

석회보르도액 처리에 따른 철원 양파의 특성 및 페놀화합물 분석

Characterizations and Phenolic Compounds Analysis of Cheorwon Onion by Bordeaux Mixture Treatment

김연복

Y. B. Kim
국립한국농수산대학
특용작물학과¹

이희종

H. J. Lee
철원군농업기술센터²

박철호

C. H. Park
강원대학교
의생명과학대학³

김동현

D. H. Kim
국립한국농수산대학
특용작물학과¹

구현정

H. J. Koo
국립한국농수산대학
특용작물학과¹

장광진 *

K. J. Chang
국립한국농수산대학
특용작물학과¹

Abstract

The aim of this study was to evaluate the change of phenolic compounds after bordeaux 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 bordeaux mixture, the weight, width and plant height of the onion were affected to some extent. In the phenolic compounds, caffeic acid, ferulic acid, rutin, and kaempferol except benzoic acid, *p*-coumaric acid and quercetin were similar to or less than the control. Therefore, it was concluded that the treatment with bordeaux mixture had some effect on onion growth and phenolic compound contents.

Key words : Bordeaux mixture, Cheorwon onion, Phenolic compound, Sugar content

*교신저자: greenhub@hanmail.net

1 Department of Medicinal & Industrial Crops, Korea National College of Agriculture and Fisheries

2 Cheorwongun Agricultural Technology Center

3 Department of Bio/health Technology, Kangwon National University

I. 서론

서남아시아의 페프시아가 원산지인 양파(*Allium cepa*)는 백합과에 속하며, 세계 여러 나라의 온대 지방에서 많이 재배하고 있다. 우리나라에서도 제주도와 전남북지방에서 많이 재배하고 있다. 양파의 한약명은 옥총(玉憵)으로 피 속의 콜레스테롤을 떨어뜨리고 심장혈관의 혈류량을 증가시켜 성인병 예방에 좋다고 보고되었다(성환길, 2003). 양파에는 주요한 flavonol 화합물인 quercetin의 화학적 암 예방 효능과 작용기작에 대하여 보고된 바 있다(Lee *et al.*, 2006), 특히, 이기원(2008)은 양파에 있는 폴리페놀이 암 예방과 미용개선에 효능이 있다고 보고하였다.

2018년 양파 생산량은 2017년에 비해 33% 증가한 것으로 나타났다. 2018년 통계청 발표에 의하면 양파 생산량은 152만 969t으로 2017년에 비해 37만6476t(32.9%) 증가했다. 또한 2018년 양파 재배 면적은 2만6425ha로 지난해의 1만 9538ha에 비해 35.2% 증가했다(통계청 2018). 2019년 1월1일부터 농약 허용물질목록 관리제도(PLS)가 시작되었다. PLS 제도는 사회적으로 큰 이슈가 되어 친환경자재의 중요성은 더욱 부각되고 있는 실정이다. 따라서 석회보르도액과 석회유황합제 등의 다양한 예방제재는 예년에 비해 사용하는 농가가 늘어날 것으로 예상된다.

본 연구에서는 살균제 작물보호제로 19세기 말경 프랑스 남부 보르도 도시를 중심으로 한 포도 재배지에서 황산구리와 석회의 혼합물이 포도 노균병에 효과가 있는 것을 발견한 이래 현재까지 과수 및 많은 작물의 보호 살균제로 이용되고 있는 석회보르도액을 사용하여 연구하였다. 석회보르도액은 다른 농약과 달리 사용하려고 할 때 농가에서 직접 제조하여 사용할 수 있다는 것이 특징이다. 또한 다양한 작물의 병해 예방 효과가 높

은 보호 살균제로 알려져 있고 세균성 질병에 대해서는 빠뜨릴 수 없는 농약으로 다른 살균제에서는 볼 수 없는 효과를 나타내는데 살균효과의 지속 기간은 약 2주간인 것으로 알려져 있다. 석회보르도액은 염기성 황산구리 칼슘 수용액이며, 석회보르도액의 원료로 사용되는 황산구리는 순도 98.5% 이상, 생석회는 95% 이상의 순도를 지닌 것을 사용해야 좋은 보르도액을 만들 수 있다. 인삼에 6월 상순 이후 석회보르도액을 처리하면 병으로 인한 조기낙엽을 막아 수량성이 62% 증가되었다는 보고가 있었다(Yun 등, 1996). Lee 등(2010)은 인삼에 석회보르도액 처리로 지상부 생육은 비슷하였고, 지하부 생존율은 증가되었다고 보고하였다. 석회보르도액을 거봉 포도에 처리한 후 노균병의 발생양상을 살펴보았을 때 5회 방제하였을 때 가장 높은 방제가(72%)를 보였다고 보고된 바 있다(정 등, 2009). 또한 석회보르도액 살포가 '후지' 사과의 병 발생과 과실에 미치는 영향에 대한 연구가 진행된 바 있다(김 등, 2010). 안 등(2012)은 3년생 인삼의 병해방제에 있어 6월 하순 이후 화학약제를 사용하지 않고 석회보르도액을 15일 간격으로 연속 살포하여도 인삼 지상부 생육에 지장이 없어 친환경적으로 병해 방제가 가능하였다고 보고하였다.

지금까지 보고된 석회보르도액의 연구 결과를 바탕으로 본 연구는 친환경자재의 하나인 석회보르도액을 철원지역에서 재배되고 있는 양파에 처리한 후 페놀화합물의 성분 함량에 어떤 영향을 미치는지 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, 석회보르도액 1.5:0.5, 2:2, 4:4식을 시험구별로 난괴법 3 반복으로 배치하여 실험하였다. 처리는 2018년 3월 17일부터 2018년 5월 26일까지 3회 살포하였다.

6월 하순에 양파를 처리구 당 무작위로 10개씩 3 반복으로 총 30개를 채취한 후 생육특성(양파구 초장, 너비, 무게, 당도)을 조사하고 처리구 당 3 개씩 1/4로 자른 후 동결건조한 후 균일하게 분쇄하여 페놀화합물 분석에 사용하였다.

본 실험의 실험구 토양의 양분 함량은 Table 1과 같다. pH 5.5, 유기물 14 g/kg, 유효인산 372 mg/kg, 칼륨 0.42 cmol+/kg, 칼슘 1.8 cmol+/kg, 마그네슘 0.3 cmol+/kg, 전기전도도 0.2 dS/m, 이었다.

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

| Area | pH (1:5) | OM (g/kg) | P ₂ O ₅ (mg/kg) | Ex. Cation(cmol+/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 bordeaux mixture treatment

2. 석회보르도액 제조법

석회보르도액을 농도별(1.5:0.5식, 2:2식, 4:4식)로 제조하였다. 황산동과 생석회를 각각 400 g

을 사용하였다. 큰 통과 작은 통 2개를 준비하여 400 g의 황산동을 약 5 L의 열탕에 녹여서 물을 가하여 약 80 L로 한다. 작은 통에 400 g의 생석회를 열탕에서 충분히 녹인 후 물을 가하여 약

20 L의 석회유를 만든다. 이렇게 만든 석회유를 작은 망 등으로 거르면서 큰 통에 옮긴다. 석회유는 처음에 온도가 높음으로 식혀서 양쪽 온도가 같아지면, 80 L의 산동을 조금씩 20 L 석회유 쪽에 추가하면서 교반봉으로 잘 혼합하여 4:4식 보르도액 100 L를 만든다. 이런 방법으로 1.5:0.5식과 2:2식을 제조하였다.

3. 양파 당 함량 분석

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

4. 페놀화합물 분석

본 연구에 사용된 페놀화합물 7종 표준품은 Sigma Aldrich 제품(st Louis, MO, USA)을 구입하여 사용하였다. 분말시료 100 mg에 3 mL의 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

실험은 3반복한 결과 값을 평균±표준편차 (Means±SD)로 나타내었고, 실험결과는 RGui (64-bit) version 3.6.0.으로 분석하였다. 시료 간의 유의적인 차이는 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 - 65min, 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 |

III. 결과 및 고찰

1. 석회보르도액 처리에 따른 양파 생육특성

석회보르도액 처리 후 양파의 생육특성 결과는 Fig. 2와 같다. 양파의 구 무게에서 1.5:0.5식(29.9 g)과 2:2식(30 g)은 무처리구(32.8 g) 보다 감소했다. 반면에 석회보르도액 4:4식은 37.7 g으로 무처리구에 비해 다소 구 무게가 증가했다. 양파의 구 너비는 구 무게와 비슷한 결과를 보였다. 1.5:0.5식과 2:2식에서 각각 86.1과 87.8 mm로 무처리구(91.9 mm)보다 다소 감소했다. 반면 석회보르도액 4:4식은 95.3 mm로 무처리구보다 증가했다. 석회보르도액 무처리구는 71.4 mm로 2:2식(71.9 mm)과 비슷하였다. 반면 1.5:0.5식과 4:4식은 각각 76.1 mm와 74.3 mm로 무처리구보다 조금 증가했다. 석회보르도액 처리는 양파의 구경에는 큰 영향을 미치지 못하는 못했다. 하지만 석회보르도액 4:4식 처리는 양파의 무게를 증가시키는데 어느 정도 영향을 미쳤다고 판단된다. 본 연구 결과는 2009년 경상남도 창녕에 위치한 경상남도 농업기술원 양파연구소에서 연구한 결과와 일치하였다. 또한 황 등(2009)은 석회보르도액 4:4식 및 6:6식을 살포한 결과 이병주율은 무처리구 32.6%에 비해 처리구는 8.2-11.6%였으며, 방제가는 4:4식 5회 살포에서 79.8%로 가장 높았고 생육은 처리 간 차이가 없었으며 상품수량은 무처리 6.638 kg/10a에 비해 4:4식 5회 처리에서 13% 증수되었다고 보고하였다. 본 연구결과는 황 등(2009)의 결과와 비슷한 결과를 보여 석회보르도액 4:4식을 적정시기에 3회 처리한다면 생산량을 높일 수 있을 것으로 판단되며 노동력 및 경영비용을 절감할 수 있을 것이라 생각된다.

인삼의 경우는 6월 상순 이후 석회보르도액을 처리하면 병으로 인한 조기낙엽을 막아 수량성이

62% 증가되었다고 보고된 바 있다(Yun 등, 1996). Lee 등(2010)은 인삼에 석회보르도액 처리로 지상부 생육은 비슷하였고, 지하부 생존율은 증가되었다고 보고하였다. 또한 인삼에 석회보르도액의 포도 노균병 방제효과를 검정한 결과, 6:6식을 5회 살포하였을 때 방제가가 가장 높으므로 나타났다고 보고하였다(Jung 등, 2011). 정 등(2013)은 3년생 인삼 재배 시 석회보르도액은 6월 중순 이후에 사용해야 약해를 피할 수 있으며 6:6식이나 8:8식을 15일 간격으로 9월 중순까지

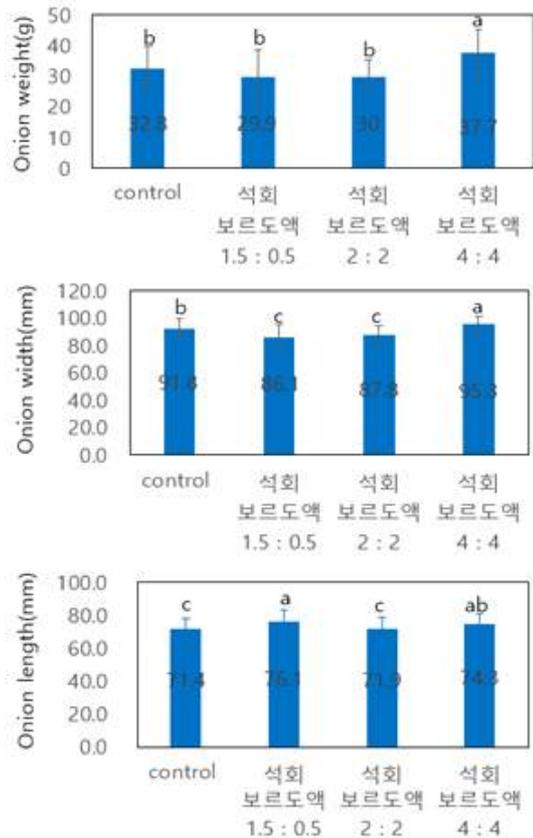


Fig. 2. Onion weight, width, and length after bordeaux mixture treatment

*Means with difference letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

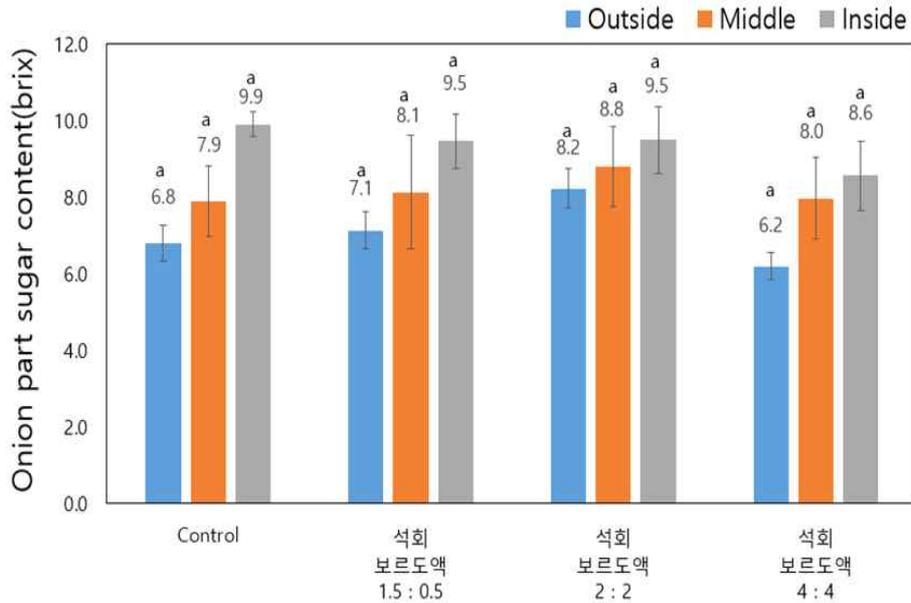


Fig. 3. Onion part sugar content after bordeaux mixture treatment

*Means with difference letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

사용할 때, 화학방제 수준의 병 예방 효과를 나타낸다고 보고하였다.

2. 석회보르도액 처리에 따른 당 함량 조사

석회보르도액을 1.5:0.5식, 2:2식, 4:4식으로 처리하여 수확한 후 양파 구의 내부, 외부, 중심부 세 부분으로 나누어서 당 함량을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 양파구 외부의 당도는 무처리구와 석회보르도액 1.5:0.5식에서 6.8 brix와 7.1 brix로 비슷한 함량을 보였고 석회보르도액 2:2식은 8.2 brix로 무처리구에 비해 1.4 brix 높은 함량을 보였다. 중심부도 외부와 마찬가지로 무처리구와 1.5:0.5식에서 7.9와 8.1 brix로 비슷한 함량을 보였다. 하지만 2:2식에서 8.8 brix로 거의 1 brix 차이를 보였다. 내부의 당도는 처리구보다 무처리구에서 9.9 brix로 가장 높은 함량을 보였다. 1.5:0.5식, 2:2식은 9.5 brix로 같은 함량을 보였

다. 하지만 4:4식은 외부에서 무처리구(6.8 brix)와 1.5:0.5식(7.1 brix), 2:2식(8.2 brix)보다 낮은 6.2 brix를 보였고, 중심부에서도 외부와 비슷한 결과를 보였다. 내부도 4:4식이 무처리구와 1.5:0.5식, 2:2식보다 낮은 8.6 brix를 보였다. 양파의 당도는 외부에서 내부로 갈수록 당 함량이 2~3 brix까지 높아지는 경향을 보였다. 이 결과로 석회보르도액 처리는 양파의 당도에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

3. 석회보르도액 처리에 따른 페놀화합물 함량 변이

석회보르도액 살포 후 양파에서 benzoic acid, caffeic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, kaempferol, rutin, quercetin 등 7종의 페놀화합물을 HPLC를 이용하여 분석한 결과는 Fig. 4와 같다. 카페산(Caffeic acid)은 유기 화합물과 강력한 항산화제로 다양한 식물(특정 채소, 과일,

허브 등)에 존재한다. 카페산은 산화 방지제로 알려진 미량 영양소인 polyphenol의 일종으로 항염증제, 항암제 및 항바이러스제를 비롯한 많은 건강상의 이점을 가지고 있다. Caffeic acid는 석회보르도액 처리구 1.5:0.5식에서 5.4 µg/g Dry Weight(D.W.)로 무처리구(4.9 µg/g D.W.), 2:2식(4.7 µg/g D.W.), 4:4식(4.6 µg/g D.W.)보다 높은 함량을 보였다. 쿠마린산(*p*-coumaric acid)은 땅콩, 토마토, 당근, 바질, 마늘 등 다양한 식물에 존재하는 물질이며 항산화, 항염증, 항균 작용을 한다(Quinde-Axtell · Baik, 2006). *p*-coumaric acid에서 석회보르도액 1.5:0.5식에서 7.6 µg/g D.W.으로 무처리구(5.3 µg/g D.W.), 2:2식(5.2 µg/g D.W.), 4:4식(4.1 µg/g D.W.)보다 높은 함량을 보였다. 이 결과로 석회보르도액 1.5:0.5식은 *p*-coumaric acid에 영향을 미친 것으로 판단된다. 페룰산(Ferulic acid)은 식물의 세포벽에 풍부하게 들어 있는 성분으로 항산화력이 매우 강해 멜라닌 색소를 제거하고 기미, 주근깨의 생성을 억제하는 효과가 매우 우수하기 때문에 미용 효과가 좋으며 혈당강하 및 콜레스테롤 저하 효과도 있다(Zhao · Moghadasian, 2008). Ferulic acid의 경우 무처리구인 7.4 µg/g D.W.로 1.5:0.5식(6.3 µg/g D.W.), 2:2식(5.0 µg/g D.W.), 4:4식(4.0 µg/g D.W.)보다 높은 함량을 보였다. 석회보르도액 농도가 높아질수록 ferulic acid 함량은 감소하는 경향을 보였다. 벤조산(Benzoic acid)은 방향계 카르복실산으로 보존료 등 식품 첨가물로 쓰이는 물질이다. Benzoic acid는 석회보르도액 1.5:0.5식에서 1,569.1 µg/g D.W.로써 무처리구(1,111.1 µg/g D.W.), 2:2식(1,543 µg/g D.W.), 4:4식(1,249.8 µg/g D.W.)보다 다소 높은 함량을 보였다. 따라서 석회보르도액 1.5:0.5식 처리는 Benzoic acid 함량을 높이는데 영향을 미친 것으로 판단된다. 양파는 저장에 중요하기 때문에 벤조산이 높을수록 좋다. 루틴(Rutin)은 rutoside, quercetin-3-*O*-rutinoside 및 sophorin이라고

불리며 메밀, Rheum 종의 잎과 꽃잎, 아스파라거스 등 많은 식물에서 발견되는 감귤류의 플라보노이드 배당체이다. 타타리 메밀의 주요한 성분 중의 하나인 루틴은 일반메밀보다 더 많은 양을 함유하고 있다고 보고되었다(Kreft, 1999). Rutin 함량은 무처리구와 2:2식이 각각 64.9와 66.1 µg/g D.W.로 처리구인 석회보르도액 1.5:0.5식(58.6 µg/g D.W.)와 4:4식(39.1 µg/g D.W.)보다 높은 함량을 보였다. 모든 석회보르도액 4:4식 처리구에서 Rutin 함량이 크게 감소한 결과로 석회보르도액 4:4식은 rutin 함량을 감소시키는데 영향을 미쳤다고 판단된다. 캬페롤(Kaempferol)은 다양한 식물과 식물 유래 식품에서 발견되는 플라보노이드의 일종인 천연 플라보놀로 캬페롤을 섭취하면 다양한 암의 위험을 줄일 수 있다는 보고가 있다(Calderón-Montaño 등, 2011).

Kaempferol은 무처리구가 27.0 µg/g D.W., 석회보르도액 1.5:0.5식이 25.4 µg/g D.W., 2:2식이 23.4 µg/g D.W., 4:4식이 16.4 µg/g D.W.로써 Ferulic acid와 같이 희석배수가 늘어나면서 함량이 감소하는 경향을 보였고 무처리구에 비해 다소 낮은 함량을 보였다. 퀘르세틴(Quercetin)은 양파의 중요한 성분 중의 하나로 많은 과일, 야채, 잎과 곡물에서도 발견된다. 특히 붉은 양파와 양배추는 퀘르세틴이 함유되어 있으며 쓴맛을 가지고 있으며 식이보조제, 음료 및 식품의 성분으로 사용된다(Formica and Regelson, 1995). Quercetin 함량은 처리구인 석회보르도액 2:2식에서 129.6 µg/g D.W.로 1.5:0.5식(123.2 µg/g D.W.), 4:4식(96.5 µg/g D.W.)과 무처리구(96.4 µg/g D.W.)보다 다소 높은 함량을 보였다. 따라서 석회보르도액 2:2식은 quercetin 함량을 높이는데 영향을 미쳤다고 사료된다.

총폴리페놀 함량은 1.5:0.5식(1,795.6 µg/g D.W.) > 2:2식(1,776.8 µg/g D.W.) > 4:4식(1,414.6 µg/g D.W.) > 무처리구(1,317.1 µg/g D.W.) 순이었다. 작물 재배 시 생산량과 주요한 성분을 증가시

키기 위해서 첨가물을 이용한 연구가 많다. 첨가물에는 호르몬, 미량원소, 효모추출물, 게르마늄 등 다양한 종류가 있다. 특히, 약용작물에서 시호, 당귀, 삼백초, 팻두릅나무 등에서 첨가물을 처리하였을 때 생산량과 특정 성분이 증가했다고 보고되었다(Lee *et al.*, 2002; Rhee *et al.*, 2010). 특히, 뿌리의 생산량을 증가시키기 위해 뿌리 발육 향상제를 많이 이용하는데, 미량 원소 첨가제와 호르몬 첨가제 두 가지 종류가 많이 쓰이고 있다. 일반적으로 식물 호르몬은 식물성장 조절자 역할을 한다. 식물의 생육을 조절하는 조절자(modulator)는 특정 표적 단백질에 주로 효소에 결합하여 활성을 직접 변화시키거나 증가 또는

감소시키는 분자이다(Gayatri Devi 등, 2012). 이런 조절자의 역할을 하는 것의 하나인 effector는 식물의 지각능력(적절한 수용체의 존재)과 반응(적절한 방어 반응)에 따라 면역을 유발하거나 타협할 수 있는 미생물 병원균에 의해 분비되는 단백질이다. Effector는 세포 외에 또는 세포에 직접 주입 될 수 있다. 이런 위협에 대응하여 식물은 effector를 인식하거나 모니터링하고 effector에 의해 유발되는 면역을 일으킨다(Bektas와 Eulgem, 2015). 본 연구에 사용된 석회보르도액은 effector의 역할로 잎에 있는 세포에 영향을 주어 양파의 면역을 일으켜 페놀화합물의 함량을 높이는 역할을 한 것으로 판단된다.

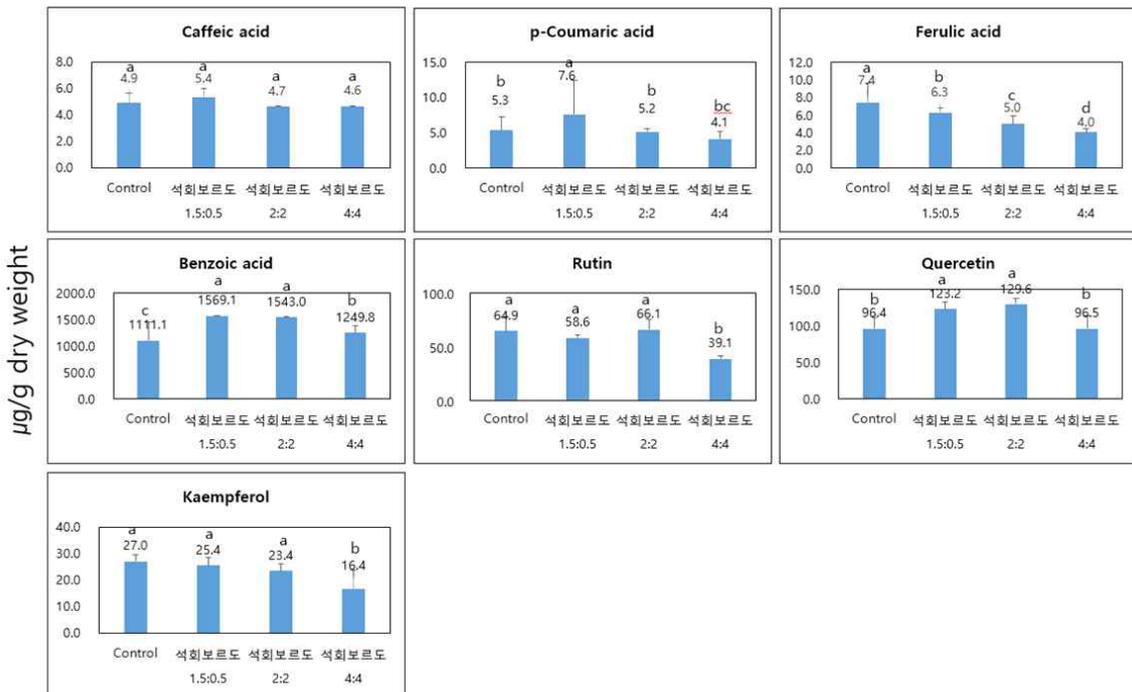


Fig. 4. Onion phenolic compound content after bordeaux mixture treatment

*Means with difference letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

IV. 적요

본 연구는 철원양파에 친환경제제로 사용되는 석회보르도액을 농도별(1.5:0.5, 2:2, 4:4식)로 처리하여 생육특성과 페놀화합물 함량의 변이를 알아보기 위해 수행되었다. 그 결과 석회보르도액 4:4식은 양파의 구 무게, 구경, 초장에 어느 정도 영향을 미친 것으로 판단된다. 또한 석회보르도액 처리 후 페놀화합물 benzoic acid(1.5:0.5, 2:2, 4:4식), *p*-coumaric acid(1.5:0.5), quercetin (1.5:0.5, 2:2)의 함량이 무처리구에 비해 다소 증가하였다. 따라서 석회보르도액 처리는 양파의 생육과 페놀화합물 성분 함량 변화에 어느 정도 영향을 준다고 판단된다. 또한 본 연구가 농가에 실질적으로 적용되기 위해서는 좀 더 넓은 면적에서 시험한 후 적용할 필요성이 있을 것으로 판단된다.

V. 참고문헌

1. 김은주, 조종현, 오남기. (2010). 석회보르도액 살포가 '후지'사과의 병 발생과 과실에 미치는 영향. 한국원예학회 학술발표요지. (10): 94.
2. 성환길, 변성애, 장광진. (2003). 건강식물의 효능과 활용법. 문예마당 p 358
3. 이기원. (2008). 양파 폴리페놀의 암예방 및 미용 개선 효능. 한국식품영양과학회. 39-62.
4. 정성민, 박서준, 노정호, 허윤영, 류명상. (2009). 석회보르도액 사용에 의한 거봉 포도의 노균병 발생억제. 한국원예학회 학술발표요지. (10): 114.
5. 정원권, 안덕종, 최진국, 장명환, 권태룡. (2013). 석회보르도액 살포농도 및 시기가 3년생 인삼의 생육과 병방제에 미치는 효과. Korean J. Medicinal Crop Sci. 21(3): 174-178.
6. 안덕종, 권태룡, 정원권, 최진국, 장명환. (2012). 3년생 인삼재배시 석회보르도액의 최적 살포 간격. 한국자원식물학회 학술심포지엄, (5): 74.
7. 황선경, 하인종, 문진성, 이종태, 김희대, 박태영. (2009) 석회보르도액과 석회유황합제를 이용한 친환경적 양파 노균병 방제. 원예과학기술지. (27) : 54-55.
8. 통계청. (2018) 마늘, 양파, 보리 생산량 조사 결과 보도 자료.
9. Bektas, Y. and T. Eulgem. (2015). Synthetic plant defense elicitors. Plant Physiol. 5: 804.
10. Calderón-Montaña, 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.
11. Formica, J. V. and Regelson, W. (1995). Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. Food and Chem. Tox. 33 (12): 1061-80.
12. Gayatri Devi, S., S. K. Jayalakshmi and K. Sreeramulu. (2012). Salicylic acid is a modulator of catalase isozymes in chickpea plants infected with *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*. Plant Physiol. Biochem. 52: 154-161.
13. Jung S. M., K. B. Ma, S. J. Park, J. G. Kim, J. H. Roh, Y. Y. Hur and K. S. Park. (2011). The effect of bordeaux mixture for control of grape cv. Kyoho downy mildew(*Plasmopara viticola*). Korean J. Org. Agri. 19:529-541.
14. Kreft, S., M. Knapp and I. Kreft. (1999).

- Extraction of rutin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds and determination by capillary electrophoresis. J. Agri. Food Chem. 47 (11): 4649-52.
15. Lee H., K. U. Kim, J. K. Son, J. E. Lee, and S. C. Lee. (2002). Effect of application of plant growth regulator on growth characteristics in *Bupleurum falcatum* L. Korean J. Medicinal Crop Sci. 10:344-352.
16. Lee K. W. and H. J. Lee. (2006). The roles of polyphenols in cancer chemoprevention. Biofactors 26 (2), 105-121.
17. Lee S. W., G. S. Kim, D. Y. Hyun, Y. B. Kim, S. W. Kang, and S. W. Cha. (2010). Effects of spraying limebordequex 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.
18. 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.
19. Rhee H. S., H. Y. Cho, S. Y. Son., S. Y. Yoon, and J. M. Park. (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.
20. Yun J. H., H. Park, M. J. Lee, and M. K. Lee. (1996). Study on the development of cultivation to prevent inside-white and internalcavity in ginseng. In annual report on ginseng cultivation. Korea Ginseng Research Institute Press. Daejeon, Korea. p.482- 485.
21. 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 : 2019년 3월 30일
논문수정일 : 2019년 5월 27일
게재확정일 : 2019년 5월 30일