

## 농가 자가제조 유기액비의 토마토 생육 촉진 효과 및 무기영양소 평가\*

국용인\*\*\*\* · 윤영범\*\* · 장세지\*\* · 정장용\*\* · 김대선\*\* · 김상수\*\*\*

### Evaluation of Tomato Growth-promoting Effect and Mineral Nutrient of Farm-made Liquid Fertilizers

Kuk, Yong-In · Yun, Young-Beom · Jang, Se-Ji · Jeong, Jang-Yong ·  
Kim, Dae-Seon · Kim, Sang-Soo

This study was carried out in order to evaluate the growth promotion effects on tomato crops and to assess the mineral nutrient concentrations of farm-made liquid fertilizers used in organic cultivation in South Korea. We hope that this study will help to develop of a standardized manufacturing technique for these organic liquid fertilizers. We collected 62 farm-made liquid fertilizers made from various raw materials including fish, seaweed, food scraps, plant and crop by-products, and other materials. Two groups of tomato seedlings were treated at different times, one at 20 days and the other at 40 days after sowing. We used both foliar and soil applications. These seedlings were treated using liquid fertilizers at various dilution rates (x1000, x500 and x100). When foliar application was used, seedlings after 20 days had a 20-30% increase in shoot fresh weight with 47-48 fertilizers and seedlings after 40 days had a 20-30% increase in shoot fresh weight with 17-32 fertilizers. When soil application was used, seedlings after 20 days had the same increase in shoot fresh weight with 30-31 fertilizers and seedlings after 40 days also saw the same increase with 6-7 fertilizers. Therefore, our studies showed that application of liquid fertilizers to seedlings 20 days after sowing was most effective and that foliar treatment was more effective than soil treatments. We also observed that the higher the concentrations of fertilizer, particularly when applied twice rather than just once, the higher the rates of growth, which promoted shoot fresh weight more than plant height. Our results imply that mineral nutrients in

---

\* 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ013388)의 지원에 의해 이루어졌습니다.

\*\* 순천대학교 한약자원개발학과

\*\*\* 순천대학교 식물의학과

\*\*\*\* Corresponding author, 순천대학교 한약자원개발학과(yikuk@sunchon.ac.kr)

liquid fertilizers seem to be the probable cause for the growth promotion observed in this study. However, more study is required to determine exactly which mineral nutrients are most effective.

Key words : *growth promotion, liquid fertilizer, mineral nutrient, organic agriculture, tomato*

## I. 서 론

최근 심각한 환경오염이 사회문제로 대두되면서 건강뿐만 아니라 식품의 안정성에 대한 국민들의 관심이 높아지고 있다. 특히 농업부문에 있어서도 예외는 아니어서 작물재배 시 사용되는 농약과 화학비료에 의한 환경오염의 문제가 대두됨에 따라 이들 화학합성 농자재를 사용하지 않거나 최소한으로 사용하여 작물생산성을 증대하면서 생태계를 보전하고 안전한 농산물을 생산하기 위한 친환경농업을 육성하고 있다(KREI, 2018). 친환경농업의 범주에 속하는 유기농업은 환경의 조화를 위하여 화학비료, 농약 등 일체의 화학합성 물질을 사용하지 않고 식물추출물 등을 사용하여 병해충 및 잡초를 방제하거나 작물 성장을 촉진하면서 궁극적으로 안전한 농축산물 생산과 농업생태계를 유지 보전하는 농업이다(Jeong et al., 2000).

유기농업에서 작물의 양분공급은 녹비작물, 두과작물, 윤작, 적정량의 퇴비사용 등과 같은 방법이 사용되고 있다(Eliot, 1997; Lee et al., 2015). 따라서 유기농업에서의 양분공급은 퇴비와 녹비를 기본으로 하나, 이들 퇴비와 녹비 등은 무기화 정도와 작물에 따라 양분부족 현상이 발생되기도 한다(Ryoo, 2011; Im et al., 2015). 또한 퇴비와 같은 유기물의 분해에 의한 질소공급은 토성, 토양온도, 토양관리 방법 등에 따라 영향을 받게 되며, 장시간에 걸쳐 진행되므로 작물이 양분을 필요한 시기에 공급하는데 어려움이 있다.

따라서 유기재배 농가에서는 작물의 부족한 양분을 보충하기 위해 다양한 유기자재를 이용하여 액비를 제조하여 사용하고 있다(Choi et al., 2008; Joo, 2009; Lim et al., 2010). 액비는 식물이 필요로 하는 양분을 엽면살포 및 관주 형태로 공급하여 뿌리보호, 발근 촉진 등 작물생육에 유리한 효과뿐만 아니라 토양에 유익한 미생물 번식을 조장하는 것으로 나타났다(Kai et al., 1990; Elad and Shtienberg, 1994). Joo와 Lee (2010)는 계분뿐만 아니라 대두박, 쌀겨, 어분, 골분 등을 원료로 유기액비를 제조하여 고추재배에 적용한 결과 수량은 관행재배의 화학비료 시용구와 대등하였다고 하였다. 특히 본 연구의 시험작물로 사용한 토마토는 생육기간이 길어서 재배기간 동안 3~4회 정도 추비가 필요한데 화학비료를 사용할 수 없는 유기재배에서는 추비로 액비를 사용하고 있는 실정이다(Choi et al., 2008).

일반적으로 물에 깻묵, 쌀겨, 골분과 같은 부산물에 부자재로 당밀과 미생물 등을 섞어 일정기간 발효시킨 발효액비를 유기재배 농가에서 사용하고 있다. 이들 발효액비는 주변에

서 활용하기 쉬운 유기자원들을 사용하여 농가의 경험에 의해 만들어 지고 주요 목적은 작물 생육기에 부족한 양분을 공급하는 것이다. 그러나 실제 유기재배 농가에서 액비를 직접 제조하여 작물생육을 위하여 사용하고 있는 대부분의 경우, 유기농 자재의 사용방법에 있어서 그 체계가 아직 정립되어 있지 않고, 투입 자재에 대한 장기적인 효과도 명확하지 않으며, 유기물의 선택, 제조방법, 발효조건 등이 다양하여 자가 제조된 액비의 균일한 품질을 기대하기 어려운 실정이다(An et al., 2012). 따라서 본 연구는 유기재배 농가에서 활용되고 있는 농가 자가제조 액비에 대한 토마토 생육과 무기영양소를 평가하여 액비의 표준화 제조 기술을 개발하는데 기초자료로 활용하고자 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 농가 자가 제조 액비 수집

2018년 1~3월에 지역별로 채소 유기 재배농가를 직접 방문하여 총 62개의 자가 제조 액비를 수집하였다. 지역별로 경기도 양평 2개, 강원도 원주 1개, 강원도 횡성 2개, 충북 옥천 1개, 충남 태안 1개, 충남 서산 1개, 충남 아산 1개, 전북 진안 1개, 전북 익산 1개, 전남 순천 1개, 전남 해남 4개, 전남 장흥 1개, 경북 안동 1개 및 경북 봉화 1개 농가 총 19개 농가를 방문하여 62개의 자가 제조 액비를 수집하였다(Table 1). 수집시 농가로부터 액비제조 시 사용한 주재료와 부재료 그리고 적용작물 등을 조사하여 표기하였다. 수집한 액비는 사용하기 전까지 4°C 냉장고에 보관하였다.

Table 1. Farm-made liquid fertilizers used in this study

Classification	SC*	Main materials	Side materials	Application crop	Collection area
Fish	1	Fish (Beth), fish (bluegil), tomato	Molasses, fallen leaf	Leaf vegetables, fruit vegetables	Gyeonggi Yangpyeong
	2	Freshwater fish	Microorganism, lactobacillus	Welsh onion, spinach, pepper	Gyeonggi Yangpyeong
	3	Fish amino acid		Tomato, balloon flower	Gangwon Wonju
	4	Fish amino acid	Molasses	Tomato, paprika, kale	Gangwon Hoengseong
	5	Fish amino acid	Seaweed, molasses, microorganism	Tomato	Chungnam Asan

Classification	SC*	Main materials	Side materials	Application crop	Collection area
Fish	6	Fish extract	Molasses, lactobacillus, water	Grape	Chungbuk Okcheon
	7	Fish liquid fertilizer		Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
	8	Fish liquid fertilizer	Fish by-product, peat microorganism	Watermelon, radish, lettuce	Jeonbuk Jinan
	9	Fish liquid fertilizer	Fish by-product	Pepper, chinese cabbage, kiwi	Jeonnam Haenam
	10	Fish liquid fertilizer		Pepper, chinese cabbage	Jeonnam Jangheung
	11	Fish liquid fertilizer		Pepper, spinach, chinese cabbage	Chungnam Taean
	12	Fish liquid fertilizer		Rice, pepper, chinese cabbage, lettuce	Jeonnam Haenam
	13	Fish liquid fertilizer	Microorganism	Garlic, pepper, onion	Chungnam Seosan
	14	Fish liquid fertilizer		Vegetables	Jeonnam Wando
Seaweed	15	Marine byproduct	Leaf mold, wild grass, water	Cucumber	Gyeonggi Pocheon
	16	Marine byproduct		Pepper, spinach, chinese cabbage	Chungnam Taean
	17	Starfish		Pepper, spinach, chinese cabbage	Chungnam Taean
	18	Starfish		Pepper, chinese cabbage	Jeonnam Jangheung
	19	Seaweed		Pepper, chinese cabbage	Jeonnam Jangheung
	20	Sea trumpet used water from washing rice	Microorganism	Mandarin	Jeju Bukseongno
	21	Fish meal, powdered bones crab, rice bran oil cake		Strawberry	Gyeongbuk Andong
	22	Powdered bones fish meal	Microorganism, molasses	Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
Food waste	23	Food scrap, crop by-product		Chinese cabbage, radish, pumpkin	Jeonnam Haenam
	24	Food scrap		Garlic, pepper, onion	Chungnam Seosan
	25	Food scrap, fish	Microorganism, enzyme	Chinese cabbage, radish, pumpkin	Jeonnam Haenam

Classification	SC*	Main materials	Side materials	Application crop	Collection area
Food waste	26	Food scrap		Chinese cabbage	Jeonnam Haenam
	27	Fermented soybean lump, food scrap		Chinese cabbage, radish, pumpkin	Jeonnam Haenam
	28	Tomato liquid fertilizer		Vegetables	Gangwon Yeongwol
	29	Tomato liquid fertilizer	Leaf mold	Tomato	Gangwon Hoengseong
	30	Tomato liquid fertilizer	Sugar	Tomato	Chungnam Asan
	31	Tomato liquid fertilizer		Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
	32	Tomato liquid fertilizer		Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
Plant, Crop	33	Tomato bud	Sugar, soju	Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
	34	Pumpkin liquid fertilizer		Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
	35	Onion liquid fertilizer		Vegetables	Rural Development Administration
	36	Onion liquid fertilizer		Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
	37	Soybean, used water from washing rice	Microorganism	Mandarin	Jeju Bukseongno
	38	Cucumber		Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
	39	Spinach	Molasses, water, microorganism	Pepper, spinach, chinese cabbage	Chungnam Taean
	40	Ginkgo leaf	Water	Watermelon, radish, lettuce	Jeonbuk Jinan
	41	<i>Schisandra chinensis</i>		<i>Schisandra chinensis</i>	Gangwon Inje
	42	Mother wort, <i>Melia azedarach</i> L.		Pepper, chinese cabbage	Jeonnam Jangheung
	43	Green tobacco		Vegetables	Gangwon Yeongwol
	44	Pepper bud liquid fertilizer	Sugar	Pepper, spinach, chinese cabbage	Chungnam Taean
	45	Korean angelica root liquid fertilizer	Water	Pepper, broccoli	Gyeongbuk Bonghwa

Classification	SC*	Main materials	Side materials	Application crop	Collection area
Plant, Crop	46	<i>Helianthus tuberosus</i> liquid fertilizer	Water	Watermelon, radish, lettuce	Jeonbuk Jinan
	47	Strawberry liquid fertilizer	Sugar	Pepper, strawberry, welsh onion	Jeonbuk Iksan
	48	Cinnamon	Molasses	Tomato, paprika	Gangwon Hoengseong
	49	Grain enzyme	Molasses, microorganism	Pepper, chinese cabbage	Jeonnam Jangheung
	50	Oil cake		Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
Other	51	Pyroligneous liquor		Pepper, spinach, chinese cabbage	Chungnam Taean
	52	Pyroligneous liquor	Raw rice wine, brown rice vinegar	Pepper, chinese cabbage, kiwi	Jeonnam Haenam
	53	Rice bran, oil cake, fish meal, and bone meal	Microorganism	Mandarin	Jeju Aewol
	54	Sulphur liquid fertilizer		Tomato, ballon flower	Gangwon Wonju
	55	Sulphur liquid fertilizer		Watermelon, radish, lettuce	Jeonbuk Jinan
	56	Natural emulsifier	Water	Tomato, ballon flower	Gangwon Wonju
	57	Urine		Chinese cabbage	Jeonnam Haenam
	58	Dead animal	Water, molasses	Pepper, spinach, chinese cabbage	Chungnam Taean
	59	Bark		Culinary vegetables	Rural Development Administration
	60	Used water from washing rice, rice bran	Raw rice wine	Cucumber, tomato, pepper	Jeonnam Suncheon
	61	Organic fertilizer	Water	Pepper, spinach, chinese cabbage	Chungnam Taean
	62	GMC		Mandarin	Jeju Bukseongno

\* SC : sample code.

## 2. 농가 자가 제조 액비의 토마토 생육촉진 효과

본 연구에 사용된 토마토 종자(품종, 베리킹)는 아시아종묘(주)에서 구입하였고, 이들 종자를 원예용 상토(성화주 ‘토백이’)로 충전된 72구 트레이에 파종하였다. 파종 후 10일째에 비닐포트( $\varnothing 180$  mm)에 이식하여 파종 후 20일과 40일에 수집한 자가 제조 액비를 처리하였다. 수집한 자가 제조 액비를 0, 1000배액, 500배액, 100배액으로 토양관주 및 경엽처리하였고, 살포량은  $200 \text{ L}/1000 \text{ m}^2$ 로 하였다. 처리 후 14일째에 초장과 지상부 생체중을 조사한 후 무처리구와 비교하여 성장증가 정도로 표기하였다. 또한 62개 농가에서 수집하여 처리한 자가 제조 액비에 의한 토마토 성장 증가 정도를 0~10%와 11~30%로 나누어 표기하여 처리시기별, 처리방법별, 처리횟수별, 조사항목별 효과정도를 판단하였다. 실험이 수행된 온실의 조건은 주야간 온도  $30/20 \pm 2^\circ\text{C}$ , 상대습도 65% 그리고 주야간 광주기 12/10시간 및 광량( $500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )로 하였다.

## 3. 선발 농가 자가 제조 액비의 처리횟수별 토마토 생육촉진 효과

위의 62개 농가의 자가 제조 액비 중 성장 촉진 효과가 우수한 10개의 액비, 즉 생선·토마토 액비(Sample code, SC1), 생선액비(SC6), 불가사리액비(SC17), 해조류 액비(SC19), 골분·어분 액비(SC22), 음식물 액비(SC23), 고추순 액비(SC44), 깻묵액비(SC50), 목초액(SC51), 유황액비(SC54)를 선발하여 파종 후 20일에 1회 처리하고, 1회 처리 7일 후에 2회 처리하였다. 기타 실험 조건은 위의 실험 2 “농가 자가 제조 액비의 토마토 생육촉진 효과”와 동일하게 하였다.

## 4. 선발 농가 자가 제조 액비의 무기영양소 +

위의 실험 3 “선발 농가 자가 제조 액비의 처리횟수별 토마토 생육촉진 효과”의 선발된 액비의 무기영양소 분석은 농촌진흥청에서 발간한 토양 및 식물체 분석법(RDA 2000)에 준하여 실시하였다. 질소함량은 질소자동분석기(Buchi Co., Flawil, Switzerland)를 이용하여 분석하였다. 유효인산함량은 흡광광도계(Cintra 40, GBC Scientetic Equipment, Ltd)를 K, Ca, Ma, 미량원소는 ICP (Integra XL Dual, Scientetic Equipment, Ltd)를 이용하여 분석하였다.

## 5. 통계처리

본 실험은 완전임의 배치 3반복으로 하였으며, 실험결과는 SAS (2000) 통계분석 최소유의차 검정( $P=0.05$ )을 실시하여 유의성 유무를 확인하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 수집 농가 자가 제조 액비 특성

농가에서 자가 제조하여 활용되고 있는 액비는 Table 1과 같다. 재료는 크게 생선류, 해조류, 음식물, 식물·농작물 및 기타로 분류할 수 있었다. 62개 수집종 중 생선 액비 14개, 해조류 액비 8개, 음식물 액비 5개, 식물·농작물 액비 23개, 기타 액비 12개로 다양한 주원료로 구성된 자가 제조 액비를 사용되고 있었다. 대부분 이들 주재료들은 농가에서 구하기 쉬운 것들이 주로 이용되고 있었다. 또한 액비제조 시 부재료로는 당밀, 설탕, 미생물 등이 최소량으로 사용되고 있었다. 이들 액비는 토마토, 오이, 고추, 배추 등의 채소류 식물에 주로 사용되고 있었다. An 등(2012)의 연구에 의하면 농가에서 제조한 액비 41종에 대해 성분을 분석한 결과 유기재배 농가에서 유기농 액비의 원료로 다양한 농·수산 부산물을 사용하며 이 중에서 구하기 쉽고 무기양분 함량이 높은 깻묵, 쌀겨, 골분, 어분과 해조류와 같은 수산물을 많이 활용하고 있었다. Lee 등(2011)의 연구에서는 위의 농자재뿐만 아니라 일부 농가에서는 재, 맥반석, 패화석 등이 사용되고 있었다고 보고되었다. 따라서 농가에서 사용되고 있는 주재료는 본 연구와 유사함이 확인되었다. 주로 부재료 많이 사용되고 있는 당밀은 주성분이 sucrose (35~40% w/w), glucose (8~10% w/w), fructose (8~10% w/w)으로 미생물 발효 과정에서 저가의 탄소공급원으로 이용되고 있다(Joo, 2009). 그러나 천혜녹즙, 한방 영양제, 생선아미노산 액비 등과 같이 농가에서 자가 제조하여 활용되는 액비들은 종류와 용도가 다양한 것이 특징이며 대부분이 과학적인 효과 검증 없이 임의로 사용하고 있는 것이 현실이다(An et al., 2012). 따라서 본 연구는 농가에서 자가 제조하여 활용되고 있는 액비를 수집하여 토마토 생육 효과를 검증하고자 하였다.

#### 2. 농가 자가 제조 액비의 토마토 생육촉진 효과

수집한 62개 농가 자가 제조 액비의 처리 농도(100 및 500배) 및 처리 방법(경엽처리 및 토양관주)별로 토마토 생육 촉진효과를 알아보기 위해 토마토를 파종 후 20일에 처리하고 초장 및 생체중을 조사하였다(Table 2). 액비를 100배 희석처리한 경우 토마토 초장은 경엽처리에서 62개 수집 액비 중 32개가 10% 이하의 초장증가를 보였고, 토양처리에서는 48개가 10% 이하의 초장 증가를 보였다. 11~20% 초장 증가는 경엽처리의 경우 24개 수집 액비에서 토양처리 경우에서는 12개 수집 액비에서 나타났다. 21~30% 초장증가는 경엽처리의 경우는 6개 수집 액비(5, 13, 20, 37, 46, 60)에서 토양처리에서는 2개 수집 액비(35, 53)에서 나타났다. 한편 액비를 100배 희석 처리한 경우 토마토 생체중은 경엽처리에서 14개 액비가 토양처리에서 32개 액비가 10% 이하의 생체중 증가를 보였다. 11~20% 생체중 증가는



Table 2. Effect of farm-made liquid fertilizers at 20 days after seeding on plant height and shoot fresh weight of tomato plants. Parameters were measured at 14 days after treatment

Dilution rate (mL/L)	Parameter	Growth increase (%)	Sample code (total number of sample)	
			Foliar application	Drenching application
100 X (10 mL/L)	Plant height	0-10	1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 27, 29, 34, 38, 39, 40, 42, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 55, 58, 61, 62 <b>(32)</b>	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61 <b>(48)</b>
		11-20	8, 9, 10, 12, 14, 23, 24, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 35 <b>(14)</b>	1, 2, 14, 15, 20, 28, 37, 39, 41, 43, 48, 62 <b>(12)</b>
		21-30	5, 13, 20, 37, 46, 60 <b>(6)</b>	35, 53 <b>(2)</b>
		over 31	<b>(0)</b>	<b>(0)</b>
	Shoot fresh weight	0-10	3, 6, 21, 25, 27, 29, 34, 39, 42, 45, 49, 53, 55, 61 <b>(14)</b>	4, 8, 9, 10, 13, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 30, 31, 33, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 58, 60, 61 <b>(32)</b>
		11-20	1, 2, 4, 8, 11, 14, 17, 18, 26, 30, 31, 33, 37, 38, 43, 44, 47, 48, 50, 52, 57, 58, 62 <b>(23)</b>	6, 7, 11, 12, 14, 19, 26, 27, 32, 44, 54, 56 <b>(12)</b>
		21-30	7, 9, 10, 12, 13, 15, 19, 20, 22, 23, 24, 28, 32, 36, 40, 41, 51, 59, 60 <b>(19)</b>	1, 3, 5, 20, 22, 23, 28, 59 <b>(8)</b>
		over 31	5, 16, 35, 46, 54, 56 <b>(6)</b>	2, 15, 29, 35, 37, 39, 41, 43, 53, 62 <b>(10)</b>
500 X (2 mL/L)	Plant height	0-10	3, 4, 6, 11, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 27, 33, 36, 38, 39, 40, 45, 47, 48, 49, 52, 56, 58, 61 <b>(25)</b>	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61 <b>(49)</b>
		11-20	1, 2, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 26, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 46, 50, 51, 53, 54, 57, 59, 60 <b>(28)</b>	4, 6, 15, 20, 37, 48, 53, 59, 62 <b>(9)</b>
		21-30	5, 9, 13, 23, 24, 28, 37, 55, 62 <b>(9)</b>	14, 35, 41, 43 <b>(4)</b>
		over 31	<b>(0)</b>	<b>(0)</b>
	Shoot fresh weight	0-10	3, 4, 6, 12, 21, 22, 25, 40, 43, 45, 48, 49, 52, 58, 61 <b>(15)</b>	2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 27, 31, 32, 33, 40, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 60, 61 <b>(31)</b>
		11-20	8, 10, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 36, 38, 39, 41, 42, 46, 47, 53, 55, 56, 59, 62 <b>(24)</b>	1, 3, 4, 15, 18, 19, 21, 26, 38, 39, 42, 47, 59 <b>(13)</b>
		21-30	1, 5, 7, 9, 11, 13, 14, 24, 30, 31, 37, 44, 50, 57, 60 <b>(15)</b>	6, 28, 29, 30, 34, 36, 41, 44, 54, 56, 58, 62 <b>(12)</b>
		over 31	2, 15, 16, 23, 32, 35, 51, 54 <b>(8)</b>	14, 20, 35, 37, 43, 53 <b>(6)</b>

경엽처리에서 23개 액비에서 그리고 토양처리에서 12개 액비에서 나타났다. 21~30% 생체중 증가는 경엽처리의 경우 19개 액비에서 토양처리에서는 8개 수집 액비에서 나타났다. 그리고 31% 이상의 생체중 증가도 경엽처리 경우 6개 수집액비(5, 16, 35, 46, 54, 56)에서 토양처리의 경우 10개(2, 15, 29, 35, 37, 39, 41, 43, 53, 62)에서 나타났다.

액비를 500배 희석처리 한 경우 토마토 초장은 경엽처리에서 62개 수집 액비 중 25개가 10% 이하의 초장증가를 보였고, 토양처리에서는 49개가 10% 이하의 증가를 보였다. 11~20% 초장 증가는 경엽처리한 경우 28개 수집 액비에서 토양처리 경우에는 9개 수집 액비에서 나타났다. 21~30% 초장증가는 경엽처리의 경우는 9개 수집 액비(5, 9, 13, 23, 24, 28, 37, 55, 62)에서 토양처리에서는 4개 수집 액비(14, 35, 41, 43)에서 나타났다. 한편 액비를 500배 희석 처리한 경우 토마토 생체중은 경엽처리에서 15개 액비가, 토양처리에서 31개 액비가 10% 이하의 증가를 보였다. 11~20% 생체중 증가는 경엽처리에서 24개 액비에서 그리고 토양처리에서 13개 액비에서 나타났다. 21~30% 생체중 증가는 경엽처리의 경우 15개 액비에서 토양처리에서는 12개 수집 액비에서 나타났다. 그리고 31% 이상의 생체중 증가도 경엽처리의 경우 8개 수집액비(2, 15, 16, 23, 32, 35, 51, 54)에서 토양처리의 경우 6개(14, 20, 35, 37, 43, 53)에서 나타났다.

전반적으로 수집액비의 경우 파종 후 20일 처리에서는 희석배수 100배와 500배간에 큰 차이가 없었고, 초장보다는 생체중 증가에 효과적이었고, 토양처리보다는 경엽처리가 효과적인 것으로 나타났다. 그러나 희석배수별, 처리방법별로 액비의 효과가 일치하지 않은 것으로 나타났다. 따라서 농가 자가 제조 수집 액비는 동일한 재료로 제조된 액비라도 제조 방법과 주재료와 부재료 종류 및 처리방법에 따라 성장촉진 효과가 다를 것으로 예상된다. 따라서 추후 액비제조에 관한 주재료별 특성, 발효조건에 따른 무기양분 함량 변화, 액비의 무기화 과정을 촉진할 수 있는 방법 개발 등 체계적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

대부분의 농작물들은 어린 유묘 기간 동안의 발육상태가 이식 이후의 생육상태 및 품질과 수량에도 영향을 미친다. 따라서 농가 자가 제조 액비의 처리 시기별 성장촉진 효과를 알아보기 위해 위와 동일한 방법으로 토마토 파종 후 40일에 62개 액비를 100, 500, 1000배 희석하여 처리하고 초장 및 생체중을 조사하였다(Table 3). 액비를 100배 희석처리한 경우 토마토 초장은 경엽처리에서 62개 수집 액비 중 40개가 10% 이하의 초장 증가를 보였고, 토양처리에서는 50개가 10% 이하의 초장 증가를 보였다. 11~20% 초장 증가는 경엽처리 경우 19개 수집 액비에서 토양처리 경우에는 11개 액비에서 나타났다. 21~30% 초장 증가는 경엽처리의 경우는 단지 3개 수집 액비(28, 33, 61)에서, 토양처리에서는 1개 수집 액비(1)에서 나타났다. 한편 액비를 100배 희석 처리한 경우 토마토 생체중은 경엽처리에서 30개 액비가, 토양처리에서 62개중 55개 액비가 10% 이하의 증가를 보였다. 11~20% 생체중 증가는 경엽처리에서 19개 액비에서, 그리고 토양처리에서 6개 액비에서 나타났다. 21~30% 생체중 증가는 경엽처리의 경우 11개(3, 14, 21, 27, 28, 33, 38, 48, 52, 57, 61) 액비에서, 토

Table 3. Effect of farm-made liquid fertilizers at 40 days after seeding on plant height and shoot fresh weight of tomato plants. Parameters were measured at 14 days after treatment

Dilution rate (mL/L)	Parameter	Growth increase (%)	Sample code (total number of sample)	
			Foliar application	Drenching application
100 X (10 mL/L)	Plant height	0-10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 22, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 41, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 52, 53, 57, 58, 62 <b>(40)</b>	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62 <b>(50)</b>
		11-20	9, 17, 18, 19, 21, 23, 25, 36, 39, 40, 42, 45, 47, 51, 54, 55, 56, 59, 60 <b>(19)</b>	2, 12, 13, 20, 23, 33, 34, 36, 41, 49, 51 <b>(11)</b>
		21-30	28, 33, 61 <b>(3)</b>	1 <b>(1)</b>
		over 31	<b>(0)</b>	<b>(0)</b>
	Shoot fresh weight	0-10	2, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 39, 40, 47, 49, 50, 53, 55, 59, 60 <b>(30)</b>	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62 <b>(55)</b>
		11-20	1, 4, 6, 12, 15, 16, 17, 25, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 51, 56, 58, 62 <b>(19)</b>	1, 13, 27, 36, 50, 58 <b>(6)</b>
		21-30	3, 14, 21, 27, 28, 33, 38, 48, 52, 57, 61 <b>(11)</b>	22 <b>(1)</b>
		over 31	9, 54 <b>(2)</b>	<b>(0)</b>
500 X (2 mL/L)	Plant height	0-10	2, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 20, 24, 27, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 41, 43, 44, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 62 <b>(34)</b>	3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 25, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62 <b>(45)</b>
		11-20	1, 3, 6, 8, 10, 12, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 26, 28, 32, 36, 39, 40, 42, 45, 49, 57, 59, 60, 61 <b>(25)</b>	1, 2, 6, 12, 16, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 28, 33, 37, 43, 51, 55 <b>(17)</b>
		21-30	21, 47, 56 <b>(3)</b>	<b>(0)</b>
		over 31	<b>(0)</b>	<b>(0)</b>
	Shoot fresh weight	0-10	2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 40, 41, 46, 50, 51, 52, 59, 60, 61, 62 <b>(32)</b>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62 <b>(56)</b>

Dilution rate (mL/L)	Parameter	Growth increase (%)	Sample code (total number of sample)	
			Foliar application	Drenching application
500 X (2 mL/L)	Shoot fresh weight	11-20	1, 7, 11, 13, 16, 17, 18, 21, 23, 27, 34, 36, 37, 39, 42, 43, 44, 45, 48, 53, 54, 55, 56, 58 (24)	22, 26, 31, 33, 50, 51 (6)
		21-30	3, 28, 47, 49, 57 (5)	(0)
		over 31	12 (1)	(0)
1000 X (1 mL/L)	Plant height	0-10	2, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 53, 58, 60, 62 (37)	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 60, 61, 62 (48)
		11-20	1, 3, 4, 8, 10, 12, 14, 18, 19, 21, 25, 26, 27, 33, 36, 40, 46, 47, 52, 54, 55, 56, 57, 59 (24)	1, 9, 12, 20, 33, 36, 40, 41, 49, 54, 55, 56, 59 (13)
		21-30	61 (1)	37 (1)
		over 31	(0)	(0)
	Shoot fresh weight	0-10	2, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 57, 58, 59, 60, 62 (45)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62 (55)
		11-20	1, 3, 5, 6, 12, 24, 27, 28, 44, 45, 52, 53, 54, 55, 56, 61 (16)	9, 26, 27, 35, 54, 56 (6)
		21-30	13 (1)	50 (1)
		over 31	(0)	(0)

양처리에서는 단지 1개(221) 액비에서 나타났다. 그리고 31% 이상의 생체중 증가도 경엽처리 경우 2개(9, 54) 액비에서 나타났다.

액비를 500배 희석처리한 경우 토마토 초장은 경엽처리에서 34개 수집 액비가 10% 이하의 초장증가를 보였고, 토양처리에서는 45개가 10% 이하의 초장 증가를 보였다. 11~20% 초장 증가는 경엽처리 경우 25개 수집 액비에서 토양처리 경우에는 17개 수집 액비에서 나타났다. 21~30% 초장 증가는 경엽처리의 경우에만 단지 3개 수집 액비(21, 47, 56)에서 나타났으나 토양처리에서는 나타나지 않았다. 한편 액비를 500배 희석 처리한 경우 토마토 생체중은 경엽처리에서 32개 액비가, 토양처리에서 56개 액비가 10% 이하의 생체중 증가를 보였다. 11~20% 생체중 증가는 경엽처리에서 24개 액비에서, 그리고 토양처리에서 6개 액비에서 나타났다. 21~30% 생체중 증가는 경엽처리의 경우 5개 액비(3, 28, 47, 49, 57)에

Table 4. Distribution of growth promotion effect (shoot fresh weight) of 62 farm-made liquid fertilizers

Treatment time (DAS)*	Growth increase (%)	Dilution rate (mL/L)	Liquid fertilizers (number)	
			Foliar application	Drenching application
20	0-10	100 X (10)	14	32
		500 X (2)	15	31
	11-30	100 X (10)	48	30
		500 X (2)	47	31
40	0-10	100 X (10)	30	55
		500 X (2)	32	56
		1000 X (1)	45	55
	11-30	100 X (10)	32	7
		500 X (2)	30	6
		1000 X (1)	17	7

\* DAS : day after seeding.

서, 토양처리에서는 나타나지 않았다.

액비를 1000배 희석처리한 경우 토마토 초장은 경엽처리에서 37개 수집 액비가 10% 이하의 초장증가를 보였고, 토양처리에서는 48개가 10% 이하의 초장 증가를 보였다. 11~20% 초장 증가는 경엽처리의 경우 24개 수집 액비에서, 토양처리 경우에는 13개 수집 액비에서 나타났다. 21~30% 초장증가는 경엽처리의 경우에만 단지 1개 수집 액비(61)에서, 그리고 토양처리에서도 단지 1개 수집 액비(37)에서 나타났다. 한편 액비를 1000배 희석 처리한 경우 토마토 생체중은 경엽처리에서 45개 액비가, 토양처리에서 55개 액비가 10% 이하의 증가를 보였다. 11~20% 생체중 증가는 경엽처리에서 16개 액비에서, 그리고 토양처리에서 6개 액비에서 나타났다. 21~30% 생체중 증가는 경엽처리의 경우 단지 1개 액비(13)에서, 토양처리에서도 단지 1개 수집 액비(50)에서 나타났다.

종합적으로 볼 때 수집액비의 경우 파종 후 40일 처리에서는 토마토 생육은 100배 > 500 배 > 1000배 희석 순으로 효과가 나타났고, 토양처리 보다 경엽처리가 더 효과적으로 나타났다(Table 4). 또한 수집 액비를 토마토 파종 후 40일처리에 비해 20일 처리한 경우 토마토 생육 증진에 더 효과적이었다. 그러나 희석배수별, 처리방법별로 액비의 효과가 상이한 것으로 나타나 액비의 종류뿐만 아니라 처리방법도 상당히 중요한 것으로 나타났다.

생초와 유용미생물(EM)로 제조한 액비를 사용했을 때 토양탄소 개량효과와 벤트그라스와 같은 식물의 생육이 좋아진다는 연구결과가 보고되었다(Yamada and Xu, 2001). 또한 생

초미생물혼합 액비를 시비하였을 때 방울토마토 육묘의 생육과 과실의 수량, 당도 및 산도가 증가하였다(Park et al., 2015). 본 연구와 유사한 농산물을 이용한 관비용 액비(쌀겨: 대두박: 계분을 1:1:2의 비율로 만든 유기액비)를 사용하면 대조구인 화학비료에 비해 고추수량이 증가하고 품질이 향상되었다(Lee et al., 2011). 본 연구에서 사용한 목초액(51, 52)처리로 인하여 토마토 생육이 증진되었고, 다른 연구자에 의해 목초액은 작물의 해충기피, 퇴비발효촉진, 식물생장 및 뿌리 생육 촉진 효과를 지니고 있음이 밝혀져 있다(Yatagai et al., 1986). 본 연구에서는 사람 소변의 경우 토마토 생육을 증진하는 것으로 나타났으며 Hwan 등(2004)의 연구에서도 돈분뇨 액비 사용에 의한 고추 수량은 액비의 처리농도가 증가할수록 증가하였고 배추의 수량은 관행대비와 유사하였다. 본 연구에서는 사용하지 않은 혈액액비 시비에 의해 토마토, 고추, 겨자채 육묘 생육이 증진되었다(Bae et al., 2015). 따라서 본 연구를 통해 농가에서 사용한 대부분의 자가 제조 액비의 경우 토마토 생육 증진효과가 있는 것으로 확인되었다.

### 3. 선발 농가 자가 제조 액비의 처리횟수별 토마토 생육촉진 효과

토마토, 오이와 고추처럼 생육기간이 긴 작물은 안정적 생육 및 수량 증수를 위해 재배기간 동안 3~4회 정도 추비가 필요한데 화학비료를 사용할 수 없는 유기재배에서는 추비로 유기질 비료 혹은 액비를 사용하고 있는 실정이다(Choi et al., 2008). 따라서 62개 농가 자가 제조 유기농업 자재 중에 효과가 우수한 자재를 실험 2의 결과를 통해 10개(1, 6, 17, 19, 22, 23, 44, 50, 51, 54)를 선발하였다. 위의 선발 자재의 처리 횟수별 토마토 생육증진 정도를 조사하였다(Table 5). 선발된 10개 자가 제조 자재 1~2회 경엽처리에 의한 토마토 초장 증가는 생선·토마토액비(1)을 제외하고는 무처리에 비해 6~16% 증가하였다. 그러나 토양처리의 경우 1~2회 생선·토마토액비(1), 1회 생선액비(6), 1~2회 불가사리액비(17), 1~2회 골분·어분 액비(22), 1~2회 고추순액비(44), 1회 목초액(51), 1회 유황액비(54)에서 초장은 무처리와 유사하였으나, 2회 생선액비(6), 1~2회해조류액비(19), 1~2회 음식물액비(23), 1~2회 깻묵액비(50), 2회 목초액(51), 2회 유황액비(54)에서는 초장이 무처리에 비해 6~12% 증가하였다.

한편 선발된 10개 자가 제조 액비 1~2회 경엽처리에 의한 토마토 육묘 생체중 증가는 생선·토마토액비(1)을 제외하고는 무처리에 비해 7~53% 증가하였다. 특히 생선액비(6, 44), 불가사리액비(17), 음식물액비(23) 및 목초액액비(51) 경엽처리 경우는 무처리에 비해 토마토 육묘의 생체중은 22~53% 증가하였다. 토양처리의 경우 토마토 육묘의 생체중은 1회 생선·토마토액비, 1회 불가사리액비(17), 1회 고추순액비(44)를 제외하고는 무처리에 비해 7~37% 증가하였다. 특히 생선액비(6), 해조류액비(19), 음식물액비(23) 및 유황액비(54)의 토양처리의 경우 무처리에 비해 토마토 육묘의 생체중은 21~37% 증가하였다. 1회와 2회 처리 간에 일부 액비에서만 유의성이 인정되었으나 전반적으로 1회 처리에 비해 2회 처리에서

토마토 육묘 생육이 증진되었고 초장보다는 지상부 생체중 증가에 효과적이었고 토양처리 보다는 경엽처리에서 효과적이었다. 따라서 토마토 유기재배 농가에서는 육묘기간 중 최소 2회 이상의 액비를 처리해야 할 것으로 사료된다.

Table 5. Effects of the number of application of selected farm-made liquid fertilizers (10 mL/L) at 20 days after seeding on plant height and shoot fresh weight of tomato plants. Parameters were measured at 14 days after treatment

Sample code	Main materials	Application time	Plant height (% of control)		Shoot fresh weight (% of control)	
			Foliar application	Drenching application	Foliar application	Drenching application
	Control		0.0 e*	0.0 f	0.0 k	0.0 j
1	Fish (beth), fish (bluegil), tomato	1 <sup>st</sup>	0.0 e	2.7 ef	3.5 ijk	1.4 ij
		2 <sup>nd</sup>	2.3 cde	0.9 f	4.6 ijk	13.7 efg
6	Fish extract	1 <sup>st</sup>	9.1 bcd	4.1 cdef	21.6 defg	20.6 cde
		2 <sup>nd</sup>	11.4 abc	7.3 bcd	43.9 ab	25.9 bcd
17	Starfish	1 <sup>st</sup>	15.5 ab	3.2 cdef	39.0 c	0.0 j
		2 <sup>nd</sup>	17.3 a	0.0 f	45.9 ab	17.7 ef
19	Seaweed	1 <sup>st</sup>	9.1 bcd	11.8 ab	12.8 hi	28.9 bc
		2 <sup>nd</sup>	12.3 abc	7.3 bcd	18.4 hi	37.3 a
22	Powdered bones fish meal	1 <sup>st</sup>	8.2 bcd	2.7 ef	7.9 ij	9.6 efghi
		2 <sup>nd</sup>	10.0 abcd	2.3 ef	34.4 cd	14.0 efg
23	Food residue, crop by-product	1 <sup>st</sup>	13.6 abc	9.5 ab	20.2 defg	22.2 bcd
		2 <sup>nd</sup>	14.1 ab	6.4 bcd	31.8 cd	25.4 bcd
44	Pepper bud liquid fertilizer	1 <sup>st</sup>	11.4 abc	0.9 f	46.3 ab	0.5 j
		2 <sup>nd</sup>	15.9 ab	0.0 f	52.9 a	10.7 efgh
50	Oil cake	1 <sup>st</sup>	7.7 bcd	6.8 bcd	6.6 ij	11.5 efgh
		2 <sup>nd</sup>	11.8 abc	5.9 cde	8.6 ij	22.8 bcd
51	Pyroligneous liquor	1 <sup>st</sup>	8.2 bcd	0.0 f	37.5 cd	7.0 fghi
		2 <sup>nd</sup>	11.8 abc	6.8 bcd	48.2 a	7.2 fghi
54	Sulphur liquid fertilizer	1 <sup>st</sup>	5.9 cd	3.6 cdef	21.3 defg	23.2 bcd
		2 <sup>nd</sup>	9.5 bcd	12.3 a	29.6 cdef	28.9 bc

\* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to Duncan's Multiple Range Test.

#### 4. 선발 농가 자가 제조 액비의 무기영양소

토마토 육묘의 생육 증진 효과가 높은 선발된 10개의 농가 자가 제조 액비의 다량 및 미량원소는 Table 6과 7과 같다. 질소 함량은 생선·토마토액비(1) 2.8%와 불가사리 액비(17) 1%를 제외하고 그 밖의 액비 경우는 질소성분이 적게 존재하였다. 인산함량은 깻묵 액비(50) 1.1%를 제외하고 그 밖의 자재는 0~0.28%로 나타났다. 칼륨의 경우는 음식물 액비(23)가 4.8%로 가장 많고, 불가사리 액비(17), 해조류 액비(19) 및 깻묵 액비(50)가 1.6%~1.8%를 보였고 그 밖의 자재는 0.01%~0.9%를 보였다. 그 밖의 S, Ca, Mg 함량은 자재 간에 차이를 보였으나 미량 존재하였다. 미량원소의 경우 Cu는 음식물 액비가 4.3 mg/kg으로 가장 많고, 그 밖의 자재는 0.71~1.79 mg/kg 존재하였고, 해조류 액비(19) 경우는 전혀 존재하지 않았다. Zn의 경우 음식물 액비(19)는 47.3 mg/kg, 목초액 액비(51)는 22.4 mg/kg 으로 다른 자재에 비해 훨씬 많았다. 철(Fe)의 경우도 음식물 액비(23)가 136.6 mg/kg으로 가장 많고 불가사리 액비(17), 깻묵 액비(50), 목초액 액비(51) 및 유황 액비(54)는 42.6~52.6 mg/kg을 보였고, 그 밖의 자재들에 Fe 함량은 적었다. 망간 함량은 유황 액비(54)가 27.8 mg/kg 그리고

Table 6. Macroelement contents of selected farm-made liquid fertilizers

SC*	Main materials	Macroelement (%)						
		N	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	NaCl
1	Fish (beth), fish (bluegil), tomato	2.75±0.11 a**	0.30±0.02 a	0.28±0.01 b	0.38±0.02 e	0.03±0.00 d	ND	0.15±0.01 e
6	Fish extract	0.15±0.01 g	0.10±0.02 e	ND	0.15±0.01 f	0.03±0.00 d	0.01±0.00 e	0.03±0.01 fg
17	Starfish	1.01±0.18 b	0.16±0.02 b	ND	1.59±0.02 c	0.01±0.00 e	0.01±0.00 e	0.69±0.01 b
19	Seaweed	0.38±0.04 def	0.15±0.02 bc	0.03±0.00 cd	1.78±0.04 b	0.31±0.02 a	0.07±0.00 a	0.60±0.05 c
22	Powdered bones fish meal	0.27±0.03 f	0.12±0.01 d	0.02±0.00 d	0.05±0.01 g	0.01±0.00 e	0.01±0.00 e	0.03±0.00 fg
23	Food scrap, crop by-product	0.41±0.02 de	0.14±0.01 bcd	0.02±0.01 cd	4.77±0.08 a	0.08±0.00 c	0.05±0.00 c	1.15±0.05 a
44	Pepper bud liquid fertilizer	0.43±0.02 d	0.13±0.01 cd	0.06±0.01 c	0.36±0.01 e	ND	0.02±0.00 d	0.01±0.00 g
50	Oil cake	0.62±0.06 c	0.15±0.01 bc	1.11±0.06 a	1.61±0.08 c	0.02±0.00 de	ND	0.07±0.01 f
51	Pyroligneous liquor	0.30±0.02 ef	0.15±0.01 bcd	ND	0.01±0.00 g	0.01±0.00 e	ND	0.01±0.00 g
54	Sulphur liquid fertilizer	0.48±0.03 d	0.31±0.02 a	0.04±0.01 cd	0.90±0.03 d	0.23±0.01 b	0.06±0.01 b	0.20±0.01 d

\* SC : sample code.

\*\* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to Duncan's Multiple Range Test.



깻묵 액비(50)가 19.8 mg/kg을 보였고, 그 밖의 자재는 망간을 미량 함유하였다. 몰리브덴 (Mo)는 생선·토마토액비(1), 생선액비(6) 및 골분·어분 액비(22)를 제외하고는 그 밖의 자재에는 존재하지 않았다. Ni의 함량의 경우도 불가사리 액비(17)와 유황액비(64)에서 많았을 뿐 그 밖의 자재 중 해조류 액비(19)와 골분·어분 액비(22)는 Ni 함량이 거의 존재하지 않았고, 그 밖의 자재는 0.12~0.8 mg/kg 함유하였다. 붕소(B) 함량은 자재 간에 큰 차이를 보였다. 깻묵 액비(50)의 경우 B 함량이 113.6 mg/kg으로 가장 많았고 그 다음으로 유황 액비(54)가 68.6 mg/kg, 해조류 액비(19)와 골분·어분 액비(22)는 각각 15.5 mg/kg이었고, 14.7 mg/kg 이었고 그 밖의 자재는 0.43~5.45 mg/kg을 보였다. 전반적으로 음식물 액비(23)의 경우는 다량 및 미량원소를 많이 함유하고 있었을 뿐만 아니라 NaCl도 다른 자재에 비해 상당히 많이 함유되었다.

참깨깻묵에는 질소가 7%, 인산 2.8% 그리고 칼륨 1.4% 함유되었고, 골분에는 질소 3.5%, 인산 22.6% 및 칼륨 0.2%, 어분에는 질소 9.4%, 인산 6.2% 및 칼륨 1.1% 함유되어 있었다 (An et al., 2012). 그러나 본 연구는 이들 재료를 이용한 액비에 포함된 질소, 인산 및 칼륨 함량으로 실제로 이들 함량이 적게 함유되어 있었다. Lee 등(2011)은 대두박, 쌀겨, 계분을

Table 7. Microelement contents of selected farm-made liquid fertilizers

SC*	Main materials	Microelement (mg/kg)						
		Cu	Zn	Fe	Mn	Mo	Ni	B
1	Fish (beth), fish (bluegil), tomato	0.83±0.04 e**	0.97±0.04 f	10.73±1.52 fg	0.30±0.00 e	2.06±0.01 a	0.12±0.00 b	1.77±0.04 d
6	Fish extract	1.79±0.08 b	1.33±0.63 f	4.47±0.41 g	0.17±0.01 e	ND	0.80±0.01 ab	0.43±0.04 d
17	Starfish	1.53±0.17 c	2.03±0.06 ef	52.35±2.33 c	0.30±0.01 e	1.42±0.03 b	1.68±2.30 a	2.73±0.25 d
19	Seaweed	ND	3.30±0.07 ef	20.78±0.35 e	0.65±0.07 de	ND	ND	15.58±1.87 c
22	Powdered bones fish meal	0.58±0.01 f	2.32±0.09 ef	11.20±0.53 fg	0.16±0.02 e	0.62±0.03 c	0.01±0.00 b	14.71±0.32 c
23	Food scrap, crop by-product	4.29±0.18 a	47.38±3.75 a	136.61±12.96 a	2.36±0.11 c	ND	0.38±0.02 ab	4.21±0.31 d
44	Pepper bud Liquid fertilizer	1.19±0.08 d	10.94±1.62 c	15.60±0.16 ef	0.95±0.01 d	ND	0.45±0.02 ab	5.45±0.39 d
50	Oil cake	1.31±0.08 d	7.18±0.34 d	52.61±2.21 c	19.86±0.77 b	ND	0.59±0.04 ab	113.60±8.91 a
51	Pyroligneous liquor	0.67±0.03 ef	22.40±0.62 b	42.69±2.71 d	0.20±0.02 e	ND	0.77±0.61 ab	1.48±0.04 d
54	Sulphur liquid fertilizer	0.71±0.02 ef	3.93±0.12 e	63.72±3.03 b	27.80±0.69 a	ND	1.51±0.01 ab	68.62±4.26 b

\* SC : sample code.

\*\* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to Duncan's Multiple Range Test.

물과 혼합하여 3개월 간 발효과정에 의해 관비용 유기액비를 제조한 결과 질소함량이 높은 재료를 사용하여 액비를 제조하면 그 액비의 질소함량도 높은 경향을 보여 재료 선택 시 필요한 양분에 따라 재료 선택이 고려되어야 한다고 하였다. 그러나 An 등(2012)의 연구에서 농가에서 제조하여 활용하고 있는 액비 41종에 대해 성분을 분석한 결과 다량 및 미량 원소 함량은 시료 간 차이가 크며 동일한 재료를 이용하여 제조된 액비라도 농가의 제조방법에 따라 무기영양소 함량이 각각 다른 것으로 조사되었다. 따라서 농가 자가 제조 액비 처리에 의한 토마토 생육증진은 다량 및 미량원소에 의해서 기인되는 것으로 사료된다.

#### IV. 적 요

본 연구는 유기재배에서 작물축진용으로 활용되고 있는 농가 자가 제조 액비에 대한 토마토 생육 효과와 무기영양소를 평가하여 액비의 표준화 제조기술을 개발하는데 기초자료로 활용하고자 수행되었다. 농가 자가 제조 액비 62개 중 생선 액비 14개, 해조류 액비 8개, 식물성 액비 5개, 식물·농작물 액비 23개, 기타 액비 12개로 다양한 원료를 이용하여 제조되었다. 수집 62개 액비를 농도별로 희석하여 파종 후 20일된 토마토 육묘에 처리한 경우 경엽처리의 47~48개와 그리고 토양처리의 30~31개에서 지상부 생체중이 20~30% 증가하였다. 그러나 파종 후 40일된 토마토 육묘에 처리한 경우 경엽처리의 17~32개 및 토양처리의 6~7개에서 지상부 생체중이 20~30% 증가하였다. 따라서 파종 후 40일된 토마토 육묘에 액비를 처리한 경우보다도 20일에 처리한 경우에서, 토양처리보다는 경엽처리에서 토마토 육묘 생육이 더욱 증가하였다. 일반적으로 액비 처리량이 많을수록 토마토 육묘 생육이 증가하였고, 1회 액비처리에 비해 2회 액비처리에서 토마토 육묘 생육이 증진되었다. 또한 액비 처리에 의한 효과는 초장보다는 지상부 생체중에서 더욱 효과적이었다. 선발 액비 10종에 대해 성분을 분석한 결과 다량 및 미량원소 함량은 시료 간 차이가 크지만 농가 자가 제조 액비 처리에 의한 토마토 생육증진은 액비에 존재하는 다량 및 미량원소에 의해서 기인되는 것으로 사료된다.

[Submitted, March. 7, 2019 ; Revised, April. 10, 2019 ; Accepted, May. 13, 2019]

#### References

1. An, N. H., Y. S. Jo, J. R. Jo, Y. K. Kim, Y. Lee, H. J. Jee, S. M. Lee, K. L. Park, and

- B. M. Lee. 2012. The survey of actual using conditions of farm-made liquid fertilizers for cultivating environment-friendly agricultural products. *Korean J. Org. Agric.* 20(3): 345-356.
2. Bae, E. J., B. W. Kim, M. J. Kim, S. H. Kwon, J. H. Choi, and H. Y. Na. 2015. Growth response of some vegetables seedlings according to blood fertilizer. *J. Korean Soc. People Plant Environ.* 18: 47-52.
  3. Choi, D. H., J. K. Sung, S. M. Lee, Y. H. Lee, J. M. Kim, J. A. Jung, and B. H. Song. 2008. Selection of useful organic materials as an additional fertilizer for organic red-pepper production and the application effect. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41(3): 153-157.
  4. Elad, Y. and D. Shtienberg. 1994. Effect of compost water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*). *Crop Prot.* 13(2): 109-114.
  5. Eliot, E. 1997. *The science of composting*. Technomic Publishing Co., Lancaster. PA, USA.
  6. Hwang, S. W., J. K. Sung, B. K. Kang, C. S. Lee, S. G. Yun, T. W. Kim, and K. C. Eom. 2004. Polyamine biosynthesis in red pepper and Chinese cabbage by the application of liquid pig manure. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 37(3): 171-176.
  7. Im, J. U., S. Y. Kim, Y. E. Yoon, J. H. Kim, S. B. Lee, and Y. B. Lee. 2015. Nitrogen mineralization in soil amended with oil-cake and amino acid fertilizer under a upland condition. *Korean J. Org. Agric.* 23(4): 867-873.
  8. Jeong, S. J., W. B. Chung, H. T. Kim, and K. H. Kang. 2000. Effect of the soil physico-chemistry property and plant growth and components of Chinese cabbage after application organic farming materials. *Korean J. Org. Agric.* 8: 131-146.
  9. Joo, S. J. 2009. Effects of organic liquid fertilizer composition on the growth of Chinese cabbage and red pepper. Ph. D. Thesis. Chungbuk National University. pp. 1-87.
  10. Joo, S. J. and G. J. Lee. 2010. Effects of organic liquid fertilizer fertigation on growth and fruit quality of hot pepper. *Korean J. Org. Agric.* 18(1): 63-74.
  11. Kai, H., T. Ueda, and M. Sakaguchi. 1990. Antimicrobial activity of bark-compost extracts. *Soil Biol. Biochem.* 22(7): 983-986.
  12. KREI. 2018. 2018 Agricultural outlook. Korea Economic Institute, Korea (<http://library.krei.re.kr/pyxis-api/1/digital-files/66306611-d1b4-4144-875b-885204a3ae2c>).
  13. Lee, C. R., S. G. Hong, S. B. Lee, C. B. Park, M. G. Kim, J. H. Kim, and K. L. Park. 2015. Physico-chemical properties of organically cultivated upland soils. *Korean J. Org. Agric.* 23(4): 875-886.
  14. Lee, G. J., J. O. Jeon, J. H. Park, S. Y. Nam, and T. J. Kim. 2011. The manufacturing characteristics of organic liquid fertilizer with poultry manure, soybean meal, and rice bran. *Korean J. Org. Agric.* 19(4): 577-587.

15. Lim, T. J., I. B. Lee, S. B. Kang, J. M. Park, and S. D. Hong. 2010. Effects of fertigation with pig slurry on growth and yield of red peppe. *Korean Envir. Agric.* 29(3): 227-231.
16. Park, J. S., M. J. Lee, S. Y. Lee, J. S. Kim, T. K. Lee, H. M. Ro, S. J. Kim, S. W. Jeon, S. G. Seo, K. Y. Kim, G. H. Lee, and B. G. Jeong. 2015. Effect of mixed liquid fertilization on growth responses of cherry tomatoes and soil chemical properties. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 33(2): 268-275.
17. RDA. 2000. Methods of soil and plant analysis. Rural Development Administration, Korea. Sammi Press. pp. 1-202.
18. Ryoo, J. W. 2011. The nutrients and microbial properties of animal manure and spent mushroom compost tea and the effect of growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Korean J. Org. Agric.* 19: 589-602.
19. SAS (Statistical Analysis System). 2000. SAS/STAT Users Guide, Version 7. Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA.
20. Yamada, K. and H. L. Xu. 2001. Properties and applications of an organic fertilizer inoculated with effective microorganisms. *J. Crop Prod.* 3(1): 255-268.
21. Yatagai, M., G. Unrinin, and G. Sugiura. 1986. By-products of wood carbonization, tars from mangrove, sugi ogalite, wheat straw and chishima-sasa. *Mokuzai Gakkaishi.* 32(6): 467-471.