

석사학위논문

# 골분 액체비료의 제조와 시용효과



제주대학교 산업대학원

생명산업공학과

환경생명공학 전공

장 규 성

2005

석사학위논문

# 골분 액체비료의 제조와 시용효과

지도교수 유 장 결



제주대학교 산업대학원

생명산업공학과

장 규 성

2005

# 골분 액체비료의 제조와 시용효과

지도교수 유 장 결

이 논문을 공학 석사학위 논문으로 제출함

2005년 12월

제주대학교 산업대학원

생명산업공학과 환경생명공학 전공



장규성의 공학 석사학위 논문을 인준함

2005년 12월

심사위원장 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

# 목 차

## Summary

I. 서론	1
II. 재료 및 방법	3
1. 공시 재료	3
2. 골분 액체비료의 제조	3
1) 유지성분 제거 및 수분함량	4
2) 분해과정	5
3) 농축액 분석	5
4) 무기물 조성	5
5) 혼합 및 중화과정	6
6) 골분 액체비료 조제	6
3. 골분 액체비료 제조용 Pilot Plant 개발	7
1) Pilot Plant 설계	7
2) 반응조	7
3) 흡휴드	8
4) 중화조	9
4. 골분 액체비료 효능 실험	10
1) 감귤	10
2) 감자	11
3) 녹차	12
4) 토마토	12

5. 골분, 액비, 토양 및 식물체 분석 .....	13
<b>III. 결과 및 고찰 .....</b>	<b>15</b>
1. 골분 액체비료 제조 .....	15
2. Pilot Plant 가동 .....	17
1) 유지성분 제거 .....	17
2) 분해 과정 .....	18
3) 산분해액 중화 및 무기성분 조절 .....	19
4) Pilot Plant .....	19
3. 골분 액체비료 시비 효과 .....	20
1) 감귤 .....	20
2) 감자 .....	22
3) 녹차 .....	26
4) 토마토 .....	27
<b>IV. 요약 .....</b>	<b>32</b>
<b>V. 참고문헌 .....</b>	<b>33</b>



# Development of Bone Dust Liquid Fertilizer and Application Effects on the Crops

Kyu-Sung Jang

*Department of Industrial Life Science and Technology  
Graduate School of Industry  
Cheju National University*

Supervised by Professor Zang-Kual U.

## Summary

To develop a liquid fertilizer from bone dust (BD) the chemical procedure for digesting and formulating BD was investigated since the use of BD has to be limited due to the mad cow disease. Also the effectiveness of the prepared bone dust liquid fertilizer (BDLF) was examined by foliar application on citrus tree, potato, green tea, and tomato plant.

The process for liquifying BD was to extract and remove oil from the BD by heating at 80°C with water followed by digesting with 4 N HNO<sub>3</sub>. The digested acidic solution was neutralized to pH 3.5 by adding 8 N KOH with chelating agent (2Na-EDTA). Finally, several micro elements were supplemented.

By foliar application of BDLF, inorganic contents of leaves in

citrus tree and green tea were increased. The growth and yield of potato was increased, especially rate of the blossom-end rot caused by the calcium deficiency in tomato was decreased.

# I. 서론

최근 급증하는 축산업의 대규모 전업화 추세에 따라 제주지역에서도 매년 약 50만두가 도축되고 있다. 이에 따른 식품가공 공정에서 나오는 부산물 또한 꾸준히 증가하는 추세이다. 이러한 부산물을 활용할 경우 우리나라 총 화학비료 소요량의 1/3을 대체할 수 있고 지력을 증진시키며 작물의 생산성 증대 및 품질을 향상시킬 수 있다(제주도, 2005).

특히 골분의 경우 인산질비료라 할 만큼 인산성분(12~31%)이 많으며, 우리나라 비료공정규격에서 질소 1%, 인산 15% 그리고 두 성분 합계 20% 이상으로 규정되어 있다(농촌진흥청, 2005). 골분의 비효는 분쇄정도에 따라 지방분이 적을수록 신속하게 나타나는데 증제골분은 생골분보다 속효성으로 잘 알려져 있다. 골분의 비효는 완효성이거나 지효성이고 약알카리성 비효이며 그리고 골분은 가벼워 비산하기 쉬우므로 미리 토양 또는 다른 비료와 혼합하여 사용하여도 무방한 것으로 과수나 화훼 등 영년생작물의 비료로 많이 사용되고 있다(농촌진흥청, 1999).

그러나 1985년 영국에서 소해면상뇌증(BSE, Bovine Spongiform Encephalopathy)이라 불리는 광우병(Mad Cow Disease) 증상을 나타내는 소가 처음으로 확인되어 최근에는 영국뿐만 아니라 그 외 유럽 13개국과 그리고 아시아에서는 최초로 일본에서 발생이 확인되면서부터 골분과 같은 축산물 부산물 사용이 제한되고 있는 실정이다(John, 1998 ; 주이석, 2001 ; OIE, 2001). 또한 우리나라에서는 BSE 발생국으로부터 쇠고기, 골분, 혈분 등 그 부산물에 대한 수입금지 조치를 취하였고, 농림부에서 유해사료의 범위와 기준으로 뼈에서 유래된 것은 가압하에서 세정, 산에 의한 탈회, 장기적인 알카리 처리 그리고 138℃에서 4초간 살균처리와 같은 공정을 거쳐 처리된 것이야만 사료로서 인정되고 있다(주이석, 2001 ; 농림부, 2003).



농업에서 골분은 유기질비료로 취급되어 가공되지 않고 토양에 직접 사용하고 있어 장래에 BSE에 감염된 소로부터 얻은 골분을 직접 처리할 경우 식물체를 통하여 인간에게 영향을 미칠 우려가 있으며, 또한 골분은 수용성이 아니므로 작물흡수에 시간이 많이 걸리고 토양침식에 의한 손실가능성이 높으며, 골분에 포함된 성분은 균형된 작물영양을 공급하지 못한다(제주도농업기술원, 1998). 골분을 액체화시킴으로써 흡수효율이 높아지고 따라서 부가가치도 높아지며, 더불어 저장 및 유통경비를 절감할 수 있다.

그러므로 본 연구는 골분을 산처리하여 액체화시키고 이 액체의 산도를 pH 3.5 정도로 중화시킨 뒤 무기원소의 농도를 조절하여 작물의 생육에 필요한 액체비료를 개발하였고, 작물에 시비하여 골분 액체비료의 효능을 실험하였다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 공시 재료

본 실험에 사용된 골분은 제주도내 주식회사 한라식품으로부터 제공 받아 사용하였고, 골분 중 무기물 성분의 함량은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. The content of inorganic elements in the bone dust used in this study

Inorganic element	T-N*	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mo	Zn	Mn	Fe	Cu
	----- % -----						----- mg/kg -----					
Content	6.44	15.0	0.655	20.0	0.434	0.600	8.00	110	69.5	N.D	153	14.2

\*Mostly NO<sub>3</sub>-N form, N.D : not detectable.



### 2. 골분 액체비료의 제조

골분 액체비료의 제조는 골분을 액체 비료화하기 위한 기술적인 검토 단계로 첫 번째, 염산(37% HCl)과 질산(70% HNO<sub>3</sub>)을 가지고 골분에 대한 최적 용해 시약을 결정하였고, 그리고 유지성분 제거, 수분함량 점검, 분해조건 검토, 분해 후 농축액 분석, 무기물 조성 검토, 혼합 및 중화 조건 검토를 거쳐 골분 액체비료를 제조하였다(Fig. 1).

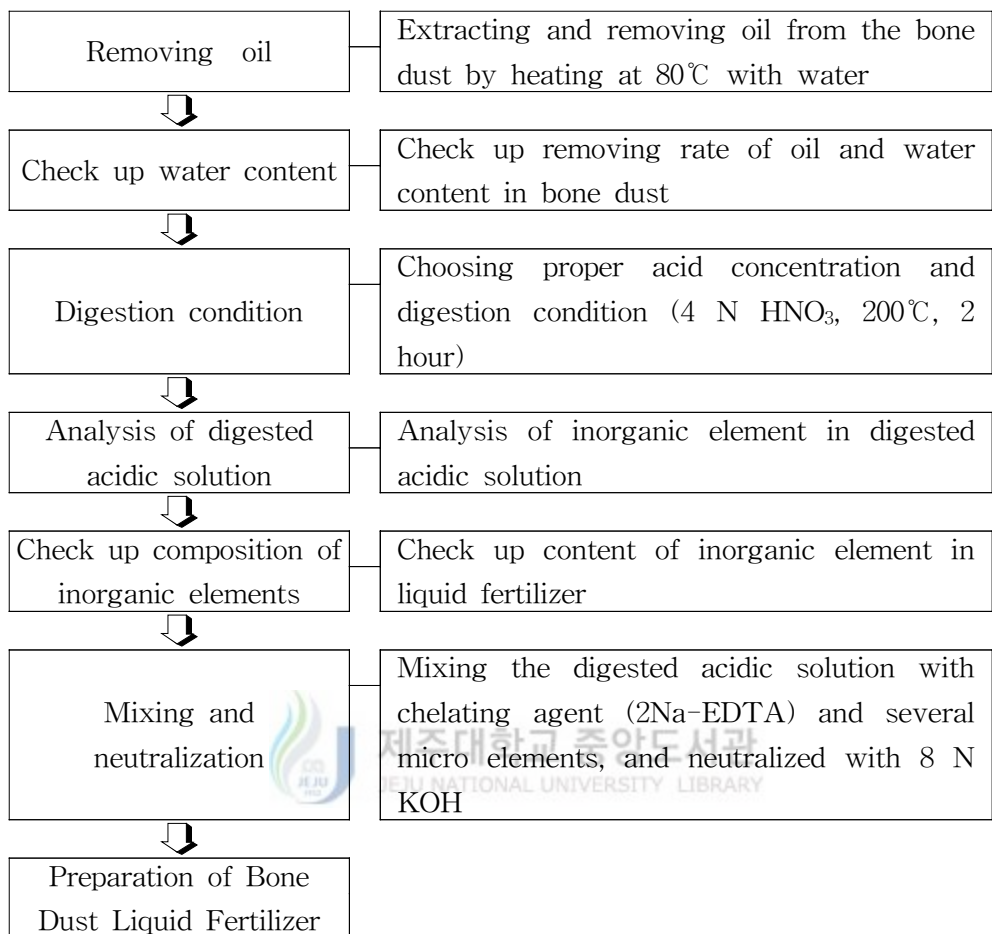


Fig. 1. Flow sheet for preparation of bone dust liquid fertilizer

1) 유지성분 제거 및 수분함량

유지성분 제거는 골분 1 kg을 3 L 용기에 넣고 약 80°C의 물 2 L을 가하여 유리막대로 잘 저어 골분 속에 들어 있는 유지성분을 녹여 추출한 후 골분이 가라앉은 다음에 상층부를 따라 부어 제거하였고, 이 과정을 5회 반복하였다.

## 2) 분해과정

분해과정은 유지를 제거한 골분 4.25 kg을 분해용기(3 L 비이커 8개에 나누어서 넣음)에 넣어 약 710 mL 질산(70% HNO<sub>3</sub>, 16 N)을 가하여 약 4 N HNO<sub>3</sub>가 되도록 한 다음 하룻밤 방치하였다. 그리고 다음날 약 200°C 전열기에서 시료가 넘쳐 흐르지 않도록 잘 저어 골분이 완전히 녹을 때까지 분해하였다. 분해가 완료된 분해액은 완전히 식을 때까지 기다린 후 여과장치를 이용하여 여과하여 깨끗한 농축액을 분리하였다. 분리된 농축액은 약 7.8 L 정도이며 이 용액 1 mL 속에는 약 0.545 g의 골분이 녹아 있는 상태가 되었다.

## 3) 농축액 분석

분해가 완료된 농축액은 약 185 mL를 취하여 증류수를 가지고 1 L가 되도록 채웠고, 그리고 전질소, 인산, 가리, 석회, 고토, 붕소, 몰리브덴을 분석하여 우리나라 비료 공정규격에 맞는 제4종 복합비료의 조성이 되도록 시료 1 L(185 mL 농축액/1 L) 중에 들어 있는 함량을 확인하였다(Table 2).

Table 2. The content of inorganic elements in acidic solution after acid digestion with 4 N HNO<sub>3</sub>

Inorganic element	T-N*	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mo
	----- % -----						
Content	1.28	1.91	1.54	2.35	0.051	N.D	N.D

\*Mostly NO<sub>3</sub>-N form, N.D : not detectable.

## 4) 무기물 조성

농축액을 분석한 후 제4종 복합비료 공정규격에 맞게 시제품을 만들기 위하여 부족한 양을 양액용 비료 NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O를 각각 80 g, 70 g, 160 g, 4 g, 1 g를 0.25M 2Na-EDTA 400 mL에

가하여 미적열에서 녹였다.

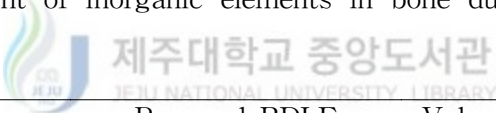
### 5) 혼합 및 중화과정

양액용 비료를 0.25 M 2Na-EDTA에 녹인 농축액 185 mL에 가하여 혼합한 후 잘 젓으면서 8 N KOH 25ml 를 가하여 pH가 약 3.5 정도 되도록 중화하였다.

### 6) 골분 액체비료 조제

혼합 및 중화과정을 통하여 제조된 골분 액체비료는 우리나라 제4종 복합비료 공정 규격과 일치하는지 확인하기위해서 분석한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. The content of inorganic elements in bone dust liquid fertilizer (BDLF)



Inorganic element	Prepared BDLF (%)	Value of fertilizer law (%)
T-N	8.05	8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6.35	6
K <sub>2</sub> O	4.51	4
CaO	2.35	1
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.772	0.05
Mo	0.0478	0.005

### 3. 골분 액체비료 제조용 pilot plant 개발

#### 1) Pilot Plant 설계

액비 제조시 환경오염을 최소화시킬 수 있는 공정과 시설의 경제적 효율성 등을 고려한 pilot plant는 Fig. 2와 같이 설계하였다. Pilot Plant의 기본 구성은 반응조와 흡휴드 그리고 중화조로 크게 나누었고, 대부분의 장치들은 산(acid)에 강한 내산성 재질을 사용하였다.

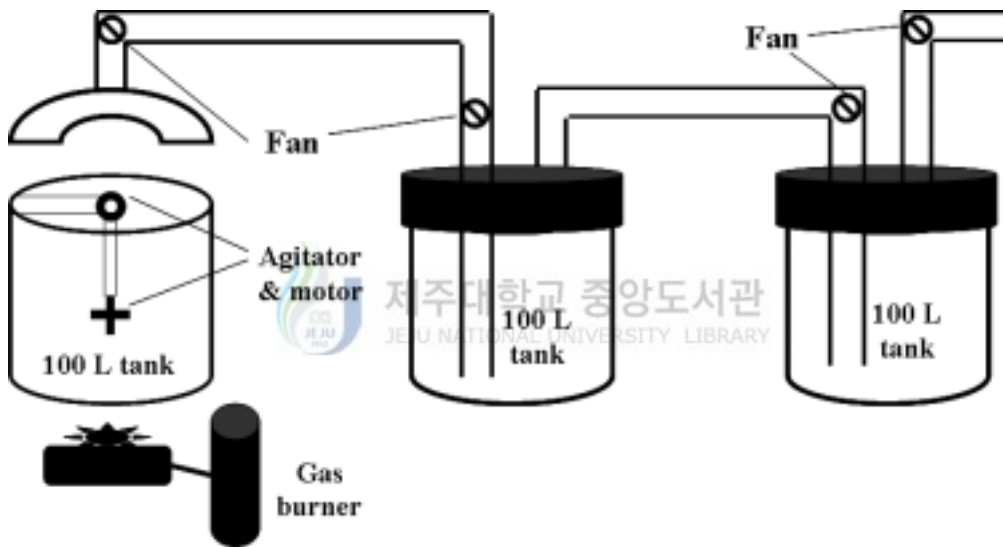


Fig. 2. Outline of the basic pilot plant for the production process of the liquid fertilizer.

#### 2) 반응조

Fig. 3에서 보는 것처럼 반응조는 반응 용기(스테인레스 스틸 100 L 용기)와 가스버너로 구성되어 있다. 강한 산(acid)을 사용하여 고체 상태의 골분을 액체 상태로 변환시키는 단계이기 때문에 산(acid)에 강한 스테인레스 스틸 재질의 용기를 사용하였고, 골분과 산(acid)의 반응 즉, 액화를 빠르게 촉진시

켜 골분이 액화되는 시간을 단축시키기 위하여 가스버너(대용량 가스버너)를 사용하였다. 또한, 가스버너는 가스 누출로 인한 사고를 방지하기 위하여 주변에 가스누출 탐지기를 설치하였다.



Fig. 3. Reactor (reaction container and gas burner).

### 3) 흡휴드

Fig. 4의 흡휴드 장치는 흡휴드, agitator, motor, fan으로 구성되어 있다. 흡휴드와 agitator는 산에 의한 부식을 방지하기 위하여 스테인레스 스틸의 재질로 되어있고, screw motor와 fan은 220 V용으로 사용되게 설치하였다. agitator는 골분에 산(acid)을 가할 경우 갑작스런 반응으로 인하여 부풀어 올라 액체가 용기 밖으로 넘쳐흐를 수가 있거나 또는 액화를 촉진시키기 위해 가열시 잘 제어되지 않을 경우에 용기 바닥에 눌러 붙거나 끌고루 용해가 잘 안 되어 시간이 오래 걸릴 수가 있기 때문에 agitator 를 장착하여 이를 보완하였다. 그리고 fan은 산처리 시 발생하는 가스를 외부로 방출되지 않게 하기 위하여 fan으로 흡입할 수 있도록 흡휴드에 부착하였다.

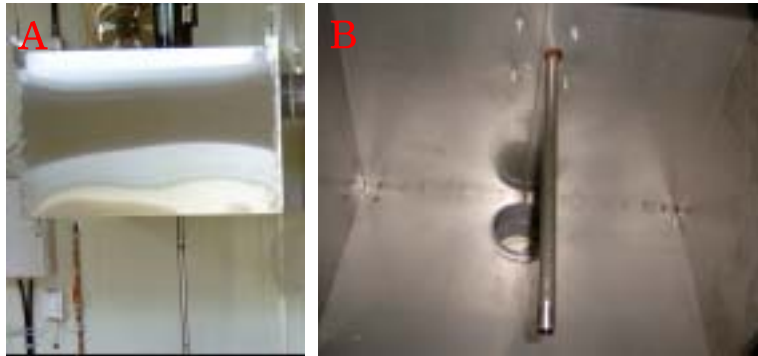


Fig. 4. Outside (A : fume hood+agitator+ motor+fan) and inside (B : fume hood + agitator) of fume hood.

#### 4) 중화조

Fig. 5에서 보는 것처럼 중화조는 두개의 중화용기(스테인레스 스틸 100 L 용기)와 중화조 사이에 한 개의 fan과 그리고 외부로 방출시키는 fan으로 구성되어 있다. 또한 중화조는 fan의 효율을 높이기 위해 연결부위가 틈이 없도록 하였고, 내부는 긴 원통형 관과 짧은 것으로 구성되어 있다. 긴 원통형 관은 유해 가스(acid)가 중화조 내부로 유입되어 중화제와 잘 반응이 되도록 중화조의 바닥까지 닿도록 설계하였으며, 짧은 것은 유해 가스가 1차 중화조와 반응 후 다시 2차 중화조로 보낼 수 있도록 중화액에 담그지 않도록 설계하였다. 중화액은 10% NaOH를 사용하였다.



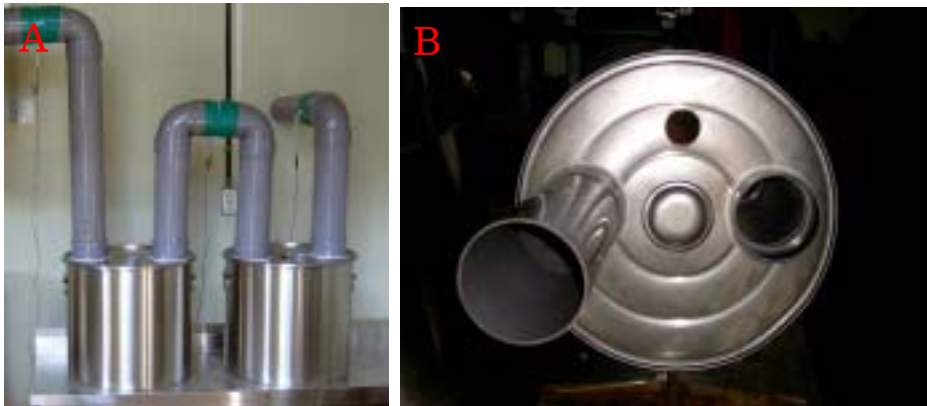


Fig. 5. A ; side view, B ; upper view of neutralization equipment.

#### 4. 골분 액체비료 효능 실험

##### 1) 감귤

제주시 오라동에 위치한 감귤원의 탕자나무 대목에 접목한 30년생 궁천조생 중 수세가 균일한 감귤나무를 선정하였으며, 시험 전 토양화학 특성은 Table 4와 같다.

Table 4. Soil chemical properties before experiment

pH (1:5)	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exchangeable cation (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )		
			K	Ca	Mg
4.5	60.9	682	0.18	1.78	0.60

수확기인 11월 중순에 화학비료 표준처리구, 1/2 처리구 그리고 무처리구로 구분하였고, 표준처리구는 질소질 비료로써 요소 11 kg 10a<sup>-1</sup> 그리고 칼륨질 비료로써 염화가리를 8 kg 10a<sup>-1</sup>를 시비하였다. 그리고 엽면시비에 사용된 골

분 액체비료는 Table 5의 조성을 가지는 것을 사용하였고, 처리는 500배, 250 배 그리고 100배 희석하여 일주일 간격으로 4회 한달 동안 감귤나무 한 주당 5 L씩을 살포하였다. 토양 및 식물체 분석은 12월 말에 채취하여 화학분석을 하였다.

Table 5. The composition BDLF used in citrus tree, potato and green tea plant

Inorganic element	T-N*	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mo
	----- % -----					
Content	8.05	6.35	4.51	2.35	0.772	0.0478

\*Mostly NO<sub>3</sub>-N form.

## 2) 감자

에월읍 봉성리에 위치한 제주농업기술원 원종장에서 가을재배용 대지품종을 9월초에 각 20주(15평)를 정식하여 골분 액체비료(Table 5)를 처리하여 시험하였다. 시험구는 골분 액체비료 처리구와 무 처리구로 나누었고, 표준시비량은 시비전 토양을 분석한 후(Table 6) 시비량을 결정하였다. 추천시비량은 시험재배지가 개간지이므로 질소 15 kg 10a<sup>-1</sup>, 인산 18 kg 10a<sup>-1</sup>, 가리 15 kg 10a<sup>-1</sup>을 시비하였다. 그리고 골분 액체비료 처리는 1000배와 500배로 희석하여 10월초에서 10월말사이 일주일 간격으로 4회 10a당 30 L을 엽면 시비하였다. 생육조사는 정식 60일 후에 시험구당 20주씩을 선정하여 초장, 경장, 분지수를 조사하였다. 토양과 식물체 분석은 정식 90일 후에 채취하여 화학분석을 하였으며, 그리고 수량 조사는 시험구당 20주씩을 선정하여 수확하였고, 피경수량은 5 g 이상의 것을 대상으로 하였다. 상서는 농촌진흥청 농사시험 연구조사기준에 따라 81 g 이상의 것을 대상으로 하였으며, 감자 더덩이병 발병률도 같이 조사하였다(농촌진흥청, 2003 ; 박 등, 2002).

Table 6. Soil chemical properties before experiment

pH (1:5)	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exchangeable cation (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )		
			K	Ca	Mg
5.3	105	152	1.10	2.80	1.25

### 3) 녹차

제주시 상귀에 위치한 녹차 재배농장(Fig. 6)에서 가을 순이 발생한 후 11월 중순에 골분 액체비료(Table 5)를 1000배, 500배 그리고 250배 희석하여 일주일 간격으로 4회 한달 동안 10a당 15 L을 엽면시비 하였다. 화학비료 시비량은 일반 농가 기준의 관행을 따랐다. 토양 및 식물체 분석은 12월 말에 채취하여 화학분석을 하였다.



Fig. 6. Experimental field of green tea plant.

### 4) 토마토

제주시 용강동에 위치한 삼환농산 유리온실에서 Momotaro York(Takii

Co., Japan) 토마토(*Lycopersicon esculentrm* Mill.) 품종의 종자를 파종하여 분엽이 약 4~5매가 발생 되었을 때 큐브(10×10 cm)에 이식하였다. 그리고 9월초에 1 화방이 전개되었을 때 슬라브에 정식하여 90일 동안 양액을 공급하였다. 양액의 조성은 네덜란드 PTG (Proefstation voor tuinbouw onder glas te Naaldwijk) 원예작물연구소의 토마토 표준 양액 조성(Sonneveld와 Straver, 1994)을 사용하였다. 그리고 인위적인 칼슘결핍을 유도하기 위하여 표준 양액 조성에서 칼슘만을 1/2배, 1/5배 그리고 1/10배액을 공급하였다. 공급 후 약 25일 후 1/5배와 1/10배 처리구에서 칼슘결핍 증상이 처음 나타났을 때 1/5배 처리구에 골분 액체비료(Table 6)를 1000배, 500배 그리고 100배로 희석하여 각각 일주일 간격으로 매일, 1회, 2회 그리고 3회 엽면시비 하였다. 생육조사는 양액 교체시기에 엽록소, 엽장, 엽폭 그리고 신장을 조사하였고, 칼슘 결핍 증상을 관찰하였다.

Table 6. The composition BDLF used in tomato plant

Inorganic element	T-N*	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	----- % -----				
Content	2.25	2.54	3.00	3.13	0.08

\*Mostly NO<sub>3</sub>-N form.

## 5. 골분, 액비, 토양 및 식물체 분석

식물체와 골분 시료는 채취한 후 수돗물로 깨끗이 씻은 다음 약 70℃ 건조기에서 24시간 동안 건조 시켰다. 건조된 식물체 및 골분 시료는 켈달플라스크에 0.5 g을 정확히 취하여 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>법으로 분해시켜 분석시료로 하였다 (Anh, 1987). 분해된 식물체 및 골분 시료 그리고 골분 액체비료 중 총질소는

Kjeldahl 방법에 의해 분석을 하였고(Bremner와 Mulvaney, 1982), 무기성분은 유도결합 플라즈마 원자방출분광계(JY panorama, Jobin Yvon, France)를 이용하여 측정하였다.

토양 화학 분석은 농촌진흥청 기준을 따라 토양 시료를 채취하여 풍건한 후 2 mm체를 통과시켜 pH, 토양유기물, 유효인산 그리고 치환성 양이온을 분석하였다(농촌진흥청, 2000). 토양 pH는 토양 10 g에 증류수 50 mL를 넣어 1:5법으로 pH 메타(Orion-520A)를 사용하여 측정하였고, 유기물 함량은 Tyurin법으로 토양 0.2 g을 삼각플라스크에 취한 후 0.4 N  $K_2Cr_2O_7$  용액 20 mL를 가하여 150°C 전열판에서 45분간 가열하여 식은 후 50 mL 증류수, 5 mL  $H_2PO_4$ , 0.5 mL Ortho phenanthroline 지시약을 각각 넣어 0.2 N  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 를 가지고 적정하여 측정하였다(Nelson et al, 1982). 유효인산 함량은 Lancaster법으로 토양 5 g을 100 mL 삼각플라스크에 취한 후 20 mL 인산침출액을 가하여 10분간 진탕하여 No. 6 여과지로 여과한 후 유도결합 플라즈마 원자방출분광계로 측정하였고, 치환성 양이온 함량은 토양 5 g을 1 N  $NH_4OAc$  (pH 7.0) 용액 50 mL를 가하여 30분간 진탕하여 No. 6 여과지로 여과한 후 유도결합 플라즈마 원자방출분광계로 측정하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 골분 액체비료 제조

골분 시료 1 g에 대한 최적 용해 시약을 결정하기 위하여 HCl과 HNO<sub>3</sub>(16 N)을 가지고 골분으로부터 추출된 무기성분의 함량을 Table 7에 나타내었다. 골분 시료 5 g에 25 mL 2 N HCl을 가해 약 200℃ 전열기에서 약 60분 동안 분해하였을 경우 유지 성분인 약간 존재하였으나 깨끗하게 대부분 용해가 되었다. 그러나 Cl 함량이 너무 높아 엽면시비를 했을 경우 식물체에 해를 미칠 수가 있기 때문에 HCl 보다는 식물체에 필수 성분인 질소가 포함된 HNO<sub>3</sub>가 적절하다고 판단되어 HNO<sub>3</sub>을 골분에 가한 후 무기성분 함량을 분석한 결과 2 N HCl과 비슷한 결과를 보였다.



Table 7. The selection of acid solution for digestion of bone dust

Nutrients	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	Cl
Acid digestion	----- % -----					
2 N HCl	14.1	0.72	18.9	0.39	0.47	44.3
16 N HNO <sub>3</sub> *	14.1	0.63	18.2	0.44	0.58	N.D
4 N HNO <sub>3</sub>	14.7	1.00	21.9	0.41	0.61	N.D

\*70% HNO<sub>3</sub>, N.D: not detectable

16 N과 4 N HNO<sub>3</sub>의 농도에 따른 골분 중의 무기성분 함량을 비교 검토한 결과 4 N HNO<sub>3</sub>을 가지고 분해했을 경우 16 N HNO<sub>3</sub>보다 분해시간이 약간 더 소요 되었으나, 골분으로부터 추출된 무기성분 함량은 비슷한 결과 나타내었다. 그러므로 4 N HNO<sub>3</sub>을 가지고 분해하였을 경우 경제적인 측면과 안전성을 고려했을 때 4 N HNO<sub>3</sub>이 더 적절하다고 판단되었고, 골분 량과 4 N

HNO<sub>3</sub>과의 비율은 골분 1 g에 대하여 4 N HNO<sub>3</sub>은 25 mL가 적당하였다.

Table 8은 4 N HNO<sub>3</sub>으로 골분을 분해하여 여과한 후 pH가 아주 강산이 되기 때문에 KOH를 가지고 pH를 조절한 다음 무기성분 함량의 결과를 비교하여 나타내었다. 그리고 분해액 중에는 질산, 인산, 칼륨, 칼슘 등과 같은 이온들이 아주 많이 존재하기 때문에 KOH를 가지고 pH를 높이기 되면 질산칼슘과 질산칼륨 등의 결정이 석출되기 때문에 이를 방지하기 위하여 2Na-EDTA 킬레이트제 량을 결정하기 위한 결과를 나타내었다.

Table 8. The ratio of digested acid solution, chelating agent (2Na-EDTA) and 2 N KOH to neutralize acid with a base

2Na-EDTA	5 mL			10 mL		
	2 N KOH	25 mL	26.5 mL	31 mL	25 mL	27 mL
pH after 2 N KOH	3.37	3.99	4.25	3.34	3.82	4.43
NO <sub>3</sub> -N (g)	0.689	0.671	0.622	0.707	0.719	0.691
NH <sub>4</sub> -N (g)	0.045	0.027	0.027	0.031	0.028	0.029
P (g)	0.398	0.369	0.250	0.383	0.379	0.313
K (g)	1.562	1.740	1.842	1.628	1.804	1.963
Ca (g)	0.787	0.723	0.422	0.732	0.738	0.636
Mg (g)	0.016	0.015	0.012	0.015	0.015	0.015
Na (g)	0.100	0.103	0.101	0.154	0.157	0.159

골분과 4 N HNO<sub>3</sub>을 1:5 비율로 골분 50 g에 250 mL 4 N HNO<sub>3</sub>을 가하여 분해한 후 여과하여 증류수를 가지고 250 mL 채우고 나서 각각 25 mL(5 g 골분/25 mL 분해액)를 분취하여 100 mL 비이커에 옮겼다. 그리고 0.25 M 2Na-EDTA를 각각 5, 10 mL를 가한 후 2 N KOH으로 pH 3.5, 4.0, 4.5가 되도록 조절하여 방치한 후 여과하여 분석 후 침전상태를 확인하였다.

0.25 M 2Na-EDTA 5 mL를 가한 경우 분해액 중의 pH가 높을수록 질산칼슘이 침전되는 경향이 뚜렷하게 나타났고, 반면 10 mL를 가한 경우에는

큰 차이를 나타나지 않았다. 하지만, pH가 4.0 이상일 경우 무기성분의 함량은 큰 차이를 보이지 않았으나 침전현상이 뚜렷하게 나타나고 있었다. 그러므로 pH가 약 3.0에서 3.5사이에 거의 침전이 일어나지 않았고, 무기성분의 함량 차이가 거의 없었기 때문에 0.25 M 2Na-EDTA 10 mL와 2 N KOH 25 mL 정도가 적절하였다.

## 2. Pilot Plant 가동

### 1) 유지성분 제거

골분 12 kg을 100 L 분해조에 넣고 수돗물 30 L를 가하여 약 20분 동안 가스버너를 켜서 agitator로 잘 저어 골분 속에 들어 있는 유지성분을 녹여 추출하였다. 골분이 가라앉고 열을 식히기 위하여 하룻밤 방치한 후 상층부에 떠 있는 유지성분을 제거하였다(Fig. 7).



Fig. 7. The process for extracting and removing oil from bone dust.



## 2) 분해과정

유지를 제거한 후 약 30 L의 물이 포함된 골분에  $\text{HNO}_3$  약 10 L를 가하여 약 4 N  $\text{HNO}_3$ 가 되도록 한 다음 하룻밤 방치하였다. 다음날 약 1~2 시간정도 시료가 넘치지 않도록 agitator로 잘 저어 주면서 가열하여 골분이 완전히 분해하였다. 분해가 완료된 분해액은 완전히 식힌 후 상층부에 떠 있는 유지를 다시 제거한 다음 분해액을 옅은 천으로 여과하여 깨끗하게 분리하였다 (Fig. 8). 분해 후 제거된 유지량은 약 4 kg 정도 되었다(Fig. 9).



Fig. 8. The acid digestion process for liquifying bone dust.



Fig. 9. Removed Oil after acid digestion.

### 3) 산분해액 중화 및 무기성분 조절

우리나라 제4종 복합비료 공정규격에 맞도록 양액용 비료를 가지고 다량 및 미량원소를 2Na-EDTA 킬레이트 용액에 녹인 후 산 분해액과 혼합하였다. 그리고 pH meter로 pH가 약 3.5가 되도록 관찰하면서 KOH 용액을 가지고 중화시켜 골분 액체비료를 제조하였다.



### 4) Pilot Plant

Fig. 10은 골분 액체비료를 제조하기 위한 Pilot Plant를 나타낸 것이며, 이를 가동하여 골분 액체비료를 성공적으로 제조할 수 있었다.

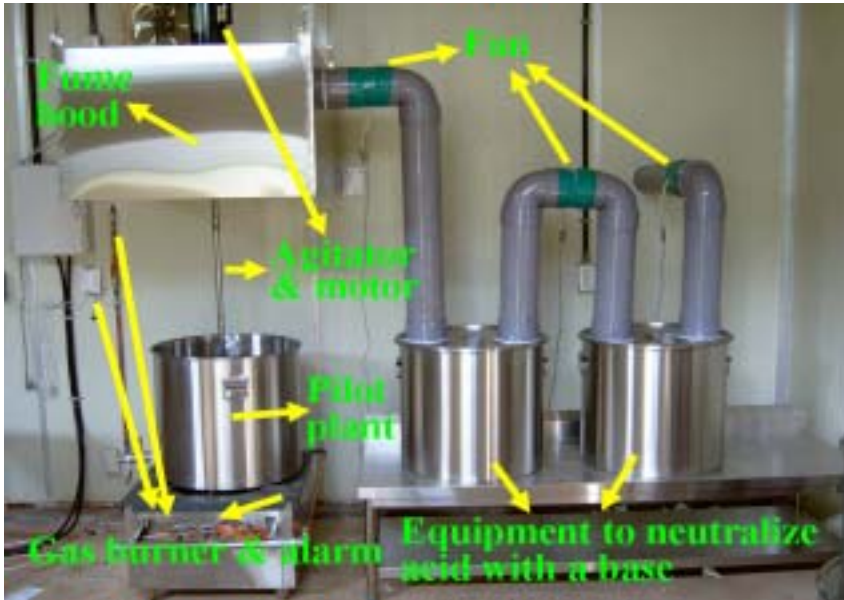


Fig. 10. Pilot Plant for liquifying bone dust.



### 3. 골분 액체비료 시비 효과

#### 1) 감귤

골분 액체비료 처리 후 토양 화학적 특성 변화를 Table 9에 나타내었으며, 토양 화학적 특성 변화는 처리구 간에 별다른 경향을 볼 수 없었으나, 비교구(기존 관행구)에 비해 화학비료를 1/2 절감한 처리구인 경우 약간 낮거나 또는 높게 평가 되었지만, 별다른 영향을 주지 않았다.

Table 10은 12월말에 감귤 잎을 채취하여 무기성분 중 다량원소를 분석한 결과를 나타내었는데, 골분 액체비료 처리 농도가 높을수록 N, P, K, Ca 함량은 다소 높은 경향을 보였으나, Mg 함량은 별다른 영향을 주지 않았다. 또한 화학비료 무처리구, 기존 관행구, 1/2 화학비료 절감구를 비교해 보았을 때, Mg 함량을 제외하고는 무처리구보다 관행구와 1/2 화학비료 절감구에서

N, P, K, Ca 함량이 높은 경향을 나타냈다. 감귤나무는 비료의 시용반응이 낮고 예민하지 않다는 생리적 특성을 고려하면 지속적인 처리를 하는 경우에 그 효과가 확연이 나타날 것으로 생각된다.

Table 9. Soil chemical properties of citrus orchard after foliar application of BDLF

Treatment	FAL <sup>a</sup>	pH (1:5)	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exchangeable cation (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )		
					K	Ca	Mg
Non-treatment of CF <sup>b</sup>	0	4.4	58.5	675	0.17	2.01	0.70
	500×	4.6	59.8	680	0.17	1.75	0.71
	250×	4.5	63.5	755	0.15	1.83	0.80
	100×	4.2	69.8	623	0.18	2.15	0.76
Standard treatment of CF	0	4.3	57.5	635	0.20	1.85	0.84
	500×	4.5	55.3	651	0.21	1.91	0.75
	250×	3.9	60.5	678	0.22	2.12	0.81
	100×	4.0	62.1	712	0.30	2.05	0.71
Half treatment of CF	0	4.5	55.5	615	0.21	1.65	0.63
	500×	4.3	56.7	672	0.15	1.83	0.72
	250×	4.3	55.3	623	0.26	2.01	0.69
	100×	4.0	60.5	693	0.22	1.98	0.78

<sup>a</sup>Foliar application level, <sup>b</sup>Chemical fertilizer

Table 10. Mineral content in leaf of citrus tree after foliar application of BDLF

Treatment	FAL <sup>a</sup>	T-N	P	K	Ca	Mg
		----- % -----				
Non-treatment of CF <sup>b</sup>	0	2.34	0.12	0.83	0.97	0.20
	500×	2.21	0.13	0.91	1.16	0.15
	250×	2.35	0.16	0.89	1.38	0.18
	100×	2.44	0.15	0.97	1.51	0.23
Standard treatment of CF	0	2.57	0.16	0.95	1.05	0.25
	500×	2.58	0.15	1.04	1.25	0.22
	250×	2.61	0.18	0.93	1.56	0.21
	100×	2.75	0.20	1.12	2.01	0.27
Half treatment of CF	0	2.52	0.16	0.85	0.94	0.22
	500×	2.53	0.14	0.81	1.12	0.18
	250×	2.56	0.15	1.12	1.33	0.17
	100×	2.48	0.20	1.06	1.58	0.23

<sup>a</sup>Foliar application level, <sup>b</sup>Chemical fertilizer

## 2) 감자

골분 액체비료를 처리한 후 정식 60일에 초장, 경장 그리고 줄기수의 생육 특성은 Table 11에 나타내었으며, 비교구에 비해 골분 액체비료를 처리한 경우, 생육특성이 현저히 좋은 결과를 보였다. 특히 골분 액체비료를 1000배 희석하여 처리한 경우보다 500배인 경우가 생육이 더 양호한 결과를 보였다. 그러므로 감자를 재배하는 생육 중간단계인 개화기에 보조제로써 골분 액체비료를 처리한다면 생육촉진 효과가 있을 것 것이라 생각된다.

골분 액체비료 처리 후 토양 화학적 특성 변화는 Table 12에 나타내었고, 토양 화학적 특성 변화는 비교구와 처리구 사이에 별다른 차이를 볼 수가 없

었다. Table 13은 식물체 중 무기물 함량을 나타낸 것인데, 처리구에 비해 골분 액체비료를 처리한 경우 잎과 줄기 중 질소함량이 높은 경향을 보였으며, P, K, Ca, Mg는 비슷하거나 높은 경향을 보였다. 그리고 미량원소인 B, Zn, Mn, Fe, Mo, Cu는 별다른 차이를 나타내지 않았다.

Table 11. Growth characteristics of plant height, leaf length and number of stem for potato after foliar application of BDLF

Treatment	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Number of stem (ea)
Control	57.6	37.4	3.7
1000×	67.3	45.0	4.1
500×	70.7	48.8	4.1

Table 12. Soil chemical properties of potato field after foliar application of BDLF

Treatment	pH (1:5)	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exchangeable cation (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )		
				K	Ca	Mg
Control	5.0	111	240	0.97	1.78	0.88
1000×	5.2	115	206	0.90	1.80	0.75
500×	5.1	117	220	0.92	1.91	0.80

Fig. 11은 골분 액체비료를 처리한 후 감자의 더뎡이병 발생율을 나타내었다. 비교구와 처리구 사이에 별다른 차이를 볼 수가 없었으며, 개화기에 골분 액체비료를 처리하여도 더뎡이병 발생율에 아무런 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 감자 더뎡이병은 토양 및 씨감자로 전염되므로 발생을 억제하기 위해서는 이병된 씨감자를 사용하지 말아야 하며, 또는 토양으로 전염하기 때문에 토양소독을 해야만 한다고 보고되었다 (Menzies와 Caroline, 1959 ;

Rich, 1983 ; Park 등, 2002).

Table 13. Mineral content of leaf and branch in potato after foliar application of BDLF

Treatment	Plant part	T-N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Mn	Fe	Mo	Cu
		----- % -----							----- mg/kg -----			
Control	leaf	3.19	0.16	4.70	0.88	0.23	16.2	23.0	390	432	-	-
	branch	1.26	0.09	3.34	0.70	0.17	18.9	37.4	468	183	-	-
1000×	leaf	3.53	0.10	4.90	0.65	0.34	17.5	52.4	584	140	-	-
	branch	1.37	0.18	3.44	0.92	0.27	14.9	22.4	339	117	-	-
500×	leaf	3.25	0.16	5.10	0.96	0.29	18.1	19.0	349	182	-	-
	branch	1.37	0.10	3.48	0.70	0.17	17.8	48.9	492	171	-	-

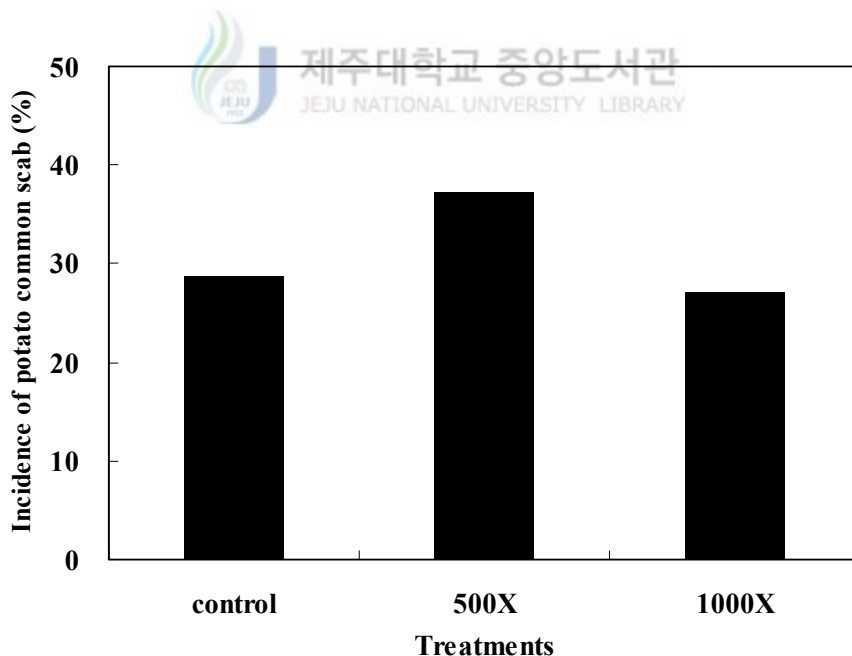


Fig. 11. Incidence of potato common scab (*Streptomyces scabies*) after foliar application of BDLF.

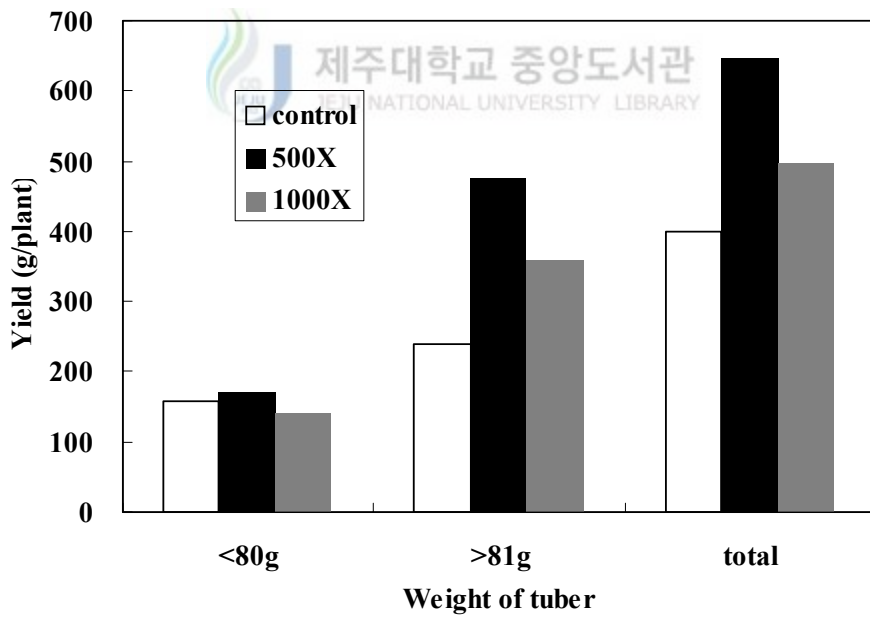
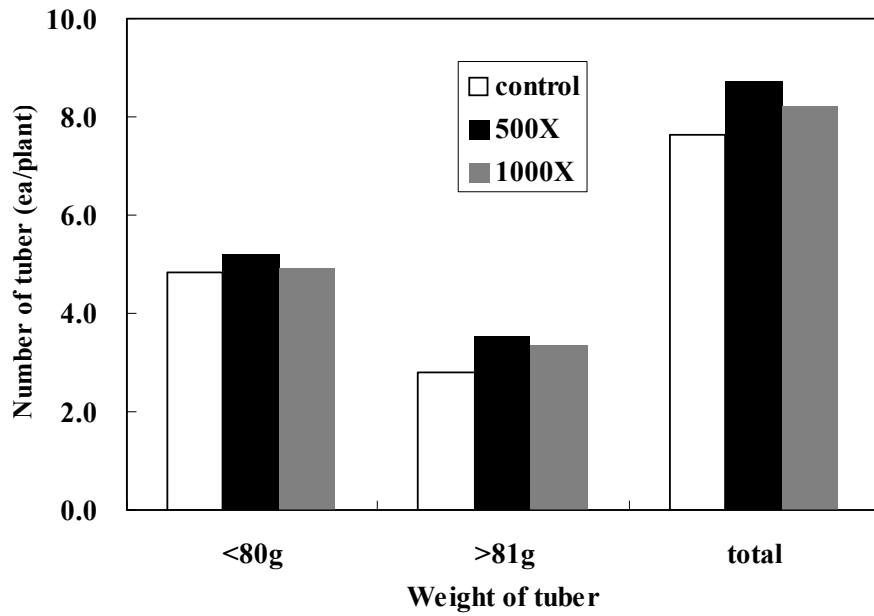


Fig. 12. Number of tubers per plant and weight of tuber after foliar application of BDLF.



골분 액체비료를 처리한 후 수량은 Fig. 12에 나타내었고, 식물체 당 상서 비율은 비교구인 경우는 36.6%인 반면에 500배와 1000배 희석 처리구는 각각 40.5%로 상서비율이 높게 평가 되었다. 그리고 식물체 당 상서 수확량은 비교구보다 처리구가 많았고, 높은 농도의 골분 액체비료를 처리한 경우가 상서를 많이 수확할 수가 있었다.

### 3) 녹차

골분 액체비료를 처리한 후 토양화학 특성 및 식물체 중 무기성분 분석 결과는 Table 14와 15에 나타내었고, 토양화학 특성은 비교구와 처리구간에 별다른 차이를 볼 수가 없었다. 식물체 중 다량원소 함량인 경우는 비교구에 비해 처리구에서 약간 높은 경향을 볼 수 있었는데 신엽 중의 질소함량은 현저한 증가를 보였으며 이는 엽차의 품질이나 수량에 기여할 수 있으리라고 생각된다. 미량원소인 경우는 별다른 경향을 나타내지 않았지만, 망간인 경우는 골분 액체비료 농도가 높을수록 높게 나타났다.

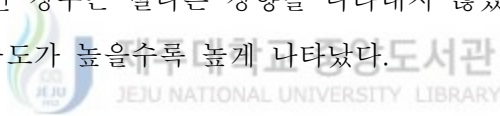


Table 14. Soil chemical properties of green tea field after foliar application of BDLF

Treatment	pH (1:5)	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exchangeable cation (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )		
				K	Ca	Mg
Control	5.2	73.5	115	0.72	1.25	0.56
1000×	5.0	72.0	101	0.67	1.18	0.45
500×	5.3	63.7	71.4	0.76	1.09	0.46
250×	4.9	81.0	149	0.66	1.55	0.80

Table 15. Mineral content of green tea leaf after foliar application of BDLF

Treatment	Plant part	T-N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Mn	Fe	Mo	Cu
		----- % -----							----- mg/kg-----			
Control	new-leaf	3.35	0.25	3.46	0.35	0.20	16.5	21.2	605	55.3	10.3	5.25
	old-leaf	3.58	0.20	4.12	0.66	0.32	18.8	18.9	1325	105	10.6	6.25
1000×	new-leaf	3.43	0.27	3.45	0.38	0.25	17.4	20.3	594	52.1	9.28	6.15
	old-leaf	3.55	0.21	4.13	0.82	0.37	36.7	15.3	1506	110	10.5	3.14
500×	new-leaf	3.67	0.29	3.54	0.33	0.22	17.7	23.5	715	44.8	11.5	4.43
	old-leaf	3.55	0.21	4.10	0.70	0.29	16.7	20.5	2100	89.8	10.6	3.23
250×	new-leaf	3.89	0.28	4.10	0.40	0.23	37.7	26.5	922	64.5	15.4	5.40
	old-leaf	3.65	0.24	4.34	0.73	0.32	19.0	15.6	1795	86.7	13.2	3.48

#### 4) 토마토

토마토 표준 양액 조성을 인위적으로 칼슘결핍을 유도시켜 정상 양액에서 칼슘만을 1/2배, 1/5배 그리고 1/10배액을 공급하다가, 공급 후 약 25일 후 1/5배와 1/10배 처리구에서 칼슘결핍 초기 증상이 나타났다. 하지만, Table 16에서 보는 바와 같이 엽 중 엽록소 함량, 엽폭, 엽장 그리고 식물체 길이는 1/2배 처리구와 정상 양액을 공급한 비교구간에 별다른 차이를 보이지 않았다. 그러므로 1/2배 처리구는 칼슘 결핍 증상을 확인하기 위한 골분 액체비료 처리 시험을 더 이상 하지 않았다.

정상양액의 1/5배 칼슘을 공급한 토마토 재배에서 칼슘 결핍 증상이 확인한 후 100배, 500배, 1000배의 골분 액체비료를 각각 일주단위로 매일, 3회, 2회, 1회 처리하여 토마토 식물체 중 엽록소 함량, 엽폭, 엽장, 길이를 조사하였다(Table 17~20). 엽록소 함량의 경우는 칼슘 결핍 증상이 앞선단에서 나타나기 시작했기 때문에 그다지 큰 영향을 미치지 않았고, 엽장, 엽폭, 길이는 고농도를 처리한 100배와 500배에서 다소 피해를 받아 식물체가 고사하는

경향을 보였으며, 1000배인 경우는 비교적 비교구와 비슷한 경향을 보였다. 하지만, 모든 처리 농도에서 처리 횟수와는 상관이 없는 것으로 나타났다.

칼슘 결핍 증상은 결핍 유도 후 25일쯤에 나타나기 시작하여 32일쯤에 확인할 수가 있었고, 골분 액체비료를 엽면 처리 후 결핍 증상을 회복시킬 수 있었으나, 고농도를 처리하는 경우는 식물체를 고사시켜 피해가 발생할 우려가 있었다(Fig. 13). 그러므로 골분 액체비료를 1000배 정도 희석시켜 엽면 처리할 경우가 적당한 것으로 생각된다.

Table 16. Growth characteristics of tomato plant cultured in half calcium and standard nutrient solution

Growth characteristic	Treatment	Elapsed day					
		25	32	39	46	53	60
Chlorophyll (SPAD)	Control <sup>a</sup>	34.6	36.2	36.4	39.4	37.0	34.0
	1/2 Ca <sup>b</sup>	35.6	39.8	37.5	37.5	36.3	34.2
Leaf length (cm)	Control	33.3	46.5	40.8	41.8	41.4	41.7
	1/2 Ca	37.7	42.5	42.7	40.7	38.3	39.0
Leaf width (cm)	Control	33.6	33.6	30.7	29.1	34.7	32.5
	1/2 Ca	26.7	32.5	32.0	28.3	31.3	29.2
Plant height (cm)	Control	157	171	187	202	216	229
	1/2 Ca	155	172	185	197	207	216

<sup>a</sup>Standard nutrient solution, <sup>b</sup>Half calcium of standard nutrient solution.

Table 17. Chlorophyll contents of tomato plant cultured in one-fifth calcium and standard nutrient solution

Treatment \ Supply day		Supply day					
		25	32	39	46	53	60
Control		34.6	36.2	36.4	39.4	37.0	34.0
100×	T <sub>1</sub>	38.6	42.8	34.5	35.9	35.9	32.6
	T <sub>2</sub>	36.5	31.3	34.2	33.7	30.4	27.9
500×	T <sub>1</sub>	41.6	37.9	37.9	36.7	29.5	28.2
	T <sub>2</sub>	34.4	37.0	34.9	39.7	39.8	34.9
1000×	T <sub>1</sub>	34.6	40.5	40.2	44.1	37.1	37.1
	T <sub>2</sub>	35.8	40.9	33.1	34.9	36.1	31.3

T<sub>1</sub> : One time foliar application per a week.

T<sub>2</sub> ; Twice foliar applications per a week.

Table 18. Leaf length of tomato plant cultured in one-fifth calcium and standard nutrient solution

Treatment \ Elapsed day		Elapsed day					
		25	32	39	46	53	60
Control		33.3	46.5	40.8	41.8	41.4	41.7
100×	T <sub>1</sub>	34.0	43.0	27.0	27.0	29.5	32.5
	T <sub>2</sub>	25.5	33.0	17.5	17.5	20.5	17.0
500×	T <sub>1</sub>	31.0	28.0	27.0	23.5	19.0	16.0
	T <sub>2</sub>	35.5	37.5	35.5	33.5	16.0	11.0
1000×	T <sub>1</sub>	33.0	43.0	35.5	39.5	38.0	36.0
	T <sub>2</sub>	42.0	47.0	29.0	36.0	36.5	37.5

T<sub>1</sub> : One time foliar application per a week.

T<sub>2</sub> ; Twice foliar applications per a week.

Table 19. Leaf width of tomato plant cultured in one-fifth calcium and standard nutrient solution

Treatment \ Elapsed day		Elapsed day					
		25	32	39	46	53	60
Control		33.6	33.6	30.7	29.1	34.7	32.5
100×	T <sub>1</sub>	35.5	32.0	22.0	18.5	22.5	23.0
	T <sub>2</sub>	27.0	20.0	11.5	15.5	12.0	11.0
500×	T <sub>1</sub>	21.0	15.0	17.5	14.0	11.0	11.0
	T <sub>2</sub>	22.5	29.0	25.5	26.0	10.0	7.0
1000×	T <sub>1</sub>	32.0	34.5	26.0	26.0	28.0	24.0
	T <sub>2</sub>	29.0	40.5	14.5	22.0	24.0	24.5

T<sub>1</sub> : One time foliar application per a week.

T<sub>2</sub> ; Twice foliar applications per a week.

Table 20. Plant height of tomato plant cultured in one-fifth calcium and standard nutrient solution

Treatment \ Elapsed day		Elapsed day					
		25	32	39	46	53	60
Control		157	171	187	202	216	229
100×	T <sub>1</sub>	154	158	162	174	182	195
	T <sub>2</sub>	131	136	137	141	144	146
500×	T <sub>1</sub>	107	109	111	114	119	122
	T <sub>2</sub>	133	143	148	154	156	158
1000×	T <sub>1</sub>	161	180	195	209	220	234
	T <sub>2</sub>	129	140	151	163	170	181

T<sub>1</sub> : One time foliar application per a week.

T<sub>2</sub> ; Twice foliar applications per a week.



Fig. 13. Calcium deficiency of tomato cultured in one-fifth calcium of standard nutrient solution (A: fruits, B: leaves). Recovery symptoms of tomato treated with one thousandth BDLF (C: fruits, D: leaves).

A shows the typical blossom-end rot symptom caused by calcium deficiency in fruit.

## IV. 요약

광우병 영향으로 골분의 사용이 제한되고 있기 때문에 골분의 액체 비료를 개발하기 위한 화학적 산분해 과정과 중화 및 조제방법을 확립하였고, 또한 개발된 골분 액체비료의 효과를 감귤, 감자, 녹차 그리고 토마토에 엽면시비하여 시험하였다.

골분의 액체화 과정은 물을 가하고 80℃로 가온하여 골분 중 유지성분을 추출 및 제거한 후 4 N HNO<sub>3</sub> 로 산분해 하였고, 킬레이트제인 2Na-EDTA 와 8 N KOH를 가하여 pH 3.5가 되도록 중화하였다. 그리고 최종적으로 몇 가지 미량 요소들을 가하여 액체 비료를 개발하였다.

개발된 골분 액체비료를 감귤과 녹차에 엽면시비했을 때 엽 중 무기성분의 함량이 증가하였고, 감자의 경우는 생육과 생산량 증가에 효과가 있었다. 특히, 토마토에서는 배꼽썩이병과 같은 과실에 발생하는 칼슘 결핍 증상이 감소하였다.

## V. 참고문헌

- Ahn, Y. S. 1987. Plant analysis for evaluation plant nutrition. IN International Training Workshop on Soil Test and Plant Analysis RDA & FFTC., pp.355-400.
- Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-Total. p. 595-624. In A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties (2nd ed.). Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Han, H. R., J. H. Kang, H. W. Oh, S. G. Kang, and Y. G. Park. 1998. Effects of urea foliar spray on winter defoliation, shoot growth and fruit setting in satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). Kor. J. Hort. Sci. and Tech., Vol. 16, No. 4, pp. 514-516.
- Jeong, C. S., J. N. Park, J. H. Kyoung, C. K. Lim, J. H. Hur, and D. H. Park. 2005. Physiological activities and quality of tomato treated with microbial fertilizers. Kor. J. Hort. Sci. Technol. Vol. 23, No. 3, pp. 261-264.
- John W. Wilesmith. 1998. Manual on bovine spongiform encephalopathy. FAO Animal Health No. 2.
- Kang, B. K., Y. K. Kang, and S. Y. Kang. 2003. Influence of polyethylene film mulch and seedling types on growth and tuber yield of fall-grown potato. Korean J. Crop Sci., Vol. 48, No. 3, pp. 147-151.
- Kang, Y. K. and Z. K. U. 1999. Nitrogen recovery of foliar applied urea by satsuma mandarins. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. Vol. 32, No. 2, pp. 132-139.



- Kim, J. B., P. Y. Lee, C. S. Kim, K. T. Son, and H. C. Kim. 2001. Feasibility study of producing an organic fertilizer using sediments from coastal farming areas. J. of the Korean Environmental Science Society, Vol. 10, No. 4, pp. 275-280.
- Kim, S. H., D. S. Han, and J. D. Park. 2004. Change of some chemical compounds of Korean (Posong) green tea according to harvest periods. Korean J. Food Sci. Technology. Vol. 36, No. 4. pp. 542-546.
- Menzies, J. D. and E. D. Caroline. 1959. A selective indicator medium for isolating *Streptomyces* from potato tuber or soil. Phytopathology 49: 423-456.
- Office International des Epizooties. 2001. Number of reported cases of BSE worldwide.
- Park, Y. B., S. Y. Kim and J. L. Cho. 2002. Conducive environment and ecology of common scab (*Streptomyces scabies*) of potato. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 43(5) : 607-612.
- Rich, A. E. 1983. Potato disease. Academic Press. p. 238.
- Sonneveld, C. and N. Straver. 1994. Nutrient solution for vegetables and flowers grown in water or substrates. Proefstation Voor Tuinbouw Onder Glas Te Naaldwijk, pp. 22-23.
- Yoo, N. H., H. S. Jeong, J. Y. Chang, S. J. Yun, J. K. Kim, K. G. Choi, and E. S. Rha. 2002. Effects of starfish liquid fertilizer on yield of hot pepper (*Capsicum annum* L.). Bulletin of the Agricultural College, Chonbuk National University, Vol. 33, pp. 124-129.
- 농림부. 2001. 소 해면상뇌증 예방대책.
- 농림부. 2003. 유해사료의 범위와 기준.
- 농촌진흥청. 2005. 비료공정규격.
- 농촌진흥청. 1999. 작물별 시비처방기준.

- 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술연구조사분석기준. 농촌진흥청, pp.519~526.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법. 농업과학기술원. 수원. 202pp.
- 이승현, 배선건, 김한태, 김혜진, 김재철. 2002. 불가사리를 활용한 액체비료의 제조 및 제조한 비료가 상추의 생장에 미치는 영향. 한국폐기물학회지 제 19권, 6호, pp. 648-655.
- 주이석. 2001. 구제역 및 소 해면상뇌증의 현황과 대책. 2001년도 한국수의공중보건학회 추계학술대회, p.3-21.
- 제주도 농업기술원. 1998. 친환경농업기술강좌, Ⅲ. 제주도토양에서의 화학비료 시비 절감방안 (유장걸, 송성준) p 63-97

