생육 및 수명에 미치는 영향은 표 40에 나타나 있다. 도포처리와 토양처리 간에 절화 생육 및 수명에는 별다른 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 수확 후 5℃에서 15, 30, 45일간 저장한 후 절화수명을 조사하였으나, 목탄 처리방법에 따른 절화수명에는 차이가 없었다 (표 41).

표 40. 목탄 도포 및 토양 처리가 국화 '신마'의 절화 생육에 미치는 영향

처리방법	초장 (cm)	엽수	줄기직경 (cm)	생체중 (g)	화경 (cm)	절화수명 (일)
도포처리	60.7±1.6	29.4±0.8	0.51±1.6	32.3±1.6	10.5±0.1	22.0±0.4
도포처리+토양처리	61.8±1.9	29.4±0.8	0.50±1.8	32.2±1.8	11.1±0.1	21.7±0.3

표 41. 목탄 도포 및 토양처리가 국화 '신마' 수확 후 5℃에서의 저장 기간에 따른 절화수명에 미치는 영향

처리방법	5℃에서의 저장 기간		
	15일	30일	45일
도포처리	12.4	6.0	2.0
도포처리+토양처리	13.3	6.0	2.0

## 3) 목초액 처리농도의 영향

목초액은 장기간에 걸친 농약 투여와 연작장해 대책이나 토양 병충해 발생 억제에 위해 사용되고 있다. 토양에 살포할 때는 목탄과 함께 쓰는 것이 바람직하지만, 목초액을 진한 배율로 하여 단용으로 사용하는 것도 효과적이다. 토양에 살포시에는 묘를 정식하기 1주일 전이 50~100배액으로 희석하여 사용하는 것이 적당하다.

본 실험에서 목초액을 0, 50, 100, 200배로 희석하여 토양에 살포하여 국화 '신마'를 재배하였는데, 200배액의 농도로 희석하여 토양에 살포 한 것이 초장과 생체중에 있어서 가장 좋은 효과를 나타냈다(표 42). 이러한 결과는 본 실험을 실시한 농가의 토양이 연작장해가 심한 편이 아니기 때문인 것으로 판단되며, 이러한 토양에는 목초액의 농도를 낮게하여 처리하는 것이 바람직하다고 생각된다.

표 42. 토양 중에 목초액 처리가 국화 '신마'의 절화 생육에 미치는 영향

목초액 희석배액	초장 (cm)	엽수	줄기직경 (cm)	생체중 (g)	화경 (cm)	절화수명 (일)
대조구	66.0±0.9	36.9±0.4	0.45±0.01	25.3±0.3	10.4±0.6	22.4±0.3
50×	65.9±0.6	40.8±0.4	0.46±0.01	31.0±1.6	9.6±0.2	23.7±1.0
100×	67.4±1.0	38.0±0.3	0.45±0.01	28.6±0.5	10.0±0.2	22.5±0.7
200×	67.6±1.7	40.4±0.8	0.47±0.01	31.7±2.5	10.1±0.2	20.7±0.4

목초액을 0, 50, 100, 200배액으로 희석하여 토양에 처리한 후 국화 '신마'를 재배한 후 수확하여 5℃에서 15, 30, 45일간 저장한 후 꺼내어 절화수명을 조사한 결과, 저장기간에 따른 절화수명에는 별다른 차이가 없었다(표 43).

표 43. 토양 중 목초액 처리가 국화 '신마' 수확 후 5℃에서의 저장 기간에 따른 절화수명에 미치는 영향

목초액 희석배액	5℃에서의 저장 기간		
	15일	30일	45일
대조구	12.0	9.1	3.8
50×	12.5	8.7	3.8
100×	12.4	9.1	3.5
200×	12.2	9.6	3.8

## 다. 백합의 절화와 구근생산 및 절화국화 재배에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준설정

### 1) 백합의 절화 생산에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준 설정 (표 44)

① 백합 '르네브' 절화 재배시 1000배액의 목초액을 4mL 처리한 목탄 200g/m<sup>2</sup>를 토양에 혼합했을 때, 초장, 엽수, 지상부 생체중 등 절화의 생육이 양호하였고, 또한 수확후 모구의 생육도 가장 좋았다.

② 백합 '르네브' 절화 재배시 목탄 입자는 5mm의 굵기의 것이 10mm나 1mm 목탄보다 줄기의 생육과 개화에 효과적이었고, 참탄, 잡탄, 죽탄등 목탄의 수종에 따라서는 백합의 생육과 개화는 차이가 없었다.

③ 목탄의 도포처리는 나팔나리 '조지아' 절화 재배시 토양처리보다 모구의 생육상태는 좋았으나, 절화의 생육과 개화에는 별다른 차이가 없었다. 그러나 구근을 1000배액 목초액에 4시간 침지 후 1mm 목탄으로 도포처리하여 식재시에는 대조구에 비해 초장, 줄기직경, 생체중, 및 모구의 무게가 크게 증가하였다.

④ 2년 동안 백합을 연작 재배한 토양에는 1000배액 목초액 4mL을 목탄 200g/m<sup>2</sup>에 처리한 후 토양에 살포하여 나팔나리 '조지아'를 재배하는 것이 절화와 모구의 생육에 가장 적절하였다.

⑤ 3년 동안 백합을 연작 재배한 토양에는 100배액의 목초액 8mL을 목탄 400g/m<sup>2</sup>에 처리한 후 토양에 살포하여 나팔나리 '조지아'를 재배하는 것이 절화의 생육에 가장 적절하였고, 500배액의 목초액 4mL을 목탄 200g/m<sup>2</sup>에 처리한 것은 모구의 생육을 좋게 하였다.

### 2) 백합의 구근 생산에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준 설정(표 45)

① 백합 '시베리아' 인편삼시 peatmoss 1L당 목탄 0.2L 또는 1000배액 목초액 4mL이 처리된 목탄 0.2L를 혼합했을 때, 자구형성율, 자구무게, 자구직경이 대조구보다 증가하였다.

② 자구를 비대 시키기 위해서는 목탄을 단독으로 토양에 살포하는 것보다는 목초액이 처리된 목탄을 도포처리하는 것과 병행하여 실시하는 것이 좋았다. 또

한 자구를 1000배액의 목초액에 4시간 침지한 후 목탄으로 도포처리하여 식재하는 것도 자구의 생육에 효과적이었다.

③ 2년 동안 백합을 연작 재배한 토양에는 1000배액 목초액 4mL을 목탄 200g/m<sup>2</sup>에 처리하여 토양에 살포했을 때, 나팔나리 ‘조지아’ 자구의 비대가 촉진되어 구무게나 둘레가 크게 증가하였다.

④ 3년 동안 백합을 연작 재배한 토양에는 500배액의 목초액 4mL을 200g/m<sup>2</sup>의 목탄에 처리한 후 살포하거나 또는 1000배액의 목초액 8mL을 400g/m<sup>2</sup>의 목탄에 처리한 후 토양에 살포하여 나팔나리 ‘조지아’ 자구를 식재하는 것이 절화구 생산에 가장 효과적이었다.

표 44. 백합의 절화 생산에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준

목적	연작정도	목탄과 목초액 처리조건	비고
절화 생산용	재배 1~2년	① 1000배액 목초액 12mL 처리된 목탄 600g/평-->토양살포 ② 구근을 1000배액 목초액에 4시간 침지 후 1mm 목탄으로 도포처리하여 식재	① 참탄 5mm입자 참나무 목초액 ② 참탄 1mm 입자 참나무 목초액
절화 및 구근양성용	재배 1~2년	위와 동일	위와 동일
절화 생산용	재배 3년 이상	① 100배액 목초액 24mL 처리된 목탄 1.2kg/평-->토양살포 ② 구근을 1000배액 목초액에 4시간 침지 후 1mm 목탄으로 도포처리하여 식재	위와 동일
절화 및 구근양성용	재배 3년 이상	① 500배액 목초액 12mL 처리된 목탄 600g/평-->토양살포 ② 구근을 1000배액 목초액에 4시간 침지 후 1mm 목탄으로 도포처리하여 식재	위와 동일

표 45. 백합의 인편번식 및 절화구 생산에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준

목적	연작정도	목탄과 목초액 처리조건	비고
인편번식용		peatmoss 1L당 1000배액 목초액 4mL 처리된 목탄 0.2L 혼합	참탄 5mm입자 참나무 목초액 이용
절화구 생산용	재배 1~2년	① 1000배액 목초액 12mL 처리된 목탄 600g/평-->토양살포 ② 자구를 1000배액 목초액에 4시간 침지 후 1mm 목탄으로 도포처리 + ①번	① 참탄 5mm입자 참나무 목초액 ② 참탄 1mm입자 참탄 5mm입자 참나무 목초액
	재배 3년 이상	① 500배액 목초액 12mL 처리된 목탄 600g/평-->토양살포 ② 1000배액 목초액 24mL 처리된 1.2kg/평-->토양살포 ③ 자구를 1000배액 목초액에 4시간 침지 후 1mm 목탄으로 도포처리 + ①번	① 참탄 5mm입자 참나무 목초액 ② 참탄 5mm입자 참나무 목초액 ③ 참탄 1mm입자 참탄 5mm입자 참나무 목초액

3) 국화 절화 재배에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준 설정(표 46)

① 5년간 국화 연작 재배한 토양에 국화 '신마'를 절화 재배하였는데, 목탄과 목초액 처리시 절화의 생육과 수명에는 별다른 효과가 없었다.

② 토양의 화학성을 조사한 결과 1000배액 목초액으로 처리된 목탄을 150g/m<sup>2</sup>을 토양에 살포시 토양의 유기물 함량, 양이온치환용량, Ca 함량이 높아져 토양 화학성이 증진되었다.

표 46. 국화 절화 재배에 적합한 목탄과 목초액 사용 기준

목적	연작정도	목탄과 목초액 처리조건	비고
절화 재배용	5년	1000배액 목초액이 처리된 목탄 450g/평-->토양살포	참탄 5mm입자 참나무 목초액 이용

### 제 3 절 목탄의 시용기술 및 토양개량효과 구명

#### 1. 서 언

목탄은 목재를 구성하는 여러가지 유기화합물을 열분해시켜 다른 물질로 만드는 화학적 변화과정에서 얻어지는 물질의 하나로 친환경농업에 매우 유용한 농자재중의 하나이다. 목탄은 비중이 1.4~1.9이며 pH는 8~9로서 토양산도 조절제로 이용되고 다공질로서 내부 표면적이 200~400m<sup>2</sup>/g으로 넓으며 800m<sup>2</sup>/g이상의 것을 활성탄으로 분류하고 있다. 탄소순도가 80~90%로 높으며 매우 큰 반응성과 강한 흡착성, 보습성, 통기성, 투수성등 토양의 물리성 개량에 적합한 특성을 지니고 있다. 또한 강한 흡착성으로 인하여 암모니아, 아민과 같은 염기성 물질과 황화수소를 잘 흡착하며 토양중의 미량 무기양분을 잘 보존하고 미세공극을 많이 갖고 있어 식물에 유용한 토양 미생물 담체로 작용하므로 미생물 번식처로 활용되며 토양온도 보존과 제설제로 이용되기도 한다. 이와같은 성질을 갖는 목탄을 토양에 시용하였을 경우 토양의 물리적, 화학적 성질의 변화 및 미생물 서식환경을 조성하고 토양에 첨가했을 때 투수성을 증가시킨다. 공기를 함유한 물의 이동으로 근계가 활성화 되며 pH가 높게 되고 염기류가 증가된다고 하였으며 토양의 물리적, 화학적 성질을 좋게하여 종자의 발아 및 생육을 촉진시킨다고 하였다. 이를 인식한 농민들과 환경단체 및 지방 자치단체에서 친환경농업 자재로 토양개량, 작물생산, 특히 원예작물 재배에 적극적으로 도입하고 권장하는 추세이다. 이미 일본에서는 1985년에 토양개량제로 지정하여 사용해 오고 있으며 선진국에서는 목질 탄화물을 이용한 토양개량제를 개발하고 그 용이 차, 감귤 및 시설원예에 있어서 작물의 생육, 양분의 흡수 및 근권 토양의 물리 화학적 효과를 검토하고 유효한 이용법을 확립하는 단계에 이르고 있으며 다각적인 용도 개발에 주력하여 토양개량제는 물론 수질 정화제, 미생물 부활제, 조습제, 탈취제, 살균제, 살충 및 기피제등 많은 연구가 진행되고 있다. 반면 우리나라에서는 목질 탄화물의 생산성 향상, 잔디밭, 고추밭, 인삼밭에서의 시용 효과, 가축사료 첨가 효과등 목탄에 관한 연구는 미약하다. 전국토의 65%에 달하는 산림면적을 갖고 있는 우리나라는 1972년에 시작된 제1,2차 치산녹화 10개년 계획의 성공적인 수행으로

산림도 이제 푸르른 제모습을 되찾게 되었고 산림에서 나오는 간벌재나 불량목, 임산 폐잔재의 활용을 통한 농산촌의 소득향상에도 기여할 수 있는 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 목재를 탄화하는 과정에서 생산되는 목탄의 양과재배 토양에서의 적정 사용량, 토양개량용 목탄의 적정 입자크기, 토양개량용 목탄제조에 적합한 원료 수종 선발 및 토양개량 효과를 구명하기 위하여 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 목탄의 적정사용량 및 토양개량효과 구명

#### 1) 공시작물 및 토양

공시작물은 양파이며 무안중묘영농조합법인에서 교배육종한 중만생종의 담로중갑품종이고 공시토양은 전남 나주시 산포면에 위치한 전남농업기술원 구내의 전작시험포장으로 연곡통의 식양토로서 시험전 토양의 화학성은 표 1과 같이 토양 pH는 6.8, 토양 유기물 함량 13.1g/kg, 유효 인산함량 202mg/kg, 양이온 치환용량 14.0c mol/kg의 보통밭이었다.

Table 1. Chemical properties of soil used in the experiment.

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ava.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	Ex. cation(cmol <sup>+</sup> /kg)		
					K	Ca	Mg
6.8	0.135	13.1	202	14.0	0.65	7.2	2.2

#### 2) 처리내용

처리에는 참나무를 원료로 하여 만든 목탄을 10a당 무처리(관행), 300kg, 500kg, 1,000kg, 1,500kg, 2,000kg사용의 6처리 난괴법 3반복으로 하였으며 한 시험구의 면적은 36m<sup>2</sup>(3.4m×10.6m)로 하였다. 재배방법은 양파종자를 9월 27일에 묘상을 설



치하고 산과하여 50일간 육묘한 표 2와 같은 소질을 갖은 양파묘를 인근농가로부터 구입하여 11월 17일에 이랑나비 180cm, 줄간격 16cm, 주간격 10cm의 백색투명 유공비닐을 멀칭하고 정식하였다. 10a당 시비량은 질소 24kg, 인산 7.7kg, 가리 15.4kg, 퇴비 2,000kg였으며 이중 N 50%, P 100%, K 40%, 퇴비 100%를 밑거름으로 사용하고 나머지 N 50%와 K 60%는 2월 중순과 3월 상순 2회 웃거름으로 분시하였는데 질소는 요소, 인산은 용성인비, 가리는 염화가리로 하였다. 기타 재배관리는 농촌진흥청 표 준경종법에 준하여 관리하였다.

Table 2. Characteristics of the onion seedling.

Plant height (cm)	No. of leaves	Weight of plant (g)	Stem diameter (mm)	No. of roots	Root height (cm)
28.5	3.6	4.28	6.3	7.8	6.2

### 3) 조사내용

풍건시킨 토양의 화학성 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(1988)에 따라 분석하였다. 토양 pH는 토양과 물의 비율을 1: 5로 하여 초자전극으로 측정하였고 유기물 함량은 Walkely-Black법으로 풍건토 0.5g에 1N-중크롬산칼리용액 10ml와 농황산 20ml를 가한후 0.2N-황산제일철암모늄용액으로 적정하였다. 유효 인산함량은 Lancaster법으로 풍건토 5g에 20ml의 침출액을 가하여 10분간 진탕한 후 여과하고 폴리브덴산암모늄황산희석혼합액(조작액)과 1-Amino-2-Naphtol-4-Sulfonic acid를 혼합한 후 발색제를 가하고 30분후에 720nm에서 측정하였다. 치환성 양이온은 풍건토 5g을 1N-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>(pH 7.0)용액 50ml를 가하고 30분 진탕후 각 양이온을 원자흡광분석기로 측정하였다. 양이온 치환용량은 1N-Ammonium acetate(pH 7.0)침출법으로 1N-NH<sub>4</sub>OAC로 포화시킨후 pH 7.0으로 조절한 80%의 C<sub>2</sub>O<sub>5</sub>OH로 세척후 Kjeldahal증류법으로 측정하였다. 토양의 물리성인 용적밀도, 토양 3상의 분포 및 공극율 조사는 Core로 토양을 채취하여 건토중량법으로 측정하였고 목탄의 입자크기별 분포는 각 크기의 체를 체별기 위에 고정시키고 50g의 시료를 체 위에 올려 놓고

체별하여 칭량하였다. 양파의 생육 및 수량 구성요소, 수량은 농촌진흥청 농사시험연 구조사기준(1997)에 의하였다.

#### 4) 경제성 분석

토양개량을 위하여 목탄을 사용하고 양파를 재배하였을 때 양파 수량과의 경제성 분석시 조수입은 서울 가락동 도매시장에서의 2000년 6월 양파의 평균 거래 가격(6,890원/20kg)을 적용하였으며 경영비는 농촌진흥청의 2000년 농축산물 표준소득자료집의 양파재배 경영비 485천원, 목탄의 소비자 거래가격(9천원/10kg)을 기준으로 산정하였다.

### 나. 토양개량용 목탄의 적정 입자크기 구명

#### 1) 공시작물 및 토양

공시작물은 양파이며 무안중묘영농조합법인에서 교배육종한 중만생종의 담료중갑품종이고 공시토양은 전남 나주시 산포면에 위치한 전남농업기술원 구내의 전작시험포장으로 연곡통의 식양토로서 시험전 토양의 화학성은 표 3과 같이 토양 pH는 6.8, 토양 유기물 함량 13.1g/kg, 유효 인산함량 202mg/kg, 양이온 치환용량 14.0cmol/kg의 보통밭이었다.

Table 3. Chemical properties of soil used in the experiment.

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	Ex. cation(cmol/kg)		
					K	Ca	Mg
6.8	0.135	13.1	202	14.0	0.65	7.2	2.2

#### 2) 처리내용

참나무를 원료로 하여 만든 목탄 1mm이하, 5mm, 10mm크기의 목탄과 소나무를 원료로 하여 만든 목탄 1mm이하, 5mm, 10mm크기의 목탄을 10a당 500kg수준으로 사용

한 6처리 난괴법 3반복으로 처리하였으며 한 시험구의 면적은 36m<sup>2</sup>(3.4m×10.6m)로 하였다. 재배방법은 양파종자를 9월 21일에 묘상을 설치하고 산파하여 60여일간 육묘한 표 4와 같은 소질을 갖은 양파묘를 11월 24일에 이랑나비 180cm, 줄간격 16cm, 주간격 10cm의 백색투명 유공비닐을 멀칭하고 정식하였다. 10a당 시비량은 질소 24kg, 인산 7.7kg, 가리 15.4kg, 퇴비 2,000kg였으며 이중 N 50%, P 100%, K 40%, 퇴비 100%를 밑거름으로 사용하고 나머지 N 50%와 K 60%는 2월중순과 3월상순 2회 웃거름으로 분시하였는데 질소는 요소, 인산은 용성인비, 가리는 염화가리로 하였다. 기타 재배관리는 농촌진흥청 표준경종법에 준하여 관리하였다.

Table 4. Characteristics of the onion seedling.

Plant height (cm)	No. of leaves	Weight of plant (g)	Stem diameter(mm)	No.of roots	Root height(cm)
29.2	4.1	4.65	6.5	8.3	6.8

### 3) 조사내용

풍건시킨 토양시료의 화학성 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법('88)에 따라 분석하였다. 토양 pH는 토양과 물의 비율을 1: 5로 하여 초자전극으로 측정하였고 유기물 함량은 Walkely-Black법으로 풍건토 0.5g에 1N-중크롬산칼리용액 10ml와 농황산 20ml를 가한 후 0.2N-황산제일철암모늄용액으로 적정하였다. 유효 인산함량은 Lancaster법으로 풍건토 5g에 20ml의 침출액을 가하여 10분간 진탕한 후 여과하고 몰리브덴산암모늄황산회색혼합액(조작액)과 1-Amino-2-Naphtol-4-Sulfonic acid를 혼합한 후 발색제를 가하고 30분후에 720nm에서 측정하였다. 치환성 양이온은 풍건토 5g을 1N-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>(pH 7.0)용액 50ml를 가하고 30분 진탕후 각 양이온을 원자흡광분석기로 측정하였다. 양이온 치환용량은 1N-Ammonium acetate(pH 7.0)침출법으로 1N-NH<sub>4</sub>OAC로 포화시킨후 pH 7.0으로 조절한 80%의 C<sub>2</sub>O<sub>5</sub>OH로 세척후 Kjeldahal증류법으로 측정하였다. 토양의 물리성인 용적밀도, 토양 3상의 분포 및 공극을 조사는 Core로 토양을 채취하여 건토중량법으로 측정하였다. 목탄의 성분 분석은 pH는 초자전극법으로 측정하였으며 무기성분은 목탄 0.5g을 전열관위에서

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 와 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 습식분해하여 T-N은 Kjeldahl법으로, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는Vanadate법으로, K<sub>2</sub>O 및 CaO, MgO는 원자흡광분석기(AAS;Atomic Absorption Spectrophotometer)로 Cu, Fe, Mn, Zn등은 ICP로 분석하였다. 토양 미생물의 분석은 채취한 습윤토양 30g을 70ml의 무균수로 1차 희석액을 만들고 1차 희석액에서 10ml를 취하여 무균수 90ml로 2차 희석액을 만들었다. 이와 같은 조작을 반복하여 6차 희석액까지 만들어 각각 희석액 1ml를 취하여 접종하였는데 세균 및 방선균은 Egg albumin agar배지에서 28℃로, 사상균은 Martin씨의 Rosebengal agar배지에서 25℃의 항온기에 배양한 다음 희석평판법(농촌진흥청, 1988)에 의하여 미생물 취락수를 계산하였다. 토양 전염성 병해충 조사는 이병주율 및 피해주율로 조사하였으며 발생정도를 이병주율 및 피해주율 0%를 무, 10%이하를 소, 10~30%를 중, 30~50%를 다, 50%이상을 심으로 표현하였다. 양파의 생육 및 수량구성요소, 수량은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(1997)에 의하였다.

#### 다. 토양개광용 목탄제조에 적합한 원료수종 선발

##### 1) 공시작물 및 토양

공시작물은 양파이며 무안중묘영농조합법인에서 교배육종한 중만생종의 담로중갑품종이고 공시토양은 전남 나주시 산포면에 위치한 전남농업기술원 구내의 전작시험포장의 연곡 식양토로서 시험전 토양의 화학성은 표 5와 같이 토양 pH는 5.8, 토양 유기물 함량 14.9g/kg, 유효 인산함량 174mg/kg, 양이온 치환용량 13.7cmol/kg의 보통밭이었다.

Table 5. Chemical properties of soil used in the experiment.

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ava.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	Exc. cation(cmol <sup>+</sup> /kg)		
					K	Ca	Mg
5.8	0.284	14.9	174	13.7	1.00	6.9	2.1

## 2) 처리내용

처리는 무처리(관행)과 참나무, 소나무, 대나무, 활엽수 수피, 코코넛 피트를 원료 수종으로 하여 만든 목탄을 각각 10a당 500kg수준 사용한 6처리 난괴법 3반복으로 하였으며 한 시험구의 면적은 36m<sup>2</sup>(3.4m×10.6m)로 하였다. 재배방법은 양파종을 8월 27일에 묘상을 설치하고 산파하여 75여일간 육묘한 표 6과 같은 소질을 갖은 양파묘를 11월 14일에 이랑나비 180cm, 줄간격 16cm, 주간격 10cm의 백색투명 유공비닐을 멀칭하고 정식하였다. 10a당 시비량은 질소 24kg, 인산 7.7kg, 가리 15.4kg, 퇴비 2,000kg였으며 이중 N 50%, P 100%, K 40%, 퇴비 100%를 밑거름으로 사용하고 나머지 N 50%와 K 60%는 2월중순과 3월상순 2회 웃거름으로 분시하였는데 질소는 요소, 인산은 용성인비, 가리는 염화가리로 하였다. 기타 재배관리는 농촌진흥청 표준경종법에 준하여 관리하였다.

Table 6. Characteristics of the onion seedling.

Plant height (cm)	No. of leaves	Weight of plant (g)	Stem diameter(mm)	No.of roots	Root height (cm)
29.2	4.1	4.65	6.5	8.3	6.8

## 3) 조사내용

풍건시킨 토양시료의 화학성 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(1988)에 따라 분석하였다. 토양 pH는 토양과 물의 비율을 1: 5로 하여 초자전극으로 측정하였고 유기물 함량은 Walkely-Black법으로 풍건토 0.5g에 1N-중크롬산칼리용액 10ml와 농황산 20ml를 가한 후 0.2N-황산제일철암모늄용액으로 적정하였다. 유효 인산함량은 Lancaster법으로 풍건토 5g에 20ml의 침출액을 가하여 10분간 진탕한 후 여과하고 몰리브덴산암모늄황산희석혼합액(조작액)과 1-Amino-2-Naphtol-4-Sulfonic acid를 혼합한 후 발색제를 가하고 30분후에 720nm에서 측정하였다. 치환성 양이온은 풍건토 5g을 1N-CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>(pH 7.0)용액 50ml를 가하고 30분 진탕후 각 양이온을 원자흡광분석기(AAS)로 측정하였다. 양이온 치환용량은 1N-Ammonium acetate(pH 7.0)침출법으로 1N-NH<sub>4</sub>OAC로 포화시킨 후 pH 7.0으로 조절한 80%의 C<sub>2</sub>O<sub>5</sub>OH로

세척하고 Kjeldahl증류법으로 측정하였다. 토양의 물리성인 용적밀도, 토양 3상의 분포 및 공극율 조사는 Core로 토양을 채취하여 건토중량법으로 측정하였다. 목탄의 입자크기별 분포는 각 크기의 체를 체별기 위에 고정시키고 50g의 시료를 체 위에 올려 놓고 체별하여 칭량하였으며 목탄의 성분 분석은 pH는 초자전극법으로 측정하였으며 무기성분은 목탄 0.5g을 전열판위에서  $H_2O_2$  와  $H_2SO_4$ 로 습식분해하여 T-N은 Kjeldahl법으로,  $P_2O_5$ 는 Vanadate법으로,  $K_2O$  및  $CaO$ ,  $MgO$ 는 AAS(Atomic Absorption Spectrophotometer, PERKIN-ELMER)로  $Cu$ ,  $Fe$ ,  $Mn$ ,  $Zn$ 등은 ICP(SPECTRO)로 분석하였다. 시험에 사용한 목탄의 현미경 사진은 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, JEOL)을 사용하여 200배로 관찰하였다. 양파의 생육 및 수량 구성요소, 수량은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(1997)에 의하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 목탄의 적정시용량 및 토양개량효과 구명

##### 1) 공시자재의 이화학적 특성

시험에 사용된 목탄의 화학적 특성은 참나무를 탄화한 농업용 목탄으로 표 7과 같이 pH는 9.8로 알칼리성이었으며 T-N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ 등의 양분함량이 적고 Fe의 함량은 비교적 많았다. 표 8에서 시험에 사용한 목탄의 입자크기별 분포를 보면 1mm이하의 입자는 20.9%였으며 2mm이상의 입자는 61.1%로 대부분을 차지하였다. 일반적으로 목탄은 pH 8~9정도의 알칼리성인 것으로 알려져 있는데 시험에 사용한 목탄은 약간 높은 편이었으며 N, P, K등의 성분은 0.03~0.5%로 낮은 편이었고 Fe 함량은 1,659mg/kg으로 많은 편이었다. 목탄의 이화학적 특성을 연구한 美濃('97)은 목탄의 pH는 탄화온도의 상승에 따라 상승하는데 이는 목초등의 산성 성분이 휘발하고 고정탄소나 회분의 함유율이 높아졌기 때문이라고 하였고 CEC는 탄화온도의 상승과 함께 저하하는데 이것은 목탄의 세공내 표면을 감싸고 있는 관능기(-COOH 등)가 탄화온도의 상승에 의해 분해 탈리되었기 때문이라고 하였다. 따라서 목탄의 이화학적성은 주로 탄화온도와 탄화시간등 제조조건에 따라 크게 달라진다고 하였다.

Table 7. Chemical properties of wood charcoals used in the experiment

pH (1:5)	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
9.8	0.5	0.03	0.12	0.44	0.16	5	1,659	43	0

Table 8. Distribution of particle size in wood charcoals used in the experiment

Material	5.0~3.5mm	3.5~2.0	2.0~1.0	1.0~0.1	<0.1
Wood charcoal(%)	33.7	27.4	18.0	14.3	6.6

## 2) 양파의 생육상황

생육시기별 양파의 생육상황을 표 9에서 보면 수확기(6월22일)의 초장은 62.9~66.7cm, 주당엽수는 6.0~6.8매, 줄기직경은 16.2~18.6mm였으며 목탄사용으로 생육이 좋아지는 경향이었고 10a당 300kg사용에서 생육이 좋은 경향이였다. 박 등('92)도 고추 연작지에 목탄분말, 목탄과립을 사용한 결과 고추의 초장, 줄기 직경, 엽면적 및 건물중등 고추의 생육이 좋았다고 보고하였으며 윤('98)도 고추재배시 목탄의 종류별로 처리를 달리하여 재배한 결과 고추의 초장, 줄기직경등 성장을 촉진하는 경향이나 목탄의 원료에 따라서 억제되는 경향도 있었다고 보고하였다. 인삼 경작지에서도 목탄처리로 생산 본수가 많아 졌으며 지하부 중량도 무거워 졌다고 보고하였다(홍 등, '92). 또한 목질탄화물에 퍼라이트, 락토등을 혼합하여 묘대시에 복토처리한 결과 4년근의 인삼 지상부 생육은 경직경, 경장, 엽폭이 양호하였으며 활성탄>숯가루>목탄분의 순서였고 지하부 생육도 목탄처리구의 근중이 무거웠다고 하였으며 목탄사용에 의해 식부가능 묘삼의 생산량이 많았으며 식부가능 묘삼의 생산 본수에서도 유사한 경향이었고 묘삼의 총생산량도 목탄사용에 의해 많아지는 경향이 있었다고 보고하였다(홍 등, '90). 임업 묘포에서 포장시험한 김 등('91)은 소나무는 목탄 1,000g/m<sup>2</sup>사용구에서, 낙엽송은 500g/m<sup>2</sup>, 해송 및 리기다소나무는 500g/m<sup>2</sup>사용구에서 통계적인 유의차는 없었으나 묘고 및 근원경등 생육이 양호하였으며 pot시험에

서도 통계적인 유의성은 없었으나 목탄시용 효과가 있었다고 보고하였다. 또한 토성이 다른 양토, 사질양토의 pot에 목탄처리하고 묘목을 식재한 결과 목탄처리로 임목생장에 크게 영향하였으며 특히 사질양토에서 묘고, 근원경 성장지수가 높아 목탄의 특성인 흡착성, 보수성, 통기성 및 투수성이 사질양토의 물리성을 개량한 것으로 추정하였다.

Table 9. The growth of onion by amount of applied wood charcoals.

Treatment	Plant height(cm)		No. of leaves		diameter(mm)	
	April.22	June.7	April.22	June.7	April.22	June.7
Control	42.7	62.9	5.6	6.2	11.5	18.6
300kg/10a	43.0	66.6	5.6	6.8	11.5	18.1
500kg/10a	41.2	66.7	5.5	6.0	10.9	16.7
1,000kg/10a	42.4	65.6	6.0	6.2	11.7	16.2
1,500kg/10a	41.5	65.0	6.1	6.5	12.0	17.9
2,000kg/10a	43.3	66.1	5.9	6.5	10.8	17.4

### 3) 토양의 물리 화학성 변화

표 10에서는 시험후 토양의 화학성을 나타내었는데 토양 pH는 6.2~6.8, 토양 유기물 함량은 13.9~15.1g/kg, 유효 인산함량은 226~240mg/kg, 양이온 치환용량은 14.2~14.9cmol/kg이었으며 목탄 시용량이 증가함에 따라 토양 pH는 중성가까이 높아지고 토양 유기물 함량과 양이온 치환용량은 증가하는 경향을 보였으나 유효 인산함량은 큰 차이가 없었다.

시험후 토양의 물리성 변화를 표 11에서 보면 토양의 용적밀도는 1.14~1.24g/cm<sup>3</sup>, 토양의 고상비율은 42.94~48.62%, 공극율은 53.13~57.06%였으며 목탄의 시용량에 따라서는 목탄의 시용량이 증가함에 따라 토양의 용적밀도와 고상비율이 감소하는 경향이였으나 토양의 공극율은 증가하였다.

김 등('91)은 임업 묘포 토양에 목탄 시용으로 토양 산도, T-N, 유효인산, 양이온 치환용량등이 약간씩 높아지는 경향이라고 하였으며 목탄 시용량이 많을수록



함수율도 높았다고 하였다. 고추 연작지에 목탄을 시용하여 시험한 박 등('91)은 토양 pH가 높아지는 경향으로 0.13~0.29정도 상승하였고 인산의 집적은 차이가 없었다고 하였다. 인삼 경작지에서는 탄화물의 시용량이 증가할수록 토양 pH가 상승하였으며 10a당 600~1,200kg시용시 0.5~1.0상승하여 산도교정 효과가 기대되었으며 염류농도는 관행구가 목탄시용구에 비하여 2배이상 높아 목탄시용으로 염류집적을 방지효과가 있을 것으로 보았으며 치환성 양이온 치환용량은 300kg시용은 별 차이가 없었으나 600kg이상 시용시 양이온 치환용량이 다소 낮아졌다고 하였으며 토양중 유효인산함량이 높아지고 치환성 염기성분(K, Ca, Mg등)은 큰차이가 없다고 하였다. 또한 石恒幸三등('90)은 염기 치환용량이 증가하고 염기포화도가 감소한다고 하였다.

關矢('90)는 목탄의 다량 시용으로 토양 기상을 증가와 토양 통기성 개선효과가 기대되며 토양 화학성도 동시에 변화되었다고 하였으며 越野('90, '96)는 목탄은 산도교정 효과는 인정되나 pH 3정도의 강산성 토양에서 목탄을 시용하여 산도를 교정하기는 어렵다고 하였다. 고추재배 토양에 활성탄을 시용하여 시험한 윤('98)은 토양 유기물 함량과 양이온 치환용량이 증가하였다고 보고하였다. 이와 같은 토양 pH의 상승은 목탄의 알칼리성 때문으로 생각되며 염류농도의 저하는 탄화물의 흡착력에 의한 염류의 흡수에 기인한 것으로 보인다. 山井('01)도 목탄의 시용량이 용적비의 10%일 때 숲의 입자지름이 0.1~2mm범위이면 40%이상의 투수성 개량효과를 나타내고 토양 단립의 단괴화를 막고 단립사이에 공극을 확보하여 토양을 팽연화 시켜 토양의 투수성을 개량시킨다고 하였다. 또한 일반 포장에서는 200~300g/m<sup>2</sup>, 사과 과원에서는 2.5kg/m<sup>2</sup>, 시클라멘은 체적비율의 10~20%가 효과적이라고 하였다. 목탄의 이화학적 특성을 연구한 美濃('97)은 일반적인 흡착의 반응양식은 흡착제의 표면과 흡착물질간의 화학결합에 의한 화학흡착과 흡착제의 표면과 흡착물질간의 약한 분자간력 및 흡착물질간의 약한 물질간력에 의한 물리흡착으로 나눌수 있는데 목탄의 암모니아태 질소의 흡착은 화학흡착과 물리흡착의 양자에 의한 것이며 흡착량은 관능기의 분리 탈리에 의한 손실이 적고 세공극이 발달하여 비표면적이 큰 것 일 수록 높다고 하였으며 중금속의 흡착량은 암모니아태 질소 흡착량과 마찬가지로 비표면적에 비례하여 증가하는 경향이라고 하였다.

따라서 농경지 토양에 농업용 목탄을 시용함으로써 토양의 산도교정은 물론

토양의 유기물함량 증가와 양이온 치환용량의 증가, 토양의 용적밀도와 고상율의 감소, 토양 공극율의 증가등 토양의 물리, 화학성을 개선할수 있을 것으로 생각되나 이러한 효과의 지속적인 효과에 관해서는 앞으로 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Table 10. Chemical properties of soil after experiment.

Treatment	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ava.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	Exc.Cation(cmol <sup>+</sup> /kg)		
						K	Ca	Mg
Control	6.2	0.188	13.9	237	14.2	0.63	4.6	1.9
300kg/10a	6.2	0.299	14.3	226	14.2	0.60	4.7	2.1
500kg/10a	6.2	0.232	14.1	234	14.3	0.67	4.7	2.0
1,000kg/10a	6.3	0.179	14.5	233	14.5	0.65	5.0	2.2
1,500kg/10a	6.5	0.187	14.7	238	14.7	0.73	5.1	2.2
2,000kg/10a	6.8	0.319	15.1	240	14.9	0.79	5.2	2.2

Table 11. Physical properties of soil after experiment.

Treatment	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Three phase(%)			Porosity (%)
		Solid	Liquid	Air	
Control	1.24	46.88	28.05	25.08	53.13
300kg/10a	1.22	46.12	34.99	18.89	53.88
500kg/10a	1.23	48.62	34.37	17.01	54.38
1,000kg/10a	1.18	44.66	33.40	21.94	55.34
1,500kg/10a	1.17	44.31	27.64	28.05	55.69
2,000kg/10a	1.14	42.94	28.55	28.51	57.06

#### 4) 수량

표 12에서는 양파의 수량구성요소 및 수량을 나타내었는데 목탄의 시용량에 따라서 구고, 구폭에 큰 차이가 없었으나 평균 구중은 186.9~215.8g으로 목탄 300kg/10a 시용구에서 가장 무거웠으며 1,500kg/10a시용구에서 가장 가벼워 양파의 수량은 목탄 500kg/10a이하의 소량 시용구에서는 증수경향을 보였고 1,000kg/10a이상의 다량

시용구에서는 감수경향을 보여 10a당 300kg, 500kg 시용구에서 각각 6.9%, 2.3%증수되었으나 1,000kg, 1,500kg, 2,000kg시용구에서는 각각 2.2%, 7.4%, 7.1%감수되었다. 목탄 시용량에 따른 양과 수량과의 관계를 그림 1에서 보면 목탄의 시용량과 양과 수량간에는  $Y = 0.0002X^2 + 0.0371X + 6192.9$  ( $r^2=0.7026^{**}$ )의 2차 회귀방정식을 얻을 수 있었으며 고도의 유의성이 인정되었다. 따라서 양과재배 토양에서의 수량성을 고려한 목탄분말의 시용량은 300~500kg/10a이 적정할 것으로 생각되었으나 목탄의 지속 시용효과등 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 생각되었다. 고추 연작지에서 시험한 박 등('91)은 고추의 수량이 목탄 시용량이 많아질수록 수량이 많아졌으며 1과중과 수확과수가 많은 500kg/10a시용구에서 16%, 300kg시용구에서는 9~11%, 100kg시용구에서는 6%증수되었다고 보고하였으며 윤('98)은 고추 재배토양에 목탄 종류별로 300kg/10a을 시용한 결과 목탄 종류에 따라서 1~4%증수되었다고 발표하였다.和田('02)도 미생물의 활성화에 의한 토양개량, 지력의 회복을 도모하기 위해서는 10a당 300~400kg시용이 효과적이라고 하였다.

목질탄화물의 농,축산업적 이용현황과 전망을 조사한 석 등('98)은 목질탄화물을 사용하는 농가의 90.8%가 목탄을 토양개량제로 사용하고 있으며 그 사용량은 평당 0.6~1.0kg이43.4%를 차지하였으며 작목별로는 고추 1.7kg, 토마토 1.57kg, 고추1.1kg, 상추 1.0kg이었고 목탄의 구매가격은 kg당 601~700원이 41.8%를 차지하였으며 400원 이하도 23.6%였다고 보고하였다.

Table 12. Yield and yield components by amount of applied wood charcoals.

Treatment	Bulb high (cm)	Bulb diameter(cm)	Bulb weight (g)	Yield ↓ (kg/10a)	Index
Control	7.0	8.4	201.7	6,053 ab	100
300kg/10a	7.5	8.5	215.8	6,474 a	106.9
500kg/10a	7.0	8.3	206.5	6,195 ab	102.3
1,000kg/10a	7.3	8.1	197.4	5,923 ab	97.8
1,500kg/10a	7.4	8.5	186.9	5,607 b	92.6
2,000kg/10a	7.3	8.4	187.8	5,622 b	92.9

↓ : Duncan's multiple range test 5%.

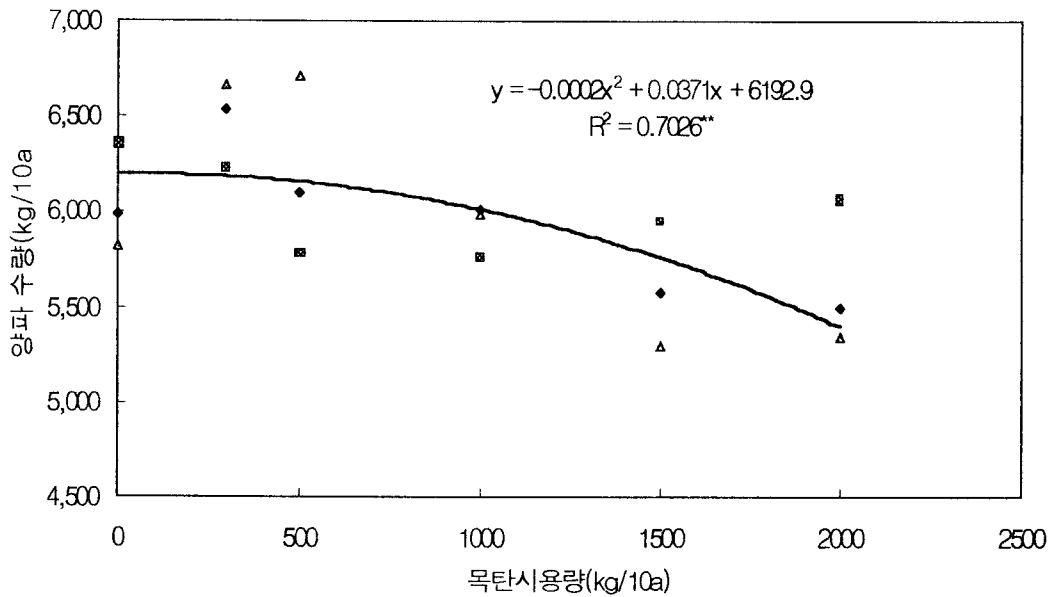


Fig. 1. Relationship between onion yield and amount of applied wood charcoals.

### 5) 경제성 분석

표 13에서는 목탄 사용량에 따른 양파 수량과의 경제성을 나타내었다. 조수입은 1,934~2,234천원으로 양파 수량이 가장 많았던 목탄 300kg/10a사용구에서 가장 많았으며 목탄 1,500kg/10a사용구에서 가장 적었다. 경영비는 485~2,285천원/10a로 목탄을 사용하지 않은 관행구에서 가장 적었으며 목탄의 사용량이 가장 많은 2,000 kg/10a사용구에서 가장 많았다. 따라서 소득은 1,603~ -346천원으로 목탄 사용량이 증가할 수록 소득은 감소하여 사용량이 가장 많은 2,000kg/10a사용구에서는 적자를 나타내었다. 따라서 경제성을 감안한 목탄의 사용량은 300kg/10a가 적정할 것으로 생각되었다.

Table 13. Economic analysis of onion cultivation.

Treatment	Yield (kg/10a)	Gross income ♪ (천원)	Operating cost ♪ (천원)	Income (천원)	Income index (%)
Control	6,053	2,088	485	1,603	100
300kg/10a	6,474	2,234	755	1,479	92.3
500kg/10a	6,195	2,137	935	1,202	75.0
1,000kg/10a	5,923	2,043	1,385	658	41.0
1,500kg/10a	5,607	1,934	1,835	99	6.2
2,000kg/10a	5,622	1,939	2,285	-346	-21.6

♪: 서울 가락동 농산물 도매시장 평균거래가격(6,890원/20kg, 2000년6월) 적용

♪: 경영비 485천원/10a + 목탄 소비자 가격(9천원/10kg) 적용(2000년 농축산물 소득자료집, 농촌진흥청).

#### 6) 시험결과 요약

양파재배 토양에서 목탄의 적정 사용량 및 토양개량 효과를 구명하기 위하여 참나무 목탄 사용량을 무처리(관행), 300, 500, 1,000, 1,500, 2,000kg/10a수준의 6 처리로 2000년 1년동안 시험한 결과는 다음과 같다.

1) 목탄 사용으로 양파생육이 좋아지는 경향이었으며 300kg/10a사용구에서 초장, 엽수, 줄기직경 등 생육이 좋았음.

2) 목탄 사용으로 토양 pH가 중성 가까이 변화되고 토양 유기물 함량과 양이온 치환용량이 증가하여 토양 화학성이 개선되었음

3) 목탄 사용으로 토양의 용적밀도와 고상율이 감소하고 토양 공극율이 증가하여 토양 물리성이 개선되었음

4) 목탄 사용에 따른 수량 구성요소는 300kg/10a사용구에서 가장 좋았으며 수량도 300, 500kg/10a사용구에서 각각 6.9%, 2.3% 증수되었고 1,000kg/10a이상 사용구에서는 감수 경향이었음.

## 나. 토양개량용 목탄의 적정 입자크기 구명

### 1) 공시자재의 화학적 특성

시험에 사용한 참나무 목탄과 소나무 목탄의 화학적 특성을 표 14에서 보면 pH는 참나무 목탄과 소나무 목탄이 각각 10.1 과 9.3의 알칼리성으로 산성토양에 사용할 경우 토양의 산도를 개량할 수 있을 것으로 생각되었으며 T-N와 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>함량은 소나무 목탄에서 많아 각각 0.245, 2.18%였으나 CaO와 MgO함량은 참나무 목탄에서 각각 2.65, 0.19%로 소나무 목탄에 비하여 많았다. Cu, Fe, Mn함량도 참나무 목탄에서 많았는데 각각 9.1, 1,254, 47.7mg/kg이었으나 Zn함량은 소나무 목탄에서 31.0 mg/kg으로 소나무 목탄에 비하여 많았다. 이는 목탄을 만드는 원료 수종이 다른데서 기인한 것으로 생각된다.

목탄의 이화학적 특성을 연구한 美濃('97)은 목탄의 pH는 탄화온도의 상승에 따라 상승하는데 이는 목초등의 산성 성분이 휘발하고 고정탄소나 회분의 함유율이 높아졌기 때문이라고 하였고 CEC는 탄화온도의 상승과 함께 저하하는데 이것은 목탄의 세공내 표면을 감싸고 있는 관능기(-COOH등)가 탄화온도의 상승에 의해 분해 탈리되었기 때문이라고 하였다. 따라서 목탄의 이화학적성은 주로 탄화온도와 탄화시간등 제조조건에 따라 크게 달라진다고 하였다.

표 14. Chemical properties of wood charcoals used in the experimen

Meteral	pH (1:5)	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Oak charcoal	10.1	0.04	1.633	0.34	2.65	0.19	9.1	1,254	47.7	21.0
Pine charcoal	9.3	0.24	2.184	0.33	0.44	0.11	2.4	1,024	15.3	31.0

### 2) 양파의 생육상황

참나무 목탄과 소나무 목탄의 입자크기에 따른 양파의 성장 단계별 생육상황을 표 15에 나타내었다. 초장은 양파의 구 비대기인 4월 19일에 34.8~44.9cm였으

며 수확기인 6월 1일에는 50.0~62.6cm였다. 목탄 종류별로는 소나무에서 41.2cm와 59.8cm로 참나무에 비하여 초장이 컸으며 목탄 입자의 크기에 따라서는 1mm이하 > 5mm > 10mm의 순이었다. 주당 엽수는 양파의 구 비대기인 4월 19일에 5.6~6.2매였으며 수확기인 6월 1일에는 6.0~6.5매였다. 목탄 종류별로는 소나무에서 6.1매와 6.3매로 참나무에 비하여 주당 엽수가 많은 편이었으며 목탄 입자의 크기에 따라서는 큰 차이가 없었다. 양파의 줄기 직경은 구 비대기인 4월 19일에 9.3~11.0mm였으며 수확기인 6월 1일에는 11.2~16.4mm였다. 목탄 종류별로는 소나무에서 구 비대기에는 10.2mm로 같았으나 수확기에 15.7mm로 컸으며 입자의 크기에 따라서는 1mm이하 > 5mm > 10mm의 경향을 보였다. 이와 같이 양파의 초장, 주당 엽수, 줄기 직경 등 생육은 1mm이하 입자의 목탄시용구에서 좋았는데 이는 목탄의 표면적이 넓어 토양의 수분 보유력, 통기성, 양분 보지력이 커져 양파의 생육에 적합한 환경이 되었기 때문으로 생각된다.

박 등('92)도 고추 연작지에 목탄분말, 목탄 과립을 사용한 결과 고추의 초장, 줄기 직경, 엽면적 및 건물중 등 고추의 생육이 좋았다고 보고하였으며 윤('98)도 고추재배시 목탄의 종류별로 처리를 달리하여 재배한 결과 고추의 초장, 줄기직경 등 성장을 촉진하는 경향이나 목탄의 원료에 따라서 억제되는 경향도 있었다고 보고하였다. 인삼 경작지에서도 목탄처리로 생산본수가 많아 졌으며 지하부 중량도 무거워 졌다고 보고하였다(홍 등, '92). 또한 목질탄화물에 퍼라이트, 락토등을 혼합하여 묘대시에 복토처리한 결과 4년근의 인삼시상부 생육은 경직경, 경장, 엽폭이 양호하였으며 활성탄 > 숯가루 > 목탄분의 순서였으며 지하부 생육도 목탄처리구의 근중이 무거웠다고 하였으며 목탄시용에 의해 식부가능 묘삼의 생산량이 많았으며 식부가능 묘삼의 생산본수에서도 유사한 경향이었고 묘삼의 총생산량도 목탄시용에 의해 많아지는 경향이었다고 보고하였다(홍 등, '90). 입엽 묘포에서 포장시험한 김 등('91)은 소나무는 목탄 1,000g/m<sup>2</sup>시용구에서, 낙엽송은 500g/m<sup>2</sup>, 해송 및 리기다소나무는 500g/m<sup>2</sup>시용구에서 통계적인 유의차는 없었으나 묘고 및 근원경 등 생육이 양호하였으며 pot시험에서도 통계적인 유의성은 없었으나 목탄시용 효과가 있었다고 보고하였다. 또한 토성이 다른 양토, 사질양토의 pot에 목탄처리하고 묘목을 식재한 결과 목탄처리로 임목생장에 크게 영향하였으며 특히 사질양토에서 묘고, 근원경 성장지

수가 높아 목탄의 특성인 흡착성, 보수성, 통기성 및 투수성이 사질양토의 물리성을 개량한 것으로 추정하였다.

표 15. The growth of onion by particle size of applied wood charcoals.

Treatment		Plant height(cm)		No. of leaves		Diameter(mm)	
		April.19	June.1	April.19	June.1	April.19	June.1
Oak charcoal	1mm	44.2	59.0	5.8	6.2	11.0	14.2
	5mm	39.1	58.1	5.6	6.2	10.3	12.9
	10mm	34.8	50.0	5.7	6.0	9.3	11.2
	Mean	39.4	55.7	5.7	6.1	10.2	12.8
Pine charcoal	1mm	44.9	62.6	6.2	6.2	10.5	16.4
	5mm	39.6	57.6	6.2	6.5	10.3	14.8
	10mm	39.2	59.1	5.8	6.2	9.8	15.9
	Mean	41.2	59.8	6.1	6.3	10.2	15.7

### 3) 토양의 물리 화학성 및 미생물상의 변화

표 16에서는 시험후 토양의 화학성 변화를 나타내었다. 토양 pH는 5.9~6.3, 토양 유기물 함량은 14.7~15.5g/kg, 유효 인산함량은 147~198mg/kg, 양이온 치환용량은 15.6~16.8cmol/kg이었다. 참나무와 소나무 목탄의 입자크기에 따라서 참나무 목탄과 소나무 목탄의 1mm이하 크기의 목탄 시용구에서 토양 유기물 함량과 양이온 치환용량, 유효 인산함량이 증가하는 경향을 보였다.

시험후 토양의 물리성 변화를 표 17에서 보면 토양의 용적밀도는 1.20~1.24g/cm<sup>3</sup>, 토양의 고상율은 45.05~46.56%, 액상율은 25.34~29.98%, 기상율은 25.96~28.41%, 공극율은 53.43~54.95%였다. 참나무 목탄과 소나무 목탄의 입자크기에 따라서 참나무 목탄과 소나무 목탄 공히 1mm이하 크기의 목탄 시용구에서 기타 처리에 비하여 가비중이 낮아지고 토양의 고상율이 낮아지는 반면 액상과 기상율이 높아져 공극율이 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같이 목탄을 토양개량용으로 시용할 경우 목탄의 입자크기가 작은 것이 유기물 함량 및 양이온 치환용량의 증가와 토양의 가비중, 공극율 개선등 물리 화학성 개선에 좋을 것으로 생각되었다. 山井('01)는 목탄



의 사용량이 용적비의 10%일 때 숲의 입자지름이 0.1~2mm범위이면 40%이상의 투수성 개량효과를 나타내며 0.5~1mm에서 피크를 나타내었다고 하였다. 구체적으로 0.1mm이상의 공극으로 만들어지는 용적이 전체 용적의 10~15%이상이면 투수성 및 통기성이 좋은 토양으로 토양에 0.2~2.0mm크기의 단립이나 조사가 혼재하는 것이 필요 조건이 되며 이것은 목탄의 입자지름이 0.1~2.0mm인 것이 토양개량 자재로서 가장 효과적이라고 하였다.

표 18에서는 시험후 토양의 미생물상을 나타내었다. 세균은  $64.3\sim 200.4\times 10^5$ cfu/g이었으며 방선균은  $26.4\sim 70.3\times 10^5$ cfu/g, 사상균은  $16.9\sim 186.2\times 10^5$ cfu/g으로 참나무 목탄 사용구에서 세균, 방선균, 사상균의 밀도가 높았다. 참나무 목탄과 소나무 목탄의 입자크기에 따라서는 대체적으로 5mm크기의 목탄 사용구에서 세균, 방선균, 사상균의 밀도가 높은 편이었으나 참나무 목탄에서 사상균은 1mm이하 크기의 목탄 사용구에서 많았다. 山井('01)는 세균이나 항생물질을 만드는 방선균은 알칼리성이나 중성을, 효모균등은 중성을, 사상균은 산성을 좋아하며 숲에 최초로 착생하여 증식하는 미생물은 알칼리성균으로 무기영양등 약간의 영양분만으로 번식하는 세균이라고 하였다. 숲에 미생물을 증식 고정할 때 세공내 표면이 거친 수피 목탄이 증식하기 쉽고 세공내 표면이 평활한 목탄에서는 증식하기 쉽지 않다고 하였다. 따라서 세균의 증식 고정에는 수피 목탄, 대나무 목탄, 톱밥 목탄이, 방선균 증식고정에는 수피 목탄, 대나무 목탄이, 사상균 증식 고정에는 낙엽송 목탄, 톱밥 목탄, 수피 목탄, 대나무 목탄이, 길항성 방선균의 증식 고정에는 톱밥 목탄, 낙엽송 목탄이 좋다고 보고하였다. 김 등('91)은 임업 묘포 토양에 목탄사용으로 토양산도, T-N, 유효인산, 양이온 치환용량등이 약간씩 높아지는 경향이라고 하였으며 목탄 사용량이 많을수록 함수율도 높았다고 하였다. 고추 연작지에 목탄을 사용하여 시험한 박 등('91)은 토양 pH가 높아지는 경향으로 0.13~0.29정도 상승하였고 인산의 집적은 차이가 없었다고 하였다. 인삼 경작지에서는 탄화물의 사용량이 증가할 수록 토양 pH가 상승하였으며 10a당 600~1,200kg사용시 0.5~1.0상승하여 산도교정 효과가 기대되었으며 염류농도는 관행구가 목탄사용구에 비하여 2배이상 높아 목탄사용으로 염류집적을 방지하는 효과가 있을 것으로 보았으며 치환성 양이온 치환용량은 목탄 300kg사용은 별 차이가 없었으나 600kg이상 사용시 양이온 치환용량이 다소 낮아졌다고 하

였고 토양중 유효 인산함량이 높아지고 치환성 염기성분(K, Ca, Mg 등)은 큰 차이가 없다고 하였다.

關矢('90)는 목탄의 다량 시용으로 토양 기상을 증가와 토양 통기성 개선효과가 기대되며 토양 화학성도 동시에 변화되었다고 하였으며 越野('90, '96)는 목탄은 산도교정 효과는 인정되나 pH 3정도의 강산성 토양에서 목탄을 사용하여 산도를 교정하기는 어렵다고 하였다. 고추재배 토양에 활성탄을 사용하여 시험한 윤('98)은 토양 유기물 함량과 양이온 치환 용량이 증가하였다고 보고하였다. 이와 같은 토양 pH의 상승은 목탄의 알칼리성 때문으로 생각되며 염류농도의 저하는 탄화물의 흡착력에 의한 염류의 흡수에 기인한 것으로 보인다. 山井('01)도 목탄의 사용량이 용적비의 10%일 때 숲의 입자지름이 0.1~2mm범위이면 40%이상의 투수성 개량효과를 나타내고 토양 단립의 단괴화를 막고 단립사이에 공극을 확보하여 토양을 팽연화 시켜 토양의 투수성을 개량시킨다고 하였다. 목탄 사용량은 일반 포장에서는 200-300g/m<sup>2</sup>, 사과 과원에서는 2.5kg/m<sup>2</sup>, 시클라멘은 체적비율의 10~20%가 효과적이라고 하였다. 목탄의 이화학적 특성을 연구한 美濃('97)은 일반적인 흡착의 반응양식은 흡착제의 표면과 흡착물질간의 화학결합에 의한 화학흡착과 흡착제의 표면과 흡착물질간의 약한 분자간력 및 흡착물질간의 약한 물질간력에 의한 물리흡착으로 나눌수 있는데 목탄의 암모니아태 질소의 흡착은 화학흡착과 물리흡착의 양자에 의한 것이며 흡착량은 관능기의 분리 탈리에 의한 손실이 적고 세공극이 발달하여 비표면적이 큰것일 수록 높다고 하였으며 중금속의 흡착량은 암모니아태 질소 흡착량과 마찬가지로 비표면적에 비례하여 증가하는 경향이라고 하였다.

따라서 농경지 토양에 농업용 목탄을 시용함으로써 토양의 산도교정은 물론 토양의 유기물함량 증가와 양이온 치환용량의 증가, 토양의 용적밀도와 고상율의 감소, 토양 공극율의 증가등 토양의 물리, 화학성을 개선할 수 있을 것으로 생각되나 이러한 효과의 지속성에 관해서는 앞으로 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

토양 전염성 병해충의 발생정도를 표 19에 나타내었는데 양파에 주로 발생하는 흑색썩음균핵병, 무름병, 고자리파리등 토양 전염성 병해충은 전 시험구에서 발생하지 않았다.

Æ 16. Chemical properties of soil after experiment.

Treatment		pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	Ex. cation(cmol/kg)		
							K	Ca	Mg
Oak charcoal	1mm	6.1	0.156	15.2	186	16.2	0.35	7.1	2.3
	5mm	5.9	0.132	14.7	155	16.0	0.40	7.3	2.1
	10mm	6.1	0.146	14.9	147	15.6	0.41	7.3	2.2
	Mean	6.0	0.145	14.9	163	15.9	0.39	7.2	2.2
Pine charcoal	1mm	6.3	0.171	15.5	198	16.8	0.37	7.8	2.6
	5mm	6.2	0.141	14.8	166	16.2	0.43	7.7	2.4
	10mm	6.3	0.176	14.9	173	15.9	0.41	7.2	2.1
	Mean	6.3	0.163	15.1	179	16.3	0.40	7.6	2.4

Æ 17. Physical properties of soil after experiment.

Treatment		Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Three phase(%)			Porosity (%)
			Solid	Liquid	Air	
Oak charcoal	1mm	1.20	45.05	29.98	24.97	54.95
	5mm	1.22	45.99	26.09	27.92	54.01
	10mm	1.23	46.25	25.34	28.41	53.75
	Mean	1.22	45.76	27.14	27.10	54.24
Pine charcoal	1mm	1.20	45.17	26.63	28.20	54.83
	5mm	1.22	45.90	27.69	26.41	54.10
	10mm	1.24	46.56	27.47	25.96	53.43
	Mean	1.22	45.88	27.26	26.86	54.12

표 18. Microbial flora of soil after experiment.

(unit : cfu/g dry soil)

Treatment		Bacteria;B ( $\times 10^5$ )	Actinomycetes;A ( $\times 10^5$ )	Fungi;F ( $\times 10^3$ )
Oak charcoal	1mm	188.2	26.4	186.2
	5mm	200.4	70.3	41.9
	10mm	64.3	46.2	60.4
	Mean	151.0	47.6	96.2
Pine charcoal	1mm	83.3	30.0	16.9
	5mm	152.3	60.6	65.9
	10mm	83.7	31.1	24.4
	Mean	106.4	40.6	35.7

표 19. Break out degree of soil borne disease and insect pest in soil applied wood charcoals.

Treatment		White rot	Bacterial soft rot	Onion maggot
Oak charcoal	1mm	-	-	-
	5mm	-	-	-
	10mm	-	-	-
Pine charcoal	1mm	-	-	-
	5mm	-	-	-
	10mm	-	-	-

\*Break out degree : 무 -, 소 + , 중 ++ , 다 +++, 심 +++++

#### 4) 수량 구성요소와 수량

양파의 수량 구성요소와 수량을 표 20에 나타내었다. 양파 구의 높이는 5.9~6.8cm, 구의 직경은 6.1~7.8cm, 구의 평균 무게는 157.7~193.7g이었으며 10a당 수량은 4,731~5,811kg의 범위였다. 참나무 목탄과 소나무 목탄의 입자 크기에 따라서는 참나무 목탄과 소나무 목탄 모두 1mm이하 크기의 목탄 시용구에서 5mm, 10mm크기의 목탄 시용구에 비하여 양파 구의 높이와 직경이 크고, 구의 평균 무게가 무거워 수량이 가장 많았다. 참나무 목탄의 5mm, 10mm크기의 목탄 시용구의 양과 수량은 1mm이하 크기의 목탄 시용구에 비하여 각각 14.6, 16.8%감수하였고 소나무 목탄의 5mm, 10mm크기의 목탄 시용구에서는 각각 11.0, 13.4%감수하였다. 통계 분석 결과 1mm이하의 목탄 시용구에서 유의성이 인정되었는데 이는 1mm이하의 목탄 시용으로 토양중 유기물 함량 및 양이온 치환용량의 증가하고 토양의 가비중, 공극율등 물리 화학성이 개선되고 목탄의 표면적이 넓어 토양의 수분 보유력, 통기성, 양분 보지력이 커져 양파의 생육에 적합한 환경이 되었기 때문에 양파의 초장, 주당 엽수, 줄기 직경등 생육이 향상되어 수량이 많았다고 생각된다.

고추 연작지에서 시험한 박 등('91)은 고추의 수량이 목탄 시용량이 많아질 수록 수량이 많아졌으며 1과중과 수확과수가 많은 500kg/10a시용구에서 16%, 300kg 시용구에서는 9~11%, 100kg시용구에서는 6%증수되었다고 보고하였으며 윤('98)은 고추 재배토양에 목탄 종류별로 300kg/10a을 시용한 결과 목탄 종류에 따라서 1~4%증수되었다고 발표하였다. 和田 ('02)도 미생물의 활성화에 의한 토양개량, 지력의 회복을 도모하기 위해서는 10a당 300~400kg시용이 효과적이라고 하였다.

#### 5) 시험연구결과 요약

토양개량용으로 적합한 목탄의 입자크기를 구명하기 위하여 양파 재배 토양에서 참나무 목탄과 소나무 목탄 각각 1mm이하, 5mm, 10mm크기의 목탄을 500kg/10a수준으로 시용한 6처리로 2001년에 시험한 결과는 다음과 같다.

1) 시험에 사용된 목탄의 화학적 특성은 참나무 목탄은 pH 10.1, T-N 0.04%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.63%, K<sub>2</sub>O 0.34%였으며 소나무 목탄은 pH 9.3, T-N 0.24%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.18%, K<sub>2</sub>O 0.33%였다.

2) 수확기의 양과 생육은 초장 50.0~62.6cm, 엽수 6.0~6.5매, 줄기직경 11.2~16.4mm였으며 1mm이하 크기의 목탄 시용구에서 초장, 엽수, 줄기직경등 생육이 좋았다.

3) 시험후 토양 화학성은 토양 pH 5.9~6.3, OM 14.7~15.5g/kg, CEC 15.6~16.8cmol/kg, Ava.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 147~186mg/kg, Ex.K 0.35~0.41cmol/kg으로 시험전 토양에 비하여 OM, CEC가 증가하고 Ava.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ex.K의 축적이 경감되었다.

4) 시험후 토양의 물리성은 용적밀도 1.20~1.24g/cm<sup>3</sup>, 고상 45.05~46.56%, 공극율 53.43~54.95%였으며 목탄 입자크기 1mm이하 시용구에서 약간 더 좋아지는 경향이였다.

5) 목탄 입자크기에 따른 수량 구성요소는 1mm이하 시용구에 서 구고, 구 직경, 구중 등이 좋았으며 수량도 목탄 입자크기 1mm이하 시용구에서 많았다.

6) 시험후 토양의 미생물상은 세균 64.3~200.4( $\times 10^5$ )cfu/g, 방선균 26.4~70.3( $\times 10^5$ ), 사상균 16.9~186.2( $\times 10^3$ )이였으며 5mm이하 크기의 목탄 시용구에서 세균, 방선균, 사상균이 많은 편이였고 흑색썩음균핵병, 무름병, 고자리파리등 토양 전염성 병해충은 발생하지 않았다.

표 20. Yield and yield components by amount of applied wood charcoals.

Treatment		Bulb high (cm)	Bulb diameter (cm)	Bulb weight (g)	Yield ↓ (kg/10a)	Index
Oak charcoal	1mm	6.66	7.49	189.5	5,685 a	100
	5mm	6.42	7.24	162.3	4,869 b	85.6
	10mm	5.87	6.13	157.7	4,731 b	83.2
	Mean	6.32	6.95	169.8	5,095	100
Pine charcoal	1mm	6.84	7.83	193.7	5,811 a	102.2
	5mm	6.64	7.50	172.4	5,172 b	91.0
	10mm	6.47	7.56	167.7	5,031 b	88.5
	Mean	6.65	7.63	177.9	5,338	104.8

↓ : Duncan's multiple range test 5%.

## 다. 토양개량용 목탄제조에 적합한 원료수종 선발

### 1) 공시자재의 화학성 및 입도분포

시험에 사용한 목탄의 화학적 성분 함량을 표 21에 나타내었다. 목탄의 pH는 5.1~10.1로 코코넛피트 목탄이 산성을 나타내었으나 대나무 목탄, 참나무 목탄, 활엽수 수피 목탄, 소나무 목탄은 알칼리성을 나타내었으며 대나무 목탄의 pH가 가장 낮았다. T-N의 함량은 0.15~0.71%였으며 소나무 목탄에서 0.15%로 가장 적었으며 활엽수 수피 목탄에서 0.71%로 가장 많았다.  $P_2O_5$  함량은 대부분의 목탄은 2.06~2.65%의 범위였으나 소나무 목탄은 가장 적은 0.12%를 나타내었다. 그러나  $K_2O$  함량은 대부분의 목탄은 0.20~0.86%의 범위에 분포하였으나 대나무 목탄에서는 가장 많은 4.19%를 함유하고 있었다. CaO 함량도 대체로 0.01~1.81%의 범위에 분포하였는데 참나무 목탄과 활엽수 수피 목탄에서 각각 1.34, 1.81%로 가장 많이 함유하고 있었다. MgO와 Na 함량은 각각 0.08~0.92, 0.13~0.73%의 범위였다.

시험에 사용한 목탄의 입자크기별 분포를 표 22에서 보면 1mm 이상의 입자는 15.2~91.0%로 코코넛피트 목탄에서 가장 적은 15.2%였으며 대나무 목탄, 소나무 목탄, 활엽수 수피는 각각 61.8, 51.6, 41.3%였으며 참나무 목탄은 가장 많은 91.0%였다. 1~0.5mm 크기의 입자는 4.4~65.2%로 참나무 목탄에서 가장 적은 4.4%였으며 코코넛피트 목탄에서 가장 많은 65.2%를 나타내었고 0.5mm 이하의 입자크기에서도 4.6~38.2%로 참나무 목탄에서 가장 적었으며 활엽수 수피 목탄과 소나무 목탄에서 각각 38.2, 36.1%를 차지하였다. 또한 토양개량에 효과가 있었던 1mm 이하의 입자는 9.0~84.8%로 경도가 큰 참나무 목탄에서 가장 적은 9.0%였으며 코코넛피트 목탄에서 가장 많은 84.8%로 참나무 목탄 < 대나무 목탄 < 소나무 목탄 < 활엽수 수피 < 코코넛 피트 목탄의 순으로 많았다. 따라서 토양개량용 목탄으로 적합하다고 생각되는 1mm 이하의 크기 입자가 많게 하기 위해서는 목탄의 분쇄작업이 중요한 작업이라 생각되었으며 이를 위한 기계설비가 필요하다고 생각된다.

그림 2에서는 시험에 사용한 코코넛피트 목탄, 대나무 목탄, 참나무 목탄, 활엽수 수피 목탄, 소나무 목탄의 주사 전자현미경 사진을 나타내었다. 200배의 확대 비율로 관찰이 가능하였으며 활엽수 수피 목탄, 소나무 목탄, 대나무 목탄, 참나무

목탄에서 대소 공극이 많은 것으로 관찰되었다. 土田 等('02)은 숯의 흡착 기능성의 요인이 되는 비표면적을 크게 하기 위하여 고온에서의 소성이 숯의 품질에 유리하다고 하였으며 목탄의 내부 표면적은 대나무 목탄이 432m<sup>2</sup>/g, 소나무 목탄이 364m<sup>2</sup>/g, 참나무 목탄이 371m<sup>2</sup>/g이라고 하였다. 목탄의 이화학적 특성을 연구한 美濃('97)은 목탄의 pH는 탄화온도의 상승에 따라 상승하는데 이는 목초등의 산성 성분이 휘발하고 고정탄소나 회분의 함유율이 높아졌기 때문이라고 하였고 CEC는 탄화온도의 상승과 함께 저하하는데 이것은 목탄의 세공내 표면을 감싸고 있는 관능기(-COOH 등)가 탄화온도의 상승에 의해 분해 탈리되었기 때문이라고 하였다. 따라서 목탄의 이화학적성은 주로 탄화온도와 탄화시간등 제조조건에 따라 크게 달라진다고 하였다.

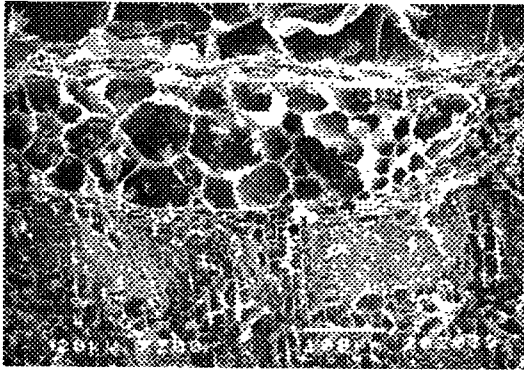
Table 21. Chemical properties of wood charcoals used in the experimen

Material	pH (1:5)	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na (%)
Coconut peat charcoal	5.1	0.39	2.06	0.43	0.01	0.09	0.73
Bamboo charcoal	10.1	0.43	2.65	4.19	0.09	0.92	0.39
Oak charcoal	9.4	0.43	2.48	0.59	1.34	0.20	0.73
Broadleaf tree bark charcoal	9.7	0.71	2.45	0.86	1.81	0.26	0.69
Pine charcoal	9.2	0.15	0.12	0.20	0.40	0.08	0.13

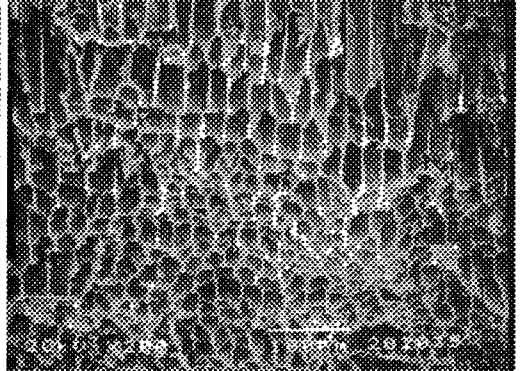
Table 22. Distribution of particle size in wood charcoals used in the experiment (%)

Material	>1mm	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.10	0.1mm>
Coconut peat charcoal	15.2	65.2	12.0	2.5	5.1
Bamboo charcoal	61.8	9.7	12.2	10.1	6.2
Oak charcoal	91.0	4.4	1.6	1.4	1.6
Broadleaf tree bark charcoal	41.3	20.5	13.3	9.8	15.1
Pine charcoal	51.6	12.3	7.0	5.9	23.2

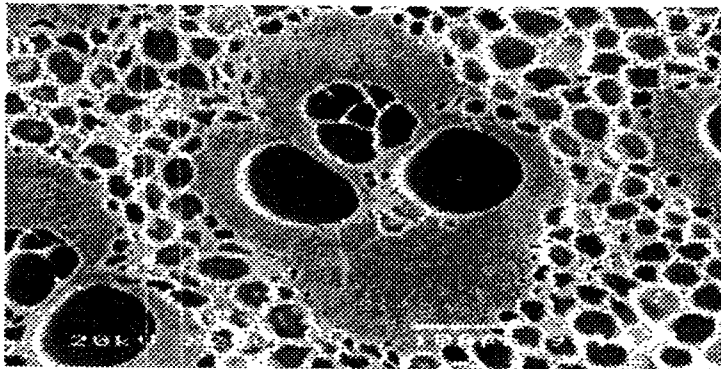




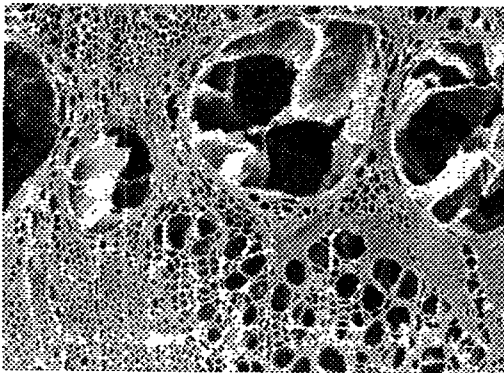
Broadleaf tree bark charcoal



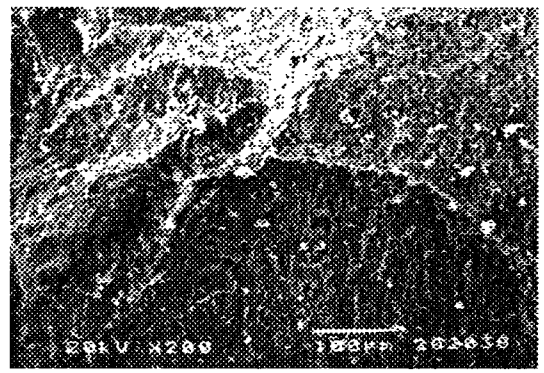
Pine charcoal



Bamboo charcoal



Oak charcoal



Coconut peat charcoal

Fig 2. Electron microscope photograph of wood charcoal make for various kinds of tree.( $\times 200$ )

## 2) 시험후 토양의 물리 화학성 변화

시험후 토양의 물리성 변화를 표 23에서 보면 용적밀도는 1.23~1.29g/cm<sup>3</sup>으로 무처리 1.29g/cm<sup>3</sup>에 비하여 목탄 시용구에서 1.23~1.24g/cm<sup>3</sup>으로 개량되었으며 목탄의 원료 수중에 따서는 차이가 없었다. 토양 3상의 고상비율은 46.29~48.71%, 액상비율은 19.77~22.33%, 기상비율은 30.71~33.94%로 무처리에 비하여 목탄 시용구에서 고상비율이 낮아지고 액상비율과 기상비율이 높아지는 결과를 가져왔다. 이로 인하여 공극율도 51.29~53.71%로 무처리51.29%에 비하여 목탄 시용으로 공극율이 증가하였다. 그러나 목탄의 원료 수중에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았다.

표 24에서 시험후 토양의 화학성 변화를 보면 토양 pH는 5.6~6.4로 알칼리성 목탄 시용으로 중산성에서 약산성으로 변화되었으나 산성 목탄인 코코넛피트 목탄 시용구에서는 토양 pH가 개선되지 않았다. 이는 알칼리성 목탄을 산성 토양에 시용함으로서 토양 pH를 개선할 수 있으나 산성 토양에 산성 목탄의 시용은 토양 pH의 개선에 도움이 되지 못함을 알수 있었다. 토양 유기물 함량은 14.8~15.4g/kg으로 무처리에 비하여 목탄 시용구에서 0.1~0.6g/kg이 증가하였다. 유효 인산함량은 180~198mg/kg으로 활엽수 수피 목탄 시용구에서 가장 많았으며 양이온 치환용량은 13.8~15.0cmol/kg범위로 목탄을 시용함으로서 0.6~1.2cmol/kg가 증가하였고 대나무 목탄, 코코넛피트 목탄에서 증가량이 많은 편이었다. 치환성 양이온인 K, Ca, Mg등은 각각 0.83~0.99, 6.8~7.8, 1.6~1.9cmol/kg의 범위로 목탄 종류에 따라서 큰 차이를 보이지 않았다.

김 등('91)은 임업 묘포 토양에 목탄시용으로 토양산도, T-N, 유효인산, 양이온 치환용량등이 약간씩 높아지는 경향이라고 하였으며 목탄 시용량이 많을수록 함수율도 높았다고 하였다. 고추 연작지에 목탄을 시용하여 시험한 박 등('91)은 토양 pH가 높아지는 경향으로 0.13~0.29정도 상승하였고 인산의 집적은 차이가 없었다고 하였다. 인삼 경작지에서는 탄화물의 시용량이 증가할 수록 토양 pH가 상승하였으며 10a당 600~1,200kg시용시 0.5~1.0상승하여 산도교정 효과가 기대되었으며 염류농도는 관행구가 목탄 시용구에 비하여 2배이상 높아 목탄 시용으로 염류집적을 방지하는 효과가 있을 것으로 보았으며 치환성 양이온 치환용량은 300kg시용은 별 차이가 없었으나 600kg이상 시용시 양이온 치환용량이 다소 낮아졌다고 하였으며 토

양중 유효 인산함량이 높아지고 치환성 염기성분(K, Ca, Mg등)은 큰차이가 없다고 하였다.

關矢('90)는 목탄의 다량 시용으로 토양 기상을 증가와 토양 통기성 개선효과가 기대되며 토양 화학성도 동시에 변화되었다고 하였으며 越野('90, '96)는 목탄은 산도교정 효과는 인정되나 pH 3정도의 강산성 토양에서 목탄을 시용하여 산도를 교정하기는 어렵다고 하였다. 고추재배 토양에 활성탄을 시용하여 시험한 윤('98)은 토양 유기물 함량과 양이온 치환용량이 증가하였다고 보고하였다. 이와 같은 토양 pH의 상승은 목탄의 알칼리성 때문으로 생각되며 염류농도의 저하는 탄화물의 흡착력에 의한 염류의 흡수에 기인한 것으로 보인다. 山井('01)도 목탄의 시용량이 용적비의 10%일 때 숲의 입자지름이 0.1~2mm범위이면 40%이상의 투수성 개량효과를 나타내고 토양 단립의 단괴화를 막고 단립사이에 공극을 확보하여 토양을 팽연화시켜 토양의 투수성을 개량시킨다고 하였다.

목탄의 이화학적 특성을 연구한 美濃('97)은 일반적인 흡착의 반응양식은 흡착재의 표면과 흡착물질간의 화학결합에 의한 화학흡착과 흡착재의 표면과 흡착물질간의 약한 분자간력 및 흡착물질간의 약한 물질간력에 의한 물리흡착으로 나눌수 있는데 목탄의 암모니아태 질소의 흡착은 화학흡착과 물리흡착의 양자에 의한 것이며 흡착량은 관능기의 분리 탈리에 의한 손실이 적고 세공극이 발달하여 비표면적이 큰 것일수록 높다고 하였으며 중금속의 흡착량은 암모니아태 질소 흡착량과 마찬가지로 비표면적에 비례하여 증가하는 경향이라고 하였다.

따라서 농경지 토양에 농업용 목탄을 시용함으로써 토양의 산도교정은 물론 토양의 유기물함량 증가와 양이온 치환용량의 증가, 토양의 용적밀도와 고상율의 감소, 토양 공극율의 증가등 토양의 물리, 화학성을 개선할 수 있을 것으로 생각되나 이러한 효과의 지속성에 관해서는 앞으로 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

### 3) 양파의 생육 및 수량

목탄의 종류에 따른 양파의 생육을 표 25에서 보면 초장은 양파의 구 비대기인 4월27일에 73.5~79.1cm, 수확기인 6월5일에 81.3~85.8cm로 대체적으로 목탄 시

Table 23. Physical properties of soil after experiment.

Treatment	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Three phase (%)			Porosity (%)
		Solid	Liquid	Air	
Control	1.29	48.71	20.58	30.71	51.29
Coconut peat charcoal	1.24	46.82	22.33	30.85	53.18
Bamboo charcoal	1.24	46.65	21.51	31.83	53.34
Oak charcoal	1.24	46.81	21.72	31.48	53.20
Broadleaf tree bark charcoal	1.23	46.29	19.77	33.94	53.71
Pine charcoal	1.24	46.83	22.18	30.99	53.17

Table 24. Chemical properties of soil after experiment.

Treatment	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ava. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	Ex. Cation(cmol/kg)		
						K	Ca	Mg
Control	5.8	0.348	14.8	182	13.8	0.92	7.6	1.8
Coconut peat charcoal	5.6	0.312	15.2	185	14.8	0.93	7.7	1.8
Bamboo charcoal	6.1	0.295	15.4	181	15.0	0.85	7.8	1.9
Oak charcoal	6.2	0.348	15.1	184	14.4	0.99	7.2	1.6
Broadleaf tree bark charcoal	6.2	0.337	14.9	198	14.6	0.83	7.4	1.8
Pine charcoal	6.4	0.342	15.1	180	14.4	0.89	6.8	1.9

용구에서 초장이 컸다. 줄기 직경은 구 비대기인 4월27일에 15.8~16.9mm, 수확기인 6월5일에 16.9~17.7mm였으며 주당 엽수는 구 비대기인 4월27일에 7.8~8.5매, 수확기인 6월5일에 8.3~9.0매였으며 목탄 시용구에서 줄기 직경이 크고 주당 엽수가 많은 경향을 보였으며 목탄의 원료 수종에 따라서는 대체적으로 참나무 목탄, 활엽수 수피 목탄, 소나무 목탄, 대나무 목탄에서 초장, 줄기 직경, 주당 엽수등 생육이 좋은

경향을 보였다.

박 등('92)도 고추 연작지에 목탄분말, 목탄과립을 사용한 결과 고추의 초장, 줄기 직경, 엽면적 및 건물중등 고추의 생육이 좋았다고 보고하였으며 윤('98)도 고추재배시 목탄의 종류별로 처리를 달리하여 재배한 결과 고추의 초장, 줄기직경등 성장을 촉진하는 경향이나 목탄의 원료에 따라서 억제되는 경향도 있었다. 인삼 경작지에서도 목탄처리로 생산본수가 많아 졌으며 지하부 중량도 무거워 졌다고 보고하였다(홍 등, '92). 또한 목질탄화물에 펄라이트, 락토등을 혼합하여 묘대시에 복토 처리한 결과 4년근의 인삼지상부 생육은 경직경, 경장, 엽폭이 양호하였으며 활성탄 > 숯가루 > 목탄분의 순서였으며 지하부 생육도 목탄처리구의 근중이 무거웠다고 하였으며 목탄사용에 의해 식부가능 묘삼의 생산량이 많았으며 식부가능 묘삼의 생산본수에서도 유사한 경향이었고 묘삼의 총생산량도 목탄사용에 의해 많아지는 경향이었다고 보고하였다(홍 등, '90). 임업 묘포에서 포장시험한 김 등(1991)은 소나무는 목탄 1,000g/m<sup>2</sup> 사용구에서, 낙엽송은 500g/m<sup>2</sup>, 해송 및 리기다소나무는 500g/m<sup>2</sup> 사용구에서 통계적인 유의차는 없었으나 묘고 및 근원경등 생육이 양호하였으며 pot시험에서도 통계적인 유의성은 없었으나 목탄사용 효과가 있었다고 보고하였다. 또한 토성이 다른 양토, 사질양토의 pot에 목탄처리하고 묘목을 식재한 결과 목탄처리로 임목생장에 크게 영향하였으며 특히 사질양토에서 묘고, 근원경 성장지수가 높아 목탄의 특성인 흡착성, 보수성, 통기성 및 투수성이 사질양토의 물리성을 개량한 것으로 추정하였다.

목탄의 원료 수종에 따른 양파의 수량을 표 26에서 보면 양파 구의 높이는 7.5~7.9cm로 무처리에 비하여 목탄 사용구에서 약간 큰 경향을 보였으나 목탄의 원료 수종간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 양파 구의 직경은 7.0~7.2cm로 처리간에 차이가 없었다. 양파 구의 평균무게는 154.4~170.4g이었으며 참나무 목탄과 활엽수 수피 목탄에서 가장 무거웠다. 따라서 10a당 수량은 4,631~5,114kg으로 무처리에 비하여 활엽수 수피 목탄과 참나무 목탄에서 10%정도 증수되었으며 소나무 목탄에서 2.8%증수되었고 기타 처리에서는 무처리와 비슷한 수량이었다. 통계 분석 결과 활엽수 수피 목탄과 참나무 목탄에서 유의성이 인정되었다.

고추 연작지에서 시험한 박 등('91)은 고추의 수량이 목탄 사용량이 많아질

수확 수량이 많아졌으며 1과중과 수확과수가 많은 500kg/10a시용구에서 16%, 300kg 시용구에서는 9~11%, 100kg시용구에서는 6%증수되었다고 보고하였으며 윤('98)은 고추 재배토양에 목탄 종류별로 300kg/10a을 사용한 결과 목탄 종류에 따라서 1~4%증수되었다고 발표하였다.

Table 25. The growth of onion by application of wood charcoals make for various kinds of tree.

Treatment	Plant height(cm)		Diameter(mm)		No. of leaves	
	April.27	June.5	April.27	June.5	April.27	June.5
Control	73.5	81.3	16.9	17.3	8.0	8.5
Coconut peat charcoal	77.2	83.4	15.8	16.9	7.8	8.3
Bamboo charcoal	78.2	83.0	16.7	17.2	8.3	8.7
Oak charcoal	79.1	85.8	16.9	17.7	8.5	9.0
Broadleaf tree bark charcoal	78.9	84.1	16.4	17.6	8.0	8.8
Pine charcoal	78.4	82.1	16.1	17.4	8.1	8.8

Table 26. Yield and yield components by application of wood charcoals make for various kinds of tree.

Treatment	Bulb high (cm)	Bulb diameter (cm)	Bulb weight (g)	Yield ↓ (kg/10a)	Index
Control	8.0	7.4	154.6	4,638 b	100
Coconut peat charcoal	7.6	7.0	154.4	4,631 b	99.8
Bamboo charcoal	7.5	7.0	154.4	4,633 b	99.9
Oak charcoal	7.9	7.2	170.0	5,102 a	110.0
Broadleaf tree bark charcoal	7.8	7.2	170.4	5,114 a	110.3
Pine charcoal	7.7	7.0	159.0	4,769 ab	102.8

↓ : Duncan's multiple range test 5%.

#### 4) 시험연구결과 요약

양과재배 토양에서 토양개량용으로 적합한 목탄의 원료 수종을 선별하기 위해서 관행(무처리)와 코코넛 피트, 대나무, 참나무, 활엽수 수피, 소나무등으로 만든 목탄을 500kg/10a수준 시용의 6처리로 2002년에 시험한 결과는 다음과 같다.

가) 시험에 사용한 목탄의 pH는 5.1~10.1, T-N 0.15~0.71%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.06~2.65%, K<sub>2</sub>O 0.20~0.86%범위였으며 1mm이하 크기의 입자는 9.0~84.8%였다.

나) 시험후 토양의 물리성은 목탄 시용으로 용적밀도와 토양의 고상율이 낮아지고 액상과 기상, 공극율이 증가하였다.

다) 시험후 토양의 화학성은 목탄 시용으로 토양 pH가 개선되고 OM, CEC 등이 증가하였다.

라) 양과의 생육은 목탄시용으로 줄기직경이 크고 주당 엽수가 많은 경향이였으며 참나무, 활엽수 수피, 대나무 목탄에서 생육이 좋았다.

마) 양과의 수량은 4,631~5,114kg/10a로 무처리(4,638kg/10a)에 비하여 구고가 크고 구중이 무거운 참나무 목탄과 활엽수 수피 목탄에서 각각 10%, 소나무 목탄에서 2.8% 증수되었으며 유의성이 인정되었다.

## 제 4 절 목탄과 목초액의 품질 분석

### 1. 서 언

숯은 예전부터 연료 등 생활의 여러 곳에 사용하였다. 예를 들면 그 당시 과학적으로 입증된 것은 없었지만 숯의 정화기능을 활용하여 간장과 된장 담글 때, 우물을 팔 때 사용하였으며, 보습 기능을 활용하여 집을 지을 때 바닥의 깔개로 사용하였다. 대표적인 것은 해인사의 팔만대장경을 보관한 바닥에 숯을 사용한 것이다. 또한 이질과 설사 치료 등의 약용으로 사용하여 현재는 대한약전에 등록되어 있기도 하다.

그러나 숯이 고급연료, 연마재, 정화재등 여러 가지 용도로 사용되었던 것이 각종 대체 물질로 바뀌면서 그 생산량이 격감되었으나, 1990년말부터 숯의 새로운 효능이 밝혀지면서 그 수요가 크게 증가되고 있는 추세에 있다. 통계자료에 의하면 1990년에는 불과 737톤의 숯을 생산하였으나, 2000년에는 11배 이상인 8400톤을 생산하였고, 수입량도 2만톤이던 것이 9만 5천톤으로 4배 이상 증가하였다.

숯은 연료 외에도 생활용품 숯이라 하여, 숯의 흡착력을 이용한 냉장고 탈취제, 음이온 발생효능을 활용한 숯베개, 숯침대 등으로 다양화되고 있으며, 숯의 이화학 특성을 살려 농·임업의 토양개량제 뿐만 아니라, 가축 사료 첨가제로 이용되어 가축의 질병 예방과 축사 내 암모니아가스 발생량 등을 현저히 감소시킬 수 있는 친환경 재료로도 각광을 받고 있다.

숯 생산을 하면서 부산물로 얻어지는 목초액은 산림법시행규칙 제2조 임산물의 종류 중 6항의 수액(수목을 태워서 얻은 응축액을 포함한다.)에 임산물로 규정하고 있으며, 환경농산물관리요령의 토양개량 자재로 농림부고시 제2000-64호(2000. 10. 6)에 포함되어 있다.

석유화학 산업이 발전되기 전에는 목초액은 알콜이나 초산 등의 공업용 화학물질을 생산하는데 사용되었으나, 석유화학 산업이 활성화되면서 그 경쟁력을 상실하고 방치되어 왔다. 그러나, 근자에 와서는 목초액이 감농약재(減農藥材) 및 감비료재(減肥料材), 탈취제 등으로 활용될 수 있는 새로운 용도가 구명되면서 10년전 만해도



극히 미미했던 것이 지난해에는 약 12,000톤을 생산하였고, 목초액을 주 생산품으로 생산하는 공장만도 10여개소에 이르게 되었다.

목초액 효과는 식물체에 작용하여 뿌리 발육을 활성화하므로써 질병에 대한 저항성을 증진시키는 것으로 알려져 있다. 사과, 배, 감 포도, 양다래 등의 과수에 적용할 때 과실의 당도가 향상되고, 저장성이 우수하게 되며, 병충해에 대한 저항성이 증가되는 것으로 조사되었다. 또한, 온실 작물인 방울토마토, 수박, 딸기, 피망, 오이, 가지 등의 작물에서도 우수한 품질의 농산물을 생산하는 것으로 조사되었다. 농가에서 퇴비 제조할 때 목초액을 살포하면 퇴비 숙성기간이 단축되고, 농약 살포시 농약과 혼합 사용하면 농약 특유의 냄새를 제거하여 작업 능률을 올릴 수 있는 것으로 알려져 있다. 한편 소, 돼지, 닭 등 가축 사료에 혼합하여 급여하면 질병 발생률이 현저히 감소하고 육질이 개선되는 것으로 조사되었다. 공업적으로도 질소 화합물이나 황 화합물의 악취를 제거하는 탈취제로 우수한 효과를 인정받아 일부 공장에서 현재 사용 중에 있다. 이와 같은 사례를 보면 쓰레기 매립장, 오수 처리장 등 악취가 발생하는 장소에서 목초액을 탈취제로 사용 할 수 있을 것으로 전망된다.

따라서 본 연구는 국내에 유통되고 있는 목탄과 목초액을 수집하여 이에 대한 품질 시험을 통하여 토양개량제로 활용할 수 있도록 문제점을 파악하고 해결 방안을 모색하고자 그 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 목탄분석

#### 1) 수분(水分)

목탄의 각 부분에서 시료를 취하여 250 $\mu$  이하로 잘 분쇄한 후 2~5g의 기준 시료를 미리 칭량된 항량병에 취하고 105 $\pm$ 3 $^{\circ}$ C 건조기내에서 16시간 건조시킨다. 이것을 데시케이터 내에서 냉각시킨 후 칭량하고 2시간마다 건조시켜 항량을 구하고 이것을 3회 반복 시험의 평균치를 수분으로 하였다.

## 2) 회분(灰分)

목탄의 각 부분에서 시료를 취하여 250 $\mu$  이하로 잘 분쇄한 후, 약 1g의 기건시료를 미리 칭량된 도가니에 취해 800 $\pm$ 10 $^{\circ}$ C까지 온도를 서서히 올려 가열 회화(灰化)하였다. 잔류물의 기건시료에 대한 백분율을 구하여 3회 반복시험의 평균치를 회분으로 하였다. 이때 잔류물 중 탄소 입자가 존재할 경우에는 소량의 초산 암모늄 또는 3% 과산화수소를 가하여 축축하게 한 후 다시 800 $\pm$ 10 $^{\circ}$ C까지 가열 회화(灰化)하였다.

## 3) 휘발분(揮發分)

기건시료 1g을 미리 칭량한 백금 도가니(용적 10cc)에 취하고 회화로(灰化爐)내의 온도를 925 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C로 조정 한 후 뚜껑을 덮은 백금 도가니를 넣고 정확히 7분간 가열한 후 1분간 방냉한 다음에 데시케이터 내에서 약 20분간 냉각한 후 무게를 칭량하여 가열 감량을 구하여 3회 반복시험의 평균치를 다음 계산식에 따라 휘발분으로 하였다.

$$\text{휘발분}(\%) = \frac{\text{가열감량}(g)}{\text{건조시료}(g)} \times 100 - \text{수분}(\%)$$

## 4) 고정탄소(固定炭素)

고정탄소는 다음 계산식에 따라 구한다.

$$\text{고정탄소}(\%) = 100 - \{\text{수분}(\%) + \text{회분}(\%) + \text{휘발분}(\%)\}$$

## 5) 수소이온농도(pH)

가) 시료 5g을 50ml 비이커에 취하고 증류수 25ml를 가하여 때때로 유리봉으로 저어주면서 1시간 방치한다.

나) 유리전극은 미리 물에 수시간 이상 담그어 둔다. pH미터는 전원을 넣어 5분 이상 경과 후에 사용하였다. 검출부는 물로 잘 씻고 부착한 물은 여지 등으로 가볍게 닦아 낸다. 온도 보상용 꼭지가 있는 것은 pH 표준액의 온도와 같게 맞추고 검출부를 시료의 pH 값에 가까운 표준액에 담그어 2분 이상 된 후 pH미

터의 지시가 온도에 있어서의 pH 표준액의 pH 값이 되도록 영점 조절용 꼭지를 조절하였다. 두 점에서 조절 한 경우에는 보통 인산염 pH 표준액과 측정 시료액의 pH 값에 가까운 pH 표준액을 써서 앞의 조작에 따라 조작한다. 다음에 검출부를 물로 잘 씻고 부착한 물을 여지 등으로 가볍게 닦아낸 다음 측정 시료액에 담그어 측정값을 pH로 하였다.

## 나. 목초액 품질시험

### 1) 보메비중

중(重)보메비중계(범위 : 0~10)를 사용하고, 측정시 목초액의 온도는  $15 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 측정하였다.

### 2) 산량

목초액의 산량은 초산에 의한 것으로 간주하여 계산한다. 목초액 1ml를 100배로 희석한다. 이 용액에 페놀프탈레인 지시약을 2~3방울 넣고 0.1N NaOH액으로 적정하여 중화점을 구하거나, pH측정기를 사용하여 pH가 8.15가 될 때까지 0.1N NaOH용액을 뷰렛으로 서서히 떨어뜨려 그 때 소비량을 구하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{산량}(\%) = \frac{\text{NaOH소비ml수} \times 60.04 \times F \times 0.1}{1000} \times 100$$

여기서 F는 0.1N NaOH 규정용액의 팩터이고, 60.04는 초산( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )의 분자량이다.

### 3) pH

전극과 온도보정용 센서가 달린 소수점 둘째 자리까지 읽을 수 있는 pH 측정기로 측정하였다.

#### 4) 용해타르

목초액 20.00g을 증발접시에 넣고  $125 \pm 5^\circ\text{C}$ 로 조절된 건조기 내에서 24시간 이상 건조한 후 고형분 잔사를 칭량하여 목초액에 대한 중량 퍼센트를 구하여 용해 타르 함량으로 하였다.

#### 5) 굴절률(%Brix)

0점 조절계가 달린 브릭스 굴절계로 측정하였다.

#### 6) 육안판별

목초액을 100ml 유리제품의 메스실린더 용기에 담아서 흰 종이에 올려놓고, 상부를 관찰하여 목초액의 색, 탁도, 타르 미립자, 이물질 혼입 등과 투명도의 품질을 육안으로 구별하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 목탄분석

시중에서 유통되고 있는 목탄 및 성형목탄 30점을 수집하여 분석한 결과는 표 1과 같다. 목탄에 대한 규격은 임업연구원고시제2000-41호(2000. 1. 14)에 임산연료규격으로 고시된바 있으며, 여기에는 목탄이 연료로서의 가치를 표시한 것으로 임목탄과 톱밥숯으로 분류하여 품질을 표시하였다. 임목탄의 경우 백탄과 흑탄으로 구분하고 이들 품질에 대한 재료 및 품질로서 수종, 수피 유무, 절단면의 형태와 색채, 음향, 크기, 수분, 회분과 기타 사항을 명시하였고 포장 단위에 대하여 규정하였다. 톱밥숯의 경우도 재료 및 품질로서 재료, 수분, 회분과 기타 사항을 명시하였고 포장 단위에 대하여 규정하였다.

현재 국내에서 숯을 생산하는 방법은 임목을 탄재로하여 전통식 숯가마로 굽는 백탄과 흑탄이 있으며, 톱밥을 원료로 평요에서 제탄한 톱밥숯, 목재를 칩으로 제조한 후 이를 원료로 사용하여 연속적으로 제탄한 칩숯 등으로 구별되며, 수입 숯 중에는 톱밥을 건조한후 열과 압력을 가하여 성형장작을 만든 후 이를 탄재로 제탄한

표 1. 목탄 분석

구 분	공 업 분 석(%)				pH
	함수율	회분	휘발분	고정탄소	
전통식 참나무백탄	9.7	2.9	7.5	79.9	10.1
전통식 참나무백탄	6.5	2.1	5.9	85.5	10.1
참나무숯(평로)	3.9	1.8	19.3	75.0	8.7
분말형 참나무백탄	8.9	22.1	15.8	53.2	11.9
분말형 참나무백탄	10.0	21.4	8.6	60.0	10.1
참나무흑탄	4.2	1.7	31.0	63.1	7.9
기계식 참나무츄숯	11.9	14.9	13.3	59.9	10.3
기계식 참나무츄숯	9.5	15.4	15.7	59.4	10.4
응용식 참나무츄숯	9.2	5.5	11.3	74.1	10.1
응용식 참나무츄숯	6.4	1.3	19.1	73.3	7.8
분말형 소나무백탄	9.8	5.1	7.4	77.8	9.2
소나무 흑탄	4.9	1.0	28.4	65.7	7.3
소나무 건류탄	3.9	0.8	24.0	71.3	6.6
기계식 소나무츄숯	7.7	11.6	13.6	67.1	9.8
응용식 낙엽송츄숯	14.3	1.4	6.6	77.7	9.8
기계식 삼나무츄숯	11.7	21.0	17.9	49.5	10.6
전통식 대나무숯	3.7	3.8	14.8	77.7	9.9
분말형 대나무숯	6.6	7.2	17.5	68.7	9.4
기계식 대나무숯	3.2	3.8	8.4	84.5	10.2
중국 참나무숯	9.6	3.7	7.3	79.3	9.8
중국 참나무숯	3.8	2.2	17.2	76.8	9.3
중국 참나무백탄	9.9	3.6	6.7	79.8	10.5
중국 참나무검탄	5.3	1.2	28.3	65.1	7.2
인도네시아 망그로브숯	5.8	2.8	33.5	57.8	6.9
인도네시아 열탄	6.4	4.3	13.1	76.2	8.6
인도네시아 야자숯열탄	6.6	2.3	18.9	72.2	8.9
말레이시아 열탄	6.0	3.3	6.1	84.6	9.4
숯가루성형 즉석탄	2.6	18.9	36.2	42.3	8.3
중국 숯가루성형 즉석탄	2.4	32.5	36.3	28.8	8.4
인도네시아 야자숯 즉석탄	4.0	32.7	35.2	28.1	6.9

성형탄(일명 열탄) 등이 있다. 숯 제품 중 일반에게 즉석탄으로 판매되는 톱밥숯 성형탄은 숯가루로 분쇄한 후 바름과 같은 착화제를 혼합하여 불이 쉽게 붙일 수 있도록 제조한 것으로 바비큐용으로 사용한다. 또한 농업용이나 축산사료용으로 판매되고 있는 활성탄은 공업용 활성탄과는 달리 숯가루에 목초액등을 일정 비율로 혼합한 것으로 공업용 활성탄과 혼돈하지 않도록 활성탄이란 이름보다는 목초탄으로 사용하는 것이 바람직하다.

목탄의 품질 중 수분은 임목탄의 경우 10%이하로 규정하고 있으며, 톱밥숯은  $24.6 \pm 3.2\%$ 로 규정하고 있다. 톱밥숯의 경우 수분량이 높은 것은 제탄 후 소화시 물로 소화하기 때문이며 일부 칩숯도 톱밥숯과 같이 물로 소화하므로 수분량이 높다.

회분은 임목탄이 2.6%이하 톱밥숯이 5%이하로 규정하고 있다. 수집한 목탄 30점 중 5%이상 함유한 것은 12점 2.6%이상 함유한 것은 20점으로 나타났다. 주로 요식업소용으로 사용되는 백탄은 흑탄보다 회분 함량이 높는데 이는 소화 방법에 차이에서 기인되는 판단된다. 백탄은 정련 후 재와 모래가 혼합된 것으로 덮어서 숯가마 밖에서 소화하므로 숯에 회분으로 함유될 수 있는 것들이 많이 포함된 반면에 흑탄은 정련 후 공기가 통하지 않도록 숯가마를 밀봉하여 소화하므로 숯 자체가 가지는 회분량만이 측정되므로 그 함량이 백탄보다 적다.

같은 방법으로 숯을 굽을 때 수종간 회분량 차이는 소나무 숯이 참나무 숯보다 적으며 대나무 숯의 회분 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 열대 수종은 온대 수종보다 일반적으로 회분 함량이 높으므로 숯에 있어서도 수입된 열대산 숯이 온대산 숯보다 회분 함량이 높은 것으로 나타났다.

분말 형태의 숯은 목탄을 분쇄하는 과정에서 이물질이 혼입되어 회분함량이 높으며, 기계장치에 의해 칩을 직화식으로 제탄하여 얻어지는 숯은 탄재가 연소되는 부분이 많으므로 회분량이 높다. 특히 즉석탄의 경우는 숯가루와 착화제를 혼합하여 성형하여 만든 것으로 회분함량이 매우 높다. 그러나 열탄은 톱밥을 원료로 성형장작을 만든 후 이것을 탄재로하여 제탄한 것으로 즉석탄보다 매우 낮은 열대산 숯의 회분 함량과 유사한 것으로 나타났다. 연속식 탄화로를 사용하여 낙엽송 칩을 원료로 제탄한 것은 회분량이 매우 낮은 1.4%로 양질의 숯을 제조할 수 있는 것으

로 나타났다. 숯이 연료용으로 사용될 때는 회분량이 적으면 적을수록 우수한 숯으로 판정할 수 있으나, 토양개량제용 숯의 회분량은 이물질이 아닌 나무에서 유래된 회분량이라면 많은 것이 유리하다. 회분에는 식물체에서 요구하는 무기질 함유량이 높기 때문이다.

현재 연료용으로 규정되어 있는 목탄 규격은 토양개량제용이나 사료첨가제용 등으로 구분하여 규격제정이 필요한 것으로 판단된다.

휘발분은  $925 \pm 5^\circ\text{C}$ 에서 7분간 방치하여 그 감량을 측정하는 것으로 정련작업 중 낮은 온도에서 정련하면 휘발분 함량이 높고 높은 온도에서 정련하면 휘발분 함량이 낮다. 일반적으로 백탄은 흑탄보다 휘발분함량이 낮으며 평요에서 제조된 톱밥숯도 휘발분 함량이 높다. 수집된 30점 중 절반이상인 16점이 15%이상의 휘발분을 함유하는 것으로 나타났으며, 같은 수종에 있어서 백탄이 흑탄보다 20%이상 낮게 함유하는 것도 있었다. 소나무 흑탄과 건류탄에서도 휘발분 함량이 각각 28.4%와 24%로 높게 나타났으며, 수입된 중국산에서도 참나무 백탄과 흑탄의 휘발분 함량에서도 20%이상 차이가 있었으며, 즉석탄에서는 착화제를 사용하므로 35%이상의 높은 휘발분 함량 나타내었다. 연속식 탄화로 낙엽송 칩숯의 휘발분 함량은 참나무 백탄과 비교할 수 있을 정도의 낮은 함량인 6.6%를 함유하는 것으로 나타나, 이 연속식 탄화로는 높은 온도에서 제탄되고 있는 것을 알 수 있었다.

고정탄소의 함량이 70%이하인 것은 30점 중 절반 가까운 14점이었으며 휘발분량이 높으면 고정탄소량이 적게 나타났고, 특히 즉석탄 전부는 50%이하의 매우 낮은 함량을 나타냈으며, 기계식 삼나무 칩숯에서도 50.0%이하인 49.5%로 나타나 칩숯을 취급할 때 이물질이 많이 혼입되어 회분량이 증가하므로 상대적으로 낮은 고정탄소 함량을 나타내었다.

탄재를 제탄할 때 높은 온도에서 제탄 할수록 목탄을 여과하여 얻어지는 여과수의 pH는 강한 알칼리성을 나타낸다. 수집된 30점 숯의 pH가 9이하 인 것이 12점으로 제탄온도가 낮은 흑탄, 소나무 건류탄, 수입숯과 열탄들이 여기에 포함되며, 바비큐용으로 사용되는 착화제가 혼합된 즉석탄은 전부가 해당된다. 그러나 분말형 백탄은 회분 함량이 높아 pH가 높게 나타났으며, 성형장작을 원료로하는 열탄은 pH가 거의 9를 육박하므로 상당히 높은 탄화온도에서 제탄하는 것으로 추정된다. 백

탄과 흑탄을 비교하면 제탄온도있어서 백탄이 흑탄보다 높기 때문에 pH가 높은 것으로 나타났다.

### 나. 목초액 분석

목초액 품질 규격은 표 2와 같이 숫가마의 종류와 목초액의 제조방법에 따라 수종 등을 구분하고 품질로는 보메비중, 산량, pH, 용해타르, 굴질률과 육안판별의 항목에 색깔과 투명도 등을 규정하고 있다.

국내에서 유통되고 있는 목초액의 23종을 수집하여 시험한 결과는 표 3과 같다. 국내에서 유통되는 목초액을 분류하면 국내생산 목초액과 수입 목초액으로 분류된다. 국내생산 목초액은 전통식 숫가마에서 부산물로 얻어지는 전통식 목초액과 목초액을 주 생산품으로 생산하는 직화식 기계식 목초액으로 크게 대별되며 전통식 숫가마를 응용한 간접가열방식의 칩 숯을 생산하는 응용식 목초액과 이들을 증류한 증류 목초액으로 분류할 수 있다.

표 2. 목초액 품질 규격

구분	원료	보메비중 ( °Be)	산량 (%)	pH	용해타르 (%)	굴질률 (%Brix)	육안판별
전통식 숫가마 또는 이들 응용한 장지	침엽수	0.6~5.5	1.5~5.0	3.5이하	2.0이하	3.5이상	적갈색, 투명
	활엽수	0.6~2.5	3.0~6.5	3.5이하	1.5이하	3.5이상	적갈색, 투명
기계식 탄화로	침엽수	2.5~5.5	2.3~5.5	3.5이하	5.0이하	7.0이상	적갈색, 투명
	활엽수 (죽재류포함)	2.5~5.5	4.5~9.0	3.5이하	5.0이하	7.0이상	적갈색, 투명
증류 목초액	침엽수	0.0~2.5	0.8이상	3.5이하	0.3이하	0.8이상	담황색, 투명
	활엽수 (죽재류포함)	0.0~2.5	1.0이상	3.5이하	0.3이하	0.8이상	담황색, 투명



이들 목초액에 대한 품질은 임업연구원에서 2차 개정 고시한 임업연구원 고시 제2001-42호에 각 목초액 종류별 수종별 품질 규격이 명시되어 있다. 이 규격의 품질 규정에 의하면 표 3의 진하게 표시한 것들은 부적합한 것으로 판정할 수 있다.

수집된 목초액 23종에 있어서 보메비중이 규격에 부적합한 것은 없었으며, 산량의 규격보다 미달되는 것은 중국에서 수입한 대나무 초액이 2.2%로 최소기준값인 3.0%보다 낮았으며, 일본에서 수입한 수종이 표시되지 않는 것은 산량의 최대 기준값인 9.0%보다 4%높은 13.0%를 나타내어 원래의 목초액에 유기산을 혼합한 것으로 추정된다.

산도(pH)의 규정은 3.5이하이나 23개 품목 중 3개사 제품이 3.5이상으로 나타났다. 이중 2개 제품은 간이 탄화 방법으로 제조된 것으로 추정되며 1개 제품은 중국에서 수입한 것이다.

용해타르 함량이 규격 범위를 초과하는 것도 3종 있었는데, 전통식 목초액에서 1개 제품 기계식 목초액에서 1개 제품 증류식 목초액에서 1개 제품인 것으로 나타났다. 전통식 목초액은 용해타르 함량기준은 1.5%이하이나 3.88%의 높은 함량을 나타내었으며, 기계식 목초액의 기준은 5.0%이하이나 7.25%을 나타내었고, 증류목초액은 0.3%이하이나 0.37%을 함유한 제품이 있었다.

굴절률은 목초액 규격을 2001년에 2차 개정하였을 때 신설된 항목으로 색깔과 용해타르 함량등과 밀접한 관계를 갖는 것으로 전통식 목초액의 기준은 3.5이상, 기계식 목초액 기준은 7.0이상, 증류식 목초액 기준은 0.8이상으로 23개 제품 중 부적합한 것은 전통식 목초액 1종, 기계식 목초액 1종 있었다.

육안판별 중 색깔이 부적합한 것은 전통식 목초액에서 1종 기계식 목초액에서 1종 나타났으며, 혼탁도에 있어 투명하지 못한 것도 전통식 목초액에서 2종, 기계식 목초액에서 2종, 증류식 목초액에서 1종 나타났다. 색깔이 부적합한 것은 이물질을 혼합하여 색깔이 변한 것이고, 불투명한 것은 숙성을 충분히(기준 6개월) 하지 않은 조목초액으로 추정된다.

수입 목초액 중 중국산 대나무 초액은 산량이 낮고 산도가 높아 목초액 품질 규격에 적합하지 못하였으며, 일본산 목초액은 산량이 최대 기준치 9.0%를 초과하는 13.0%의 매우 높은 함유량을 나타내고 있으나, 용해타르 함량이 증류목초액 기준인

표 3. 목초액 분석

구 분	원 료	보메비중 (° Be)	산량 (%)	pH	용해타르 (%)	굴절률 (%)	색깔	혼탁도
전통식	참나무	1.3	4.3	3.1	0.29	4.7	적갈색	투 명
전통식	참나무	0.8	3.3	3.2	0.31	<b>3.1</b>	연적갈색	투 명
전통식	참나무	2.1	6.9	2.8	0.76	6.3	적갈색	투 명
전통식	참나무	1.2	3.6	<b>3.7</b>	0.73	4.5	적갈색	투 명
전통식	참나무	3.9	5.5	2.3	<b>3.88</b>	11.3	적갈색	투 명
전통식	참나무	1.8	5.8	3.2	1.20	6.7	적갈색	반투명
전통식	참나무	1.4	4.7	<b>3.6</b>	1.03	4.8	흑갈색	불투명
기계식	참나무	1.7	4.9	2.4	1.35	<b>6.0</b>	흑갈색	불투명
기계식	참나무	4.9	5.8	1.8	4.49	13.3	적갈색	투 명
기계식	참나무	4.8	6.2	1.7	4.12	12.7	적갈색	투 명
기계식	참나무	4.1	5.3	1.8	3.48	10.8	적갈색	투 명
기계식	소나무	5.6	5.5	3.1	<b>7.25</b>	15.0	흑갈색	불투명
기계식	참나무(톱밥)	3.8	8.2	2.6	2.83	13.4	진적갈색	투 명
기계식	참나무	3.3	4.8	2.4	2.97	9.8	진적갈색	투 명
기계식	대나무	2.5	5.4	2.3	1.48	9.0	적갈색	투 명
응용식	참나무	2.0	6.7	2.6	1.23	9.0	적갈색	투 명
증류식(전통)	참나무	0.6	3.1	2.5	0.01	2.0	무 색	투 명
증류식(기계)	참나무	0.2	1.5	2.7	<b>0.04</b>	1.8	미황색	투 명
증류식(응용)	참나무	1.0	9.2	2.2	0.02	6.3	연미색	투 명
증류식(응용)	참나무	1.5	8.1	2.3	0.03	5.3	미 색	투 명
증류식(응용)	참나무	1.5	6.0	2.5	<b>0.37</b>	7.5	미 색	불투명
수입(일본)	-	3.2	<b>13.0</b>	2.2	0.23	10.0	적갈색	투 명
수입(중국)	대나무	1.0	<b>2.2</b>	<b>3.7</b>	0.52	4.1	적갈색	투 명

0.3%이하인 0.23%의 낮은 함유량을 나타내었으며, 굴절률 또한 높게 나타나, 일본산 수입목초액은 숯제조 과정에서 채취한 목초액에 인위적인 처리를 한 것으로 추정된다.

#### 다. 결 론

1) 시중에 유통되고 있는 목탄 30점을 수집하여 품질 시험한 결과 임산연료규격의 임목탄과 톱밥숯 회분항목에 미달하는 것이 20점으로, 5%이상 함유한 것은 12점, 2.6%이상 함유한 것은 20점으로 나타났다.

2) 휘발분이 15%이상 함유하는 것이 16점으로 나타났으며, 백탄이 흑탄보다 20%이상 낮게 함유하고 착화제가 혼합된 즉석탄에서는 35%이상의 높은 함량을 나타내었다. 고정탄소의 함량이 70%이하인 것이 14점으로 나타났으며 즉석탄에서는 50%이하로 매우 낮은 함량을 나타내었다.

3) 제탄온도에 따라 차이가 있는 pH는 9이하인 것이 12점이었으며, 분말형 백탄에서는 높은 pH를 나타내었다.

4) 연료용으로 규정되어 있는 목탄 규격은 토양개량제용이나 사료첨가제용 등으로 구분하여 규격 제정이 필요한 것으로 판단된다.

5) 목초액 23점을 수집하여 분석한 결과 목초액 규격에 부적합한 것은 산량에서 2종, 산도(pH)에서 3종, 용해타르에서 3종, 굴절률에서 2종, 색깔에서 3종과 혼탁도에서 5종 있었다.

6) 목초액 규격에 부적합한 이유는 6개월 이상 숙성시키지 않은 조목초액도 있었으며, 간이 탄화로에서 부적절한 방법으로 제조되어 산도(pH)가 기준치 3.5이하보다 높게 나타난 것도 있었다. 중국에서 수입한 대나무 초액은 산량 및 산도가 규격에 미달하며, 일본에서 수입한 목초액은 산량이 매우 높으며 용해타르 함량이 낮고 굴절률이 높아 자연적으로 채취한 목초액에 인위적인 처리를 하여 제조한 것으로 추정된다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 목표달성도

구분	연구개발목표	평가의 착안점	척도	달성도
1차년도 (1999.11 ~ 2000.10)	1. 목탄과 목초액처리에 따른 채소와 화훼류의 생육, 품질, 및 저장에 대한 영향 기초 조사  2. 목탄의 적정시용량 및 토양 개량효과 구명	○ 목탄과 목초액의 농도별 처리는 마늘 양파의 수량 및 품질 향상에 기여하였는가?	15	15
		○ 목초액과 키토산의 처리는 마늘 양파의 수량 및 품질향상에 기여하였는가?	15	15
		○ 목초액의 수확전 전처리는 양파 마늘의 저장성을 향상시켰는가?	20	20
		○ 백합의 절화생산에 목탄의 종류와 목탄과 목초액의 농도별 처리가 효과적이었는가?	15	15
		○ 백합의 인편삼 및 구근생산에 목탄과 목초액의 농도별 처리가 효과적이었는가?	15	15
		○ 목탄의 적정시용량과 토양개량효과가 구명되었는가 ?	20	20
소 계			100	100
2차년도 (2000.11 ~ 2001.11)	1. 목탄과 목초액 처리방법, 연작에 따른 채소와 화훼류의 생육, 품질, 및 저장에 대한 영향 조사  2. 토양개량용 목탄의 종류 및 입자 크기 구명	○ 목탄과 목초액의 처리방법이 양파와 마늘의 생육과 품질 향상에 기여하였는가 ?	15	15
		○ 화학비료 시비량에 목탄 및 목초액이 미치는 영향을 구명하였는가?	15	15
		○ 목탄과 목초액 처리가 양파와 마늘 재배 토양의 병원미생물의 변화에 대한 영향을 조사하였는가 ?	10	10
		○ 목초액과 식물호르몬제의 수확전 처리는 양파 마늘의 저장성을 향상시켰는가?	10	10
		○ 백합의 절화생산에 목탄의 처리방법이 효과적이었는가?	15	15
		○ 백합의 구근생산에 목탄의 종류 및 입자 크기의 처리가 효과적이었는가?	10	10
		○ 목탄과 목초액 처리가 백합 재배토양의 병원미생물의 변화에 대한 영향을 조사하였는가 ?	10	10
		○ 토양개량용으로 적합한 목탄의 입자크기가 구명되었는가 ?	20	20
소 계			100	100

구분	연구개발목표	평가의 착안점	척도	달성도
3차년도 (2001.11 ~ 2002.10)	1. 목탄의 입자 크기 및 처리 방법, 목초액 및생리활성물질, 비료와 혼용처리, 연작에 따른 채소와 화훼작물의 생육, 품질 및 저장에 대한 영향조사 2. 토양개량용으로 적합한 목탄 원료 수종 개발 3. 목탄과 목초액의 품질 분석	○ 양파과 마늘 재배에 목탄의 종류 및 입자 크기가 생육 및 품질 향상을 기여하였는가 ?	10	10
		○ 양파과 마늘의 연작 재배에 목탄과 목초액의 처리 경과년수에 따른 영향을 구명하였는가 ?	15	15
		○ 양파 마늘의 수확전 목초액과 ethephon 병용처리는 저장성을 향상시켰는가?	10	10
		○ 백합의 절화생산에 계통별로 효과가 있었는가 ?	10	10
		○ 백합의 구근생산과 국화 재배시 목탄의 처리방법이 효과가 있었는가?	10	10
		○ 백합 연작재배시 목탄이 연작피해를 절감시켜 주었는가 ?	15	15
		○ 토양개량용으로 적합한 목탄의 원료수종 선발하였는가 ?	20	20
		○ 목탄과 목초액의 품질을 분석하여 문제점들을 파악하였는가 ?	10	10
		소 계		100
최종 평가 (2002)	1. 채소와 화훼작물 재배농가의 목탄과 목초액 사용기준 설정 2. 토양개량용 목탄 개발	○ 양파와 마늘 재배에 적절한 목탄과 목초액의 사용기준을 설정하였는가?	25	25
		○ 양파와 마늘의 저장에 효과가 있는 수확전 목초액의 처리농도 및 양과 혼용 phytohormone의 종류와 양을 결정하여 사용기준을 설정하였는가?	25	25
		○ 백합의 절화와 구근생산 및 국화절화재배에 적합한 사용기준을 결정하였는가?	25	25
		○ 토양 개량에 적절한 원료수종을 선정하고 그들의 입자크기 및 시용량을 구명하여 토양개량용 목탄을 개발하였는가?	25	25
소 계		100	100	

## 제 2 절 관련분야에의 기여도

### 1. 기술적 측면

① 환경친화적인 농업을 위해 목탄과 목초액은 매우 유용하게 사용할 수 있다. 본 실험에서도 토양개량제로서 목탄이 적극적으로 이용될 수 있음을 밝혀냈다. 또한 목초액을 토양에 처리하여 토양 소독도 가능함을 알 수 있었다. 따라서 토양의 지력증진과 감농약에 목탄과 목초액이 효과적으로 이용될 수 있다.

② 본 실험에서 목탄과 목초액을 토양에 처리할 경우 토양의 물리·화학성을 개선하는 효과가 있음이 밝혀졌고, 토양전염성균의 증식을 억제하는 결과를 얻었다. 이러한 효과로 인해 지력이 회복되어 채소류(양파와 마늘)의 생육이 좋아졌고, 수량과 품질이 양호하였을 뿐만 아니라 화훼류(백합과 국화)에 있어서도 절화품질이 향상되었다. 또한 농약사용량을 줄일 수 있어 공해요인이 적은 건강한 채소를 생산할 수 있는 자료를 제공할 수 있게 되었다.

③ 지금까지 목탄과 목초액을 제조하는 회사는 적정 사용방법을 제대로 알지 못하는 상황에서 주먹구구식으로 사용량을 농민들에게 제시하여 왔고, 이를 이용하고 있는 농가의 대부분이 사용기준이 되는 적정량을 모르면서 사용하고 있었다. 본 실험을 통하여 채소류와 화훼류의 목탄과 목초액의 적정 사용기준량을 밝혔으며, 이를 토대로 목탄과 목초액을 사용하는 원예작물 재배농가에서는 현재까지의 애로사항들을 해결할 수 있으리라 판단된다.

④ 또한 양파와 마늘 저장시 신선도 유지에 위해 목초액이 이용될 수 있다. 수확 2주전에 마늘에는 목초액 100배 희석액과 1000배 ethephone 혼용액을 330mL/ 3.3m<sup>2</sup>으로, 양파에는 목초액 300배 희석액과 100배 MH 혼용액을 250mL/ 3.3m<sup>2</sup>으로 엽면 살포할 경우 저장력이 증진되는 것으로 밝혀졌다.

⑤ 목탄에 대한 규격은 임업연구원 고시 제2000-41호(2000. 1. 14)에 임산연료규격으로 고시된바 있으며, 목초액에 대한 품질은 임업연구원에서 2차 개정 고시한 임업연구원 고시제2001-42호에 각 목초액 종류별 수종별 품질 규격이 명시되어 있다. 그러나 시중에서 유통되고 있는 목탄과 목초액을 분석한 결과 품질이 불량한 것들이

많이 유통되고 있음을 알 수 있었고, 이를 기초로하여 국내 제품 뿐만 아니라 수입 제품에 대한 품질 규격을 정확히 명시하도록 유도하고 제도화함으로써 품질이 우수한 목탄과 목초액이 농가에서 사용될 수 있도록 해야 하겠다.

## 2. 경제·산업적 측면

① 전남 서남해안 지역은 양파와 마늘의 경우 전국 생산량의 절반을 차지할 만큼 대량으로 재배되는 주산지이다. 그러나 매년 양파와 마늘을 연작재배하고, 화학비료와 농약을 과도하게 사용함으로써 토양의 산성화와 중금속 축적 등으로 지력이 극도로 떨어져 있다. 또한 토양 전염성 병충해가 많아지며 단위면적당 수량저하는 물론 생산물의 품질과 저장력 등에도 많은 문제점이 나타나고 있다. 본 실험에서 목탄과 목초액을 토양에 살포하여 양파와 마늘을 재배시 연작장해를 극복할 수 있고, 농약 및 비료 사용량을 줄일 수 있음이 밝혀졌다. 또한 수량과 품질이 향상되어 청정한 농산물을 이용할 수 있을 뿐만 아니라 저장력 증진으로 신선한 상태로 오랜기간 저장할 수 있게 되었다.

② 전국토의 65%에 달하는 산림면적을 갖고 있는 우리나라는 1972년에 시작된 제 1,2차 치산녹화 10개년 계획의 성공적인 수행으로 산림도 이제 푸르른 체모습을 되찾게 되었고, 산림에서 나오는 간벌재나 불량목, 임산 폐잔재의 활용을 통한 목탄과 목초액의 제조업체들의 소득향상에 기여할 수 있게 되었다. 또한 목탄과 목초액을 토양에 투입하여 토양개량은 물론 안전하고 품질이 좋은 원예생산물을 얻어 국민건강에 기여할 수 있고, 토양 오염제거에 따른 수질개선효과까지의 복합효과를 기대할 수 있게 되었다.

③ 이처럼 목탄 목초액이 임업 및 농업에 유용하게 사용될 수 있는데, 본 연구결과를 근거로 목탄과 목초액의 농업적 이용에 대한 법적 제도화와 사용기준 및 품질 규격의 정착화를 실현 시킬 수 있게 되었다.

## 3. 사회·문화적 측면

① 목탄과 목초액을 원예작물 재배에 이용함으로써 안전한 먹거리를 생산하고, 보다 생산성이 높고 건강한 토양을 후손에 물려줄 수 있는 기반을 마련하게 되었다.

② 우리 나라 농경지의 90%이상이 과도한 화학비료와 농약 사용으로 토양이 산성화하고, 염류 및 중금속이 축적되어 있는 실정이다. 본 연구를 통하여 목탄과 목초액을 농작물 재배에 이용한다면 토양의 중화, 염류 및 중금속의 제거 등으로 지속가능한 농업을 위한 기반이 조성될 것이고, 환경보존형, 환경친화형 농업의 여건이 마련될 것이다.

③ 전국적으로 목탄과 목초액의 사용량이 증가하고 있는 시점에서, 본 연구는 전국에 산재해 있는 목탄과 목초액 제조회사에 품질규격과 사용기준량을 제시하여 보다 정확한 정보를 농가에 보급할 수 있다. 또한 농가에서는 목탄과 목초액을 적정 사용량만큼 이용함으로써 농작물의 안정적이면서 지속적인 농작물을 생산할 수 있는 환경농업을 지향할 수 있는 여건이 마련되었다.



## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 1. 양파와 마늘 재배 및 저장 농가와 목탄과 목초액 제조회사에 본 연구결과 홍보와 기술보급

본 연구 결과 양파와 마늘 재배시 토양에 목탄과 목초액 처리할 경우 품질향상과 토양개량 효과가 입증되었다. 이러한 효과를 전국 최고농업경영자과정협회의 회지를 통해 본 연구 결과를 홍보하고, 교육에 적극 참여하여 목탄과 목초액의 효과와 본 연구 결과를 강의하면서 홍보한다. 또한 한국원예학회 학술대회에 참여하여 본 연구 결과를 발표하여 원예작물 연구자와 농민들이 알 수 있도록 홍보할 계획이다.

수확 2주전에 마늘에는 목초액 100배 희석액과 1000배 ethephone 혼용액을 330mL/ 3.3m<sup>2</sup>으로, 양파에는 목초액 300배 희석액과 100배 MH 혼용액을 250mL/ 3.3m<sup>2</sup>으로 엽면살포함으로써 저장력을 증진시킬 수 있다. 따라서 양파와 마늘 저장 농가에 이를 홍보하여 저장용인 경우 수확 2주 전에 목초액과 식물호르몬제 처리를 적극 권장할 계획이다.

전남 서남해안 지역에 분포해 있는 양파와 마늘 재배 농가들을 대상으로 심포지움을 개최하여 적극적으로 홍보할 예정이다. 또한 목탄과 목초액을 제조하는 회사를 대상으로 본 연구 결과를 홍보하여 생산 제품에 대한 정확한 사용방법을 제품에 기재될 수 있도록 할 것이다.

### 2. 백합과 국화 재배 농가 및 목탄과 목초액 제조회사에 본 연구결과 홍보와 기술보급

백합과 국화의 절화 재배시 목탄과 목초액을 토양처리와 도포처리시 절화품질의 향상이 되었는데, 적정 처리방법을 백합과 국화 절화재배 농가에 홍보하여 품질을 향상시킴으로써 수익증진 효과를 얻을 수 있도록 할 계획이다. 또한, 백합의 자구생산시 목탄과 목초액을 혼합처리에 의해 생산량 증가 및 품질 향상을 기대할 수 있는데, 양구농가에 본 연구결과에 대한 기술을 전파하여 우리나라 자체에서 양질의 구근을 생산, 공급할 수 있도록 하겠다.

목포대학교 최고농업경영자과정 화훼반을 대상으로 본 연구 결과를 강의를 통해서 설명할 것이며, 해남, 무안, 강진, 영암, 함평, 영광, 장성, 신안 등지의 화훼농가들을 대상으로 심포지움을 개최하여 적극적으로 홍보할 계획이다. 또한 목탄과 목초액을 제조하는 회사를 대상으로 화훼 재배농가에 판매하는 목탄과 목초액의 조건들을 설명하고, 화훼용 목탄과 목초액을 생산할 수 있도록 할 뿐만 아니라 제품에 대한 정확한 사용방법을 제품에 기재될 수 있도록 할 것이다.

### 3. 목탄의 공정규격 및 토양개량제로서 등록 자료로 활용

본 연구에서 토양개량제로 이용할 수 있는 목탄의 처리방법, 제조 원료수종의 특성과 입자의 크기를 구명하였으며, 실제 목탄을 처리시 토양의 물리, 화학성이 개선되었고, 병원성 토양전염성균들의 발생이 억제되었다. 목탄은 산림 간벌목을 이용하여 제조함으로써 자원 재활용 및 환경보호에 이바지하고, 목탄제조용 원료수종을 현재 5%에서 50%이상 국내 조달하므로써 목탄의 수입대체 효과를 기대할 수 있다. 농가에서 목탄 구입가격을 10,000~15,000원/15kg에서 6,000~10,000원/15kg의 저렴한 가격으로 구입할 수 있게 함으로써 농업 경영비를 절감시키며 농업용 목탄의 공정규격(주성분, 입자크기등) 설정 및 토양개량제 등록자료로 활용하여 국내 목탄 생산 산업의 활성화에 기여하고 고품질 목탄의 상품화 및 산업체에 생산기술 이전이 가능하다.

### 4. 목탄과 목초액의 품질표시제 도입의 제도화 요구

목탄에 대한 규격은 임업연구원 고시제2000-41호(2000. 1. 14)에 임산연료규격으로 고시된바 있으며, 여기에는 목탄이 연료로서의 가치를 표시한 것으로 임목탄과 톱밥숯으로 분류하여 품질을 표시하였다. 임목탄의 경우 백탄과 흑탄으로 구분하고 이들 품질에 대한 재료 및 품질로서 수종, 수피 유무, 절단면의 형태와 색채, 음향, 크기, 수분, 회분과 기타 사항을 명시하였고 포장 단위에 대하여 규정하였다.

또한 농업용이나 축산사료용으로 판매되고 있는 활성탄은 공업용 활성탄과는 달리 숯가루에 목초액등을 일정 비율로 혼합한 것으로 공업용 활성탄과 혼돈하지 않도록 활성탄이란 이름보다는 목초탄으로 사용하는 것이 바람직하다.

목초액에 대한 품질은 임업연구원에서 2차 개정 고시한 임업연구원 고시제2001-42호에 각 목초액 종류별 수종별 품질 규격이 명시되어 있다.

이와 같이 목탄과 목초액의 품질 규격에 대한 임업연구원의 고시가 있으나, 본 연구 결과에서 밝혀졌듯이 많은 제품들이 규격미달이었다. 따라서 국내제품이건 수입 제품이건 제품마다 성분함량과 품질규격을 정확하게 명시하도록 제도화하는 것이 필요하다고 하겠다.

## 제 6 장 참 고 문 헌

- Adamicki, F. 1977. Respiration rate of onion bulbs depending on the temperature, O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> concentration of the atmosphere. Acta Horticulture 62:15-22.
- 안경모. 1998. 목질탄화물의 성분 이용. 목질탄화물의 농업 및 환경적 이용에 관한 국제심포지움자료.
- Bauchot, A.D. 1995. Carbon dioxide, oxygen, and ethylene changes in relation to the development of scald in granny smith apples after cold storage. J. Agric. Chem. 43:3007-3011.
- Baumann, H. 1977. Calculation model for concentration of carbon dioxide and oxygen in CA stores. Acta Horticulture 62:41-47.
- Brewster, J. L. 1987. The effect of temperature on the rate of sprout growth and development within stored onion bulbs. Annals of Applied Biology 111:463-467.
- 최상태. 1985. 나리속식물의 인편변식에 있어서 인편변식시기, 온도 및 광조건이 자구의 출엽반응에 미치는 영향. 한원지. 26(2):150~157.
- 최선태 장규섭. 임병선. 이종석. 김영배. 1994. Changes in physiological properties of garlic(*Allium sativum* L.) by storage and marketing condition after storage. Kor. J. postharvest sci. technol. 3(2):105-110.
- Cooperative Federation of Utilization and Technology for Application of Charcoal. 1990. Research Bulletin for new application of charcoal and wood vinegar. Vol. 10, Tokyo, Japan.
- Espin, J.C. 1996. Continuous spectrophotometric method for determining monophenolase and diphenolase activity of pear polyphenoloxidase. J. of Food Sci. 61(6):1117-1181.
- Garcia, J.M., R.G.Medina, and J.M.Olias. 1998. Quality of strawberries automatically packed in different plastic films. J. Food Science, 63(6), 1037-1041
- Geeson, J.D. 1985. Modified atmosphere packaging to extend the shelf life of

- tomatoes . J. of Food Technology 20:339-349.
- Han J., Lawson L. Han G. and Han P. 1995. A Spectrophotometric Method for Quantitative Determination of Allicin and total Garlic Thiosulfinate. Analytical Biochemistry 225:157-160.
- 허복구, 양원모, 진영목, 서정근. 1993. 나팔나리 '조지아'의 인편변식에 있어서 양액의 종류 및 배지온도가 자구형성에 미치는 영향. 한원지. 34(6):439~445.
- Higgins, W.S. and D.P. Stimart. 1990. Influence of in vitro generation temperature and post-in vitro cold storage duration on growth response of *Lilium longiflorum* bulblets. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:930~933.
- Honda, Y. and O. Ishiguro. 1967. Studies on the storage fruits and vegetable. I. The effects of composition of atmospheric gases on the respiration of fruits and vegetable during the storage(part 1). 園藝學雜誌 36(3):101-110.
- 洪淳根, 金明秀, 朴鉉錫. 1992. 人蔘耕作地 炭素施用法 開發研究. 木質炭化物の 成分利用最終研究報告書(III). pp.65-82. 科學技術處.
- 황용수, 김요한, 이재창. 1998. 수확후 키토산 및 왁스처리와 에틸렌제거가 '쓰가루' 사과의 저장 중 품질에 미치는 영향. 한원지. 39(5):579~582.
- 황용수, 천종필, 이재창. 1998. 수확시기 및 수확후 처리가 '후지' 사과의 저장과 모의 유통중의 품질변화에 미치는 영향. 한원지. 39(5):574~578.
- Isenberg, F. M. R., Thomas, T.H., Pendergrass, M. and Abdel-Rahman, M. 1977. Hormone and histological differences between normal and maleic hydrazine treated onions stored over winter. Acta Horticulture 62:95-125.
- 정희돈. 1973. Maleic hydrazide처리가 마늘의 allinase의 활성에 미치는 영향. 한원지 14:37-35
- 정희돈, 이승우, 이종필. 1973. 마늘의 맵아 및 뿌리의 생장에 있어서의 maleic hydrazide와 생장조절제에 대하여. 한원지. 14:31-35
- 정희돈, 김정숙, 이종필. 1974. 마늘의 생육시기별 maleic hydrazide 처리가 생육 및 성분함량에 미치는 영향. 한원지. 15:14-19
- 鄭船富, 李奎浩, 李相珍, 金三洙. 1992. 家畜飼料 添加劑 및 脫臭劑 開發研究. 木質炭

- 化物の 成分利用 最終研究報告書(Ⅲ). pp.83-99. 科學技術處.
- 조경숙, 1993. 백합의 인편변식시 환경조건이 자구발달과 휴면에 미치는 영향. 순천대학교 석사학위논문.
- 조수열, 이성우. 1974. 마늘생장에 따른 성분 변화에 관한 연구 (제2보). 부위별로 본 무기성분의 변화. 한원지 15:7-10
- Kajiura, I. 1972. Effects of gas concentration on fruits VI. Effects of carbon dioxide concentration on 'Jonathan' and 'Ralls' apple fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 41(3):301-311
- 김병운, 박정현. 1998. 목질탄화물의 토양처리가 몇 가지 채소류의 생육 및 수량에 미치는 영향. 자연자원 연구, 19~26. 목포대학교 자연자원개발연구소
- 김광은, 최병철. 1996. 자연농약에 의한 병충해 방제. 도서출판 서원
- 金泰助, 李元圭, 朴宰淳. 1992. 木質炭化物の 잔디 施用 效果試驗. 木質炭化物の 成分利用 最終研究報告書(Ⅲ). pp.37-49. 科學技術處.
- 金泰助, 李元圭, 金道經, 崔文吉, 吳斗鉉, 朴宰淳, 具昌德. 1991. 林業苗圃土壤 炭素施用 法 開發研究. 木質炭化物の 成分利用 研究(Ⅱ). 2年次 研究報告書. pp.55-80. 科學技術處.
- Kishimoto, S. and G. Sugiura. 1985. Charcoal as a soil conditioner. Symposium on forest products research international achievements and the future: 22~26. Apr. 1985. Pretoria. National Timber Research Institute of the South African Council for Scientific and Industrial Research. 5 p.12~16.
- Kitamura, T. 1981. Studies on the maturation-physiology and storage of fruits and vegetables II. Respiration and ethylene production in reference to species and cultivars of pear fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 49(4):608-616.
- Komochi, S. 1990. Bulb dormancy and storage physiology. In: Onions and allied crops, vol. 1. (Rabinowitch, H.D. and Brewster, J. L., Eds). CRC Press, Boca Raton, florida, USA, pp. 89-111
- Koo, J. U. 2000. Utilization of charcoal(wood). Forest 418(11):53-55.
- Korea Forestry Research Institute. 1994 Wood properties and uses of the major

- tree species grown in Korea. Research bulletin No. 95, Korea Forestry Research Institute, Seoul.
- Korea Forest Service. 2000. Production and utilization of forest product. In *Forest and forestry Technique*. pp. 233-261 Korea Forest Administration, Seoul.
- 이우승. 1974a. 한구 미늘의 인편특성에 관한 연구. 한원지. 15:20-29.
- 이우승. 1974b. 한국산 지방 마늘의 휴면에 관한 연구. 한원지. 15:119-141.
- Lin, W.C. and H.F. Wilkins. 1975. Endogenous promotor and inhibitor levels in *L. longiflorum* bulbs. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:106~109.
- Manada, K., Susuki, M. and Fujimoto, K. 1989. *Fundamentals and Application of Charcoal*, New Edition. Kodansha, Tokyo, Japan.
- Matsuo, E., K. Arisymi, and H. Kawashima. 1982. Cultural practices influencing premature daughter leaf and/or shoot emergence in scalepropagated Easter lily. HortScience 17:196~198.
- Matsuo, E., K. Arisumi, K. Ohmachi and Y, Sakata 1982. Effect of scale planting depth on leaf and shoot emergence in scale-propagated Easter lily. HortScience 17:806~807.
- Miedema P. 1994. Bulb dormancy in onion. I. The effects of temperature and cultivar on sprouting and rooting. J. Hort. Sci. 69:29-39.
- Miedema P. and Kamminga G.C. 1994. Bulb dormancy in onion. II. The role of cytokinins in high-temperature imposed sprout inhibition. J. Hort. Sci. 69:41-45
- 吳宗煥, 金泰玉, 趙晟宅, 金永鍊, 安景模. 1992. 炭化物 生産性 向上 研究. 木質炭化物의 成分利用 最終研究報告書(III). pp.19-35. 科學技術處.
- Okubo, M. 1968. Studies on the extension of shelf-life of fresh fruits and vegetable. V. Effects of modified atmosphere on respiration of tomato fruits. 園藝學雜誌 37(3):72-76.
- 박노복. 1992. 백합 오리엔탈 hybrids 의 인편번식에 관한 연구. 한국화훼연구회지.

1:47~45.

- 박노풍, 최언호, 김영무. 1969. 마늘의 발아억제 및 성분변화에 미치는 방사선의 영향. 한국농화학회지 12:83-88.
- 朴尙根, 金光勇, 李應鎬, 申榮安, 李志源. 1992. 園藝土壤 炭素 施用法 開發研究. 木質炭化物的 成分利用 最終研究報告書(Ⅲ). pp.51-64. 科學技術處.
- 박상근, 김광용, 이용호, 신영안, 신지애. 1990. 목질탄화물의 성분이용 연구(I). 제4장 원예토양 탄소시용법 개발연구. 과학기술처
- Richardson D.G., Bubl C. and Mansour N. S. 1977. Evaluation of top desiccants on curing of Danverse yellow globe onions and subsequent storage quality. Acta Horticulture 62:317-325.
- 류경선, 이문준, 송근섭, 나종삼, 김종승. 1997. 목탄과 목탄액의 첨가가 육계의 생산성 및 육질에 미치는 영향. 한국가금학회지 24(3):139~143.
- Schwimmer, S. 1968. Measurement of garlic pungency by enzymatically produced pyruvic acid. J. food Sci. 28:403
- 서정근, 이종석, 이종석. 1995. Asiatic Hybrid 유색백합의 인편 및 엽삼 번식. 한원지. 36(2):248~254.
- Shin, D.H. 1998. Wax-coating combined with grapefruit seed extract to reduce physiological quality changes and decay of Satsuma Mandarin. Food Sci. Biotechnol. 7(3):214-220.
- Siade, G. and E. Pedraza. 1977. Extension of storage of banana(giant cavendish) using natural wax candelilla. Acta horticulturae 62:327-333.
- 송정춘, 박용환, 윤인화, 한판주. 1982. 마늘의 PE film 밀봉 안전저장에 관한 연구. 농시연보(월예편). pp.118-123
- 송정춘, 박용환, 윤인화, 한판주. 1986. 마늘의 산지별 저장특성 연구시험. 농기연시연구보고서. 477p
- 송기원, 정헌재. 1969. 수출 및 가공용 채소의 개발 (마늘가공에 관한 실험). 농시연보 (월예편). pp.442-448
- Stimart, D.P. and P.D. Ascher. 1981. Foliar emergence from bulblets of *Lilium*



- longiflorum* Thunb. as related to in vitro generation temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:446~450.
- Stimart, D.P., P.D. Ascher. and H.F. Wilkins. 1982. Overcoming dormancy in *Lilium longiflorum* bulblets produced in tissue culture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:1004~1007.
- Thomas T. H. and Rankin W.E.F. 1982. Effect of ethephon on bulbing, bulb necking, yield and sprouting during storage of two onion cultivars (*Allium cepa* L.). J. Hort. Sci. 57(4):465-467
- Tucker W. G., Stow, J. R. and Ward, C. M. 1977. High temperature storage of onion in the united kingdom. Acta Horticulture 62:181-189
- Tucker W.G. 1989. The sprouting of onions in store. Acta Horticulture 258: 485-492.
- Uemoto, S., H.Okubo. and S.T. choi. 1983. Relationships between bulb formation and dormancy in respects to the endogenous plant hormone levels. Acta Hort. 134:101~108.
- Wilkins, H.F. 1980. Easter lilies. pp. 352~372. In R.A. larson(eds.) Introduction to floriculture. Academic Press.
- 윤봉기. 1998. 목질탄화물을 이요한 토양개량과 안전농산물 생산. 목질탄화물의 농업 및 환경적 이용에 관한 국제심포지움 자료.
- 윤인화, 이영인, 송정춘, 손영구, 정대성, 김재규. 1985. 원예작물의 저장연구. 농기연 시연구보고서. pp.381-384
- 목포대학교 자연자원개발연구소, 사단법인 광록회, 경제정의 실천시민연합 농업개혁 위원회. 1998. 목질탄화물(숯과 목초액)의 농업 및 환경적이용에 관한 국제심포지움.
- 과학기술처. 1992. 목질탄화물의 성분이용 연구.
- 임업연구원 연구자료 제 74호. 1992. 목질탄화 및 탄화물의 토양개량제 이용
- 산림청 임업연구원. 1990. 목질 탄화물의 성분이용 연구(1). 과학기술처. pp.3-8
- 광록회. 1997. 목탄을 이용한 환경농법. 목탄의 신비를 찾아서. 월간 늘푸른생명 1호

-10호.

- 광복희. 1998. 생명농법 대지는 목탄을 기억한다. 라인원색  
농촌진흥청. 1992. 질화재배기술. 기술공고담당관실 인쇄실.  
木材炭化成分多用途 利用技術研究組合. 1990. 木炭と 木酢液の 新用途 開發研究 成果  
集 10.  
眞田雄三, 鈴木基之, 藤元 薫. 1989. *Fundamentals and Application of Charcoal*,  
New Edition. pp. 15-16 Kodansha, Tokyo.  
松井隆尙. 1988. 木材の化學成分とその利用(2): 木酢液について. サンコ-藥品株式會社  
報告書.  
福島義信. 1988. ネットカリツチの経過と將來の展望. 島根縣農業共濟組合聯合會.  
岸本定吉. 1994. 炭と木酢液. 家の光協會.  
岸本定吉. 1997. 炭・木酢液の 利用事典. 創森社.  
農業技術研究所. 1988. 土壤化學分析法. pp.450. 수원  
農村振興廳. 1995. 農事試驗研究調查基準. pp.314-316. 수원  
免律正彦 外 6人. 1990. 木炭と木草液の新用途開發研究成果集(木炭及び木炭を用いた  
土壤 改良劑の水稻. 園藝作物,りんご等に對する效果): 121-131.  
小川眞. 1988. 木質炭化物の 農林業利用. 林業研究院 招請特講資料 : 13  
關矢信一郎. 1990. 木炭と木草液の新用途開發研究成果集(土壤改良資材). 木材炭化成分  
多用途利用技術研究組合;99~105.  
山井 宗秀. 2001. 炭の土壤改良效果. 炭の力 5 ; 52~53. 6; 52~53. 日本.  
美濃 健一. 1997. 農業資材로서의 木炭粉の理化學的特性. 特産情報 11 : 64~67. 日本.  
安部 郁夫. 1997. 環境改善用木炭の特性と效果. 特産情報 10 ; 64~66. 日本.  
土田 耕三, 木下 佳紀, 鳥羽 曙, 吉村 忠與志. 2002. 燒成管理された竹炭材の吸着淨化  
作用. 炭の力 17 ; 9~10. 44~51.  
和田 豊正. 2002. 日本農業을 지키는 木炭. 木草液の利用. 特産情報 8 ; 23~25. 日本.  
立本 英機. 1997. 木炭の水質淨化特性と問題點. 特産情報 6 ; 64~66. 日本.  
石恒幸三. 1990. 木炭と木草液の新用途開發研究成果集(土壤改良資材). 木材炭化成分多  
用途利用技術研究組合

衫浦銀治. 1996. 木酢液の不可思議. 林業改良普及雙書

日本木炭新用途協議會. 1998. 特用林産物流通合理化等促進事業(木炭の使用上の注意).

자연자원 연구, 99~104. 목포대학교 자연자원개발연구소.

谷田貝光克. 1998. 목초액의 특성과 이용. 목질탄화물의 농업 및 환경적 이용에 관한 국제심포지움자료.