

Effects of Fertilization and Co-Application of Compost Tea on Fruit Growth and Accumulation of Anthocyanin in Omija (*Schisandra Chinensis* Baillon)

Young-Jin Seo*, Jong-Su Kim, Jae-Cheol Kim, Young-Kuk Kim¹, Young-Sup Ahn¹, and Seon-Woo Cha¹

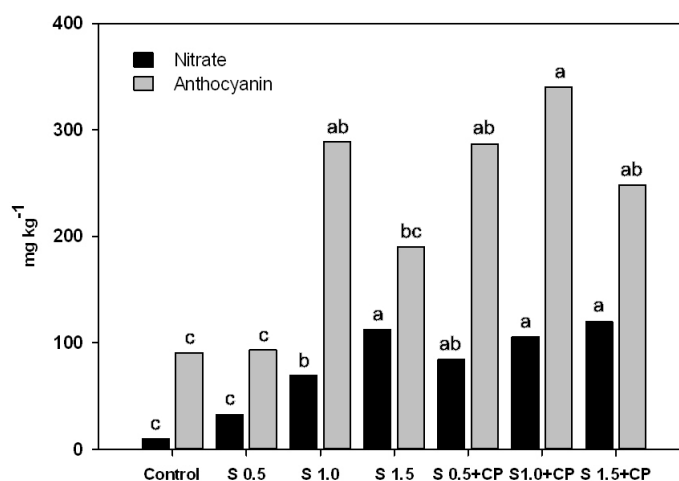
Bonghwa Medicinal Plant Research Station, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research and Extension Services,
Bonghwa 755-851, Republic of Korea

¹Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Eumseong,
369-873, Republic of Korea

(Received: September 17 2014, Revised: November 14 2014, Accepted: November 15 2014)

This study was conducted to evaluate the influence of fertilization on characteristics of growth and accumulation of anthocyanin in fruit of Omija (*Schisandra chinensis* Baillon). Nitrogen supply mainly affected growth of fruit and the anthocyanin content in Omija respective of vegetative growth steps. The anthocyanin content in fruit was significantly low in high N supply and non-fertilization. The conjunctive supply of nitrogen and compost tea resulted in a higher anthocyanin content of fruit, total nitrogen content of leaf, and nitrate in soil. This result implies that nitrogen supply to Omija plant, affects the accumulation patterns of anthocyanin in different ways, e.g. it delays the quantitative biosynthesis at low nitrogen supply during fruit maturation or enhances anthocyanin degradation during the final maturation steps.

Key words: Nitrogen, Fertilization, Compost tea, Omija, *Schizandrae chinensis*



Effect of conjunctive application on soil nitrate and anthocyanin of fruit in *Schisandrae chinensis* Baillon. S 0.5, S 1.0, S 1.5 and CP means recommended nitrogen fertilization rate based on soil testing and compost tea. The same letters at each compound are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at 95% probability level.

*Corresponding author : Phone: +82546738064, Fax: +82546738066, E-mail: francisc@korea.kr

§Acknowledgement: This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ00897103)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

Introduction

오미자 (*Schisandra chinensis* Baillon)는 오미자과 (Schizandraceae)에 속하는 낙엽성 목본인 덩굴성 식물로서 5월 하순에 개화되고 9월 중순에 성숙하는 붉은 색의 과실을 한약재 또는 식품원료로 이용하는 약용식물이다 (Lee, 1989). 오미자는 우리나라를 비롯하여 중국 동북 3성, 일본 등 아시아 일부지역에서만 재배되고 있는데, 우리나라의 오미자 재배는 산간지에서 자생하고 있는 야생종을 인공재배에 성공하면서 재배면적이 확대되어 문경, 상주, 무주, 장수지역 등이 주산지를 형성하고 있다. 오미자는 전통적으로 견과를 한약재로 이용하였으나 최근 건강 기능성 식품으로 수요가 크게 높아져서 재배면적은 2002년 261 ha에서 2012년 1,978 ha로 크게 증가하였다 (MAFRA, 2013).

오미자는 친근성 수염뿌리 식물로서 여름철 기온이 시원하고 배수가 잘되며 공극이 많은 토양이 재배에 적합한 것으로 알려져 있다. 오미자 자생지는 고도 500~700 m의 준산간지 산록 북서쪽 방향에 위치하고 경사도는 17.6~36.4%, 마사토와 부엽토가 섞여 배수가 양호하고 양분함량이 풍부한 지역에서 주로 분포하고 있는 것으로 조사되었다 (Lim *et al.*, 2010). 오미자 재배과원의 이화학적 특성을 조사한 결과, 양분과 수분의 보유력이 낮은 양질사토에서 대부분 재배되고 있었으며 입단화도는 약 33%로 낮았고 토양 pH는 평균 5.5, 양이온교환용량은 평균 4.11 cmol_c kg⁻¹로 매우 낮은 편이어서 적절한 토양관리가 필요한 것으로 보고하였다 (Cho, 2010).

최근 합리적인 토양관리를 위해 퇴비의 수용성 추출물인 퇴비차 (Compost tea)를 활용한 양분관리에 대한 관심이 증가하고 있다. 퇴비차는 퇴비 추출시 용출된 양분과 호기성 미생물을 함유하고 있으며 양분의 이용율을 높이고 토양구조를 건전하게 하여 작물생육을 촉진하고 품질을 높이는 효과를 가지는 것으로 알려져 있다 (El-Din and Hendawy, 2010; Naidu *et al.*, 2010; Siddiqui *et al.*, 2011).

오미자를 식품가공 원료로 사용시 착색도가 가장 중요한 품질지표인데 오미자의 안토시아닌 함량에 의해 결정된다. 과실내 안토시아닌 생합성은 환경요인, 재배관리 방법에 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 (Hunter *et al.*, 1995; Carmo-Vasconcelos and Castagnoli, 2000), 포도와 토마토의 안토시아닌 조성은 질소 공급량에 따라 변하는 것으로

보고되어 있으므로 (Bongue-Bartelsman and Phillips, 1995; Hilbert *et al.*, 2003), 고품질 오미자 생산을 위해서 질소를 포함한 시비관리가 매우 중요한 요인으로 고려되고 있다.

현재까지 오미자에 대한 연구는 주로 전정방법 및 개화생리 (Kim *et al.*, 2003), 번식방법 (Kim *et al.*, 2014), 병해충 방제 (Lee *et al.*, 2009) 등의 재배법 연구와 간 보호 (Lee, 1995; Lee and Lee, 1991), 세포손상 억제 (Lee *et al.*, 2009), 면역력 증강 (Park *et al.*, 2004), 간암세포 사멸 (Rho and Oh, 2002), 혈당강하 및 항산화 효과 (Chae *et al.*, 2005), 미백효과 (Doo *et al.*, 2007) 등 열매가 지닌 성분의 함량과 다양한 약리작용을 중심으로 진행이 되었을 뿐, 오미자의 양분관리를 위한 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 추비방법과 퇴비차 공급이 오미자의 생육 단계별 과일 성장, 안토시아닌 함량에 미치는 영향에 대한 기초자료를 얻기 위하여 실시하였다.

Materials and methods

시험처리 오미자는 문경지역 재배종을 아치형 지주에 열간 5.2 m, 주간 40 cm간격으로 식재한 8년생 나무를 대상으로 시험을 하였고 추비수준별 과일생장과 안토시아닌 함량에 대한 영향을 조사하기 위한 시험은 2012년 봉화약초 시험장, 퇴비차 시용효과 시험은 2013년 의성유기농업연구소에서 실시하였으며 시험전 토양의 화학성은 Table 1과 같다.

2012년 추비시용 효과 시험을 위해 중심합성계획으로 시험구 배치하여 기비로 요소 11 kg 10a⁻¹, 용성인비 32 kg 10a⁻¹, 염화칼리 9.3 kg 10a⁻¹을 성분량으로 사용하였다. 추비는 N, P, K의 3요인에 대하여 각 요인 변수들을 다섯 단계로 총 15처리구를 두고 성분량으로 시비를 하였는데 질소는 요소비료를 0, 3.8 kg 10a⁻¹, 7.5 kg 10a⁻¹, 11.3 kg 10a⁻¹, 15.0 kg 10a⁻¹ 인산은 용성인비, 칼리는 염화칼리를 각각 0, 3.0 kg 10a⁻¹, 6.0 kg 10a⁻¹, 9.0 kg 10a⁻¹, 12.0 kg 10a⁻¹을 6월 1일, 7월 1일, 8월 1일에 3회 나누어 처리하였다. 2013년 퇴비차 공급효과 조사를 위해 난괴법 3반복으로 시험구 배치하여 무처리, 검정시비 0.5배, 검정시비 1배, 검정시비 1.5배, 검정시비 0.5배+퇴비차, 검정시비 1배+퇴비차, 검정시비 1.5배+퇴비차 등 7수준으로 처리하였다. 추비시용은 시판 가축분 퇴비 25 kg에 물 500 L에 넣고 12시간 동안 교

Table 1. Chemical properties of soils before experiment.

Year	pH	EC	O.M.	Avail. P ₂ O ₅	Exch. cations			NO ₃ ⁻
					K	Ca	Mg	
	(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹			mg kg ⁻¹
2012	7.0	0.50	29.3	563	1.37	6.9	2.90	25.3
2013	5.9	0.23	28.9	326	0.41	4.15	2.55	6.8

반하여 추출한 퇴비차 100L 10a⁻¹와 시판 아미노산액비 (질소함량 2.3%)를 질소시비량을 기준으로 6월 1일에 처리하였다.

분석방법 토양분석은 토양화학분석법 (NAAS, 2000)에 준 하였으며 pH 및 EC는 풍건 토양 10 g을 증류수 50 ml을 가하고 30 분간 교반 후 pH-meter, EC-meter를 이용하여 측정하였다. 질산태 질소는 젖은 토양 20 g에 2 M KCl 100 ml을 가하고 30분간 진탕 후 여과지 (Toyo, No. 2)로 여과하여 여액을 Kjeldahl 증류법으로 분석하였다. 오미자 잎의 질소함량은 약 1 m 높이에 위치한 잎 50장을 채취하여 열풍건조기에 넣고 50°C에서 48 시간 건조하고 분쇄한 것으로 원소분석기 (PE 2400 series II, Perkin-Elmer, USA)로 분석을 하였다. 과일의 안토시아닌은 Hilbert *et al.*, (2003)의 방법을 변형하여 분석하였다. 과일 5 g에 0.1% formic acid가 함유된 90% Acetonitrile 용액을 50 ml 가하고 10분간 분쇄한 다음 여과지 (Toyo, No. 5)로 여과하고, 다시 여액을 10,000 rpm에서 원심분리하였다. 여과한 용액을 비색계를 이용하여 520nm에서 총 안토시아닌 함량을 측정하였고, 표준곡선은 Cyanidin chloride (ChromaDex®, USA)을 사용하였다.

통계분석 통계처리는 SAS 통계프로그램 (Ver. 9.13, 2006)을 사용하였으며, 분산분석과 던컨검정 (p≤0.05)에 의한 처리평균간 비교를 실시하였다.

Results and Discussion

추비시용과 과일생육 오미자는 일반적으로 4월 상순부터 하순까지 잎눈이 나오는 출엽기, 5월 상순에 개화된 후 5월 하순까지 개화, 수정이 이루어지고 신초가 성장하여 새순이 자라는 개화기, 6월 상순부터 7월 중순까지 과일의 비대가 이루어지는 과립비대기, 7월 하순부터 8월 하순까지 착색이 진행되는 착색기, 9월 중순 이후부터 열매가 검붉은 색으로 착색이 진행되는 수확기 및 열매수확 후 낙엽이 되는 낙엽기로 크게 구분하게 된다 (NIHHS, 2010). 본 시험에서 생육단계별 오미자 과일의 생장특성을 조사한 결과는

Table 2와 같았다. 오미자 과일 20 송이의 평균 무게는 개화수정이 완료된 6월 11일은 52.5 g, 과립비대기인 7월 12일은 99.5 g, 착색기인 8월 10일에는 215.6 g 그리고 수확기에 해당하는 9월 20일에는 294.0 g으로 수확기까지 지속적인 과일의 성장을 나타내었다. 생육단계별로 질소와 인산의 추비시용이 과일의 생장과 관련이 높았는데 과립비대기인 7월 12일에는 질소 (Pr>F 0.1869)와 인산 (Pr>F 0.1098), 수확기인 9월 20일경에 질소 (Pr>F 0.1209)와 인산 (Pr>F 0.0095)의 공급효과가 높았으며 칼리비료는 유의한 효과가 없었다. 질소와 인산의 추비 시용량별 효과를 조사한 결과, 무비구와 추비 시용구 사이에는 과일의 생장에 미치는 영향은 있었으나 추비 시용 수준에 따른 과일의 생장 차이는 없었다 (Fig. 1).

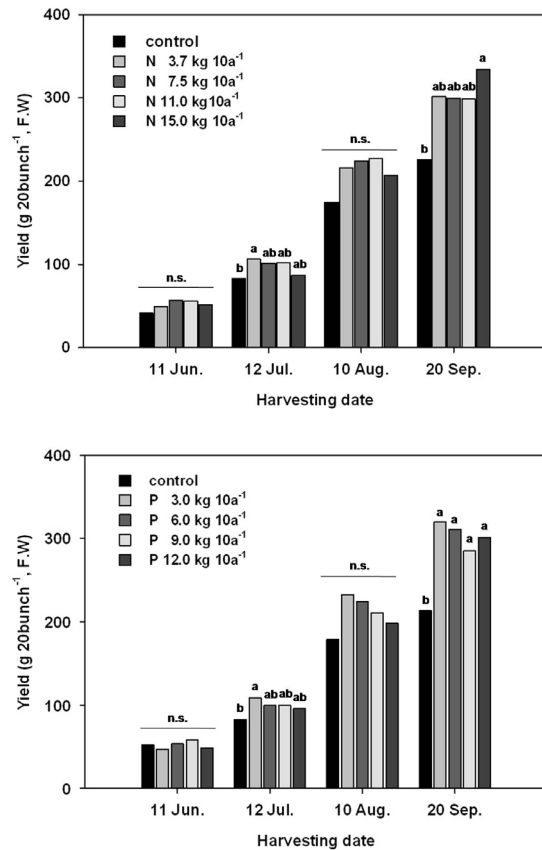


Fig. 1. Time course of fruit growth in *Schisandrae chinensis* Baillon as affected by nitrogen and phosphorus fertilization.

Table 2. Result of statistics for the effect of fertilization on fruit growth in *Schisandrae chinensis* Baillon.

Harvesting date	Mean value	N		P		K	
		F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
	g 20 bunch ⁻¹						
11 Jun.	52.5	0.72	0.5945	0.35	0.8365	1.22	0.3567
12 Jul.	99.5	2.46	0.1869	2.43	0.1098	0.72	0.5948
10 Aug.	215.6	1.53	0.2593	1.63	0.2348	0.18	0.9466
20 Sep.	294.0	2.33	0.1209	5.76	0.0095	0.58	0.6812

오미자는 2년생 가지에서 결실하는 특성을 나타내는 식물로서 다음에 개화가 되는 화아가 부착된 당해연도 가지는 5월 상순 이후 주지 또는 전년도에 형성된 가지에서 신장이 시작된 후 당해연도 8월 1일까지 최대로 성장하여 13~15절까지 자라고 가지의 굵기도 8월 15일 까지 성장한다. 이러한 결실지를 6월 15일에 전정을 할 경우 7월 1일 보다 도장지 발생이 많았고 또 동일한 시기에 전정을 할 경우에도 가지의 절수를 적게 할 때 2차 신장되는 가지의 발생이 많아 지므로 수체내 광환경 개선을 위해서 전정을 하는 시기는 7월 이후가 적당하다고 보고 (Kim *et al.*, 2003)로 미루어 개화와 수정이 이루어지는 6월 까지의 추비시용은 2차 생장지의 성장을 촉진하는 반면 과일의 성장에는 효과가 낮으므로 과일의 성장을 위한 적정 추비시기는 7월 상순부터 실시하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

추비시용과 안토시아닌 함량 추비시용에 따른 오미자 과일의 안토시아닌 함량은 Table 3과 Fig. 2.와 같았다. 생육단계별 평균 안토시아닌 함량은 6월 11일 6.7 mg kg⁻¹, 7월 12일 6.7 mg kg⁻¹, 8월 10일 14.9 mg kg⁻¹, 9월 20일에 113.0 mg kg⁻¹으로 수확기에 급격한 안토시아닌 함량의 증가를 나타내었다. 질소 추비에 따른 과일의 안토시아닌 함량은 6월 11일 (Pr>F 0.0002), 7월 12일 (Pr>F 0.1119), 9월 20일 (Pr>F 0.0910)에 가장 큰 영향을 받았으며, 착색이 진행되는 8월 10일 경에는 질소추비의 효과는 큰 영향을 미치지 않았다. 또한 인산과 칼리비료의 추비는 안토시아닌 함량에 영향을 미치지 않았다.

오미자 열매의 붉은 색을 나타내는 주요 안토시아닌은 안정성이 낮은 cyanidin과 glucose, rhamnase, xylose가 결합된 Cyanidin-3-xylosylrutinoside로 보고 (Lee and Lee, 2010)되어 있으나, 오미자의 안토시아닌 함량 변화와 영향을 미치는 인자에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 포도에서 Cyanidin을 비롯한 안토시아닌은 생합성 과정에서 광 조건, 수체내 질소 및 탄수화물 함량 등의 조건에 따라 영향을 받으며 특히, Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.)와 같은 포도는 과일중 가용성 고형물 (Soluble solid)함량은 안토시아닌함량과 높은 상관 (r²=0.91, P<0.001)을 나타내었으며 차광에 의해 광합성 부족으로 식물체내 탄수화물 생성

이 적게 될 경우 안토시아닌 생합성이 억제되지만 광합성이 증가하면 안토시아닌 생성이 회복되므로 광 조건에 따른 간접적인 효과를 보고하였다 (Keller and Hrazdina, 1998). 반면 수확기 포도 잎의 총 질소함량과 안토시아닌 함량과의 상관관계는 매우 낮았으며, 많은 양의 질소를 공급할 경우 과실내 phenylalanin의 증가, glycosidase 및 peroxidase와 같은 분해효소 활성이 증가되기 때문에 질소 시비량이 증가할 경우 안토시아닌 생합성은 직접적으로 저해되는 것으로 보고하였다 (Hilbert *et al.*, 2003). 따라서 수확기에 과다한 양의 질소비료 공급이 오미자 과일의 안토시아닌 함량 감소에 가장 큰 영향을 미치므로 품질을 높이기 위해 적절한 수준의 추비를 사용하는 것이 중요할 것으로 사료된다.

퇴비차 혼합 액비시용 효과 퇴비차가 혼합된 액비시용이 토양의 산도, 질산이온 함량, 수확기 잎의 총 질소 및 과일의 안토시아닌 함량을 조사한 결과는 Table 4와 같았다. 토양 pH는 무처리구 6.93으로 가장 높았으며 추비 시용량 증가 및 퇴비차 첨가에 따라 다소 낮아지는 경향이였다. 토양의 질산이온 함량도 시비량이 증가할수록 높았으며 특히 퇴비차 혼합 처리구에서는 검정시비 1.5배 처리구와 비슷한 수준의 질산이온 함량을 나타내어 지속적인 질소의 공급효과가 있는 것으로 사료된다. 수확기 오미자 잎의 총 질소함량은 무비구와 추비구 사이에서는 차이가 있었지만 시

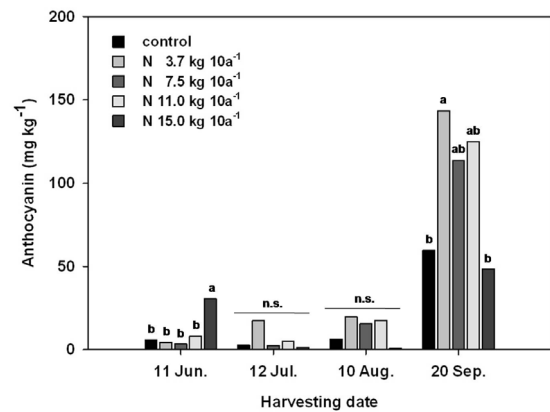


Fig. 2. Time course of anthocyanin accumulation of fruit in *Schisandrae chinensis* Baillon according to nitrogen fertilization.

Table 3. Result of statistics for the effect of fertilization on anthocyanin accumulation of fruit in *Schisandrae chinensis* Baillon.

Harvesting date	Mean value	N		P		K	
		F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
	mg kg ⁻¹						
11 Jun.	6.7	15.42	0.0002	0.17	0.9486	0.26	0.8990
12 Jul.	6.7	2.41	0.1119	1.16	0.3790	1.04	0.4281
10 Aug.	14.9	1.09	0.4098	0.72	0.5988	1.07	0.4168
20 Sep.	113.0	2.64	0.0910	1.35	0.3128	1.72	0.2153

Table 4. Effect of conjunctive application on soil pH, soil nitrate, total nitrogen of leaf and anthocyanin of fruit in *Schisandrae chinensis* Baillon.

Treatment	pH	NO ₃ ⁻¹	Total nitrogen of leaf	Anthocyanin of fruit
	(1:5)	mg kg ⁻¹	%	mg kg ⁻¹
Control	6.93 a ^y	10.0 c	2.40 b	90.8 c
Soil testing 0.5 ^x	6.83 ab	32.7 c	2.56 ab	93.4 c
Soil testing 1.0	6.53 bc	69.7 b	3.30 ab	288.9 ab
Soil testing 1.5	6.30 c	112.7 a	3.11 ab	190.1 bc
Soil testing 0.5+compost tea	6.63 abc	84.3 ab	3.05 ab	286.8 ab
Soil testing 1.0+compost tea	6.53 bc	105.7 a	3.57 a	340.4 a
Soil testing 1.5+compost tea	6.43 bc	119.7 a	3.34 ab	248.1 ab

^x0.5, 1.0 and 1.5 times of recommended N fertilization rate based on soil testing.

^yThe same letters in the same column are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test at 95% probability level.

비량 및 퇴비차 혼합에 따른 차이는 없었다. 과일의 안토시아닌 함량은 무처리구 90.8 mg kg⁻¹와 검정시비 0.5배 처리구가 93.4 mg kg⁻¹으로 가장 낮았고, 그 다음 검정시비 1.5배 처리구가 190.1 mg kg⁻¹으로 낮은 편이었으며 검정시비 1.0배와 퇴비차 혼합액비 처리구에서 높은 수준을 나타내었다.

미나리과 약용식물인 *Centella asiatica* (L.)를 재배할 경우 퇴비차와 무기성 삼요소비료를 각각 50:50의 비율로 혼합하여 공급시 삼요소 비료 100% 사용한 것에 비해 질소의 이용율은 1.5배 높았고 약용식물의 수량은 약 1.9배 증가하였고 식물체내 향산화 성분의 함량도 높아지는 것으로 보고하였다 (Siddiqui *et al.*, 2011). 특히 향산화 성분함량은 질소 이용율과 고도의 상관관계 ($r=0.990$)를 나타내었다. 이와 같이 퇴비차를 혼합할 경우 퇴비에 함유된 수용성 물질이 양분의 이용율을 증가시키는 것은 물론 가용성 양분과 유용 미생물의 공급 그리고 식물성 호르몬 등이 작물생육에 유익한 역할을 한다는 연구결과가 다수 보고되어 있다 (El-Din and Hendawy, 2010; Naidu *et al.*, 2010; Siddiqui *et al.*, 2011). 따라서 본 시험에서도 생육 후기까지 토양중 질산태 질소가 비교적 높은 수준을 유지하고 있고 과일중 안토시아닌 함량이 높아 지속적인 질소성분의 공급이 안토시아닌 생성에 적절한 조건을 형성한 것으로 사료된다.

Conclusion

추비사용이 오미자의 과일생육과 안토시아닌 함량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 추비종류, 시용시기 및 퇴비차 첨가효과를 조사하였다. 과일의 생장은 질소와 인산비료를 과립비대기인 7월과 수확기인 9월에 시용할 때 큰 영향을 받았고 안토시아닌 함량은 착색기인 8월을 제외하고 질소사용에 영향을 받았다. 검정시비량의 1배에 해당하는 질소를 퇴비차와 혼합하여 시용할 경우 토양중 질산태질소가 비교적 높은 수준을 유지하였고 안토시아닌 함량도 높았다.

따라서 오미자 과일생장과 품질을 높이기 위해 검정시비량에 해당하는 질소비료를 퇴비차와 혼합하여 7월 상순에 사용하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

References

- Bongue-Bartelsman, M., D.A. Phillips. 1995. Nitrogen stress regulates gene expression of enzymes in the flavonoid biosynthetic pathway of tomato. *Plant Physiol. and Biochem.* 33:539-546.
- Carmo-Vasconcelos, M. and S. Castagnoli. 2000. Leaf canopy structure and vine performance. *American J. of Enol. and Viti.* 51:390-396.
- Chae, H.J., H.I. Hwang, I.S. Lee and H.Y. Moon. 2005. Comparison of on rat intestinal digestive enzyme inhibitory activity and antioxidant enzyme activity of Korean and Chinese *Schizandra chinensis*. *J. of Exp. & Biomed. Sci.* 11:517-523.
- Cho, J.Y. 2010. Characteristics of *Schizandra chinensis* Baillon orchard soils located in Jangsu-gun, Jeollabuk-do. *Kor. J. of Soil Sci. and Fert.* 43(4):478-483.
- Doo, I.S., K.S. Lim, C.Y. Hwang, M.C. Park and N.K. Kim. 2007. A study on the melanin synthesis inhibition and whitening effect of *Schizandrae fructus*. *J. Kor. Orient. Med. Ophthal. & Otolaryngol. & Dermat.* 20:51-62.
- Ei-Din, A.A.E. and S.F. Hendawy. 2010. Effect of dry yeast and compost on growth and oil content of *Borago officinalis* plant. *J. of Agri. & Bio. Sci.* 64:424-430.
- Hunter, J.J., H.P. Ruffner, C.G. Volschenk and D.J.L. Roux. 1995. Partial defoliation of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon/99 Richter; Effect on root growth, canopy efficiency, grape composition and wine quality. *Amer. J. of Enol. and Viti.* 46:306-314.
- Hilbert, G., J.P. Soyer, C. Molot, J. Giraudon, S. Milin and J.P. Gaudillere. 2003. Effect of nitrogen supply on must quality and anthocyanin accumulation in berries of cv. Merlot. *Vitis.* 42:69-76.
- Keller, M and G. Hrazdina. 1998. Interaction of nitrogen

- availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effect on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. *Amer. J. of Enol. and Viti.* 49:341-349.
- Lee, C.B. 1989. Coloured flora of Korea. Hyangmoonsa. Seoul. Korea. 375-376.
- Lee, J.S. and S.W. Lee. 1991. Effect of water extracts of endocarps and seeds of omija (*Schizandra chinensis* Baillon). *J. of the East Asian Soc. of Diet. Life.* 1:185-190.
- Lee, J.H. and K.S. Lee. 2010. Anthocyanin of fruit pigment of *Schizandra chinensis* Baillon. *Kor. Soc. of Med. Crop Sci.* 18(2):424-425.
- Lee, Y.K. 1995. Effect of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) methanol extract on benzo(a)pyrene induced hepatotoxicity in rat. *J. of the East Asian Soc. of Diet. Life.* 5:21-27.
- Lee, Y.M., K.S. Lee and D.K. Kim. 2009. Aqueous extract of *schizandra chinensis* suppresses dextran sulfate sodium induced generation of IL-8 and ROS in colonic epithelial cell line HT-29. *Nat. Prod. Sci.* 15:185-191.
- Lim, S.J., K.S. Lee, H.R. Jung, Y.G. Kim, M.S. Song and J.Y. Cho. 2010. Soil and environmental characteristics of *Schizandra chinensis* Baillon habitat located in Jangsu-gun, Jeollabuk-do. *Kor. J. of Soil Sci. and Fert.* 43(6):771-775.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2013. Statistical source book of industrial crop 2012. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong. Korea. 53-58.
- NAAS. 2000. Method of analysis soil and plant. National Academy of Agricultural Science. Suwon, Korea (In Korean).
- Naidu, Y., S. Meon, J. Kadir and Y. Siddiqui. 2010. Microbial start for enhancement of biological activity of compost tea. *Int. J. of Agri. & Biol.* 12:51-56.
- Nakajima, K., H. Taguchi, Y. Ikeya, T. Endo and I. Yosida. 1983. The constituent of *schizandra chinensis* Baillon. XIII. Quantative by high performance liquid chromatography. *Yagugaku Zasshi.* 103:743-749.
- NIHHS. 2010. Cultivation manual of "Omija". p.2~10. National Institute of Horticultural and Herbal Science. Suwon, Korea (In Korean).
- Park, J.H., J.H. Kim, D.H. Kim, H.C. Mun, H.J. Lee, S.M. Seo, K.H. Paik, L.H. Ryu, J.I. Park and H.Y. Lee. 2004. Comparison of immuno-stimulate activities by purification process of *schizandra chinensis* Baillon fruits. *Kor. J. of Med. Crop Sci.* 12:141-148.
- Rho, S.N. and H.S. Oh. 2002. Effect of omija (*schizandra chinensis* Baillon) extracts on the growth of liver cancer cell line SNU-398. *Kor. J. of Nutri.* 35:201-206.
- Siddiqui, Y., T.M. Islam, Y. Naidu and S. Meon. 2011. The conjunctive use of compost tea and inorganic fertilizer on the growth, yield and terpenoid content of *Centella asiatica* (L.) urban. *Scitia Hort.* 130:289-295.