

발효액비별 고추와 토마토 육묘 생육 촉진 및 추출방법별 무기양분 용출

장세지¹ · 국용인^{2,†}

Growth Promotion in Red Pepper and Tomato Seedlings by Fermented Liquid Fertilizers and Elution of Mineral Nutrients by Extraction Methods

Se Ji Jang¹ and Yong In Kuk^{2,†}

ABSTRACT The purpose of this study was to determine which fermented liquid fertilizer and application method yields the greatest amount of growth in red pepper (*Capsicum annuum* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* MILL.) plants. Additionally, we investigated which extraction methods produce the most effective fertilizer with the highest levels of mineral nutrients. The liquid fertilizers used in this study were made from fish, bone and fish meal, red pepper leaves, and oil cake, and were extracted using fermentation or water and boiled water. In tomato plants, foliar-application of fermented fertilizer is known to promote more growth than application by drenching, regardless of the number of treatments (once or twice). In our studies, however, drenching with fertilizer promoted growth more effectively than foliar-application in red pepper plants. Studies in both tomato and red pepper have shown that the number of treatments does not significantly alter growth. Liquid fertilizers produced by a fermentation-extraction method promoted greater levels of growth in tomato compared to red pepper, and growth was greater when fertilizers were applied 20 (rather than 40) days post-sowing. Red pepper and tomato shoot fresh weight were affected more by fermented fertilizers than plant height 20 days post-sowing. In red pepper, we observed increased shoot fresh weight when using fermented liquid fertilizers with concentrations of 0.1% or greater. Tomato shoot fresh weight increased similarly in response to fermented fertilizer treatments at the same concentration levels, except those derived from fish. Fermented fish liquid fertilizer was only effective in increasing tomato shoot fresh weight in concentrations exceeding 1%. Red pepper and tomato shoot fresh weight also increased more than plant height in our studies using fermentation liquid fertilizers at 40 days after sowing. Red pepper fresh weight increased with application of bone + fish meal, red pepper leaf, and oil cake fertilizers at concentrations of 0.1%, but not with fish liquid fertilizer in concentrations under 0.5%. Shoot fresh weight in tomato increased with all liquid fertilizers. Growth in red pepper and tomato may be influenced by different kinds of fertilizers due to combinations of macro- and micro-nutrients, or specific macro-nutrients such as nitrogen, phosphoric acid, and potassium. The mineral nutrients found in fish, bone and fish meal, red pepper leaves, and oil cake were not easily extracted by fermentation; thus, liquid fertilizers made using water and boiled water methods more effectively promoted growth in red pepper and tomato due to the larger amounts of macronutrients eluted.

Keywords : fermented liquid fertilizers, growth promotion, organic agriculture, red pepper, tomato

관행농업에서 사용되는 합성 농약 및 비료는 병, 해충, 잡초 방제 및 작물 성장촉진에 널리 사용되어 오고 있다(Aldrich & Kremer, 1997). 그러나 이러한 합성 농약과 비료는 환경오염과 인간의 건강에 부작용 뿐만 아니라 식물

병원체, 해충 및 잡초에 대한 저항성 발달 등의 문제를 초래하고 있다(Avis, 2007; Hollomon, 1993; O'Brien, 1994; Reuveni *et al.*, 1996). 따라서 최근에는 미래 세대의 건강과 지속가능한 자연 생태계의 유지를 고려한 환경에 친화

¹⁾순천대학교 박사후연구원 (Post-doc, Department of Oriental Medicine Resources, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea)
²⁾순천대학교 한약자원개발학과 교수 (Professor, Department of Oriental Medicine Resources, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea)

[†]Corresponding author: Yong In Kuk; (Phone) +82-61-750-3286; (E-mail) yikuk@suncheon.ac.kr

<Received 12 March, 2020; Revised 7 April, 2020; Accepted 7 April, 2020>

적인 유기농업의 필요성이 대두되고 있다.

유기농업은 농업과 환경의 조화를 위하여 농산물 생산에 의한 환경부하를 경감시켜 농업생태계 보호 및 농업으로 인한 환경오염의 피해를 가급적 줄이려는 농법이라 할 수 있다(Chae *et al.*, 2008). 이러한 유기농업에서는 합성 화학물질은 사용이 금지되어 있어 병해충 및 잡초방제를 위해 환경과 인간에게 안전한 천연성분을 사용한다(Tworkoski, 2002).

유기농법은 기본적으로 작물 윤작, 휴경, 퇴비 및 녹비작물을 재배하는 시스템이 포함된다. 그러나 유기농업에서 퇴비 및 녹비작물만으로 작물 재배 기간 동안 영양분이 부족한 경우가 많다(An *et al.*, 2011; Chae *et al.*, 2008). 따라서 유기농가에서는 다양한 유기농 재료를 사용하여 작물의 영양 요구를 보충하고 있다(Choi *et al.*, 2008; Joo, 2009; Lim *et al.*, 2010). 이러한 유기농 재료 중 동물 부산물(혈액, 뼈가루, 생선 가루 등), 식물 부산물(벼짚, 쌀겨 및 콩 가루) 및 화산재와 같은 미네랄 등이 있다. 일반적으로 물에 깻묵, 쌀겨, 골분과 같은 활용하기 쉬운 자재를 주재료로 하여 부자재로 당밀과 미생물 등을 섞어 일정기간 발효시킨 발효액비를 유기재배 농가에서 직접제조하여 작물생육을 촉진시킬 뿐만 아니라 토양에서 유익한 미생물을 활성화하기 위해 사용되고 있다(Kuk *et al.*, 2019; Park *et al.*, 2001). 예를 들면 Joo & Lee (2010)는 계분뿐만 아니라 대두박, 쌀겨, 어분, 골분 등을 원료로 유기액비를 제조하여 고추재배에 적용한 결과 수량은 관행재배의 화학비료 시용구와 대등하다고 하였다.

Jang & Kuk (2019)은 38개 다양한 전통농자재 추출물 중 부추 물추출물, 대원과 해품 콩잎 물추출물, 대원콩 줄

기 물, 발효 및 에탄올 추출물을 상추에 처리 시 무처리에 비해 지상부 생체중이 31~45% 증가하였다. 이 연구결과에서 추출물 간 성장촉진효과는 추출방법과 자재에 따라 달랐다. 또 다른 연구에서 환경요인, 처리량, 처리시기 등도 추출물 처리 효과에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Kunicki *et al.*, 2010). 농가에서 직접 제조한 액비의 경우도 투입자재 종류, 제조방법, 발효조건 등에 관한 제조과정이 표준화되어 있지 않아 작물 생육 촉진효과를 기대하기 어려운 실정이다(An *et al.*, 2012).

따라서 본 연구는 농가에서 자가 제조하여 원예작물 생육촉진용으로 사용하던 액비 62종을 수집하여 선행연구(Kuk *et al.*, 2019)를 통하여 토마토 생육촉진에 효과가 우수한 액비를 선발하였다. 선발된 생선, 골분+어분, 고춧잎, 깻묵 액비를 제조과정을 표준화하기 위하여 Table 1처럼 재제조한 액비를 사용하여 파종 후 20일과 40일된 고추 및 토마토 묘에 1회 또는 2회 경엽 및 토양관주 처리하여 생육촉진 효과 수준을 조사하였다. 또한 본 연구의 목적은 사용된 자재 자체와 이들 자재를 이용한 발효, 물 및 열수추출물에 대한 무기영양소를 평가하여 추후 자재 제조에 효과적인 추출방법을 제안하는 데 있다.

재료 및 방법

식물재료

2018년에 지역별로 원예작물 유기 재배농가를 직접 방문하여 총 62개의 자가 제조 액비를 수집하였다. 62개 수집종 중 생선 액비 14개, 해조류 액비 8개, 음식물 액비 5개, 식물 농작물 액비 23개, 기타 액비 12개로 다양한 주원료로

Table 1. Fermented liquid fertilizers used.

Material name	Manufacturing process	Extracted amount (L)	Material concentration (%) in extract
Fish	- Fish (carp) 3 kg + Molasses 0.3 L + Fallen leaf (chestnut) 30 g - Fermentation for 80 days at room temperature	1.2	Carp 250%, Molasses 25%, Fallen leaf 2.5%
Bones + fish powder	- Bones powder 1.25 kg + Fish powder 1.25 kg + EM (effective microorganism) 50 ml + Molasses 15 ml + water 5 L - Fermentation for 80 days at room temperature	3.5	Bones powder 35.7%, + Fish powder 35.7%, EM 1.4%, Molasses 0.42%
Red pepper leaf	- Red pepper leaf 820 g + Sugar 820 g - Fermentation for 80 days at room temperature	0.7	Red pepper leaf 117%, Sugar 117%
Oil cake (Sesame)	- Oil cake 2.5 kg + Solar salt 50 g + Leafy soil 100 g + Water 5 L - Fermentation for 80 days at room temperature	2.2	Oil cake 114%, Solar salt 2.3%, Leafy soil 4.5%

구성되었다(Kuk *et al.*, 2019). 이들 농가에서 자가제조 수집액비 중 토마토 생육촉진에 효과가 우수한 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵액비를 선발하였다. 이들 선발 액비는 제조과정을 표준화하기 위해 주재료와 부재료량, 발효조건 등을 균일하게 하여 재제조하였다. 사용된 재료 중 활인산, 골분은 (주)휴살림에서 구입하였고, 당밀은 (주)에버미라클, 어분은 일성사, EM은 (주)이엠그린, 천일염(100% 신안천일염)은 (주)홈플러스, 부엽토는 (주)태흥 바이오테크에서 각각 구입하여 사용하였고, 생선은 시장에서 잉어를 구입하여 사용하였고, 깻묵은 콩깻묵을 방앗간에서 직접 분양 받았고, 낙엽은 밤나무 낙엽을 사용하였다. 구체적인 제조과정은 Table 1과 같다.

토마토 및 양파 물 추출물의 경우, 양파 가루 100 g 및 토마토 가루 100 g을 각각의 용기에 넣었다. 각각의 용기에 2 L의 물을 넣고, 진탕 incubator에서 24 시간 동안 교반 한 후 2겹의 miracloth를 사용하여 여과하고, 그 잔유물을 Whatman (No.1) 여과지를 사용하여 다시 여과하였다. 그 후, 진공 건조기(Hanbaek Scientific Co., Korea)를 사용하여 50% 농도가 되도록 농축하였다. 토마토 및 양파 열수 추출물은 양파 및 토마토 가루 각각 100 g을 용기에 넣고, 각각의 용기에 2 L의 물을 넣고 100°C에서 20분 동안 끓였다. 그 밖의 방법은 물 추출물 제조와 동일하게 하였다. 이들 재료는 사용하기 전까지 4°C 냉장고에 보관하였다.

제조과정 표준화 액비에 의한 토마토 및 고추 생육촉진 효과

본 연구에 사용된 토마토 종자(품종, 베리킹)와 고추(품종 따고 또 따고)는 아시아종묘(주)에서 구입하였고, 이들 종자를 원예용 상토(성화(주) ‘토백이’)로 충전된 72구 트레이에 파종하였다. 파종 후 10일째에 비닐포트(Ø180 mm)에 이식하여 파종 후 20일에 액비를 처리하였다. 제조한 액비를 각각의 주성분을 기준으로 하여 3%로 조제하여 토양관주 및 경엽처리하였고, 살포량은 200 L/1000 m²로 하였다. 2회 처리는 1회 액비 처리 후 7일째에 처리하였다. 1회 처리 후 14일째에 초장과 지상부 생체중을 조사한 후 무처리구와 비교하여 생장증가 정도로 표기하였다. 실험이 수행된 온실의 조건은 주야간 온도 30/20±2°C, 상대습도 65% 그리고 주야간 광주기 14/10시간 및 광량(500 μmol m⁻²s⁻¹)로 하였다. 파종 후 40일 처리의 경우도 파종 후 20일 처리와 동일한 방법으로 수행하였다.

한편 액비의 적정 처리농도를 찾기 위하여 파종 후 20일과 40일 토마토와 고추 육묘에 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비를 0.1%, 0.5%, 1% 및 3%로 토양관주 처리하였

다. 그 밖의 실험방법은 위에 언급한 것과 동일하게 수행하였다.

제조 액비의 주재료 및 액비 자체에 대한 무기영양소

액비의 주재료로 사용된 건조 시료와 발효, 물추출 및 열수추출 액비 자체에 대한 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, Mg, 미량원소는 ICP (Integra XL Dual, Scientetic Equipment, Ltd)를 이용하여 분석하였다.

통계처리

본 실험은 완전임의배치 3반복으로 하였으며, 실험결과는 통계분석 Duncan's Multiple Range Test ($P=0.05$)을 실시하여 유의성 유무를 확인하였다(SAS, 2000).

결과 및 고찰

선발 발효액비 처리방법 및 처리횟수별 고추 및 토마토 생육 변화

대부분의 농작물들은 어린 육묘 기간 동안의 발육상태가 이식 이후의 생육상태 및 품질과 수량에도 영향을 미친다(RDA, 2018). 따라서 유기농가에서 건전한 육묘를 확보하기 위해서는 육묘 기간부터 영양상태 조절이 중요하다. 특히 방울토마토와 고추 등은 생육기간이 5개월 정도로 길기 때문에 생육에 부족함이 없도록 밀거름과 웃거름 비료가 이용되고 있다. 원예작물에 속효성 유기질 비료를 고품상태로 밀거름으로 시비하는 경우 토양특성에 따라 무기화율이 다를 뿐만 아니라 무기물의 흡수를 저해하는 경향이 발생한다(Rosen & Allan, 2006). 따라서 최근에는 다양한 자재를 사용하여 액비로 조제하여 경엽 또는 토양관주 처리하는 유기재배 농가가 증가하고 있다(Liedl *et al.*, 2006; Hartz *et al.*, 2010). 그러나 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 연구에서는 유기재배 농가에서 작물생육 촉진으로 사용된 자가제조 액비 중 수집하여 선행연구(Kuk *et al.*, 2019)을 통해 작물생육이 우수한 것을 선발하여 그 선발종에 대한 액비 제조과정을 표준화하여 다시 조제하였다. 제조한 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비를 파종 후 20일된 고추 및 토마토 육묘에

경엽 및 토양관주로 1회 또는 2회 처리하여 생육 증가정도를 조사하였다(Table 2). 고추 초장의 경우 경엽처리 1회는 무처리에 비해 28~60%, 2회 처리는 16~58% 증가하였다. 골분+어분 및 고춧잎 액비 2회 처리는 1회 처리에 비해 초장이 유의적으로 증가하였고, 반면에 생선과 깻묵 액비는 1회 처리가 2회 처리보다 초장이 유의적으로 증가하였다. 고추 초장의 경우 관주 1회 처리는 27~58%, 2회 처리는 11~59% 증가하였다. 생선과 골분+어분 액비 2회 처리는 1회 처리에 비해 그리고 고춧잎 처리에서는 1회 처리는 2회 처리에 비해 초장이 유의적으로 증가하였다. 그러나 깻묵의 경우는 1회와 2회 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 고추 초장은 경엽처리와 관주처리간에 차이가 없었다.

고추의 지상부 생체중의 경우 경엽처리 1회는 무처리에 비해 4~56%, 2회 처리는 10~56% 증가하였다. 고추 액비는 1회 처리가 2회 처리에 비해 그리고 깻묵 액비는 2회 처리가 1회 처리에 비해 유의적으로 지상부 생체중이 증가하였고, 그 밖의 생선과 골분+어분 액비는 1회와 2회 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 고추 지상부 생체중 경우 관주

1회 처리는 48~88%, 2회 처리는 36~90% 증가하였다. 골분+어분 및 깻묵 액비의 1회 처리가 2회 처리에 비해 유의적으로 증가하였고, 그 밖의 생선과 고춧잎 액비에서는 1회와 2회 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 고추의 지상부 생체중은 경엽처리에 비해 관주처리가 평균적으로 볼 때 고추 지상부 생체중이 44% 많았다. 계분 50 + 대두박 25 + 쌀겨 25% 액비처리에 의해 고추의 초장은 화학비료인 대조구보다 짧았으나 수량은 6~15% 증수되었다(Joo, 2009). 또 다른 연구에서 돈분 액비를 고추에 활용한 경우 화학비료처리와 유사한 수량을 보였다(Lim *et al.*, 2010). 또한 혈액액비 처리는 토마토와 고추 초장 생육을 증가시키는데 효과가 있었고, 특히 혈액액비 처리에 의해 토마토와 고추 묘의 생체중도 무처리에 비해 2배 이상 증가하였다(Bae *et al.*, 2015).

토마토 초장의 경우 경엽 1회 처리는 무처리에 비해 0~27%, 2회 처리는 7~25% 증가하였다. 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비는 1회 처리에 비해 2회 처리에서 초장이 유의적으로 증가하였고, 반면에 생선 액비는 1회 처리가 2회 처리에 비

Table 2. The effects of different fermented liquid fertilizer treatments (3%) on plant height and shoot fresh weight in 20-day old seedlings. Measurements were made 14 days after treatment.

Application method	Main material	Application time	Red Pepper		Tomato	
			Plant height	Shoot fresh weight	Plant height	Shoot fresh weight
	Control		0.0 ^f	0.0 ⁱ	0.0 ^g	0.0 ^k
Foliar application	Fish	Once	59.7 ^a	54.0 ^d	27.4 ^b	99.9 ^d
		Twice	35.3 ^{bc}	56.3 ^d	20.4 ^c	103.0 ^d
	Bones powder + fish powder	Once	32.9 ^c	11.1 ^g	0.2 ^g	51.8 ^j
		Twice	57.5 ^a	11.9 ^g	11.3 ^e	102.1 ^d
	Red pepper leaf	Once	32.9 ^c	49.2 ^e	7.3 ^f	60.0 ⁱ
		Twice	55.1 ^a	39.3 ^f	24.6 ^{bc}	115.7 ^c
	Oil cake	Once	28.0 ^d	4.3 ^h	13.4 ^e	91.7 ^f
		Twice	18.6 ^e	9.5 ^g	7.2 ^f	95.6 ^e
Drenching application	Fish	Once	27.1 ^d	88.1 ^a	19.8 ^c	99.0 ^d
		Twice	42.6 ^b	89.7 ^a	18.3 ^d	124.5 ^b
	Bones powder + fish powder	Once	27.7 ^d	47.6 ^e	36.5 ^a	132.1 ^a
		Twice	39.9 ^b	35.7 ^f	27.3 ^b	98.8 ^d
	Red pepper leaf	Once	57.8 ^a	82.5 ^b	26.5 ^b	103.0 ^d
		Twice	10.7 ^f	82.5 ^b	7.6 ^f	69.6 ^h
	Oil cake	Once	57.5 ^a	83.3 ^b	12.6 ^e	81.8 ^g
		Twice	58.8 ^a	75.4 ^c	28.8 ^b	114.0 ^c

^fMeans followed by the same letter (by column) are not significantly different (Duncan's Multiple Range Test, alpha=0.05).

해 유의적으로 증가하였다. 토마토 초장의 경우 관주 1회 처리는 13~37%, 2회 처리는 8~29% 증가하였다. 깻묵 처리에서만 1회 처리보다 2회 처리에서 초장이 유의적으로 증가하였으나 생선, 골분+어분 및 고춧잎은 1회 처리가 2회 처리에 비해 초장이 유의적으로 증가하였다. 토마토의 초장의 경우 관주처리가 경엽처리에 비해 평균적으로 12% 증가하였다.

토마토 지상부 생체중의 경우 경엽 1회 처리는 52~100%, 2회 처리는 96~116% 증가하였다. 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비는 1회 처리에 비해 2회에서 지상부 생체중이 유의적으로 증가하였다. 그러나 생선액비 경우는 1회와 2회 처리간 유의적인 차이가 없었다. 토마토 지상부 생체중의 경우 관주 1회 처리는 82~132%, 2회 처리는 70~125% 증가하였다. 생선과 깻묵 액비는 1회 처리에 비해 2회 처리에 비해 유의적으로 증가하였고, 반면에 골분+어분 및 고춧잎 액비는 1회 처리가 오히려 2회 처리에 비해 유의적으로 증가하였다. 토마토의 지상부 생체중은 경엽처리에 비해 관주처리가 평균적으로 볼 때 토마토 지상부 생체중이 13%

높았다. 전체적으로 볼 때 액비처리에 의한 고추 육묘의 생육은 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵을 관주 1회 처리로도 효과적이었다. 토마토 육묘 생육의 경우도 경엽처리에 비해 관주처리가 좋았고 경엽처리에서 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비의 경우는 1회 처리보다는 2회 처리가 좋았고, 관주처리에서는 생선 및 깻묵 액비가 2회 처리가 1회 처리에 비해 좋았다. 부추와 콩잎과 줄기 추출물을 상추에 경엽 처리시 이들 재료를 건조상태로 토양에 처리에 비해 상추 성장량이 좋았다(Jang & Kuk, 2019). 따라서 본 연구에 사용한 액비를 토양에 관주하는 것과 토양에 사용하는 효과가 달라진 것처럼 처리방법에 따라서도 생육 촉진효과가 상이할 것으로 사료된다.

생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비를 파종 후 40일된 고추 및 토마토 육묘에 경엽 및 토양관주로 1회 또는 2회 처리하여 생육 증가정도를 조사하였다(Table 3). 고추의 초장은 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비를 경엽 및 관주 처리한 경우 무처리에 비해 유의적으로 증가하였으나 경엽처리와 관주처리간에는 큰 차이가 없었다. 경엽처리에

Table 3. The effects of different fermented liquid fertilizer treatments (3%) on plant height and shoot fresh weight in 40-day old seedlings. Measurements were made 14 days after treatment.

Application method	Main material	Application time	Red Pepper		Tomato	
			Plant height	Shoot fresh weight	Plant height	Shoot fresh weight
	Control		0.0 ^g	0.0 ^j	0.0 ^g	0.0 ^j
Foliar application	Fish	Once	18.5 ^d	37.7 ^h	19.3 ^e	46.5 ^f
		Twice	19.4 ^d	46.5 ^g	59.3 ^a	90.9 ^a
	Bones powder + fish powder	Once	22.8 ^c	50.6 ^f	37.4 ^b	88.7 ^b
		Twice	36.5 ^a	62.8 ^d	25.7 ^d	42.2 ^f
	Red pepper leaf	Once	26.3 ^{bc}	48.3 ^f	31.1 ^c	69.5 ^d
		Twice	21.4 ^c	69.6 ^c	20.1 ^e	24.8 ^h
	Oil cake	Once	36.5 ^a	17.1 ⁱ	35.1 ^b	83.9 ^c
		Twice	28.1 ^b	48.8 ^f	37.8 ^b	82.4 ^c
Drenching application	Fish	Once	18.9 ^d	70.5 ^c	28.3 ^c	43.3 ^f
		Twice	20.0 ^c	66.0 ^{cd}	19.9 ^e	74.5 ^d
	Bones powder + fish powder	Once	29.8 ^b	56.5 ^e	24.6 ^d	44.5 ^f
		Twice	10.5 ^f	106.7 ^a	24.1 ^d	32.8 ^g
	Red pepper leaf	Once	17.6 ^e	68.2 ^c	14.2 ^f	11.2 ⁱ
		Twice	9.7 ^f	48.8 ^f	30.4 ^c	52.1 ^e
	Oil cake	Once	21.9 ^c	58.8 ^d	25.5 ^d	52.7 ^e
		Twice	17.6 ^e	81.8 ^b	36.0 ^b	71.0 ^d

^gMeans followed by the same letter (by column) are not significantly different (Duncan's Multiple Range Test, alpha=0.05).

서는 골분+어분 2회 처리가 1회 처리에 비해 초장이 유의적으로 증가하였고, 깻묵 액비는 1회 처리가 오히려 2회 처리에 비해 증가하였다. 그러나 관주처리에서는 생선액비를 제외한 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비 1회 처리가 오히려 2회 처리에 비해 초장 생육이 좋았다. 고추 지상부 생체중의 경우 경엽 1회 처리는 17~51%, 2회 처리는 47~70% 증가하였다. 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비 모두 1차 처리에 비해 2차처리시 고추 지상부 생체중이 유의적으로 증가하였다. 고추 지상부 생체중의 경우 관주 1회 처리는 57~71%, 2회 처리는 49~107% 증가하였다. 골분+어분 및 깻묵은 1차처리에 비해 2차 처리에서 고추 지상부 생체중이 유의적으로 많았고, 고춧잎 액비는 1회 처리가 2회 처리보다 많았다. 토마토의 지상부 생체중은 경엽처리에 비해 관주처리가 평균적으로 볼 때 고추 지상부 생체중이 22% 높았다.

토마토 초장의 경우 경엽 1회 처리는 무처리에 비해 19~37%, 2회 처리는 20~59% 증가하였다. 골분+어분 및 고춧잎 액비는 2회 처리에 비해 1회 처리에서 초장이 유의적으로 증가하였고 반면에 생선 액비는 2회 처리가 1회 처리에 비해 유의적으로 증가하였다. 토마토 초장의 경우 관주 1회 처리는 14~28%, 2회 처리는 20~36% 증가하였다. 고춧잎 및 깻묵 액비는 1회 처리에 비해 2회에 의해 초장이 유의적으로 증가하였고, 반면에 생선액비는 1회 처리가 2회 처리에 비해 초장이 유의적으로 증가하였다. 토마토의 초장은 관주처리에 비해 경엽처리가 평균적으로 볼 때 토마토 초장이 8% 증가하였다.

토마토 지상부 생체중의 경우 경엽 1회 처리는 46~84%, 2회 처리는 25~91% 증가하였다. 골분+어분, 및 고춧잎 액비는 2회 처리에 비해 1회에서 지상부 생체중이 유의적으로 증가하였다. 그러나 생선액비 경우는 1회 처리에 비해 2회 처리에서 유의적으로 증가하였다. 토마토 지상부 생체중의 경우 관주 1회 처리는 11~53%, 2회 처리는 33~74% 증가하였다. 생선, 고춧잎 및 깻묵 액비는 1회 처리에 비해 2회 처리에 비해 유의적으로 증가하였고, 반면에 골분+어분 액비는 1회 처리가 오히려 2회 처리에 비해 유의적으로 증가하였다. 토마토의 지상부 생체중은 관주처리에 비해 경엽처리가 평균적으로 볼 때 토마토 지상부 생체중이 18% 높았다. 부추와 콩 잎과 줄기 추출물을 상추에 1회 처리보다는 2회 처리시 상추 지상부생체중이 13~15% 증가하였다 (Jang & Kuk, 2019). 생초와 유용미생물(EM)로 제조한 액비를 사용했을 때 토양탄소 개량효과와 벤트그라스와 같은 식물의 생육이 좋아진다는 연구결과가 보고되었다(Yamada & Xu, 2001). 또한 생초미생물 혼합 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 고추 수량이 증가하고 품질이 향상되었다(Lee *et al.*, 2011).

전체적으로 볼 때 액비처리에 의한 토마토 육묘의 생육은 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵을 관주 1회 처리로도 효과적이었다. 토마토 육묘 생육의 경우도 경엽처리가 관주처리에 비해 다소 좋았다. 종합적으로 볼 때 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 경엽 및 관주 액비 1회 처리로도 파종 후 20일묘의 고추와 토마토 생육을 증진하는 것으로 나타났고 경엽처리보다는 관주처리가 더 좋은 것으로 나타났다. 또한 이들 액비에 의한 생육효과는 고추보다는 토마토에서 더 좋은 것으로 나타났다. 또한 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 경엽 및 관주 액비 1회 처리로도 파종 후 40일묘의 고추와 토마토 생육을 증진하는 것으로 나타났으나 고추의 경우는 관주처리가 토마토의 경우는 경엽처리가 좋았다. 또한 이들 액비에 의한 생육효과는 경엽처리에서는 토마토가 그리고 관주처리에서는 고추가 좋았다.

선발 발효액비 처리농도별 고추 및 토마토 생육 변화

위의 처리방법 연구를 통해 토양관주를 추후 실험을 위해 선발하였다. 고추의 생육에 적합한 액비농도를 찾기 위하여 파종 후 20일된 고추묘에 0.1%, 0.5%, 1% 및 3% 선발 액비를 처리 후 초장과 지상부 생체중을 조사하였다(Fig. 1). 생선액비의 경우 0.1% 처리에서는 무처리에 비해 고추 초장에는 유의적인 차이가 없었고, 0.5%에서는 8.3% 그리고 1%에서는 19.3% 증가하였다. 골분+어분의 경우도 0.1% 처리에서는 무처리에 비해 고추 초장에는 유의적인 차이가 없었고, 0.5%에서 14.5% 증가하였다. 0.1% 고춧잎 처리에서 고추 초장은 무처리에 비해 13.7% 증가하였고 그리고 1%처리에서는 27.6% 증가하였다. 깻묵의 경우 0.5% 처리에서 무처리에 비해 초장은 16.5% 증가하였다. 초장과 다르게 지상부 생체중은 0.1% 생선 액비처리에서도 무처리와 비교하였을 때 48.1% 증가하였고, 일반적으로 처리농도가 증가할수록 증가하였고 3% 처리시 108% 증가하였다. 골분+어분 액비의 경우도 0.1% 처리시 고추 지상부 생체중이 무처리에 비해 유의적으로 증가하였고, 처리농도가 증가할수록 증가하여 3% 경우 109.0% 증가하였다. 깻묵의 처리에서도 고추 지상부 생체중은 처리농도가 증가할수록 증가하였고 3%처리시 159.7% 증가하였다. 토마토의 초장의 경우 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비 처리는 무처리와 유의적인 차이가 없었다. 0.1%와 0.5% 생선 액비처

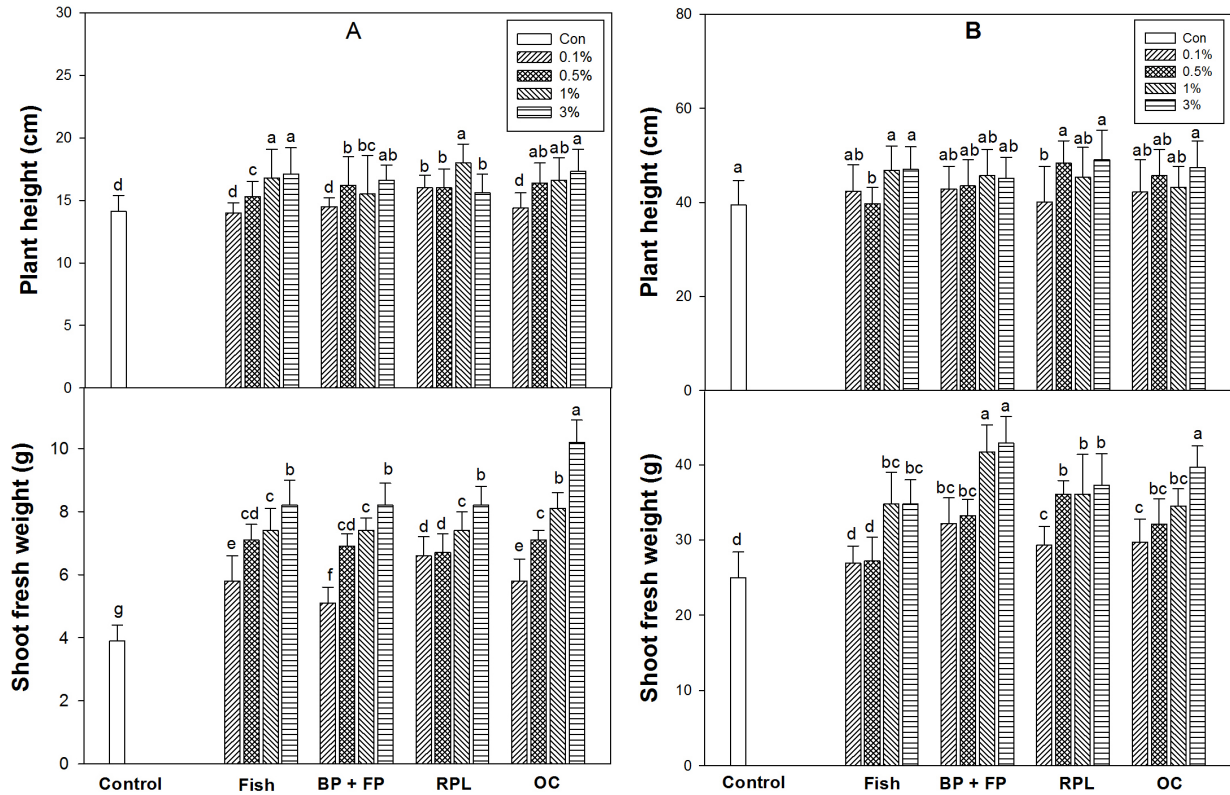


Fig. 1. The effects of different concentrations of fermented liquid fertilizers (fish bones (BP) and powder (FP), red pepper leaf (RPL), and oil cake (OC)) on plant height and shoot fresh weight in red pepper (A) and tomato (B) treated by drenching 20 days post-seeding. Parameters were measured 14 days after treatment. Means within bars grouped by fertilizer type followed by the same letter are not significantly different (Duncan’s Multiple Range Test, alpha=0.05).

리에 의한 토마토 지상부 생체중에서는 무처리와 유의적인 차이가 없었고, 1% 처리시 39% 증가하였다.

골분+어분 액비도 0.1%처리에서 28.6% 그리고 1%와 3% 처리에서 각각 66.9%와 71.3% 토마토 지상부 생체중이 증가하였다. 고춧잎 액비의 경우도 0.1% 처리에서 17.3% 증가하였고, 0.5, 1 및 3% 처리에서 44.2~49% 토마토 지상부 생체중이 증가하였으나 각 농도간에는 유의적인 차이가 없었다. 0.1, 0.5% 및 1% 깻묵 액비의 경우 토마토 지상부 생체중이 110.5~127.3% 증가하였으나 각 농도간에는 유의적인 차이가 없었다. 또한 1% 깻묵 액비에서는 토마토 지상부 생체중이 144.7% 증가하였다.

종합적으로 볼 때 본 연구에 사용한 액비는 고추와 토마토의 초장보다는 지상부 생체중 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고추 지상부 생체중의 경우는 모든 액비에 0.1% 처리에서 효과가 있었고, 토마토의 경우도 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵액비도 0.1%에서 효과가 있었다. 그러나 생선의 경우는 1% 이상의 농도에서 토마토 지상부 생체중이 증가하였다. 콩잎, 콩줄기 및 부추 물 및 열수추출물

은 상추, 브로콜리와 엔다이브 성장촉진을 하였으나 케일에는 효과가 없었다(Jang & Kuk, 2019). 따라서 작물 종류별 성장촉진 효과에 차이가 있는 것으로 판단된다.

파종 후 40일된 고추묘에 0.1%, 0.5%, 1% 및 3% 선발액비를 처리 후 초장과 지상부 생체중을 조사하였다(Fig. 2). 생선액비 0.1%, 0.5% 및 1% 처리시 고추 초장은 16.5~20.7% 증가하였으나, 각 처리농도간에는 유의적인 차이가 없었다. 생선 액비 1%처리시 고추 초장은 26.9% 증가하였다. 골분+어분 액비 0.1%처리에서도 18.9% 초장이 증가하였고, 1% 처리에서는 34% 초장이 증가하였다. 고춧잎의 경우도 0.1%, 0.5% 및 1% 처리시 14.5~35.8% 고추 초장이 증가하였고, 3%처리시 52.7% 증가하였다. 0.1% 깻묵액비의 처리에서도 고추 초장이 20.1% 증가하였고, 1% 처리에서는 48.1% 증가하였다. 생선 액비처리에 의한 고추 지상부 생체중은 처리농도가 0.1%, 0.5% 및 1%로 증가할수록 증가하였고, 1% 처리에 의해 80% 증가하였다. 그러나 1%와 3%간에는 유의적인 차이가 없었다.

골분+어분도 처리농도가 증가할수록 고추 지상부 생체중이

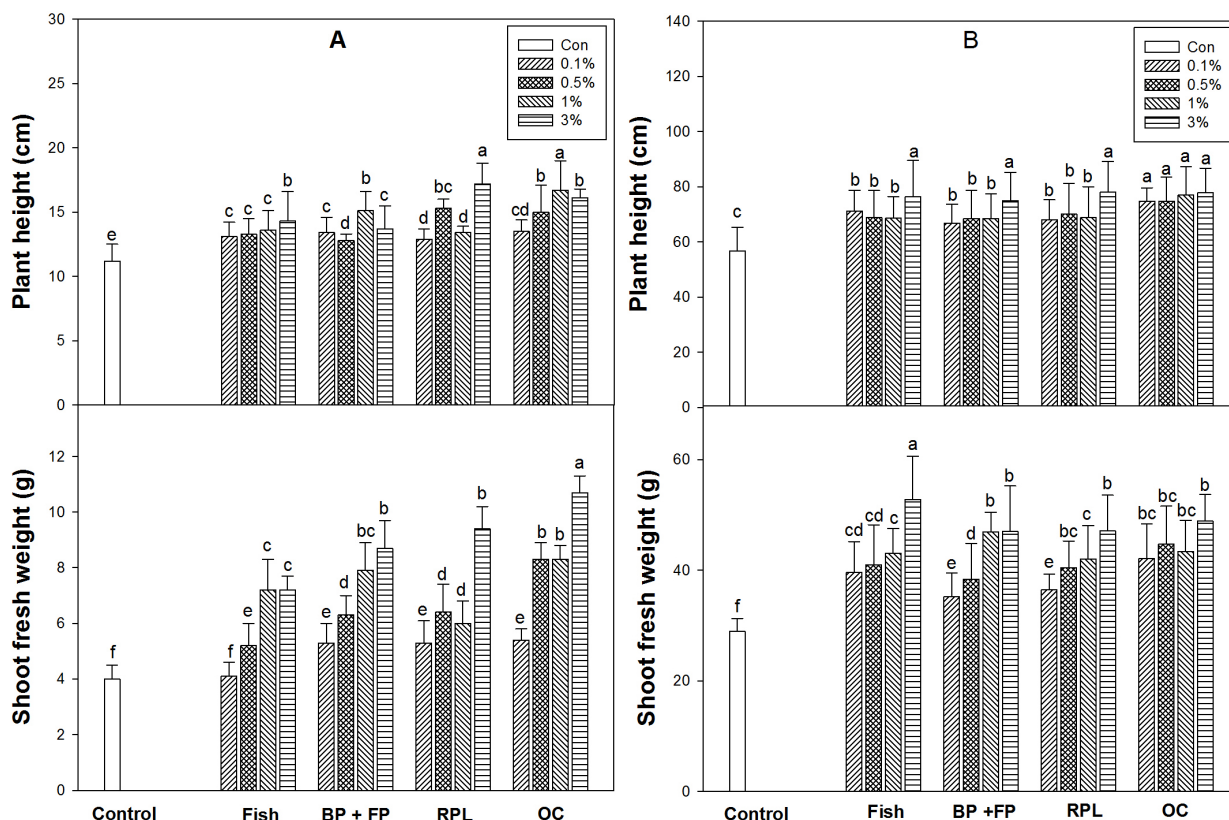


Fig. 2. The effects of different concentrations of fermented liquid fertilizers (fish bones (BP) and powder (FP), red pepper leaf (RPL), and oil cake (OC)) on plant height and shoot fresh weight in red pepper (A) and tomato (B) treated by drenching 40 days post-seeding. Parameters were measured 14 days after treatment. Means within bars grouped by fertilizer type followed by the same letter are not significantly different (Duncan's Multiple Range Test, alpha=0.05).

증가하였고, 1%와 3% 처리에 의해 각각 97.5%와 118.3% 증가하였다. 고춧잎 액비 0.1%, 0.5% 및 1% 처리에 의해 고추 지상부 생체중은 33.3~60.8% 증가하였고, 3% 처리에서는 135.8% 증가하였다. 깻묵 액비의 경우도 처리농도가 증가할수록 고추 지상부 생체중이 증가하였고, 3% 처리에서는 168.3% 증가하여 액비 중 효과가 가장 좋았다.

0.1, 0.5 및 1% 생선, 골분+어분 및 고춧잎 액비 처리시 토마토 초장은 무처리에 비해 17.8~25.7% 증가하였으나, 농도간에는 유의적인 차이가 없었다. 생선, 골분+어분 및 고춧잎 액비 3% 처리에 의해서도 32.3~37.6% 초장이 증가하였으나 액비간에는 큰 차이가 없었다. 깻묵액비의 경우도 처리농도간에는 유의적인 차이가 없었으나 무처리에 비해 32.0~37.3% 증가하였다. 생선액비 0.1%, 0.5% 및 1% 처리에 의해 토마토 지상부 생체중은 무처리에 비해 36.4~48.5% 증가하였으나 처리농도간에 유의적인 차이가 없었다. 그러나 3% 생선 액비처리시의 경우 지상부 생체중이 81.9% 증가하였다. 골분+어분 액비의 경우는 0.1%와 0.5% 처리의 경

우 각각 21.3%와 32.3% 그리고 1%와 3% 처리의 경우 각각 61.9% 지상부 생체중이 증가하였다. 고춧잎 액비도 처리농도가 증가할수록 토마토 지상부 생체중이 증가하는 경향을 보였고 3% 처리시 62.4% 증가하였다. 깻묵액비의 경우도 무처리에 비해 유의적으로 토마토 지상부 생체중이 증가하였으나 0.1, 0.5, 1 및 3% 처리에서 45.1~63.1% 증가하였으나, 농도간에는 유의적인 차이가 없었다.

종합적으로 볼 때 사용한 액비는 고추와 토마토의 초장보다는 지상부 생체중 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고추 지상부 생체중의 경우는 생선액비(0.5%)를 제외한 0.1% 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비에서 처리효과가 높게 관찰되었다. 토마토의 지상부 생체중의 경우는 0.1% 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵액비 처리에서 증가하였다.

선발 발효액비 주재료의 무기영양소

본 연구에서 사용된 액비의 주재료로 사용했던 생선, 골분, 어분, 고춧잎 및 깻묵에 의한 고추 및 토마토의 생육증가의

요인을 알아보기 위하여 무기영양소를 조사하였다(Table 4). 질소함량은 깻묵(11.5%)>고춧잎(8.7%)>생선(7.8%)>어분(4.8%)=골분(4.1%) 순이었다. An *et al.* (2012)의 연구에서는 질소 함량이 참깨깻묵 7%, 골분 3.5%, 어분 9.4%으로 함유되어 있어 동일한 재료일지라도 구입처나 제조과정 등에 따라 상이함을 알 수가 있었다. 인산함량은 골분(4.0%)>생선(3.0%)>깻묵(1.0%)>어분(0.9%) 순으로 나타났다. 그러나 다른 연구(An *et al.*, 2012)에서 골분에 인산은 22.6%가 함유되어 있는 것으로 보아 본 연구의 재료에서는 골분이 상대적으로 낮게 함유되어 있는 것을 알 수 있었다. 칼륨 함량은 골분(0.09%)이 가장 적게 함유되어 있고, 생선, 어분, 고춧잎 및 깻묵은 0.33~0.78% 함유되었다. 칼슘 함량은 골분(3.0%)>고춧잎(1.8%)>깻묵(1.0%)>생선(0.9%)>어분(0.5%) 순이었다. 마그네슘 함량은 고춧잎과 깻묵이 1.2% 그리고 생선, 골분 및 어분이 0.3~0.9% 함유되어 있었다. 나트륨 함량은 생선(0.8%)>골분(0.5%)>어분(0.1%) 순이었고, 고춧잎과 깻묵은 0.02% 이하를 함유되었다. 미량원소의 경우 구리함량은 생선, 골분, 어분, 깻묵에 3.8~8.6 mg/kg 함유되어 있고, 고춧잎은 이들 자재보다 낮은 0.4 mg/kg 함유되었다. 아연 함량은 깻묵(30.1 mg/kg)>어분(14.1 mg/kg)=고춧잎(12.2 mg/kg)>골분(8.9 mg/kg)>생선(1.9 mg/kg) 순이었고, 철 함량도 아연과 거의 유사하게 깻묵(65.2 mg/kg)>고춧잎(44.3 mg/kg)>어분(23.5 mg/kg)>골분(7.6 mg/kg)>생선(2.7 mg/kg) 순이었다. 깻묵의 망간 함량(405 mg/kg)은 생선, 골분, 어분, 고춧잎에 비해 25~311배 많았다. 니켈 함량은 생선, 골분, 어분, 깻묵에 0.05~0.4 mg/kg 순이었다. 붕소 함량은 골분(63.2 mg/kg)>깻묵(52.6 mg/kg)>어분(33.9 mg/kg)>고춧잎(4.9 mg/kg)>생선(3.2 mg/kg) 순으로 나타났다. 생선, 골분, 어분, 깻묵, 고춧잎 액비에서 고추와 토마토 생육 증가에 영향을 미쳤던 것은 이들 주재료에 함유된 대량원소와 미량원소가 풍부했던 것으로 사료된다. 또한 이들 액비처리에 의한 고추 및 토마토의 생육 증가는 질소,

인산 및 칼륨과 같은 주요 대량 무기영양소가 다량 함유되어서라기 보다는 다양한 대량 및 미량 무기영양소의 조합에 의해 기인되는 것으로 사료된다.

발효, 물 및 열수추출물의 무기영양소

농산물 유기 액체 비료는 제조 방법과 발효 조건의 차이로 인해 동일한 재료로 제조된 경우에도 일관되지 않은 경향이였다(An *et al.*, 2011). 따라서 주재료에 함유된 무기영양소가 발효, 물 및 열수 추출에 의해 용출되는 무기영양소 함량을 조사하였다(Table 5). 생선 발효액비 경우는 생선 자체에 함유된 질소와 인산 함량 각각의 19.6배와 148배 적게 용출되었다. 즉 생선액비의 질소와 인산 함량은 각각 0.4%와 0.02%을 보였다. 그러나 칼륨 함량은 생선 발효액비에서 거의 100% 용출되었다. 칼슘 함량은 생선 발효액비에 오히려 1.6배 증가하였으나 반면에 마그네슘은 1.7배 나트륨 함량은 10.2배 감소하였다. 미량원소 중 구리 함량은 생선 발효액비는 2.1배 감소하였다. 아연, 철, 망간, 니켈 및 붕소 함량은 생선 발효액비에서 생선 자체가 함유한 함량에 비해 각각 4.5, 30.9, 1.2, 103.5 및 10.6배 증가하였다. 그러나 생선 물추출물은 발효추출물에 비해 질소, 인산, 나트륨, 구리 함량은 많았고, 마그네슘, 아연, 철, 망간 니켈 및 붕소 함량은 적었다. 특히 생선 물추출물의 질소와 인산 함량은 6.1배와 11.0배 많았다. 생선 열수추출물도 발효추출물에 비해 질소는 12.9배, 인산은 11.0배, 칼륨은 1.3배, 나트륨은 13.2배, 구리는 2.9배 증가하였으나, 마그네슘, 아연, 철, 망간, 몰리브덴, 니켈 및 붕소 함량은 적었다. 골분+어분 발효추출물은 골분을 주원료를 기준으로 했을 때 질소 6.9배, 인산 202배, 칼슘 8.0배, 마그네슘 2.6배, 나트륨 2.3배, 구리 7.9배, 망간 7.3배, 붕소는 2.0배 감소하였으나, 칼륨 6.0배, 철 2.1배, 니켈 33.8배 증가하였다.

골분 물추출물은 골분+어분 발효추출물에 비해 질소, 인산, 나트륨, 구리 함량은 증가하였고, 칼륨, 칼슘, 마그네슘,

Table 4. Mineral nutrient-content of the dry materials used to make fermented liquid fertilizers.

Material	Macronutrient (%)						Micronutrient (mg/kg)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	Mo	Ni	B
Carp powder	7.84 ^c	2.96 ^b	0.33 ^c	0.88 ^d	0.34 ^d	0.82 ^a	3.86 ^d	1.91 ^d	2.70 ^c	16.26 ^b	-	0.05 ^d	3.27 ^d
Bones powder	4.15 ^d	4.04 ^a	0.09 ^d	3.04 ^a	0.91 ^b	0.54 ^b	5.35 ^c	8.91 ^c	7.66 ^d	2.80 ^d	-	0.12 ^c	63.24 ^a
Fish powder	4.83 ^d	0.93 ^c	0.78 ^a	0.49 ^c	0.59 ^c	0.13 ^c	6.84 ^b	14.15 ^b	23.51 ^c	1.31 ^e	-	0.21 ^b	33.96 ^c
Red pepper leaf	8.74 ^b	0.30 ^d	0.57 ^b	1.77 ^b	1.15 ^a	0.02 ^d	0.40 ^e	12.27 ^b	44.32 ^b	7.28 ^c	-	0.44 ^a	4.94 ^d
Oil cake	11.53 ^a	1.01 ^c	0.72 ^a	1.03 ^c	1.14 ^a	0.01 ^d	8.60 ^a	30.12 ^a	65.21 ^a	405.27 ^a	-	0.11 ^c	52.68 ^b

^cMeans followed by the same letter (by column) are not significantly different (Duncan's Multiple Range Test, alpha=0.05).

Table 5. Mineral nutrient-content of materials after extraction by different methods.

Material	Extract method	Macronutrient (%)						Micronutrient (mg/kg)						
		N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	Mo	Ni	B
Fish	Fermentation (Fish + fallen leaf)	0.40 ^f	0.02 ^g	0.32 ^d	1.40 ^a	0.2 ^e	0.08 ^e	1.76 ^h	8.74 ^c	83.64 ^a	18.68 ^d	0.72 ^b	5.28 ^b	34.86 ^a
	Water	2.40 ^b	0.22 ^e	0.46 ^{cd}	-	0.02 ^f	1.20 ^a	5.82 ^d	1.75 ^h	5.04 ^g	0.26 ^j	-	0.04 ^h	2.89 ^g
	Boiled water	5.18 ^a	0.22 ^e	0.42 ^c	-	0.04 ^f	1.08 ^a	5.29 ^d	7.24 ^d	47.40 ^b	4.80 ^f	0.28 ^c	0.90 ^d	4.37 ^e
Bones (B) + fish (F) powder	Fermentation (B + F)	0.60 ^e	0.02 ^g	0.54 ^c	0.38 ^e	0.34 ^c	0.24 ^c	2.56 ^g	8.3 ^c	15.86 ^e	20.50 ^d	0.10 ^d	4.10 ^c	31.36 ^b
	Water (B)	0.80 ^d	0.10 ^f	0.06 ^f	0.06 ^e	0.12 ^d	0.36 ^b	12.41 ^b	4.79 ^e	7.84 ^g	0.30 ^j	-	0.21 ^f	2.222 ^g
	Boiled water (B)	0.62 ^e	0.14 ^f	0.04 ^f	0.02 ^e	0.04 ^f	0.34 ^b	3.27 ^f	1.39 ^h	1.49 ^h	0.11 ⁱ	-	0.03 ^h	-
	Water (F)	0.60 ^e	0.66 ^b	0.16 ^e	0.52 ^b	0.2 ^e	0.14 ^d	4.46 ^e	20.764 ^b	33.76 ^c	28.26 ^c	-	0.34 ^e	8.888 ^d
Red pepper leaf	Boiled water (F)	0.68 ^{de}	0.30 ^d	0.34 ^d	0.00 ^e	0.16 ^d	0.34 ^b	6.88 ^c	9.874 ^c	22.20 ^d	6.05 ^e	-	0.22 ^f	3.402 ^f
	Fermentation	0.16 ^g	0.10 ^f	0.56 ^c	0.42 ^e	0.18 ^d	0.10 ^d	14.94 ^a	25.6 ^a	22.08 ^d	153.76 ^a	1.32 ^a	14.76 ^a	26.76 ^b
	Water	1.46 ^c	0.18 ^f	0.92 ^a	0.34 ^d	0.54 ^b	0.04 ^f	12.30 ^b	27.548 ^a	23.41 ^d	147.39 ^a	-	0.29 ^e	29.296 ^b
Oil cake	Boiled water	0.82 ^d	0.02 ^e	1.08 ^a	0.34 ^d	0.66 ^a	0.04 ^f	7.43 ^c	18.56 ^b	20.46 ^d	130.35 ^b	-	0.20 ^f	7.552 ^d
	Fermentation	2.28 ^b	0.50 ^c	0.78 ^b	0.02 ^e	0.58 ^b	1.10 ^a	3.10 ^f	2.26 ^g	18.65 ^e	3.00 ^g	-	0.14 ^g	4.734 ^e
	Water	2.64 ^b	2.02 ^a	0.72 ^b	0.00 ^e	0.52 ^b	0.04 ^f	4.58 ^e	3.87 ^f	11.67 ^f	3.3 ^g	-	0.18 ^g	19.566 ^c
	Boiled water	1.46 ^c	0.34 ^d	0.58 ^c	-	0.28 ^c	0.04 ^f	0.67 ⁱ	4.08 ^f	7.34 ^g	2.96 ^h	-	0.17 ^g	7.096 ^d

^gMeans followed by the same letter (by column) are not significantly different (Duncan's Multiple Range Test, alpha=0.05).

아연, 철, 망간, 니켈, 붕소 함량은 감소하였다. 골분 열수추출물은 골분+어분 발효추출물에 비해 인산, 나트륨, 구리 함량은 증가하였고 질소 함량은 동일하였고, 그 밖의 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 아연, 철, 망간 및 니켈 함량은 감소하였다. 어분 물추출물은 골분+어분 발효추출물에 비해 인산, 칼슘만 증가하였고, 질소는 동일하였고 그 밖의 무기영양소는 감소하였다. 어분 열수추출물은 발효추출물에 비해 인산, 나트륨, 구리, 철 함량은 증가하였고 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 망간, 니켈, 붕소함량은 감소하였으나 질소와 아연은 유사하였다.

고춧잎 발효추출물은 고춧잎 주원료를 기준으로 했을 때 질소 54.6배, 인산 29.6배, 칼슘 4.2배, 철 2.0배 감소하였고, 칼륨, 마그네슘, 나트륨은 유사하였고, 구리 37.3배, 아연 2.0배, 망간 21.3배, 니켈 33.5배, 붕소 5.4배 증가하였다. 또한 고춧잎의 주원료에는 몰리브덴이 존재하지 않았으나 발효추출물에는 존재하였다. 대두박, 쌀겨를 이용한 유기액비의 질소, 인산, 칼륨 등의 비료 성분은 발효가 진전됨에 따라 용출량이 각각 증가하였고, 칼슘, 마그네슘 등의 양이온은 발효 4주차 이후에는 거의 변화가 없었다(Lee *et al.*, 2011). 고춧잎 물추출물은 발효추출물에 비해 질소, 칼륨, 마그네슘은 증가하였고, 인산, 아연, 철 망간, 붕소는 유사하였고 칼슘, 나트륨, 구리, 니켈은 감소하였다. 고춧잎

열수추출물은 질소, 인산, 칼륨, 마그네슘은 증가하였고, 철은 유사하였고, 칼슘, 나트륨, 구리, 아연, 망간, 니켈, 붕소는 감소하였다.

깨묵의 발효추출물은 깨묵 주원료에 비해 질소 5.1배, 인산 2.0배, 칼슘 51.5배, 마그네슘 1.9배, 구리 2.7배, 아연 13.3배, 철 3.4배, 망간 135.0배, 붕소 11.1배 증가하였고, 칼륨은 유사하였고, 나트륨은 110.0배, 니켈 1.2배 감소하였다. 깨묵 물추출물은 발효추출물에 비해 인산, 구리, 아연, 붕소 함량은 많았고 나트륨, 철 함량은 적었다. 하지만 깨묵 물추출물에 질소, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 망간, 니켈 함량은 발효추출물과 유사하였다. 깨묵 열수추출물은 발효추출물에 비해 아연과 붕소 함량에서만 많았고, 그 밖의 질소, 인산, 칼륨 등의 성분에서는 감소하였다.

일반적으로 생선+낙엽 발효 추출물은 물과 열수추출물에 비해 질소, 인산, 칼륨 등과 같은 대량원소 함량은 적었고, 아연, 철 등과 같은 미량 무기영양소는 높았다. 또한 생선+낙엽 열수추출물은 물추출물에 비해 일반적으로 질소, 마그네슘, 아연 등에서 높았다. 골분 물과 열수추출물은 일반적으로 발효추출물에 비해 대량 및 미량원소가 적었다. 어분 물 및 열수 추출물은 발효추출물에 비해 대량원소에서 일정한 경향이 없었으나 어분 열수추출물은 미량원소에서 일정한 경향이 없었다. 어분 물추출물은 대부분의 미량원

소는 증가하는 경향을 보였다. 골분과 어분 물추출물은 골분과 어분 열수추출물에 비해 일반적으로 무기영양소가 많았다. 고춧잎 물과 열수추출물은 발효추출물에 비해 질소, 인산, 칼륨, 마그네슘 함량은 높았고, 물추출물은 유사한 경향을 보였고, 열수추출물은 전반적으로 미량원소 함량은 감소하였다. 고춧잎 물추출물은 열수추출물에 비해 일반적으로 무기영양소가 많았다. 깻묵 발효 추출물은 물추출물과 무기영양소가 유사한 경향을 보였으나, 깻묵 열수추출물은 일반적으로 무기영양소가 감소하는 경향을 보였다. 또한 깻묵 물추출물이 열수추출물에 비해 무기영양소가 많았다. 콩잎, 콩 줄기 및 부추 물 추출물은 에탄올 추출물에 비해 다량 및 미량 무기영양소가 높았다(Jang & Kuk, 2019). 따라서 콩잎, 콩 줄기 및 부추 물 추출물을 상추 처리 시 생장량이 에탄올추출물에 비해 좋았다. 다른 연구에서 두 해조류 현탁액(*Ascophyllum nodosum* 및 *Laminaria hyperborean*) 처리에 의한 상추 성장 촉진효과는 전적으로 미네랄 성분 칼륨에 의해 기인되는 것으로 보고하였다(Möller & Smith, 1998). 또한, 해조류 포함된 다량 및 미량 영양소, 아미노산, 비타민, 사이토키닌, 옥신 및 abscisic acid (ABA)와 같은 물질이 처리시 상추 성장과 수량 촉진에 관여되는 것으로 보고되었다(Khan *et al.*, 2009). *Moringa oleifera* Lam.) 잎 추출물을 강낭콩(*Phaseolus vulgaris* L.)에 처리하였을 때 성장과 수량 뿐만 아니라 품질도 향상되었다(Elzaawely *et al.*, 2017). 더욱이 강낭콩의 꼬투리 증가는 gibberellin (GA7)과 관련있는 것으로 시사하였다. 본 연구에서 사용한 생선, 골분, 어분, 고춧잎 및 깻묵에 함유되어 있는 무기영양소는 발효추출물에 의해 무기영양소 용출이 잘 되지 않았다. 또한 발효액비는 제조과정이 오래 걸리고 제조과정 또한 다른 추출법에 비해 복잡한 것에 비하여 물과 열수 추출법은 대량원소 용출이 비교적 용이하여 농가 및 육묘장에서 이들 추출물을 사용하여 고추 및 토마토 작물의 생육을 증진시키는데 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 이들 추출물에 대한 정확한 성장촉진 기작을 구명하기 위하여 식물호르몬을 포함한 기타 유기화합물의 생화학적 변화를 확인하는 종합적인 모니터링에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구 목적은 선발된 생선, 골분+어분, 고춧잎, 깻묵 발효액비를 다양한 처리방법별로 고추 및 토마토 묘에 처리하여 생육촉진 정도를 알아보고자 수행하였다. 또 다른 연구목적은 선발된 자재 자체와 이들 자재를 이용하여 제조

한 발효, 물 및 열수추출물에 대한 무기영양소 용출 정도를 조사하여 효과적인 추출방법을 찾는 데 있었다. 생선, 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵을 발효액비 처리에 의한 토마토 육묘의 생육은 경영처리가 관주 처리에 비해 좋았고, 처리횟수(1회 또는 2회)에 상관없이 생육촉진에 효과적이었다. 이들 액비처리에 의한 고추육묘 생육의 경우는 관주처리가 경영처리에 비해 좋았다. 처리횟수별 고추와 토마토 생육 증진은 큰 차이가 없었다. 그러나 전반적으로 액비에 의한 생육 증진은 고추보다는 토마토에서 좋았고, 파종 후 40일 육묘보다는 파종 후 20일묘에서 큰 것으로 나타났다. 또한 고추와 토마토의 생육 증진은 자재 간에 차이는 크지 않았다. 파종 후 20일에 이들 사용한 액비는 고추와 토마토의 초장보다는 지상부 생체중 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고추 지상부 생체중의 경우는 모든 액비에서 0.1% 처리에서 효과가 있었고, 토마토의 경우도 생선액비를 제외하고 0.1%에서 효과가 있었다. 그러나 생선의 경우는 1% 이상의 농도에서 토마토 지상부 생체중이 증가하였다. 파종 후 40일 경우도 사용한 액비는 고추와 토마토의 초장보다는 지상부 생체중 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고추 지상부 생체중의 경우는 생선액비(0.5%)을 제외한 골분+어분, 고춧잎 및 깻묵 액비에서 0.1% 처리에서 효과가 있었다. 토마토의 지상부 생체중의 경우는 0.1% 모든 액비 처리에서 증가하였다. 이들 액비처리에 의한 고추 및 토마토의 생육 증가는 질소, 인산 및 칼륨과 같은 주요 대량 무기영양소 뿐만 아니라 다양한 다량 및 미량 무기영양소의 상호작용에 의해 기인되는 것으로 사료된다. 생선, 골분, 어분, 고춧잎 및 깻묵에 함유되어 있는 무기영양소는 발효추출물에 의해 용출이 잘 되지 않았다. 그러나 이들 자재에 의한 물과 열수추출법은 다량원소 용출이 발효추출법보다 많아서 추후 고추 및 토마토 생육을 촉진하는데 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(ATIS 과제번호 : PJ01338805)의 지원으로 수행된 결과입니다. 연구과제의 실험 진행을 도와주신 이욱기, 박민희, 박현화, 이효진 연구원 분들께 감사드립니다.

인용문헌(REFERENCES)

Aldrich, R. J. and R. J. Kremer. 1997. Principles in Weed Management. Iowa State University Press. p. 455.

- An, N. H., Y. K. Kim, Y. Lee, H. J. Jee, J. H. Park, S. J. Hong, and E. J. Han. 2011. Changes in chemical properties and microbial population of farm-made organic liquid fertilizer during fermenting process. *Korean J Org Agric.* 19 : 417-425.
- 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.
- Avis, T. J. 2007. Antifungal compounds that target fungal membrane: applications in plant disease control. *Can. J. Plant Pathol.* 23 : 323-329.
- 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.
- Chae, J. C., B. H. Gang, S. J. Park, and S. H. Kim. 2008. *Samgo Cultivation Principles*, Hyangmunsa, Korea, p.434 (In Korean).
- 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.
- Elzaawely, A. A., M. E. Ahamed, H. F. Maswada, and T. D. Xuan. 2017. Enhancing growth, yield, biochemical, and hormonal contents of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) sprayed with moringa leaf extract. *Archives of Agronomy and Soil Science* 63 : 687-699.
- Hartz, T. K., R. Smith, and M. Gaskell. 2010. Nitrogen availability from liquid organic fertilizers. *Hort Technol.* 20 : 169-172.
- Hollomon, D. W. 1993. Resistance to azole fungicides in the field. *Biochem Soc Trans.* 21 : 1047-1051.
- Jang, S. J. and Y. I. Kuk. 2019. Growth promotion effects of plant extracts on various leafy vegetable crops. *Hortic. Sci. Technol.* 37 : 322-336.
- 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.
- 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.
- Khan, W., U. P. Rayirath, S. Subramanian, M. N. Jithesh, P. Rayorath, D. M. Hodges, A. T. Critchley, J. S. Craigie, J. Norrie, and B. Prithiviraj. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.* 28 : 386-399.
- Kuk, Y. I., Y. B. Yun, S. J. Jang, J. Y. Jeong, D. S. Kim, and S. S. Kim. 2019. Evaluation of Tomato Growth-promoting Effect and Mineral Nutrient of Farm-made Liquid Fertilizers *Korean J. Org. Agric.* 27(2) : 205-224.
- Kunicki, E., A. Grabowska, A. Sekara, and R. Wojciechowska. 2010. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Hort.* 22 : 9-13.
- 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.
- Liedl, B. E., J. Bombardiere, and J. M. Chaffield. 2006. Fertilizer potential of liquid and solid effluent from thermophilic anaerobic digestion of poultry waste. *Water Sci. Technol.* 53 : 69-79.
- 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 pepper. *Korean Envir. Agric.* 29(3) : 227-231.
- Möller, M. and M. L. Smith. 1998. The significance of the mineral component of seaweed suspensions on lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedling growth. *J. Plant Physiol.* 153 : 658-63.
- O'Brien, R. G. 1994. Fungicide resistance in populations of cucurbit powdery mildew (*Spherotheca fuliginea*). *NZ J Crop Hort. Sci.* 22 : 145-149.
- 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.
- RDA. 2000. Methods of soil and plant analysis. Rural Development Administration, Korea. Sammi Press. pp. 1-202.
- RDA. 2018. Tomato 2nd publication.
- Reuveni, M., V. Agapov, and R. Reuveni. 1996. Controlling powdery mildew cause by *Spherotheca fuliginea* in cucumber by foliar sprays of phosphate and potassium salts. *Crop Prot.* 15(1) : 49-53.
- Rosen, C. J. and D. L. Allan. 2006. Exploring the benefits of organic nutrient sources for crop production and quality. *Hort Technol.* 17 : 422-430.
- SAS (Statistical Analysis System). 2000. SAS/STAT Users Guide, Version 7. Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA.
- Tworcoski, T. 2002. Herbicide effects of essential oils. *Weed Sci.* 50 : 425-431.
- 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.