

불가사리와 울나무 비료의 시용이 토마토 생장에 미치는 영향 변화

배정은 · 윤해근 · 박경일 · 서상곤*

영남대학교 원예생명과학과

Effects of Starfish and Lacquer Tree By-product Fertilizer on Growth of Tomato Plants

Jung Eun Bae, Hae Keun Yun, Kyung il Park, and Sang Gon Suh*

Department of Horticulture and Life Science, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea

*Corresponding author: sgsuh@ynu.ac.kr

Abstract

This study was conducted for investigate the effect of Starfish and Lacquer Tree by-product Fertilizer on Growth of Tomato Plants. When starfish and lacquer fertilizers were applied to tomatoes, the results of the root survival rate after transplanting tomatoes showed 93% root survival rate both in the control group and 10% starfish treatment, whereas 100% survival rate from 10% lacquer treatment, and 5% starfish with 5% lacquer mix. After transplanting, plant height was 173.0cm in 10% lacquer treatment, and 191.13cm in 5% starfish with 5% lacquer mix were significantly higher than those of 144.5cm in 10% starfish single treatment. Chlorophyll content was significantly higher at 1.90 mg/g in the 5% mixed treatment group of starfish and lacquer compared to those of 1.47 mg/g in control. Among dry matter, 10% of starfish and 10% of lacquer treatments showed 13.69 g, which was 1.73 times higher compared to 7.92 g in control. Calcium content was significantly higher at 14.68 mg/L in the 5% mixture of starfish and lacquer compared to 11.41 mg/L in control. The higher the calcium content and hardness during storage, the lower the blossom-end rot incidence. The hardness of the fruit was the best in the mixed treatment of 5% starfish and 5% lacquer, and the shelf life was maintained over 60% even on December 8th. The highest tomato weight and marketable yield showed in the mixed fertilizer of 5% starfish and 5% lacquer. Therefore, the mixed 5% starfish with 5% lacquer tree by-product fertilizer can be used to promote the production and to improve the quality of tomato fruits preferred in markets

Additional key words: Blossom-end rot, hardness, inorganic, soluble solids, storage

서 언

유기농업에서는 발효퇴비와 미생물제제를 많이 이용하고 있으며, 그 외에 목탄, 목초액, 천해녹즙, 아미노산, 한방영양제, 피트모스, 미네랄, 현미식초, 키토산, 그린이온칼슘, 과일효소, 인분주, 청초액, 맥반석효소, 수용성 인, 수용성 칼슘, 주정식초 및 발효깻묵 등 다양한 자재가 이용되고 있으나 시비개선

Received: November 29, 2022

Revised: January 4, 2023

Accepted: January 11, 2023

 OPEN ACCESS



HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY
41(4):370-378, 2023

URL: <http://www.hst-j.org>

pISSN : 1226-8763

eISSN : 2465-8588

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright©2023 Korean Society for Horticultural Science.

이 연구는 2016년 영남대학교 교내지원으로 수행 되었음.

의한 지력증진에 미치는 토양 환경이나 작물에 대한 체계적인 연구는 아직까지 미흡한 실정이다(Oh et al., 2001). 단지 옥수수 에 대한 유기질 비료를 사용 함으로서 생장을 촉진한다고 알려져 있다(Gao et al. 2020).

유기질 비료의 재료는 매우 다양하다(Cheng, 1977; Leenheer, 1997). 불용자원으로 알려져 있는 불가사리(Starfish)는 일반 어패류에 비하여 수분함량이 67%로 적으나 고형물 33% 중 회분량은 18%로 절반이상을 차지한다. 회분에는 인과 칼륨이 0.5–0.9%, 마그네슘이 1.2–2.4% 차지하고 있으며, 무엇보다 칼슘이 14–23%로 탄산칼슘을 많이 함유하고 있어(Lee et al., 2005), 칼슘비료로 활용성이 크다(Facteau, 1982; Huber, 1984; Paliyath et al., 1984; Fisher and Bennett, 1991). 유기성분도 조단백질 10%, 조지방 3.7%, 탄수화물 0.2% 뿐만 아니라 스테로이드, 클리코겐 화합물, 퀴논계 화합물, 알카로이드 화합물, 당지질성 화합물, 인지질 등 다양한 생체물질로 구성되어 있어 의약 및 농업소재로서 활용 가치도 있다(Palagino et al., 1995; De Marino et al., 1997). 따라서, 불가사리를 재활용하면 어민들의 처리 수고와 악취를 없애고, 농가는 유기질 비료로 이용을 통해 부가 소득을 올릴 수 있어 일석이조의 효과를 볼 수 있다.

현재까지 불가사리를 이용한 연구는 불가사리 발효액비가 고추의 수량을 증가시켰다는 보고(Yoo et al., 2002)와 불가사리를 활용한 0.5–2%의 액체 비료 처리가 엽수, 엽폭, 엽장 등 상추의 생장율을 증가시켰다는 보고(Lee et al., 2002)등이 있다. 시중에 불가사리를 이용한 비료가 나오긴 하지만 적용 작물에 대한 체계적인 연구는 거의 이루지지 않았다.

옷나무(*Rhus verniciflua*, Lacquer tree)는 옷나무과(Ancardiaceae)에 속하는 식물로 한국, 일본, 중국을 포함한 동북 아시아에서 재배되며 도로 및 공업용으로 사용된다(Ahn et al., 2007). 옷나무의 주성분은 fisetin, fustin acid, gallic acid, protocatechuic acid, butein, quercetin 및 sulfuretin 등의 페놀계 화합물로 알려져 있다(Ahn et al., 2007). 옷나무를 발효시켜 추출액을 얻으면 우리시올 성분이 없어지게 되며(Choi et al., 2010), 발효에 의해 옷나무의 일부 성분이 분해되어 유용한 산물로 전환되면 부산물을 비료로 활용을 할 수 있을 것으로 생각된다(Choi et al., 2007). 하지만 옷나무 추출물의 생리활성 이용 및 항산화 활성(Lim and Shim, 1997; Kim et al., 1999a; Park et al., 2013)과 관련된 논문들이 대부분이다.

본 연구는 바다 환경에 피해를 입히는 불가사리를 수집, 건조 및 분쇄하여 사용하였다. 옷나무를 발효시킨 후 발생하는 부산물을 이용하여 토양의 이화학적 변화와 유기농업에 이용할 수 있는 비료를 제조하는데 기초자료로 이용하고자 수행 하였다.

재료 및 방법

식물 재료

본 실험은 영남대학교 생명응용과학대학 부속 농장의 유리 온실에서 토마토 재배법(RDA, 2013)에 따라, 20°C에서 습도 70%에서 재배하였다. 토마토(*Solanum lycopersicum* L. cv. Suhkwang)는 파종 후 본엽이 5–6매 전개된 묘를 구입하여 직경 30cm 플라스틱 포트에 왕겨와 원예용 상토를 이용하여 포트당 한주씩 120주를 4월 7일에 정식하였다.

비료 재료

불가사리와 옷나무 부산물을 사용하여 비료로 제조하였으며, 함량은 Table 1에 나타내었다. 비료로 사용된 불가사리는 연안에서 포획된 아무리 불가사리, 별 불가사리, 거미 불가사리, 빨강 불가사리 등을 수집 및 건조하고 1–3cm 크기로 절단 후 분쇄하여 체에 걸러(20 mesh) 사용하였다. 옷나무 부산물은 물 1,000kg에 옷 분쇄물 200kg(참옷나무 80%, 참옷껍질 20%)과 대추, 맥아, 감초, 대계, 건강, 황기를 130°C 이상의 고온, 고압에서 추출하여 80°C에서 숙성시킨 후 효소를 이용하여 45°C에서 발효하고 진액을 추출한 후 남은 고형물을 수거하여 시험 재료로 사용하였다. 불가사리와 옷나무 부산물 비료 처리는 고형물(가루 형태)로 처리 함으로써 경제적인 효과가 있는 것으로 생각된다.

Table 1. The total amount of starfish and lacquer tree by-product fertilizer at tomato plants

Treatment ^z	Amount (kg/pot)
Control	-
Starfish (10%)	0.2 kg ^z
Lacquer tree (10%)	0.2 kg
Starfish (5%) + Lacquer tree (5%)	0.1 kg + 0.1 kg
Starfish (10%) + Lacquer tree (10%)	0.2 kg + 0.2 kg

^zAdd bed soil and rice husk at all treatment.

비료 처리, 생육 조사 및 엽록소 함량 측정

비료 처리는 전 상토의 불가사리(Starfish) 분쇄물 10%, 옷나무(Lacquer tree) 부산물 10%, 불가사리 분쇄물 5%와 옷나무 부산물 5%, 불가사리 분쇄물 10%와 옷나무 부산물 10%로 4처리를 하였다. 토마토는 정식 후, 처리구 당 뿌리가 활착된 것을 활착율로 하였다. 토마토는 정식 45일 후부터 생육조사를 시작하였다. 생육조사는 시험구의 각 경경(제1엽 바로 위), 초장, 생체중(줄기와 뿌리) 및 건물중(줄기와 뿌리)과 엽록소 함량을 조사하였다. 과실은 일주일 간격으로 수확하였고, 과실의 수확량, 과실 무게, 총 수확량, 상품과(Locascio et al., 1989)와 배꼽씩음병을 측정하였다. 엽록소 함량은 토마토 각 처리구 3번 화방 바로 위 잎을 채취하여 1g당 80% 아세톤 용액 100mL로 추출한 후 여과지(Whatman qualitative filter paper No. 2, Whatman international Ltd., UK)로 여과하여 분석하였다. 추출액은 UV-visible spectrophotometer(S-3130, Scinco Co., Ltd, Korea)를 이용하여 663nm와 645nm에서 흡광도를 측정한다 다음, MacKinney(1941)의 방법에 따라 총엽록소 함량을 계산하였으며 mg/g FW로 표시하였다.

무기성분 및 토양 분석

비료 처리 실험이 끝난 후 각 포트에서 토양을 채취하여 3일 동안 음건하여 분석에 사용하였다. 토양 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법(RDA·NIAS, 2000)에 따라 토양과 증류수의 비율을 1:5로 추출하여 pH와 EC를 측정하였다. 유기물은 Tyurin법, 유효 인산은 Lancaster 법, 질산태 질소(NO₃-N) 및 전질소는 Kjeldahl법으로 분석 하였다(RDA·NIAS, 2000). 치환성 양이온은 ICP(NexION[®] 2000C, PerkinElmer Inc., USA)를 이용하여 분석하였고, 탄소함량은 Carter 법(Carter, 1993)에 따라 분석 하였다.

저장성 실험 및 과육 품질

토마토는 수확 후 저장성을 확인하기 위하여 정식 45일 후 토마토를 수확하여 4°C의 저온 창고에 저장하였다. 부패율이 50% 진행된 것을 부패과로 간주하고 부패율은 날짜별 백분율로 나타내었다. 가용성 고형물 함량은 과실을 착즙하여 디지털 당도계(PAL-1, Atago Co., Ltd., Japan)로 처리당 3과씩 3반복으로 측정하였다. 산도는 토마토를 착즙하여 pH meter (DocuMeter^{PH}, Sartorius, Germany)로 처리당 3과씩 3반복으로 측정하였다. 경도는 과실을 수확 후 과실의 3부분(위, 중간, 아래)을 과실 경도계(HT-6510A, Landtek Ltd., China)에 지름 8mm의 Pluger를 장착하여 60mm·min⁻¹의 속도로 압축하여 최대 강도로 눌러 3과씩 3반복으로 측정하였다.

통계 분석

시험구 배치는 10주를 1반복으로 하여 완전임의배치 3반복으로 하였고 비료 처리 일주일 후 포트에 정식 하였다. 통계분석은 SPSS(SPSS V19, Statistical Package for the Social Science, USA) 프로그램을 이용하여 Duncan's multiple range test 법에 의한 평균값 간의 차이를 유의 수준 $p < 0.05$ 에서 분석하였다.

결과 및 고찰

불가사리와 옷나무 비료 사용이 토마토 정식 후 활착에 미치는 영향

초기 활착율이 불가사리와 옷나무 비료 사용에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 모든 처리구의 활착율을 조사하였다 (Table 2). 대조구와 불가사리 10% 처리구에서는 93%의 활착율을 나타내었고, 옷나무 10% 처리구와 불가사리 5%+옷나무 5% 혼합처리구와 불가사리 10%+옷나무 10% 혼합처리구에서는 100%의 활착율을 나타내었다.

불가사리와 옷나무 비료 사용이 토마토 정식 후 생장에 미치는 영향

초장은 불가사리 5%와 옷나무 5% 혼합처리구의 191.13cm로 대조구로 174.8cm보다 9.3% 길었다 (Table 2). 그러나 줄기의 직경은 19.1-19.2mm로 처리 간의 차이가 없었다. 처리 별 토마토 잎의 엽록소 함량의 변화를 알아보기 위하여 엽록소 함량을 측정하였다. 엽록소 함량은 무처리구의 1.47mg/g에 비해 불가사리와 옷나무 혼합처리구에서 1.90mg/g으로 유의성 있게 높았다.

옷나무 비료 처리구에서 무처리구보다 엽록소 함량이 많은 것으로 나타났으며, 엽록소 함량이 높은 식물체에서 광합성량 및 기공 전도도가 높았다는 보고도 있었다 (Rhee et al., 2001; Kwak et al., 2003).

토마토의 줄기와 뿌리의 생체중과 건물중을 조사하였을 때 (Table 3), 줄기의 생체중에서는 차이가 없었으나, 뿌리의 생체중에서는 대조구의 48.69g에 비해 불가사리 10%와 옷나무 10% 혼합처리구에서 102.95g으로 증가하였다. 건물중은 대조구의 7.92g에 비해 불가사리 5%와 옷나무 5% 혼합처리구에서 15.61g으로 1.97배 높았다. Lee et al.(2002)은 광합성 능력은 식물

Table 2. The taking root rate, growth, flowering percent and chlorophyll content of tomato plant measured at 45 days after planting

Treatment	Taking root rate (%)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Chlorophyll content (mg/g)
Control	93	174.8 ab ^z	19.17 a	1.47 b
Starfish (10%)	93	144.5 b	19.15 a	1.51 b
Lacquer tree (10%)	100	173.0 ab	19.31 a	1.57 b
Starfish (5%) + Lacquer tree (5%)	100	191.13 a	19.36 a	1.99 a
Starfish (10%) + Lacquer tree (10%)	100	176.73 ab	19.26 a	1.90 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 3. The effect of different treatment on the fresh and dry weight of tomato plant measured at 45 days after planting

Treatment	Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
	Stem	Root	Stem	Root
Control	947.89 ab ^z	48.69 b	177.59 ab	7.92 b
Starfish (10%)	528.08 c	55.11 b	112.25 b	9.06 ab
Lacquer tree (10%)	849.33 ab	53.43 b	166.61 ab	7.76 b
Starfish (5%) + Lacquer tree (5%)	980.54 a	77.14 ab	187.55 a	15.61 a
Starfish (10%) + Lacquer tree (10%)	744.49 b	102.95 a	145.28 ab	13.69 ab

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

의 건물중과 밀접한 관련이 있으며, 광합성 함량이 증가함에 따라 건물중도 증가하였다고 하였고, 불가사리 액비 효과가 가장 좋은 처리구에서 상추의 광합성 능력이 가장 높게 나타났으며 건물중을 증가시켰다고 보고 하였다.

불가사리와 옷나무 비료 시용에 따른 토마토의 수확량에 미치는 영향

정식 45일 후 수확한 토마토 과실의 수와 총 수확량은 처리간에 차이가 없었다(Table 4). 토마토 뿌리의 생체중과 건물중에는 유의한 차이가 있었으나, 지상부의 생체중에는 차이가 없었기 때문에 수확량에도 처리 간 차이가 없었다고 생각된다. 토마토의 품질을 결정하는 요인 중 하나인 토마토 1개의 무게는 시장에서 상품과로 판매되는 151-250g으로 설정하였다(Locascio et al., 1989). 불가사리 5%와 옷나무 5% 혼합처리구에서 151-250g 사이의 상품과의 비율이 69%로 대조구의 56%에 비해 23% 증가하였으며, 혼합처리구에서 상품과가 더 많이 수확되었다(Table 4).

불가사리와 옷나무 비료 시용에 따른 토마토의 품질에 미치는 영향

정식 45일 후 무작위로 수확한 토마토의 칼슘 함량은 불가사리 5%와 옷나무 5% 혼합처리구에서 14.68mg·L⁻¹로 나타났으며, 이는 대조구의 11.41mg·L⁻¹에 비해 유의성 있게 높았다(Table 5). 불가사리 액비(1%)를 처리하면 비료 내의 칼슘과 유기물의 효과에 의해 식물 생육을 촉진시킨다는 보고(Lee et al., 2002)와 일치하였다. 토마토 생장 시 칼륨 비료량이 부족하면 생장이 억제되며, 칼슘은 과실 품질, 특히 배꼽썩음병에 중요한 영향을 미치는 영양소로 수량과 밀접한 연관이 있다. 또한 식물체 조직을 강화시켜 내병성에 영향을 끼친다고 한다(Windor et al., 1967; Trudel and Ozbun, 1971; Locascio and Roa, 1972; Di Candilo and Silvestri, 1994). 토마토의 배꼽썩음병과 발생은 칼슘과 밀접한 관계가 있는데, 특히 여름 고온기에는 칼슘 흡수가 저해됨으로서 품질과 생산성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Cho et al., 1997; Kim et al., 1999b). 배꼽썩음병과

Table 4. The effects of different treatments on the quality of tomato fruits, number of fruit, weight, total yield and marketable yield measured at 45 days after planting

Treatment	Number of fruit	Fruit weight (g)	Total yield (g/plant)	Marketable yield (%)
Control	15.59 ab ^z	147.91 b	3071.81 a	56
Starfish (10%)	10.38 b	172.24 a	1758.52 b	45
Lacquer tree (10%)	14.63 ab	178.41 a	3182.36 a	45
Starfish (5%) + Lacquer tree (5%)	19.67 a	159.92 ab	3218.28 a	69
Starfish (10%) + Lacquer tree (10%)	15.75 ab	168.29 a	3024.12 a	57

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 5. The effect of treatments on Ca content and blossom-end rot of soil measured at 45 days after planting

Treatment	Ca content (mg·L ⁻¹)	Blossom-end rot (%)
Control	11.41 b ^z	2.3 a
Starfish (10%)	16.45 a	1.4 b
Lacquer tree (10%)	14.15 a	2.1 a
Starfish (5%) + Lacquer tree (5%)	14.68 a	1.0 b
Starfish (10%) + Lacquer tree (10%)	15.69 a	0.8 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

발병률은 무처리구에서 2.3%로 가장 높게 나타났으며, 칼슘 함량도 가장 낮았다. 모든 처리구에서 대조구에 비해 칼슘 함량이 높았으며, 불가사리 10%, 불가사리와 옷나무 5%, 10% 혼합처리구에서 배꼽썩음병 발병율이 유의성 있게 낮았다.

토마토는 과실 내 가용성 고형물인 전분과 당의 농도가 증가하여 과실의 품질이 향상된다(Shannon et al., 1987; Adams and Ho, 1989). 가용성 고형물 함량과 산도는 처리 간 차이가 없었다(Table 6). 경도는 대조구 0.8g/mm에 비해 불가사리 5%와 옷나무 5% 혼합처리구에서 1.32g/mm로 65% 정도 경도가 유지되었다. 토마토 잎(Table 7)과 과실(Table 8)의 무기 성분을 조사하였으며, 처리 간에 큰 차이는 없었다.

수확 후 저장성을 알아보기 위해 저온 창고 4°C에서 부패율을 조사하였다. 50% 부패율이 진행된 것을 부패과로 간주하여 날짜별 백분율로 나타내었다. 무처리구는 수확 2달 후인 10월 8일에 조사했을 때, 50% 이상 저장성이 감소하였으나 불가사리 5%와 옷나무 5% 혼합처리구에서는 12월 8일이 되어도 60% 이상 저장성이 향상되었다(Fig. 1).

Table 6. The effects of treatments on the quality of tomato fruits measured at 45 days after planting

Treatment	Soluble solids (Brix)	pH	Fruit firmness (g/mm)
Control	4.5 a ^z	4.12 b	0.80 d
Starfish (10%)	3.7 b	4.19 ab	1.04 c
Lacquer tree (10%)	4.1 ab	4.29 a	1.15 b
Starfish (5%) + Lacquer tree (5%)	4.7 a	4.30 a	1.32 a
Starfish (10%) + Lacquer tree (10%)	4.2 ab	4.30 a	1.29 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 7. Inorganic components in the tomato plant of leaves at 45 days after planting

Division	T-N	T-C	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr
	(%)							(mg·L ⁻¹)						
Control	3.23 c ^z	36.30 b	1.71	0.46 a	2.87 b	7.2 a	0.51 a	211.37	167.97 a	4.74 a	19.15	4.28	0.42 b	3.11
Starfish (10%)	4.10 a	39.58 a	2.07	0.53 a	3.27 b	6.06 b	0.52 a	198.58	239.88 a	14.50 b	41.07	4.06	0.93 a	2.34
Lacquer tree (10%)	3.80 a	40.53 a	1.99	0.42 a	3.56 ab	6.03 b	0.44 a	200.13	115.90 b	5.34 a	43.08	4.38	0.31 c	2.01
Starfish (5%) + Lacquer tree (5%)	3.61 b	40.56 a	1.89	0.45 a	4.91 a	6.61 a	0.55 a	202.65	191.89 a	3.71 a	23.73	4.51	0.51 b	2.13
Starfish (10%) + Lacquer tree (10%)	3.87 a	40.69 a	1.84	0.50 a	4.26 a	6.59 a	0.52 a	231.51	163.56 a	3.18 a	27.94	4.44	0.75 a	2.53

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 8. Inorganic components in the tomato fruits at 45 days after planting

Division	T-N	T-C	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr
	(%)							(mg·L ⁻¹)						
Control	3.62 a ^z	44.88 a	0.31 a	0.67 a	4.04 a	0.27 a	0.25 a	151.38 a	16.79	5.61 a	29.50 ab	0.33 ab	0.03 b	2.41 a
Starfish (10%)	2.77 b	43.16 b	0.25 b	0.32 d	3.17 a	0.20 b	0.13 b	78.93 c	12.69	4.87 a	25.04 b	0.68 a	0.09 b	0.61 b
Lacquer tree (10%)	2.90 b	44.84 a	0.21 b	0.30 d	3.27 b	0.24 a	0.14 b	100.85 a	11.89	4.01 a	28.05 ab	0.47 ab	0.05 b	1.41 ab
Starfish (5%) + Lacquer tree (5%)	2.69 b	44.32 a	0.24 b	0.44 b	3.26 b	0.21 a	0.18 ab	57.80 c	12.87	4.75 a	25.66 b	0.13 b	0.05 b	0.50 b
Starfish (10%) + Lacquer tree (10%)	3.27 a	44.41 a	0.24 b	0.41 c	3.62 ab	0.17 b	0.16 b	99.02 a	14.04	6.00 a	35.59 a	0.55 ab	0.19 a	0.57 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

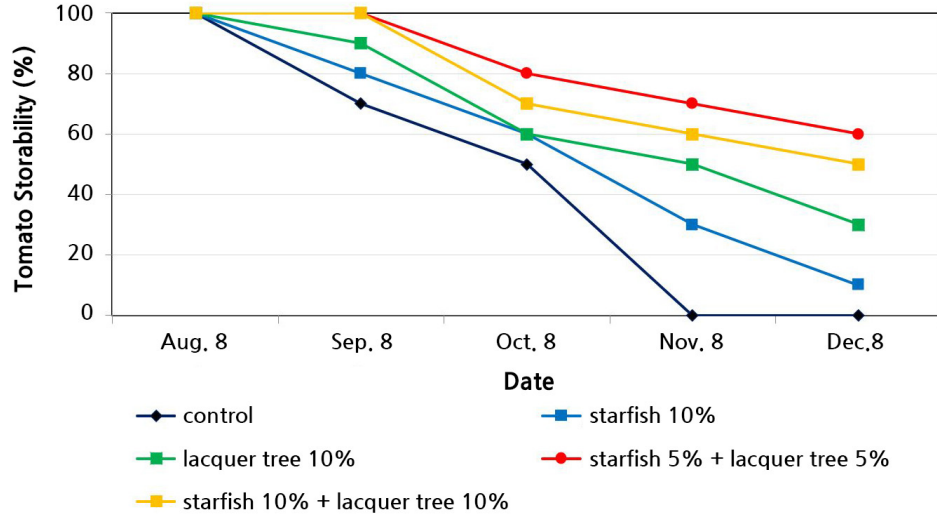


Fig. 1. The effect of treatment on tomato storability.

Table 9. Chemical properties of the soil after tomato harvest

Treatment	Soil pH (1:5)	O.M. (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cation (cmol ⁺ /kg)			EC (dS/m)	NO ₃ -N
				K	Ca	Mg		
Control	7.0 b ²	72.17 b	105.7 a	0.89 a	11.41 a	2.20 b	0.60 b	2.80 ab
Starfish (10%)	7.2 a	71.76 b	93.0 a	0.39 c	16.45 a	3.88 a	0.73 ab	1.68 b
Lacquer tree (10%)	7.2 a	87.80 a	102.6 a	0.80 a	14.15 a	2.62 b	0.60 b	2.33 ab
Starfish (5%) + Lacquer tree (5%)	7.2 a	88.82 a	91.0 a	0.86 a	14.68 a	3.59 ab	0.63 b	4.49 a
Starfish (10%) + Lacquer tree (10%)	7.3 a	81.47 a	78.6 a	0.57 b	15.45 a	3.31 ab	0.80 a	1.49 b

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

불가사리와 옷나무 비료 시용이 토양에 미치는 영향

불가사리와 옷나무 비료 시용 후 토양을 분석하였다(Table 9). 토양의 산도는 7.0-7.3이었고, 불가사리와 옷나무 비료를 시용한 처리구에서 무처리구보다 0.2-0.3 상승하였다. 산도가 9 이상이 되면 토마토의 생육 및 수량에 좋지 않은 것으로 나타났지만(Kang et al., 2010), 대부분 우리나라의 토양은 산성토양이기 때문에 불가사리 비료를 시용하면 토양 산도 개선 즉, 토양의 이화학성 변화에 효과가 있을 것으로 생각된다. 유기물의 함량은 대조구의 72.17g/kg에 비해 옷나무 단일처리구, 불가사리와 옷나무 5%, 10% 혼합처리구에서 각각 87.80g/kg, 88.82g/kg, 81.47g/kg으로 나타나 유의성이 있었다. 유효 인산은 처리 간 차이가 없었다. 토마토는 일반적으로 칼륨을 가장 많이 흡수하지만, 토마토의 수량에는 영향을 미치지 않으며, 토양중의 인산 함량이 높을수록 식물체에 함유된 인산 함량은 증가하고, 토마토 수량이 높은 것으로 나타났다(Sharma and Mann, 1971; Carter, 1993). 치환성 양이온(칼륨, 칼슘, 마그네슘)은 처리 간 차이가 없었다.

EC 농도는 불가사리 10%와 옷나무 10% 혼합처리구에서 0.8dS/m을 나타내었으며, 다른 처리구들은 평균 0.64dS/m 정도를 나타내었다. 본 연구에서는 시설 토마토의 생육과 토양 염류농도에 관한 연구에서 EC가 1.0-2.5dS/m 일 때 토마토의 생육이 좋았다는 보고(Rhee et al., 2007)와 토마토 재배지 토양의 적정 EC인 2.0 dS/m 보다 낮았으나(Lee et al., 2006), 처리간에 EC에 따른 토마토 생육 차이는 없었을 것으로 생각된다.

초 록

본 연구에서는 불가사리 분쇄물과 옷나무 부산물 비료의 토마토 생육 증진에 관한 효과를 구명하고자 하였다. 토마토 정식 후 옷나무 10% 단일처리구와 불가사리 5%와 옷나무 5% 혼합처리구에서는 100%의 활착율을 나타내었으며, 대조구와 불가사리 10% 단일처리구에서는 93%의 활착율을 나타내었다. 토마토의 초장은 옷나무 부산물 10% 처리구에는 173.0cm, 불가사리 분쇄물 5%와 옷나무 부산물 5% 혼합처리구에서 191.13cm로 불가사리 분쇄물 10% 단일처리구의 144.5cm보다 유의성 있게 길었다. 토마토 식물체의 엽록소 함량은 무처리구의 1.47mg/g에 비해 불가사리 분쇄물 5%와 옷나무 부산물 5%의 혼합처리구의 1.99mg/g으로 유의성 있게 높았다. 건물중에서도 대조구의 7.92g에 비해 불가사리 분쇄물 10%와 옷나무 부산물 10% 혼합처리구에서 13.69g으로 1.73배 높았다. 칼슘 함량은 대조구의 11.41mg/L에 비해 불가사리 분쇄물 5%와 옷나무 부산물 5%의 혼합처리구에서 14.68mg/L로 유의성 있게 높았다. 칼슘 함량과 경도가 높을수록 배꼽썩음병과 발생률이 유의성 있게 줄어들었다. 불가사리 분쇄물 5%와 옷나무 부산물 5%의 혼합처리구에서 과실의 경도가 가장 높았는데 12월 8일이 되어 도 저장성이 60% 이상 유지되었다. 불가사리 분쇄물 5%와 옷나무 부산물 5%의 혼합처리구에서 토마토의 무게와 시장상품수량이 가장 높게 나타났다. 그러므로 5% 불가사리 분쇄물과 5% 옷나무 부산물의 혼합처리를 함으로써 토마토의 생산성을 증대하고 품질이 향상된 토마토를 생산할 수 있을 것이다.

추가 주요어 : 배꼽썩음병, 경도, 무기물, 가용성 고형분, 저장

Literature Cited

- Adams P, Ho LC (1989) Effects of constant and fluctuating salinity on the yield, quality, and calcium status of tomatoes. *J Hortic Sci* 64:725-732. doi:10.1080/14620316.1989.11516015
- Ahn EM, Park SJ, Choi WC, Choi SH, Baek NI (2007) Antioxidant activity of isolated compounds from the heartwoods of *Rhus verniciflua*. *J Kor Soc Appl Biol Chem* 50:358-36
- Carter MR (1993) In: Soil sampling and methods of analysis. Can Soc of Soil Sci, Lewis Publishers, Boca Raton, USA. pp 459-471. doi:10.1201/9781420005271
- Cheng BT (1977) Soil organic matter as a plant nutrition. IAEA-SM-211. 59:31-39
- Cho IH, Woo YH, Lee EH, Kim HJ (1997) Changes in cuticular transpiration and calcium content of tomato fruit and prevention of blossom-end rot through environmental control. *J Kor Soc Hortic Sci* 38:98-102
- Choi GH, Kim BA, Park CI, Kim YY (2010) The effect of phytosphingosine isolated from *Asterina pectinifera* in cell damage induced by mite antigen in HaCat cell and antibacterial activity against staphylococcus aureus. *Africa J Bio-technol* 9:902-926. doi:10.5897/AJB09.1318
- Choi WC, Park SJ, Kwon SP (2007) Preparation method and use of fertilizer, fermented with *Rhus verniciflua* and *Angelica gigas* NAKAI. Patent No. 10-2007-0115809
- De Marino S, Iorizzi M, Zollo F, Minale L, Amsler CD, Baker BJ, McClintock JB (1997) Isolation, structure elucidation, and biological activity of the steroid oligoglycosides and polyhydroxysteroids from the Antarctic starfish *Acodontaster conspicuosus*. *J Nat Prod* 60:959-966. doi:10.1021/np9700578
- Di Candilo M, Silvestri GP (1994) Sulphur calcium and magnesium in processing tomatoes grown in sub-alkaline or sub-acid soil. *Acta Hortic* 376:207-214. doi:10.17660/ActaHortic.1994.376.26
- Facteau TJ (1982) Levels of pectic substances and calcium in gibberellins acid treated sweet cherry fruit. *J Am Soc Hortic Sci* 107:148-151. doi:10.21273/JASHS.107.1.148
- Fisher RL, Bennett AB (1991) Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Ann. Rev Plant Physiol Mol Biol* 42:675-703. doi:10.1146/annurev.pp.42.060191.003331
- Gao C, El-Sawah AM, Ali DFI, Alhaj Hamoud Y, Shaghaleh H, Sheteiwiy MS (2020) The Integration of Bio and Organic Fertilizers Improve Plant Growth, Grain Yield, Quality and Metabolism of Hybrid Maize (*Zea mays* L.). *Agronomy* 10:319 doi:10.3390/agronomy10030319
- Huber KJ (1984) The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Hort Rev* 5:169-219. doi:10.1002/9781118060728
- Kang YI, Roh MY, Kwon JK, Park KS, Cho MW, Lee SY, Lee IB (2010) Changes of tomato and soil chemical properties as affected by soil pH and nitrogen fertilizers. *Korean J Environ Agric* 29:328-335. doi:10.5338/KJEA.2010.29.4.328
- Kim IK, Shin DH, Baek NI (1999a) Identification of antioxidative components from ethanol extract of *Rhus verniciflua* STOKES. *Korean J*

Food Cook Sci 31:1654-1660

- Kim KY, Seo TC, Kim YS** (1999b) Effect of the milliequivalent ration of K to Ca in the nutrient solution on the growth, yield and blossom end rot of tomatoes growth by perlite culture in hot season. J Kor Soc Hortic Sci 40:652-656
- Kwak KW, Park SM, Jeong CS** (2003) Effect of NaCl addition on physiological characteristic and quality of muskmelon in hydroponics. J Kor Soc Hortic Sci 44:470-474
- Lee SH, Bae SK, Kim HT, Kim HJ, Kim JC** (2002) Synthesize of liquid fertilizer using starfish and effect of manufactured fertilizer on growth of lettuce. J Kor Soc Waste Management 19:648-655
- Lee ST, Kim YB, Lee YH, Lee SD** (2006) Effect of fertigation concentration on yield of tomato and salts accumulation in soils with different EC level under PE film house. Korean J Environ Agric 25:64-70. doi:10.5338/KJEA.2006.25.1.064
- Lee YS, Young MJ, Jang SJ** (2005) Bioavailability of starfish calcium as novel calcium source. Kor J Community Living Sci 16:135-148
- Leenheer L** (1977) Importance of organic fertilization for crop production and soil properties on mechanized farms. IAEA-SM-211. 11:9-19
- Lim KT, Shim JH** (1997) Antioxidative effects of ethanol extracts from *Rhus Verniciflua* Stokes (RVS) on mouse whole brain cells. Korean J Food Cook Sci 29:1248-1254
- Locascio SJ, Olson SM, Rhoads FM** (1989) Water quantity and time of N and K application for trickle-irrigated tomatoes, J Am Soc Hortic Sci 114:265-268. doi:10.21273/JASHS.114.2.265
- Locascio ST, Roa MVR** (1972) Tomato and cabbage response to N, P, K fertilization on a clay soil in Guyana. Proc of the Tropical Region, Amer Soc Hort Sci 16:247-253
- Mackinney G** (1941) Absorption of light by chlorophyll solution. J Biol Chem 140:315-322. doi:10.1016/S0021-9258(18)51320-X
- Oh JS, Lee JS, Kang KH, Kim HT** (2001) Effect of continuous application of organic farming materials on the soil physicochemistry property and plant growth, yield and components of tomato. Kor J Org Agric 9:75-89
- Palagino E, DeMarino S, Minale L, Ricco R, Zollo F** (1995) Ptilomycalin A, crambescidin 800 and related new highly cytotoxic quainidine alkaloids from the starfishes *Dermasterias imbricata*. J Am Chem Soc 108:8288-8289. doi:10.1016/0040-4020(95)00082-J
- Paliyath G, Poovaiah BW, Munske GR, Magnuson JA** (1984) Membrane fluidity in senescing apples: effects of temperate and calcium. Plant and Cell Physiol 25:1083-1087. doi:10.1093/oxfordjournals.pcp.a076794
- Park HJ, Yoon GM, Lee SH, Jang GY, Kim MY, Meishan L, Lee J, Jeong HS** (2013) Effects of extraction temperature and time on antioxidant activities of *Rhus verniciflua* extract. J Korean Soc Food Sci Nutr 42:1776-1782. doi:10.3746/jkfn.2013.42.11.1776
- Rhee HC, Cho MW, Lee SY, Choi GL, Lee JH** (2007) Effect of salt concentration in soil on the growth, yield, photosynthetic rate, and mineral uptake of tomato in protected cultivation. J Bio-Environ Control 16:328-332
- Rhee HC, Lee BY, Choi YH** (2001) Effects of concentration and treatment time of KCl or NaCl on the growth and fruit quality of 2nd truss-limited tomatoes in perlite nutrient culture. J Kor Soc Hortic Sci 42:21-24
- Rural Development Administration (RDA)** (2013) Tomato manual. 40-41 https://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets_no=000000040447
- Rural Development Administration-National Institute of Agricultural Sciences (RDA · NIAS)** (2000) Standard of chemical analysis of soil and plant. National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, Korea (in Korean)
- Shannon MC, Gronwald JW, Tal M** (1987) Effect of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic ions in cultivated and wild tomato species. J Amer Soc Hort Sci 112:416-423. doi:10.21273/JASHS.112.3.416
- Sharma CB, Mann HS** (1971) Effects of phosphatic fertilizers at varying levels of nitrogen and phosphate on the quality of tomato fruits. Ind J Hort 28:228-233
- Trudel MJ, Ozbun JL** (1971) Influence of potassium on carotenoid content of tomato fruit. Proc Amer Soc Hort Sci 96:763-765. doi:10.21273/JASHS.96.6.763
- Windor GW, Davis JN, Long MIE** (1967) The effect of nitrogen, phosphorus potassium, magnesium and lime in factorial combination on the yield of greenhouse tomato. J Hort Sci 42:277-288. doi:10.1080/00221589.1967.11514214
- Yoo NH, Jeong HS, Chang JY, Yun SJ, Kim JK, Choi KG, Rha ES** (2002) Effects of starfish liquid Fertilizer on yield of hot pepper (*Capsicum annum* L.). Bulletin of the Agriculture College, Chonbuk National University 33:124-129