

아인산염 처리에 따른 철원양파의 페놀화합물 비교 연구

김연복¹ · 이희종² · 박철호³ · 김동현¹ · 구현정¹ · 장광진^{1*}

¹한국농수산대학, ²철원군농업기술센터, ³강원대학교 의생명과학대학

Comparative Study on Phenolic Compounds of Cheorwon Onion by Phosphite Treatment

Y. B. Kim¹, H. J. Lee², C. H. Park³, D. H. Kim¹, H. J. Koo¹ and K. J. Chang^{1*}

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

²Cheorwongun Agricultural Technology Center, Cheorwongun, Kangwondo, 24023 Korea

³Department of Bio/health Technology, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea

Abstract

The aim of this study was to evaluate the change of phenolic compounds after phosphite treatment on Cheorwon onion. Onion is a perennial plant belonging to the lily family. It is native to Persia of Southwest Asia. It is widely cultivated 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. Therefore it is said that the onion cultivated in this region has higher sugar content and higher taste than onion grown in the southern region. Phosphorus components are particularly important ingredients for promoting muscle development. However, if the phosphoric acid content of the soil part is maintained to a large extent until the harvest, the competition of the nutrients tends to cause decay of the root part.

Therefore, it is important to improve the quality and shelf life of onion by inducing nutrient balance by applying foliar fertilization method on the reducing phosphorus at harvest time. In this study, acidity was controlled by diluting phosphorous acid(H₃PO₃) and potassium hydroxide(KOH), followed by leaf surface treatment with phosphite on onion. In this study, the concentration of phosphite was diluted to 500, 1,000, 1,500ppm and sprayed three times over the onion leaves in May 2018 using an atomizer and harvested at the end of June, and the phenolic compounds were analyzed by HPLC. As a result, the content of quercetin, one of the important substances in onion, was phosphite 500ppm(179.70µg/g), 1,000(150.27), 1,500(105.95). The contents of caffeic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, rutin, kaempferol, and sugar content were higher in the treatments than in the control.

Therefore, the phosphite does not have a great influence on the growth, but it may play a role as a method of achieving balance with nitrogen in the rainy season by supplying the role of the material catalyst and the water soluble phosphoric acid and the potassium in the influence of the material change.

Key words : Cheorwon onion, Phosphite, Phenolic compound, Sugar content

*교신저자 : 한국농수산대학 greenhub@hanmail.net

I. 서론

양파(*Allium cepa*)는 백합과에 속하는 여러해살이풀로 서남아시아의 페르시아가 원산이다. 세계 각국의 온대지방에서 많이 재배하고 있다. 우리나라에서도 전국적으로 재배되고 있으며 특히 제주도 와 전남북지방에서 많이 생산된다.

양파의 한약명은 옥충(玉憵)으로 피 속의 콜레스테롤을 떨어뜨리고 심장혈관의 혈류량을 증가시켜 성인병 예방에 좋다(성한길, 2003). 양파를 포함하여 여러 식물에 존재하는 주요한 flavonol 화합물인 quercetin의 화학적 암예방 효능 및 작용기작이 보고되었고(Lee *et al.*, 2006), 양파의 폴리페놀이 암예방과 미용개선에 효능이 있다고 보고되었다(이기원, 2008).

2018년 양파 생산량이 2017년에 비해 33% 증가한 것으로 나타났다. 2018년 양파·마늘·보리 생산량 조사결과를 보면 양파 생산량은 152만969t으로 2017년에 비해 37만6476t(32.9%) 증가했다. 또한 2018년 양파 재배 면적은 2만6425ha로 지난해의 1만9538ha에 비해 35.2% 증가했다(통계청, 2018).

최근 농약허용물질관리제도(PLS, Positive List System)가 사회적으로 큰 이슈가 되어 친환경자재의 중요성은 더욱 부각되고 있는 실정이다. 따라서 석회보르도액, 석회유황합제, 아인산염 등 다양한 예방제재가 쓰이고 있다. 본 연구에서는 작물체의 병 저항성을 높여 주는 효과가 있고 엽면살포로 인산, 칼륨을 공급해 주는 환원제 아인산염을 선택하여 연구하였다. 아인산염은 물에 잘 녹기 때문에 식물체내에서 이동이 잘되어 지상부와 지하부 뿌리에 발생하는 역병류를 효과적으로 방제할 수 있고 식물의 생리장애 예방과 회복에 효과가 있다(지형진, 1998). 또한 인축과 어패류 및 미소동물에 대한 독성이 매우 낮고 환경오염의 우려가 거의 없으며 일반 농약에 비해 가격도 매

우 저렴한 친환경적 자재라고 할 수 있다.

인산(磷酸, phosphorus)은 뿌리의 발육을 좋게 하고 발아력을 왕성하게 하고 꽃이나 과실의 성장을 빠르게 한다. 인산은 식물체내에서도 무기태의 인산이온($H_2PO_4^-$)의 형태로 흡수되어 여러 가지 화합물을 만들고, 핵산, 핵단백질, 인지질 등의 성분으로 되어 있어 세포의 중요한 구성요소이다. 인산은 광합성이나 호흡작용 등의 대과정에서 에너지를 축적하거나 방출하기도 해서 물질의 합성, 분해반응에 중요한 작용을 하고 있다. 그러나 인산은 추비를 하여도 좀처럼 이동 흡수되지 않으며 인산이 너무 많으면 양파의 비대와 저장성이 약해진다. 인산축적에서 수량이 저하하는 것은 토양 중에 인산분이 과잉으로 축적이 되면 뿌리마름병이 많이 발생하고 알뿌리의 비대가 억제되는 것으로 추측하고 있다.

이런 연구들을 바탕으로 하여 본 연구에서는 친환경자재의 하나인 아인산염을 철원양파에 처리한 후 페놀화합물의 성분을 분석하였다. 철원지역은 내륙지방이면서도 고도가 높아 기온차가 큰 대륙성 기후의 성격이 강하기 때문에 철원에서 재배한 양파는 남부지방에서 재배된 양파보다 당도가 높고 맛도 좋다고 알려져 있다.

따라서, 본 연구는 뿌리로 흡수가 어려운 인산을 엽면살포제인 아인산염을 철원양파에 처리하였을 때 양파의 생육과 주요 성분인 페놀화합물 함량에 어떤 영향을 미치는지 HPLC를 이용하여 분석 하였다.

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 시

기는 2017년 10월 23일이었고, 아인산염은 500, 1,000, 1,500ppm을 시험구별로 난괴법 3 반복으로 배치하여 시험하였다. 처리는 2018년 5월 25일부터 1주 간격으로 3회 실시하였으며, 6월 하순에 양파를 처리구 당 무작위로 10개씩 3 반복으로 총 30개를 채취한 후 생육특성을 조사하고 처리구 당 3개씩 1/4로 자른 후 동결건조 한 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⁺/kg, 칼슘 1.8cmol⁺/kg, 마그네슘 0.3cmol⁺/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 ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cation(cmol ⁺ /kg)		
				K	Ca	Mg
Cheorwon	5.5	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

2. 아인산염 제조법

아인산은 인산(H₃PO₄)에서 O-기가 하나 없는 인산이어서 아인산(H₃PO₃)이라 한다. 특이하게 O-기가 하나 없는 구조인 P-H구조가 양파의 병저항성을 증대하고 엽면살포의 효과를 위해 제조되었다. 아인산염 500ppm/1,000L 제조 방법은 아인산(H₃PO₃) 500g을 물 70%에 녹이고 별도의 통을 이용하여 수산화칼륨(KOH) 415g을 물 30%에 녹였다. 그 후 녹인 아인산을 수산화칼륨에 서서히 저어 주며 희석하였다. 아인산염 1,000ppm, 1,500ppm 제조법은 아인산과 수산화칼륨을 2배, 3배로 첨가하여 만들었다. 희석액은 pH가 약 6.0 전후가 되었을 때, 양파의 지상부에 살포하였다.

3. 양파 당 함량 분석

무작위로 처리구별로 무게가 비슷한 양파를 각각 5개씩 선별하여 외부, 중심부, 내부의 세 부분으로 나누어 당 함량을 굴절당도계(Hand Refractometer)는 ATAGO N-1 alpha를 이용하

여 측정하였다.

4. 페놀화합물 분석

본 연구에 사용된 페놀화합물 7종 표준품은 Sigma Aldrich 제품(st Louis, MO, USA)을 구입하여 사용하였다. 분말 시료 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

실험은 3반복한 결과 값을 평균치±표준편차 (Means±SD)로 나타내었고, 실험결과는 엑셀 2013버전(Excel version 2013, Microsoft Co. Ltd., Redmond, WA, USA)을 사용하여 그래프로 나타내었다.

Table 2. Experimental conditions of phenolic compound

HPLC condition of phenolic compound			
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	Time (min)	% A	% B
	0 - 1	95	5
	1 - 9	85	15
	9 - 24	80	20
	24 - 54	70	30
	54 - 65	55	45
	65 - 75	45	55
	75 - 79	40	60
	79 - 90	20	80
90 - 98	95	5	

III. 결과 및 고찰

1. 아인산염 처리에 따른 양파 생육특성

아인산 처리 후 양파의 생육특성 결과는 Fig. 1과 같다. 양파의 구 무게는 무처리구에서 32.8g로 아인산 1,000으로 처리했을 때와 구 무게가 같았고, 반면에 아인산 500과 아인산 1,500 처리구에서 각각 29.9g 과 30.7g으로 무처리구에 비해 다소 구 무게가 줄어들었다. 아인산 처리 후 양파의 구 너비를 조사 한 결과 무처리구에서는 91.8mm로 아인산 500(85.3mm), 아인산 1,000 (88.7mm), 아인산 1,500(87.7mm) 처리구보다 더 길었다. 반면에 초장은 아인산 500(73.2mm), 아인산 1,000(73.1mm), 아인산 1,500(73.1mm)로 무처리구의 71.4mm보다 더 길었다. 양파의 구 무게와 너비에서 아인산염 처리구는 무처리구에 비해 다소 낮은 수치를 보여 아인산염은 양파의 생육에 영향을 미치지 못하는 못했다. 초장은 처리구에서 무처리구보다 약 2mm 더 길었지만 이

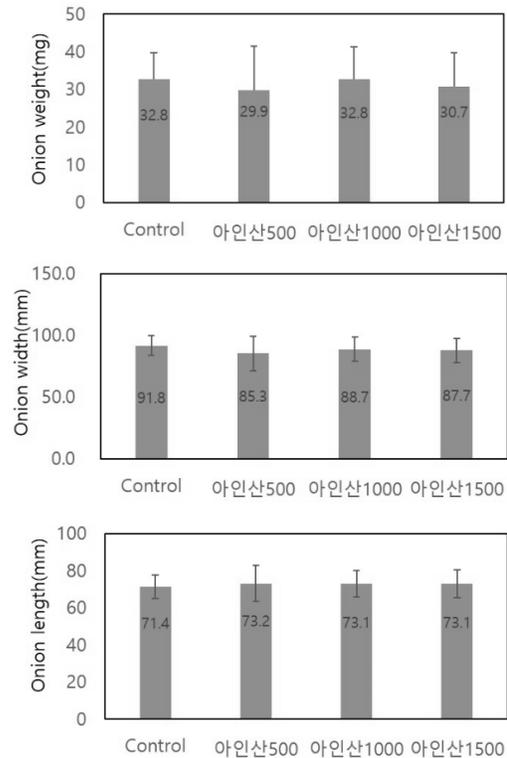


Fig. 1. Onion weight, width, and length after phosphite treatment

결과로 아인산염이 초장에도 영향을 미친다고는 판단할 수 없다.

양파 재배 시 인산의 효과는 매우 큰 몫을 차지한다. 흙의 산도에 따라 다르지만 토양에 잘 흡착되기 때문에 인산은 양파 뿌리에 의해서 흡수되지 못하고 그대로 흙 속에서 굳어버리는 경우가 많다.

또한 인산은 초기 생육에 매우 중요하지만 성숙기에는 토양에 공급 하더라도 효과가 별로 없다. 3월 이후에는 인산을 옷거름으로 줘도 잘 흡수되지 않기 때문에 밑거름으로 주는 것이 바람직하다(정범윤, 2013).

아인산염의 엽면살포는 양파 잎의 기공을 통해서 수용성 인산과 칼리를 공급하는 것이 효과적이다. 엽면살포를 통한 환원형 인산 공급이 수확기의 질소와 균형을 이룰 수 있는 역할을 하기 때문에 수량 증대보다는 품질향상에 기여한다고 사료된다.

2. 아인산염 처리에 따른 당 함량 조사

아인산염 처리 후 각 처리구별로 구의 내부, 외부, 중심부 세부분으로 나누어서 당 함량을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 구 외부의 당도는 무처리구(6.8 brix)와 처리구인 아인산 500(6.7), 아인산 1,000(6.8), 아인산 1,500(6.8) 처리구에서 거의 같은 함량을 보였다. 중심부는 처리구인 아인산 500(8.0), 아인산 1,000(8.3), 아인산 1,500(8.0)가 무처리구(7.9)보다 조금 높게 나타났다. 내부는 외부와 중심부보다 무처리구(9.9)와 처리구인 아인산 500(9.3), 아인산 1,000(9.1), 아인산 1,500(9.1)에서 높은 함량을 보였다. 그리고 외부에서 내부로 갈수록 당 함량이 높아지는 경향을 보였다.

본 연구에서 양파의 구 무게별(96, 169, 221, 326, 416, 528g)로 외부, 중심부, 내부의 당도를 조사한 결과 외부는 6.1~8.2brix 범위의 함량을

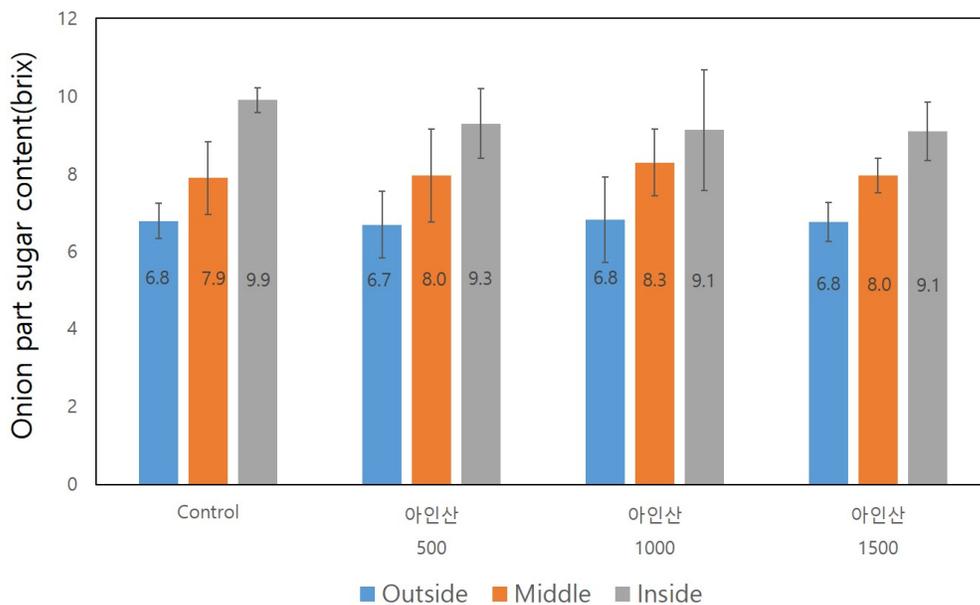


Fig. 2. Onion part sugar content after phosphite treatment

보였고 가운데 쪽은 6.5~9.7brix 범위의 함량을 보였다. 중심부는 7.6~11.4brix 범위의 함량을 보였으며, 구 무게가 가장 무거운 528g의 당 함량은 6.1(외부), 6.5(중심부), 7.6(내부)brix로 가장 낮은 함량을 보였고 내부로 갈수록 당 함량이 높아지는 경향을 보였다. 반면, 구 무게가 221g의 양파는 8.2(외부), 9.7(중심부), 11.4(내부)brix로 가장 높은 함량을 보였다. 이 결과로 양파의 당 함량은 아인산염 처리와 구 무게와는 관계가 없는 것으로 판단된다.

3. 아인산염 처리에 따른 페놀화합물 함량 변이

아인산염 처리 후 양파에서 benzoic acid, caffeic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, kaempferol, rutin, quercetin 등 7종의 페놀화합물을 HPLC를 이용하여 분석한 결과는 Fig. 3 과 같다.

벤조산(Benzoic acid)은 방향계 카르복실산으로 보존료 등 식품 첨가물로 쓰이는 물질이다. 무처리구(1111.1 μ g/g Dry Weight)와 처리구인 아인산 500(1597.8 μ g/g D. W.), 아인산 1,000(811.8 μ g/g D. W.), 아인산 1,500(1015.9 μ g/g D. W.)와 비교해 보았을 때 아인산 500 처리구에서 무처리구보다 486.7 μ g/g 높은 함량을 보였다. 반면 아인산 1,000과 아인산 1,500에서는 무처리구보다 다소 낮은 함량을 보였다.

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. 아인산 500 처리구의 카페산 함량은 7.8 μ g/g로 무처리구(4.9 μ g/g)에 비해 1.6배나 높은 함량을 보였고 아인산 1,000과 아

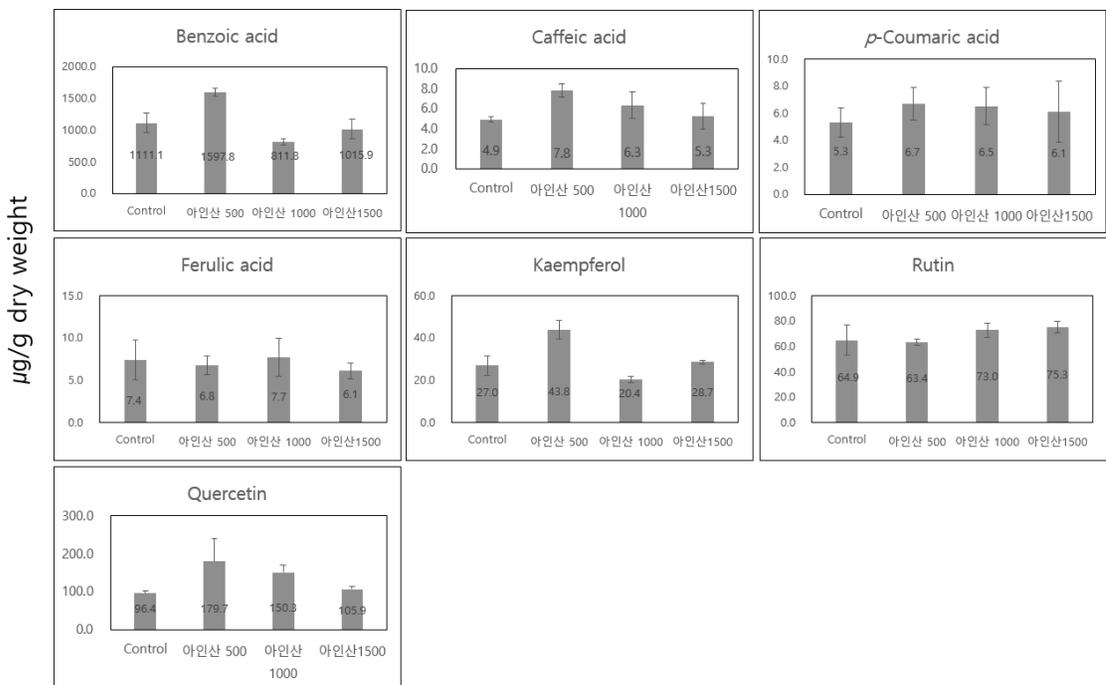


Fig. 3. Onion phenolic compound content after phosphite treatment

인산 1,500은 각각 6.3과 5.3 $\mu\text{g/g}$ 로 무처리보다 다소 높았다. 아인산처리 농도가 높을수록 카페산 함량은 점점 높아지는 경향을 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). 쿠마린산 역시 카페산처럼 무처리구(5.3 $\mu\text{g/g}$)에 비해 처리구인 아인산 500(6.7 $\mu\text{g/g}$), 아인산 1,000(6.5 $\mu\text{g/g}$), 아인산 1,500(6.1 $\mu\text{g/g}$)이 다소 높은 함량을 보였고 아인산 농도가 높을수록 함량이 높아지는 경향을 보였다.

페놀산(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). 페놀산은 처리구인 아인산 1,000에서 7.7 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 함량을 보였고 반면 아인산 1,500은 6.1 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 함량을 보였다.

캬페롤(Kaempferol)은 다양한 식물과 식물 유래 식품에서 발견되는 플라보노이드의 일종인 천연 플라보놀로 캬페롤을 섭취하면 다양한 암의 위험을 줄일 수 있다는 보고가 있다(Calderón-Montaña 등, 2011). 캬페롤 함량은 처리구인 아인산 500이 43.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 무처리구(27.0 $\mu\text{g/g}$)와 아인산 1,000(20.4 $\mu\text{g/g}$)과 아인산 1,500(28.7 $\mu\text{g/g}$) 보다 다소 높은 함량을 보였다.

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). 아인산 1,000(73.0 $\mu\text{g/g}$)과 아인산 1,500(75.3 $\mu\text{g/g}$) 처리는 아

인산 500(63.4 $\mu\text{g/g}$)과 무처리구(64.9 $\mu\text{g/g}$)보다 다소 높은 함량을 보였다. 아인산 희석 농도가 높을수록 조금씩 높아지는 경향을 보였다.

퀴르세틴(Quercetin)은 양파의 중요한 성분 중의 하나로 많은 과일, 야채, 잎과 곡물에서도 발견된다. 특히 붉은 양파와 양배추는 퀴르세틴이 함유되어 있으며 쓴맛을 가지고 있으며 식이보조제, 음료 및 식품의 성분으로 사용된다(Formica·Regelson, 1995). 아인산 500의 퀴르세틴 함량은 179.7 $\mu\text{g/g}$ 로 무처리구인 96.4 $\mu\text{g/g}$ 보다 약 1.8 배 높은 함량을 보였고, 아인산 1,000(150.8 $\mu\text{g/g}$)과 아인산 1,500(105.9 $\mu\text{g/g}$)은 무처리구보다 다소 높은 함량을 보였다. 퀴르세틴은 카페산과 쿠마린산과 같이 아인산 농도가 높을수록 함량이 점점 높아지는 경향을 보였다.

총폴리페놀 함량은 아인산 500(1906.0 $\mu\text{g/g}$) > 무처리구(1317.1 $\mu\text{g/g}$) > 아인산 1,500(1243.3 $\mu\text{g/g}$) > 아인산 1,000(1076.0 $\mu\text{g/g}$) 순이었다. 아인산 500을 처리했을 때 벤조산, 카페산, 쿠마린산, 캬페롤, 퀴르세틴에서 무처리구보다 다소 높은 함량을 보였다. Lee 등(2018)은 미네랄 및 호르몬 제제를 당귀에 처리한 결과 생육특성과 당귀의 주요성분인 decursin과 decursinol angelate 함량을 높인데 영향을 준다고 보고하였다. 본 연구 결과에서는 아인산염을 처리했을 때 생육특성에는 큰 영향을 미치지 못했지만 페놀화합물 함량의 변이에는 Lee 등(2018)의 결과와 같이 영향을 미치는 것으로 판단된다.

일반적으로 식물 호르몬은 식물성장 조절자 역할을 한다. 식물의 생육을 조절하는 조절자(modulator)는 특정 표적 단백질에 주로 효소에 결합하여 활성을 직접 변화 시키거나 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 단

백질이다. Effector는 세포외에 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 아인산염은 effector의 역할로 잎에 있는 세포에 영향을 주어 양파의 면역을 일으켜 페놀화합물의 함량을 높이는 역할을 한 것으로 판단된다.

작물 재배 시 생산량과 주요한 성분을 증가시키기 위해서 첨가물을 이용한 연구가 많다. 첨가물에는 호르몬, 미량원소, 효모추출물, 게르마늄 등 다양한 종류가 있다. 특히, 약용작물에서 시호, 당귀, 삼백초, 땃두릅나무 등에서 첨가물을 처리하였을 때 생산량과 특정 성분이 증가했다고 보고되었다(Lee 등, 2002; Rhee 등, 2010; Choi 등, 2016; Lee 등, 2018). 특히, 뿌리의 생산량을 증가시키기 위해 뿌리 발육 향상제를 많이 이용

하는데, 미량 원소 첨가제와 호르몬 첨가제 두 가지 종류가 많이 쓰이고 있다.

양파 재배 시 인산은 양파의 품질을 좌우하는 매우 중요한 비료 성분이다. 그러나 인산은 초기 생육에는 절대적이나 중기 이후에는 시용 효과가 거의 없다. 후반기에는 인산 시비가 오히려 품질과 수량이 저하하였다(정범윤, 2013). 양파에서 인산의 효과는 매우 큰 몫을 차지하고 흙의 산도에 따라 다르지만 토양에 잘 흡착되기 때문에 주어진 인산이 양파 뿌리에 의해서 흡수되지 못하고 그대로 흙 속에서 굳어버린다. 뿌리부의 인산 흡수가 어려운 것은 알리신 합성에 관여하는 황(S)과의 경합으로 볼 수 있다. 이에 양파 엽면살포로 수용성 인산과 칼리를 공급하여 수확기에 질소와 균형을 이룰 수 있는 방법을 제시하였다. 양파 품질 향상에 환원형 인산의 엽면 시비법으로 아인산염의 효과가 나타났다.

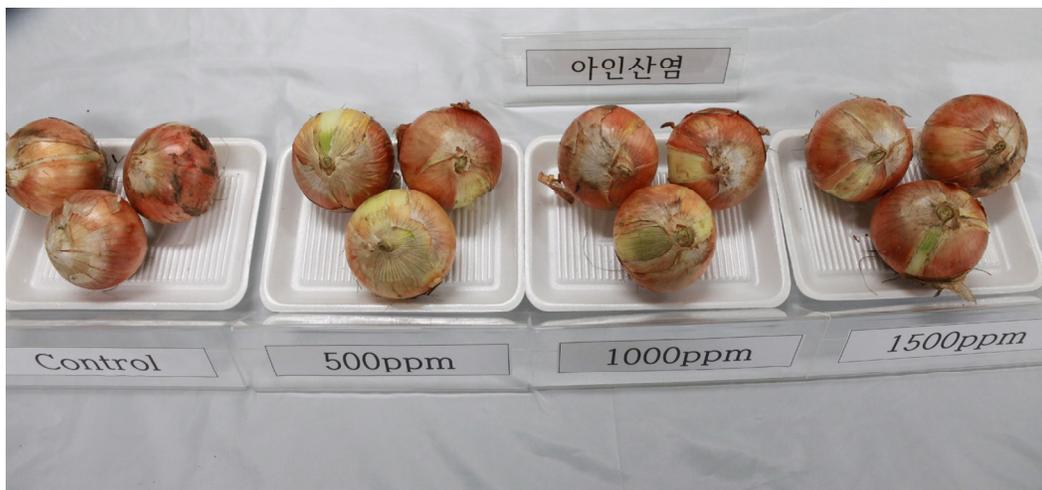


Fig. 4. Harvested onion after phosphite treatment

IV. 적요

본 연구는 다른 지역에 비해 일교차가 큰 철원

지역에서 재배되고 있는 양파에 친환경제제로 사용되는 아인산염을 농도별로 처리하여 생육특성과 페놀화합물 함량의 변이를 알아보기 위해 수

행되었다. 그 결과 아인산염 처리 후 양파의 구 무게, 너비, 폭과 당 함량에는 큰 영향을 미치지 않았다. 반면 페놀화합물에는 영향을 미쳐 아인산 500ppm을 처리했을 때 벤조산, 카페산, 쿠마린 산, 캠페롤, 퀴르세틴 함량이 무처리구보다 다소 높은 함량을 보였다. 따라서 아인산염은 생육에는 큰 영향을 주지는 않았지만 물질 변화에 영향을 미쳐 물질 축매제 역할과 수용성 인산과 칼리를 공급하여 장마기에 질소와 균형을 이룰 수 있는 방법으로도 큰 역할을 할 수 있다고 사료된다.

V. 참고문헌

1. 마경철, 변만호, 방극필, 고숙주, 이용환. (2008). 재배양식에 따른 무화과 역병의 발생 및 환경적 방제. Res. Plant Dis. 14(2) : 107-111.
2. 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.
3. 이기원. (2008). 양파 폴리페놀의 암예방 및 미용개선 효능. 한국식품영양과학회. 39-62.
4. 성환길, 변성애, 장광진. (2003). 건강식물의 효능과 활용법. 문예마당 p 358
5. 정범윤. (2013). 양파. 국제농업개발원 p 208
6. 지형진. (1998). 아인산염의 역병방제 효과 검증. 시험연구보고서(작물보호부편). 농업과학 기술원. 233~236.
7. 통계청. (2018). 마늘, 양파, 보리 생산량 조사 결과 보도 자료.
8. Bektas, Y. and T. Eulgem. (2015). Synthetic plant defense elicitors. Plant Physiol. 5: 804.
9. 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.
10. Choi, J. H., E. S. Seong and C. Y. Yu. (2016). Growth effect by storage temperature, soil type and treatment chemical of *Saururus chinensis* (Lour.) Baill. Korean J. Medicinal Crop Sci. 24:458-463.
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. 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.
14. 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.
15. Lee, K. W., N. J. Kang, Y. S. Heo, E. A. Rogozin., A. Pugliese and M. K. Hwang. (2008). Raf and MEK protein kinases are

- direct molecular targets for the chemopreventive effect of quercetin, a major flavonol in red wine. *Cancer res.* 68(3), 946-955.
16. Lee, K. W. and H. J. Lee. (2006). The roles of polyphenols in cancer chemoprevention. *Biofactors* 26 (2), 105-121.
17. 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.
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. 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.