

# 석회유황합제 처리에 따른 철원 양파의 생육특성 및 페놀화합물 분석

## Characterization and Phenolic Compound Analysis of Cheorwon Onion by Lime-sulphur Mixture Treatment

김연복

Y. B. Kim  
국립한국농수산대학<sup>1</sup>  
특용작물학과  
biotechnist@naver.com

이희종

H. J. Lee  
철원군농업기술센터<sup>2</sup>  
JJJ3579@korea.kr

김동현

D. H. Kim  
국립한국농수산대학<sup>1</sup>  
특용작물학과  
kdh7681@naver.com

구현정

H. J. Koo  
국립한국농수산대학<sup>1</sup>  
특용작물학과<sup>1</sup>  
hjungkoo@korea.kr

장광진\*

K. J. Chang  
국립한국농수산대학<sup>1</sup>  
특용작물학과<sup>1</sup>  
chang@af.ac.kr

### Abstract

The aim of this study was to evaluate the change of phenolic compounds after lime-sulphur mixture treatment on Cheorwon onion. Onion is a perennial plant belonging to the lily family. It is native to Persia of Southwest Asia. It is cultivated much in the temperate regions of the world. Onion is a good name for the 'Okchong' to drop blood cholesterol and cardiovascular blood flow to increase the prevention of adult diseases. Cheorwon area is inland, but it has high continental climate due to its high altitude. After the treatment with lime-sulphur mixture, the weight, width and plant height of the onion were not affected. In the phenolic compounds, caffeic acid, ferulic acid, rutin, *p*-coumaric acid and kaempferol except benzoic acid and quercetin were similar to or less than the control. Therefore, it was concluded that the treatment with lime-sulphur mixture had some effect on phenolic compound contents, benzoic acid and quercetin.

**Key words** : Lime-sulphur mixture, Cheorwon onion, Phenolic compound, Sugar content

\*교신저자

1 Korea National College of Agriculture & Fisheries, 1515, Kongjwipatjwi-ro, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54874 Korea

2 Cheorwongun Agricultural Technology Center, Cheorwongun, Kangwondo, 24023

## I. 서론

양파(*Allium cepa*)는 백합과에 속하는 여러해살이풀로 서남아시아의 페르시아가 원산이다. 세계 각국의 온대 지방에서 많이 재배하고 있다. 우리나라에서도 전국적으로 재배되고 있으며 특히 제주도와 전라남북도지방에서 많이 생산된다. 양파의 한약명은 옥총(玉憵)으로 핏속의 콜레스테롤을 떨어뜨리고 심장혈관의 혈류량을 증가 시켜 성인병 예방에 좋다고 보고되었다(성한길, 2003). 양파에는 주요한 flavonol 화합물인 quercetin의 화학적 암 예방 효능과 작용기작에 대해 보고된 바 있다(Lee *et al.*, 2006), 특히, 이기원(2008)은 양파에 있는 폴리페놀이 암 예방과 미용 개선에 효능이 있다고 보고하였다. 통계청(2019)에 따르면 2019년 양파생산량은 2018년보다 4.8% 증가한 159만 4450톤이었다. 이것은 1980년 관련 통계작성을 시작한 이래 가장 많은 수준이었고 2019년 재배면적은 2만1777ha로 2018년보다 17.6% 감소했지만 가장 많은 생산량을 기록했다.

석회유황합제(lime-sulphur)는 석회와 유황의 혼합물로 살충제와 살균제로 폭넓게 농업에서 사용되고 있다. 석회유황합제는 1881년 프랑스에서 포도재배 시 살균제로 사용하기 위해 제조되었고 일반적으로 1리터의 물에 유황 208g을 넣고 끓인 후 석회 104g을 첨가하여 고농축의 석회와 황을 만들어 사용하여 왔다. 이러한 고농도 석회유황합제는 살균 효과가 높아 화학살균제의 사용 전까지 사용되어 왔으며, 또한 최근 친환경 재배에 대한 관심의 고조로 그 사용이 다시 증가하고 있다. 과거에 과수농가에서 적화제로도 개발된 적이 있다(Jang *et al.*, 1998a, 1998b, Kim *et al.*, 2008). 유황은 인류가 작물로부터 발생하는 병해충을 방제하고자 사용한 천연물질 중의 하나이다. 유럽의 고서에 의하면 B.C 9세기경, 호메로스(Homer)는 유황은 해충이 기피하는 물질이라고 기록했다

(Agrious, 2005; Tweedy, 1981). 살균제로서 유황은 1800년대 프랑스에서 포도 흰가루병으로 인하여 포도주 생산량의 80%까지 감소하면서 포도 흰가루병을 방제하기 위하여 본격적으로 사용되기 시작하였다(Tabatabai, 1986). 또한, 유황은 1845년 미국으로 전해져 포도과수원에 포도의 흰가루병뿐만 아니라 응애에도 방제 효과가 있어 광범위하게 사용되었다(Buchanan and Amos, 1992; Emmett *et al.*, 1992). 유황 화합물들이 가축 사료의 첨가물로 사용되기도 하였고(Bouchard and Conrad, 1973) 유기농 자재로서 미국, 유럽, 우리나라 등에서 사용이 허용되어 있다(Ahn, 2010). 우리나라에서도 친환경 유기농 병해충 방제 목적으로 사용할 수 있는 친환경 유기농 자재의 원료로 허용되어 있으며, 유황을 함유한 제품이 판매되고 있다.

하지만 고농도로 제조되는 일반 석회유황합제는 살균력의 극대화를 위해 고농도의 황과 석회를 투여하여 제조함으로써 제조 후 많은 슬러지가 발생하고 투여된 황과 석회의 용해 불균일성으로 살균력이 안정적이지 못하며, 과실에 동녹현상 등의 부작용을 나타낸다. 2019년 1월1일부터 농약허용물질관리제도(PLS)가 시작되었고, 사회적으로 큰 이슈가 되어 친환경 자재의 중요성은 더욱 부각되고 있는 실정이다. 따라서 석회보르도액과 석회유황합제 등의 다양한 예방제재는 예년에 비해 사용하는 농가가 늘어날 것으로 예상된다. 지금까지 보고된 석회유황합제의 연구 결과를 바탕으로 본 연구는 친환경 자재의 하나인 석회유황합제를 철원에서 재배되고 있는 양파에 처리한 후 페놀화합물의 성분 함량에 영향을 미치는지 알기 위해 HPLC를 이용하여 분석하였다. 철원지역은 내륙지방이면서도 고도가 높아 기온 차가 큰 대륙성 기후의 성격이 강하기 때문에 철원에서 재배한 양파는 남부지방에서 재배된 양파보다 당도가 높고 맛도 좋다고 알려져 있다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험은 강원도 철원군 김화읍에 위치한 엄광현 농가의 양파 재배 포장에서 수행하였다. 실험에 사용된 양파의 품종은 <빅뱅>으로 정식 시기는 2017년 10월 23일이었고, 석회유황합제를 100, 200, 300배를 시험구별로 난괴법 3 반복으로 배치하여 실험하였다. 처리는 2018년 3월 17일부터 2018년 5월 26일까지 3회 실시하였으며,

석회보르도액 2-2식액(황산구리 : 생석회 = 200g : 200g/물 100L)을 살포하였다. 6월 하순에 양파를 처리구 당 무작위로 10개씩 3 반복으로 총 30개를 채취한 후 생육특성(양파구 초장, 너비, 무게, 당도)을 조사하고 처리구 당 3개씩 1/4로 자른 후 동결건조한 후 균일하게 분쇄하여 페놀화합물 분석에 사용하였다. 본 실험의 실험구 토양의 양분 함량은 Table 1과 같다. pH 5.5, 유기물 14g/kg, 유효인산 372mg/kg, 칼륨 0.42cmol<sup>+</sup>/kg, 칼슘 1.8cmol<sup>+</sup>/kg, 마그네슘 0.3cmol<sup>+</sup>/kg, 전기전도도 0.2dS/m, 이었다.

**Table 1. Chemical compositions and pH of soil in experimental fields**

Area	pH (1:5)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. Cation(cmol <sup>+</sup> /kg)		
				K	Ca	Mg
Cheorwon	5.50	14	372	0.42	1.8	0.3
Standards	6.0~6.5	25~35	350~450	0.7~0.8	6.0~7.0	2.0~2.5



**Fig. 1. Onion in the field after lime-sulphur mixture treatment**

### 2. 석회유황합제 제조

석회유황합제는 국제식품규격위원회(CODEX)에

서 허용하는 유기인증자제이다. 석회유황합제를 이용하여 복합체를 제조하여 이용하고자 실시하였다. 석회유황합제는 (주)한국삼공의 제품을 이용

하였다. 제품은 적갈색의 투명한 액체로 강한 알칼리성을 띤다. 비중은 1.29 내외(Be 32~33°C)이다. 유효성분은 다황화석회(CaSn) n=1~5이며, 이것이 약 72.5% 함유되어 있다. 석회유황합제 제조를 위하여 석회유황합제에 중탄산나트륨(NaHCO<sub>3</sub>) 0.1 %를 희석하여 중화시킨 후 살포하였다.

### 3. 양파 당 함량 분석

무작위로 처리구별로 무게가 비슷한 양파를 각각 5개씩 선별하여 바깥쪽, 가운데쪽, 안쪽의 세 부분으로 나누어 당 함량을 굴절당도계(Hand Refractometer)는 ATAGO N-1 alpha를 이용하여 측정하였다.

### 4. 페놀화합물 분석

본 연구에 사용된 페놀화합물 7종 표준품은

Sigma Aldrich 제품(St. Louis, MO, USA)을 구입하여 사용하였다. 분말시료 100mg에 3mL의 80% 메탄올을 첨가하여 1시간 실온에서 초음파 처리를 하고 10분간 원심 분리 후 상층액을 0.45 µm poly filter로 여과하였다. 페놀화합물의 HPLC 분석은 NCS-4000(Futechs, Daejeon, Korea)를 이용하였고 분석조건은 Table 2와 같이 실행하였다.

### 5. 통계분석

실험 결과는 3 반복한 결과값을 평균±표준편차 (Means±SD)로 나타내었고, 통계분석은 Ver.12.0의 통계프로그램 SPSS(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 통계적 유의성 검증은 Duncan's Multiple Range Test(DMRT)로 유의수준 5%(p < 0.05)에서 검증하였다.

**Table 2. Experimental conditions of phenolic compound.**

	HPLC condition of phenolic compound (B)
Column	C18 (250 × 4.6 mm, 5 µm)
Column oven	30°C
Flow rate	1.0 mL/min
Injection	20 µL
Solvent	A: Water with 0.2% (V/V) acetic acid B: MeOH
Mobile phase	0 - 1min, 95% A / 5% B; 1 - 4min, 85% A / 15% B; 4 - 9min, 85% A / 15% B; 9 - 14min, 80% A / 20% B; 14 - 24min, 80% A / 20% B; 24 - 54min, 70% A / 30% B; 54 - 55min, 55% A / 45% B; 55 - 65 min, 55% A / 45% B; 65 - 75min, 44% A / 55% B; 75 - 77min, 40% A / 60% B; 77 - 79min, 40% A / 60% B; 79 - 80min, 20% A / 80% B; 80 - 90min, 20% A / 80% B; 90 - 91min, 95% A / 5% B; 91 - 98min, 95% A / 5% B



Fig. 2. Harvested onion after lime-sulphur mixture treatment

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 석회유황합제 처리에 따른 양파 생육특성

석회유황합제 처리 후 양파의 생육특성 결과는 Fig. 3과 같다. 양파의 구 중은 무 처리구에서 32.8g으로 석회유황합제 100배로 처리했을 때와 구 중이 거의 같았다. 반면에 석회유황합제 200배와 300배 처리구에서 각각 34.9와 33.6g으로 무 처리구에 비해 조금 구 중이 증가했다. 석회유황합제 처리 후 양파의 구 초장을 조사 한 결과 무 처리구에서는 91.8mm로 100배(89.6mm)와 비슷했지만, 석회유황합제 200배(92.4mm)와 300배(92.7mm)는 무 처리구보다 조금 더 길었다.

반면에 너비는 석회유황합제 100배(72.4mm), 200배(74.2mm), 300배(72.5mm)로 무 처리구의 71.4mm보다 조금 더 길었지만 통계상 유의성은 없었다. 이 결과는 석회보르도액과 아인산염처리했을 때도 같은 결과를 보였다. 양파의 구 중과 초장에서 석회유황합제 처리구는 무 처리구와 비

슷한 수치를 보여 석회유황합제 처리는 양파의 생육에 영향을 미치지 못했다. 너비는 석회유황합제 200배 처리구에서 무 처리구보다 약 3mm 더 길었지만 이 결과로 석회유황합제가 양파의 구 너비에 영향을 미친다고는 판단할 수 없다. 또한 황(2010) 등은 마늘에 석회유황합제를 처리하였을 때 초장 등 지상부 생육은 무처리와 관행이 양호한 경향을 보였고, 석회유황합제 2000배액은 가장 저조한 생육을 보였고 구의 특성은 관행이 다른 처리구보다 양호한 경향을 보였으며, 무 처리구와 석회유황합제 2000배 처리가 약간 저조한 경향을 보였다고 보고하였다.

석회유황합제를 마늘에 살포하였을 때 생육은 처리시기가 빠를수록 초장이 크고, 엽초경이 굵었으며, 구의 특성은 처리시기가 빠를수록 구 중이 무거웠고 잎마름병 발생률도 낮았다(황 등, 2011). 석회유황합제를 마늘에 처리하였을 때 무 처리구에 비해 1000배구에서 24% 많은 생산량을 보였다(황 등, 2010). 황(2009) 등은 석회유황합제 농도를

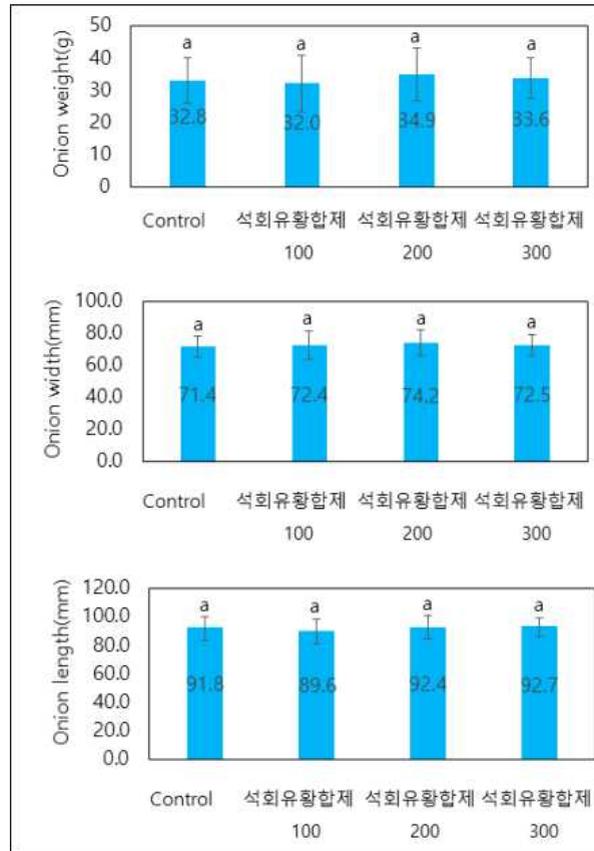


Fig. 3. Onion weight, width, and length after lime-sulphur mixture treatment

2도와 3도로 하여 노균병 발병전에 살포하여 방제 효과를 조사하였는데 이병주율은 4.3 -6.9%였으며, 방제가는 3도 5회 살포에서 86.7%로 가장 높았다고 보고한 바 있다. 또한 석회유황합제 처리시 양파생육은 처리간 차이가 없었으며 상품수량은 무처리에 비해 살포구에서 11~14% 증수되었다. 약해는 살포횟수가 증가할수록 경미하게 발생하였으나 생육이 진전됨에 따라 회복되어 큰 지장이 없었다(황 등, 2009). 황을 한지형마늘에 처리했을 때 지상부 생육인 초장, 엽폭, 엽초경 등은 처리 간의 차이가 없었고, 구 특성은 구 경, 구 고, 건구 중, 쪽수 등에서 처리가 차이가 없었

으며, 상품 수량은 황 무시용구에 비해 황 처리구에서 67%가 많았다(송 등, 2003).

## 2. 석회유황합제 처리에 따른 당 함량 조사

석회유황합제 처리 후 각 처리구(100, 200, 300 배)별로 양파 구의 내부, 외부, 중심부 세 부분으로 나누어서 당 함량을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 구 외부의 당도는 무 처리구와 석회유황합제 100배에서 6.8 brix를 보였고 석회유황합제 200과 300배에서 각각 6.4와 6.5 brix로 비슷한 함량을 보였다. 중심부는 처리구인 석회유황합제

100배에서 8.8 brix로 무 처리구(7.9), 200배(8.1), 300배(7.6)보다 다소 높은 함량을 보였다. 내부는 외부와 중심부보다 무 처리구(9.9)와 처리구인 석회유황합제 100배(8.9), 200배(9.0), 300배(7.8)에서 높은 함량을 보였다. 그리고 외부에서 내부로 갈수록 당 함량이 높아지는 경향을 보였다. 이 결과로 양파의 당 함량은 석회유황합제 처리와는 관계가 없는 것으로 판단된다. 황(2010)등은 석회

유황합제를 마늘에 처리했을 때 당도는 관행구가 37.1로 가장 높았고, 석회유황합제 처리구는 36.5 정도였다. 또한 상품성 조사결과 상품비율은 석회유황합제 1000배액이 58.9%로 가장 많았고, 무 처리구가 34.4%로 가장 적었다고 보고했다. 석회유황합제 처리는 작물에 따라 결과가 다르고 처리시기, 횟수, 희석비율에 따라서도 달라질 수 있을 것으로 판단된다.

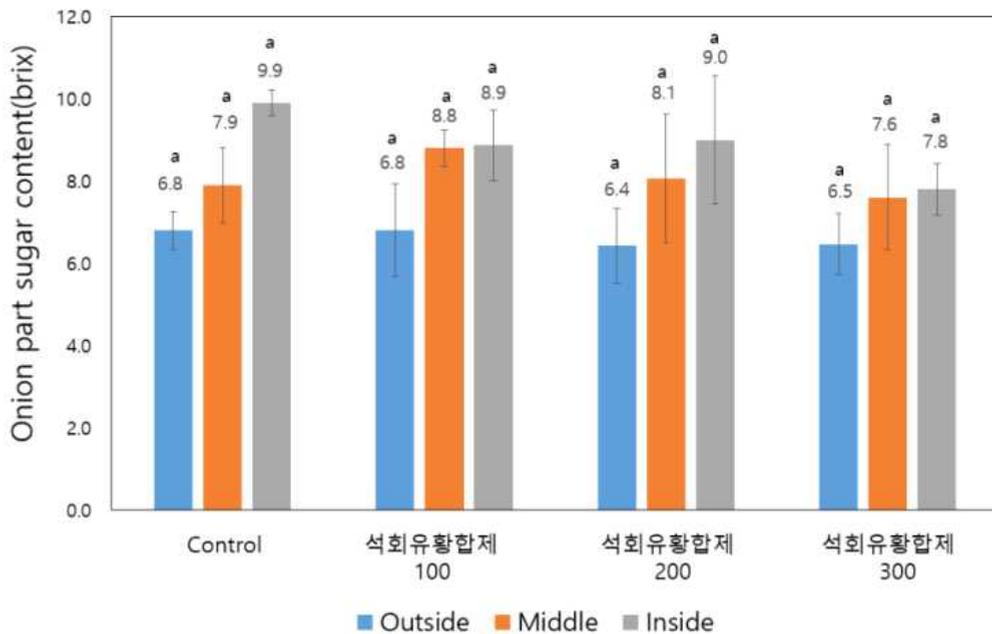


Fig. 4. Onion part sugar content after lime-sulphur mixture treatment

### 3. 석회유황합제 처리에 따른 페놀화합물 함량 변이

석회유황합제 처리 후 양파에서 benzoic acid, caffeic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, kaempferol, rutin, quercetin 등 7종의 페놀화합물을 HPLC를 이용하여 분석한 결과는 Fig. 5와 같다.

Caffeic acid는 유기화합물과 강력한 항산화제로 특정 채소, 과일, 허브 등에 존재한다. 또한 산화방지제로 알려진 미량영양소인 폴리페놀의 일종으로 항염증제, 항암제, 항바이러스제를 비롯한 많은 건강의 잇점을 가지고 있다. Caffeic acid는 처리구인 석회유황합제 100배(4.7 µg/g Dry Weight)와 200배(4.6 µg/g D.W.)에서 무 처리구(4.9 µg/g D.W.)보다 낮은 함량을 보였다. 반면 석회유황합제 300배는 5.5 (µg/g D.W.)로 다소

높은 함량을 보였다. *p*-Cumaric acid는 땅콩, 토마토, 당근, 바질, 마늘 등 다양한 식물에 존재하는 물질이며 항산화, 항염증, 항균 작용을 한다(Quinde-Axtell and Baik, 2006). *p*-Cumaric acid에서 석회유황합제 100배(3.5 µg/g D.W.), 200배(4.3 µg/g D.W.), 300배(4.0 µg/g D.W.)에서는 무 처리구(5.3 µg/g D.W.) 보다 낮은 함량을 보였다.

Ferulic acid는 식물의 세포벽에 풍부하게 들어 있는 성분으로 항산화력이 매우 강해 멜라닌 색소를 제거하고 기미, 주근깨의 생성을 억제하는 효과가 매우 우수하기 때문에 미용효과가 좋으며 혈당강하 및 콜레스테롤 저하 효과도 있다(Zhao and Moghadasian, 2008). Ferulic acid도 coumaric acid와 마찬가지로 석회유황합제 100배(4.0 µg/g D.W.), 200배(3.4 µg/g D.W.), 300배(5.2 µg/g D.W.)에서 무 처리(7.4 µg/g D.W.) 보다 다소 낮은 함량을 보였다. 반면에 방향계 카르복실산으로 보존료 등 식품 첨가물로 쓰이고 있는 benzoic acid는 석회유황합제 100배에서 1,276.8 (µg/g D.W.)로 무 처리구(1,111.1 µg/g D.W.), 200배(972.3 µg/g D.W.), 300배(926.5 µg/g D.W.)보다 다소 높은 함량을 보였다. 따라서 석회유황합제 100배 처리는 benzoic acid 함량을 높이는데 영향을 미친것으로 판단된다. 메밀, Rheum 종의 잎과 꽃잎, 아스파라거스 등 많은 식물에서 발견되는 감귤류의 플라보노이드 배당체인 rutin은 무 처리구가 64.9(µg/g D.W.)로 처리구인 석회유황합제 100배(59.2 µg/g D.W.), 200배(46.4 µg/g D.W.), 300배(53.9 µg/g D.W.)보다 높은 함량을 보였다. 모든 석회유황합제 처리구에서 rutin 함량이 감소한 결과로 석회유황합제는 rutin 함량을 감소시키는데 영향을 미쳤다고 사료된다.

플라보노이드의 일종인 kaempferol을 많이 섭취하면 다양한 암의 위험을 줄일 수 있다는 보고가 있다(Calderón-Montaño 등, 2011). Kaempferol은 무 처리구(27.0 µg/g D.W.), 석회유황합제 100배(23.6 µg/g D.W.), 200배(16.5 µg/g D.W.), 300배(16.1 µg/g D.W.)로써 희석배수가 늘어나면서 함량이 감소하는 경향을 보였고 무 처리구에 비해 처리구가 다소 낮은 함량을 보였다. 결론적으로 석회유황합제는 benzoic acid를 제외하고 모든 성분에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

Quercetin은 양파에서 가장 중요한 성분 중의 하나로 많은 과일, 채소, 잎과 곡물에서도 발견된다. 특히 붉은 양파와 양배추는 quercetin이 함유되어 있으며 쓴맛을 가지고 있고 식이보조제, 음료 및 식품의 성분으로 사용된다(Formica and Regelson, 1995). Quercetin 함량은 처리구인 석회유황합제 200배(106.7 µg/g D.W.)와 300배(106.1 µg/g D.W.)가 100배(89.4 µg/g D.W.)와 무 처리구(96.4 µg/g D.W.) 보다 다소 높은 함량을 보였다. 따라서 석회유황합제 200과 300배는 quercetin 함량을 높이는데 영향을 미쳤다고 판단된다. 작물을 재배할 때 생산량과 기능성 성분 함량을 증가시키기 위해 촉매제를 처리한 연구는 지금까지 많다. 촉매제는 작물마다 다른데 호르몬, 미량원소, 효모추출물, 게르마늄 등 다양한 종류가 있다. 특히, 약용작물에서는 시호, 당귀, 삼백초, 땃두릅나무 등에서 촉매제를 처리하였을 때 생산량과 특정 기능성 성분이 증가했다(Lee *et al.*, 2002; Rhee *et al.*, 2010). 송(2003) 등은 황을 한지형마늘에 처리했을 때 pyruvic acid 함량은 무 시용구에 비해 처리구에서 55.3~100.7 mg/100g이 많았고 부패율도 황 처리구에서 8.7~10.8%가 낮은 경향을 보였다고 보고한 바 있다.

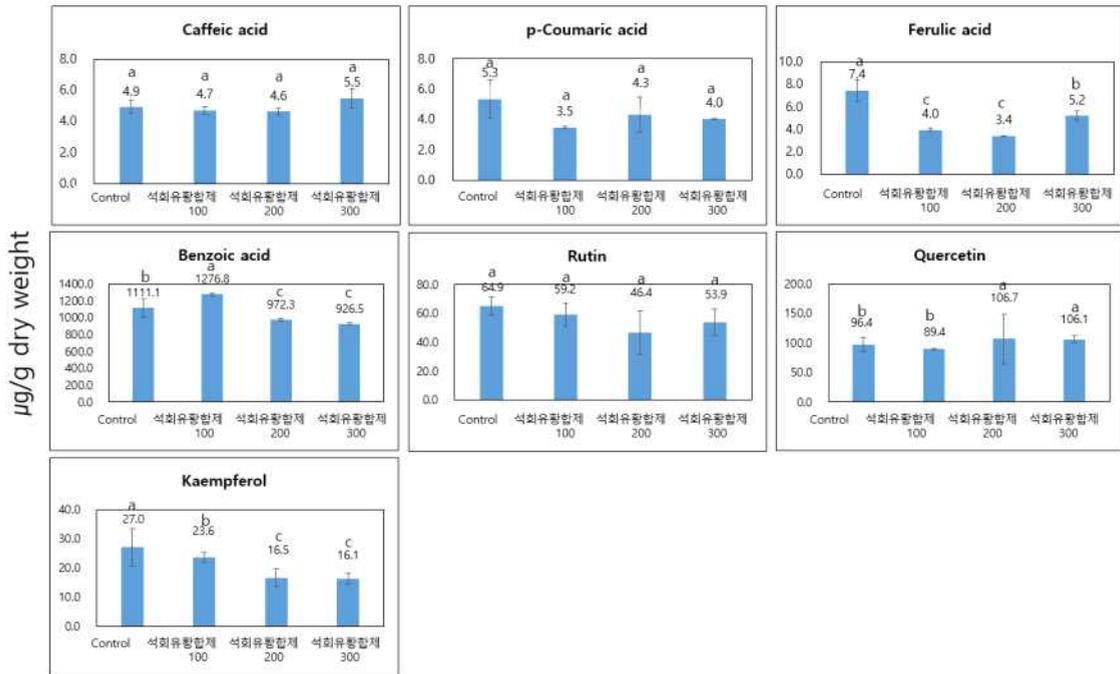


Fig. 5. Onion phenolic compound content after lime-sulphur mixture treatment

#### IV. 적요

본 연구는 양파에 친환경제로 사용되는 석회유황합제를 농도별(100, 200, 300배)로 희석하여 양파에 처리하여 생육특성과 페놀화합물 함량의 변이를 알아보기 위해 수행되었다. 그 결과 석회유황합제 처리 후 양파의 구 중, 구 너비, 구 고와 당 함량에 영향을 미치지 못했다. 또한 페놀화합물 함량에서 *p*-coumaric acid, caffeic acid, ferulic acid, rutin, kaempferol은 무 처리구와 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 benzoic acid는 석회유황합제 100배를 처리하였을 때 유의하였고, quercetin 함량은 처리구인 석회유황합제 200배 (106.7 µg/g D.W.)와 300배(106.1 µg/g D.W.)가 100배(89.4 µg/g D.W.)와 무 처리구(96.4 µg/g D.W.) 보다 다소 높은 함량을 보여 유의하였다.

따라서 석회유황합제는 benzoic acid와 quercetin 함량 변화에 영향을 미쳤다고 판단된다. 본 연구 결과가 농가 현장에 적용되기 위해서는 좀 더 넓은 면적에서 실증 시험을 더 해야 할 것으로 판단된다.

#### V. 참고문헌

1. 성환길, 변성애, 장광진. 2003. 건강식물의 효능과 활용법. 문예마당 p 358
2. 송인규, 최원일, 박계원, 신현만, 이정관, 황세구. (2003). 한국원예과학기술지, (5): 38.
3. 이기원. (2008). 양파 폴리페놀의 암예방 및 미용 개선 효능. 한국식품영양과학회. 39-62.
4. 이상훈, 윤형목, 구성철, 이우문, 장재기, 구현정, 장광진, 김연복. (2018). 미네랄 및 호르몬

- 제제 처리에 따른 당귀의 생육특성 및 Decursin, Decursinol angelate 함량 변화. Korean J. Medicinal Crop Sci. 26(3) : 227-232.
5. 황선경, 하인종, 문진성, 이종태, 김희대, 박태영. (2009). 석회보르도액과 석회유황합제를 이용한 친환경적 양파 노균병 방제. 한국원예과학기술지. (27) : 54-55.
  6. 황세구, 박계원, 이재선, 윤철구, 장후봉, 김이기, 홍의연. (2010). 석회유황합제 처리가 마늘의 생육과 수량에 미치는 영향. 한국원예과학기술지. (28): 79.
  7. 황세구, 최재선, 이재선, 윤철구, 김인재, 신세균. (2011). 석회유황합제 살포시기가 마늘 잎마름병 방제에 미치는 영향. 한국원예과학기술지. (10): 112.
  8. 통계청. (2019) 마늘, 양파, 보리 생산량 조사 결과 보도 자료.
  9. Agrios, G.N. (2005). Plant Pathology. Academic Press.
  10. Ahn, I. (2010). Setting of evaluation criteria for safety management of organic farming materials in the major OECD nations. Rural Development Administration (RDA) annual report. Korea.
  11. Bouchard, R. and Conrad, H.R. (1973). Sulphur requirement of lactating dairy cows. II. Utilization of sulphates, molasses and lignin-sulfonate. J. Dairy Sci. 56:1429-1434.
  12. Buchanan, G. A. and Amos, T. G. (1992). Grape pests, Coombe, B.G. and Dry, P.R. (Eds.), Viticulture; Volume 2 practices, Winetitles, Adelaide SA, Australia. pp. 209-231.
  13. Calderón-Montaño, J. M., E. Burgos-Morón, C. Pérez-Guerrero and M. López-Lázaro. (2011). A review on the dietary flavonoid kaempferol. Mini Reviews in Medicinal Chem. 11 (4): 298-344.
  14. Emmett, R. W., Harris, A. R., Taylor, R. H., McGechan, J. K. (1992). Grape diseases and vineyard protection. In: B.G. Coombe, P.R. Dry (Eds.), Viticulture, Practices, vol. 2, Winetitles, Adelaide (1992), pp. 232-278.
  15. Formica, J. V. and Regelson, W. (1995). Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. Food and Chem. Tox. 33 (12): 1061-80.
  16. Jang, H. I., H. J. Wha, H. J. Lee, K. H. Hong, J. J. Choi, and K. Y. Kim, (1998), Evaluation of lime sulfur mixture as a flower thinner for pear trees, Korean J. Hort, 38, p423-427.
  17. Jang, H. I. and Lee, H. J. (1998), Flower thinning in pear trees by multiple sprays of lime sulfur mixture, Korea J. Hort, 39, p428-432.
  18. Kim, D., H. S. Lee, and C. Jung. (2008). Toxicity of the lime sulfur as a flower thinner of apple to the honey bee, *Apis mellifera* L. and other pollinators, Korean J. Apic, 23, p43-50.
  19. Lee, K. W. and H. J. Lee. (2006). The roles of polyphenols in cancer chemo-prevention. Biofactors 26 (2), 105-121.
  20. Lee, H., Kim, K. U., Son, J. K., Lee, J. E., and Lee, S.C. (2002). Effect of application of plant growth regulator on growth characteristics in *Bupleurum falcatum* L. Korean J. Medicinal Crop Sci. 10:344-352.
  21. Lee, S. W., Kim, G. S., Hyun, D. Y.,

- Kim, Y. B., Kang, S. W., and Cha, S. W. (2010). Effects of spraying lime-bordequx mixture on yield, ginsenoside and 70% ethanol extract contents of 3-year-old ginseng in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Medicinal Crop Sci. 18:244-247.
22. Rhee, H. S., Cho, H. Y., Son, S. Y., Yoon, S. Y., and Park, J. M. (2010). Enhanced accumulation of decursin and decursinol angelate in root cultures and intact roots of *Angelica gigas* Nakai following elicitation. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 101: 295-302.
23. Quinde-Axtell, Z. and B. K. Baik. (2006). Phenolic compounds of barley grain and their implication in food product discoloration. J. Agri. Food Chem. 54 (26): 9978-9984.
24. Tabatabai, M. A. (1986) Sulfur in agriculture. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp. 688.
25. Tweedy, BG (1981) Inorganic sulfur as a fungicide. Residue Reviews 78:43-68.
26. Yun J. H., Park H., Lee M. J., and Lee M. K. (1996). Study on the development of cultivation to prevent inside-white and internal cavity in ginseng. In annual report on ginseng cultivation. Korea Ginseng Research Institute Press. Daejeon, Korea. p.482-485.
27. Zhao, Z. and M. H. Moghadasian. (2008). Chemistry, natural sources, dietary intake and pharmacokinetic properties of ferulic acid: A review. Food Chem. 109 (4): 691-702.

논문접수일 : 2020년 4월 6일  
논문수정일 : 2020년 6월 15일  
게재확정일 : 2020년 6월 18일