

유기농 고추 추비용 유기자원 선발 및 시용효과

최두희* · 성좌경 · 이상민 · 이용환 · 김종문 · 정정아¹ · 송범현¹

Selection of Useful Organic Materials as an Additional Fertilizer for Organic Red-pepper Production and the Application Effect

Du-Hoi Choi,* Jwa-Kyung Sung, Sang-Min Lee, Yong-Hwan Lee,
Jong-Mun Kim, Jung-Ah Jung¹, and Beom-Heon Song¹

National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Korea

¹Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

This study was conducted to select some effective organic materials for supplying mineral nutrients at the later red-pepper growing period under organic farming system, and to evaluate the application effect. Nutritional characteristics of organic materials, nitrogen release pattern during liquefying the selected organic materials, and crop growth were examined. Among 18 organic materials, meals such as soybean, rapeseed, cottonseed, and sunflower seed except for gluten had greater nitrogen content. Total nitrogen content liquefied solution of the mixture of organic materials and molasses or yogurt was measured after 7 days of the liquefying, thereafter, the mixture of rapeseed meal and yogurt showed the highest nitrogen, reaching about 3,000 mg L⁻¹. Selected liquid manure, mixture of rapeseed meal and yogurt, was applied 8 times to red-pepper plants with fertigation or foliar application. Total nitrogen of leaves at 150 days after transplanting was the highest (4.4%) in the treatment of foliar application of the selected liquid manure, whereas shoot dry weight and fresh fruit yield were the greatest in the treatment of fertigation.

Key words: Organic materials, Nitrogen, Liquid fertilizer, Red-pepper

서 언

우리나라 유기농업은 '70년대부터 민간주도에 의해 안전한 농산물의 생산, 자연환경 및 생태계 보전에 목표를 두고 생산자와 소비자가 연계되어 발전하여 왔다. 표준영농기술체계가 정립되어 있지 않아 그 동안 유기질비료를 다량 사용하여 작물을 재배함으로써 토양 중 염류의 과잉집적이 야기되었으며, 이는 토양오염과 질산염 용탈로 인한 지하수 오염을 유발하여 안전농산물 생산과 환경보전이라는 유기농업의 본래 취지에 역행하는 결과를 초래하였다(Shon & Chung, 1997; Sohn & Kim, 1999). 과다한 유기물 시용에 의한 토양 염류집적을 방지하고, 토양 병원균 및 미생물상의 개선을 위해 추비용 유기액비에 관한 연구가 진행되었으며(Kai et al., 1990; Elad and Shtienberg, 1994), 가축분뇨 액비의 작물에 대한 시용효과(Park et al., 2001; Kim et al., 2001) 및 유기자재의 액비화

과정 중 화학성의 변화(Joo et al., 2001)에 대한 연구가 이루어졌다.

재배기간이 긴 고추는 관행재배의 경우 안정적 생육 및 수량 증수를 위하여 작기 당 4회 가량 추비를 사용하고 있으며, 유기농 고추재배의 경우에도 기비로서 녹비작물 또는 유기질비료를 시용하고 생육중기 이후에는 시판되는 다양한 유기자원을 추비로서 사용하고 있는 실정이다. 그러나 추비용으로 시판되는 유기자원은 효과가 불분명하고 농가에서 몇 가지 유기자재를 혼용하여 작물의 생육장해 및 토양환경 악화를 초래하는 경우도 있다. 또한 시판 유기자원은 대체로 고가여서 유기재배농가의 경제적 부담을 가중시키고 있는 현실이다.

본 연구는 활용성이 높고 주변에서 구하기 쉬운 자재를 이용하여 액비화하고, 그 과정 중 양분의 용출양상을 조사하고 고추의 추비로 시용하였을 때 작물 생육 및 수량에 대한 효과를 알아보고자 수행하였다.

접수 : 2008. 4. 8 수리 : 2008. 6. 12

*연락처 : Phone: +82,

E-mail:

재료 및 방법

추비용 유기자원 선발 본 시험의 추비용 유기자원을 선발하기 위하여 18개의 유기자원을 수집하고 무기양분함량을 분석하였다 (Table 1). 비교적 양분함량이 높고 다수의 유기농가에서 사용 중인 쌀겨, 유채박, 피마자박 및 대두박을 유기농 고추 추비용 유기자원 선발을 위한 재료로 하였다. 토양관주 또는 엽면시비를 위한 추비용 유기액비 제조를 위해 물과 혼합하였으며, 유기자원의 분해를 촉진하기 위하여 유산균 (*Lactobacillus bifidus*, 요쿠르트)을 혼합하였다. CN 자동분석기로 측정된 요쿠르트의 질소함량은 약 0.21%였다. 또한 유산균의 탄소원으로서 당밀액이 사용되었는데 당밀액의 질소와 탄소함량은 각각 0.7%와 23%였다. 발효과정 중 미생물의 원활한 활성을 위하여 발효액 내의 당밀액의 탄소함량을 약 2%로 조절하였다. 처리별 조합은 각각의 유기자원 7 g에 당밀액 6 g을 혼합하거나 혼합하지 않은 것에 증류수로 70 ml를 첨가하였으며, 요쿠르트를 첨가할 경우 요쿠르트 7 ml를 첨가한 후 증류수를 첨가하여 70 ml로 맞추었다. 각 조합별 처리의 액비화 조건은 30°C, 24시간 광조건으로 하였고, 발효액은 2, 4 및 7일에 추출하였으며 무기태질소는 여과 후 40배 희석하여 자동분석기(FIA)로 분석하였으며, 총 질소는 CN 자동분석기(Elementar)로 분석하였다. 또한 발효액외의 유기자원 잔유물은 건조 후 CN 자동분석기(Elementar)를 이용하여 총 질소함량을 분석하였다.

고추 생육 및 수량 조사 선발된 유기자원 발효액비의 효과를 검증하기 위하여 강원도 화천군 간동면 용호리의 유기재배 고추농가에서 현장 실증을 실시하였다. 고추묘(독야청청)는 2007년 5월 20일에 90 cm 열 간격으로 정식하였다. 화학비료로서 질소, 인산 및 가리는 토양 검정시비량에 준하여 시비하였으며, 질소와 가리는 각각 3회 및 2회 분시하였다. 선발 유기자원 액비 처리구는 기비로 가축분, 혼합유박, 등겨 및 유향을 시용하였으며, 추비로 유채박(2 kg)과 요쿠르트(2 L) 및 물(198 L)을 혼합하여 7일간 발효시킨 후 고추 정식 후 30일부터 2주 간격으로 8회 엽면시비 또는 토양관주 하였다. 유기농가 관행은 기비로 가축분, 혼합유박, 석회고토, 등겨 및 유향을 시용하였으며, 추비로 NK콤비골드, 엔피코무레타, EM+생선액비 및 EX-TN을 혼합하여 3~4일 간격으로 토양 관주하였다. 선발 유기자원 액비의 추비 시용효과를 알아보기 위하여, 고추 정식 후 150일에 식물체를 채취하여 엽 중 질소함량, 작물생육 및 수량을 조사하였다. 채취한 잎은 80°C에서 48시간 건조시켰다. 총 질

소함량을 분석하기 위하여 건조분말 0.3 g을 CN자동분석기(Elementar)에 넣고 측정하였다. 토양의 이화학적 특성은 토양식물체 표준 분석법에 준하여 분석하였다 (NIAST, 2000). 처리별 수량은 정식 후 150일에 채취하여 홍고추의 생과중을 측정하였다.

통계분석 각 항목에 따른 실험결과는 엑셀 프로그램을 이용하여 평균치와 표준편차를 산출하였고, 평균치간의 유의성은 SAS(ver. 9.0) 프로그램을 사용하여 ANOVA test 후, 최소유의차검정(LSD)으로 검증하였다.

결과 및 고찰

유기자원 양분함량 및 선발유기자원의 액비특성 유기농 고추 재배시 적절한 추비를 선발하기 위하여 수집된 18종의 유기자원에 대하여 다량원소의 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 총 탄소는 부식산을 제외한 모든 유기자원에서 40% 이상 존재하였다. 총 질소함량은 불용성 단백질인 글루텐이 10.9%로 가장 높게 나타났고, 대두박, 유채박, 면실박 및 해바라기박에서 5.5% 이상이었다. 인산함량은 쌀겨 (2.04%)와 유채박 (1.04%)로 높게 나타났으며, 칼륨 (부식산), 칼슘 (유채박, 대두피, 비트 및 부식산) 및 마그네슘 (소맥분, 쌀겨)은 위의 유기자원에서 0.38~1.40%의 함량을 보였다. 본 분석결과를 토대로 하여, 국내 농가에서 주로 이용하는 유기자원은 쌀겨, 유채박, 피마자박 및 대두박이었으며, 이들 유기자원의 총 질소함량을 분석한 결과 (Table 2), Table 1의 결과와 마찬가지로 대두박 > 유채박 > 피마자박 > 쌀겨의 순으로 나타났다.

국내에서 가축분 액비를 이용한 무기영양성분의 공급 및 작물생육에 미치는 영향은 여러 연구에 의해 보고되어 있다(Kang et al., 2004; Lee et al., 2004). 장기성 작물인 고추의 유기농 재배는 기비로 퇴비와 유기질비료를 통해 인산과 가리가 충분히 공급될 수 있지만 (Shon et al., 1996; Jeong et al., 2000; Lee et al., 2006), 작물의 후기 생육 및 수량 확보를 위해서는 적절한 질소원의 공급이 매우 중요하다. 유기자원을 첨가제와 혼합하여 액비로 용출되는 질소 함량을 분석한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 유채박과 요쿠르트를 혼합하여 7일간 발효하였을 때 용출되는 총 질소는 약 3,000 mg L⁻¹이었고, 그 중 약 540 mg L⁻¹가 무기태 질소였다. 첨가제의 조성을 달리한 모든 처리구에서 유채박을 발효액비용 유기자원으로 사용하였을 때 가장 높게 나타났다. 그러나 대부분의 질소가 유기자원내에 그대로 남아있는 것으로 볼 때, 유기자원의 무기태질소를 빠른 시간내에 효과적으로 분해하는 미생물의 선발이 중요하리라 판단된다. Figure 1

Table 1. Macro-nutrients of organic materials used in organic farming system.

Organic material	Total C	Total N	C/N	P	K	Ca	Mg
	----- % -----			----- % -----			
Corn powder	42.8	1.27	33.8	0.26	0.03	0.02	0.09
Soybean meal	44.3	8.07	5.5	0.67	0.22	0.30	0.27
Germ oil meal	47.7	4.04	11.8	0.58	0.02	0.07	0.10
Coconut meal	43.2	3.58	12.1	0.60	0.22	0.12	0.33
Rapeseed meal	42.6	6.35	6.7	1.04	0.11	0.77	0.38
Cotton seed meal	43.9	5.76	7.6	0.54	0.12	0.14	0.33
Sunflower seed meal	44.7	5.62	8.0	0.59	0.12	0.39	0.35
Wheat	42.9	2.17	19.7	0.42	0.05	0.06	0.15
Wheat seed meal	43.9	2.62	16.8	0.52	0.11	0.09	0.38
Soybean seed coat	44.2	2.62	16.9	0.23	0.13	0.46	0.22
Cotton seed coat	44.4	1.15	38.7	0.20	0.09	0.25	0.16
Beet	43.3	1.55	28.0	0.10	0.03	0.58	0.23
Wheat bran	43.7	2.46	17.8	0.78	0.10	0.08	0.29
Rice bran	40.8	2.68	15.2	2.03	0.15	0.12	0.64
Digestin	43.6	1.38	31.6	0.38	0.04	0.08	0.14
Gluten	50.6	10.86	4.7	0.57	0.01	0.02	0.02
Lupin	45.8	4.88	9.4	0.29	0.06	0.20	0.12
Fulvic acid	31.6	3.39	9.3	0.98	1.40	0.51	0.20

Table 2. Total nitrogen content in organic materials selected.

Organic material	Rice bran	Rapeseed meal	Castor bean meal	Soybean meal
T-N (%)	2.6	6.2	4.9	8.5

은 각각의 유기자원과 요쿠르트를 혼합 한 후, 액비화 시간의 경과에 따른 무기태 질소와 총 질소의 용출양상을 분석한 결과이다. 무기태 질소의 경우, 모든 처리구에서 발효 후 2일 이내에 대부분이 용출되는 경향이었으나, 총 질소의 경우 쌀겨를 제외한 박류에서 꾸준히 용출되었다. 유기질 비료의 액비내로 무기태

질소의 용출은 약 8일 경에 최대치에 도달하였으며 (Lee et. al, 2007), 액비화 과정 중 고온조건은 양분의 무기화를 촉진한다고 보고 되어있다 (Kraus et al., 2000). 이러한 결과로 볼 때, 발효 2일 이후에 용출되는 질소원이 미생물로부터 유래한 것인지 또는 유기 자원의 분해로 인해 용출된 것인지에 대한 검토와 온

Table 3. Nitrogen contents of organic materials mixed with an additive at 7 days after fermentation.

Additive	Organic material	Inorganic N	Total N	Total N
		mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	%, residue
Molasses	Rice bran	151de	1,049cd	2.5h
	Rapeseed meal	275bc	2,203b	4.8d
	Castor bean meal	77ef	964d	3.6f
	Soybean meal	59f	768d	8.3a
Yogurt (<i>Lactobacillus bifidus</i>)	Rice bran	197cd	1,018cd	2.9g
	Rapeseed meal	543a	2,982a	5.8c
	Castor bean meal	71ef	1,111cd	4.2e
	Soybean meal	100ef	930d	8.4a
Molasses †Yogurt (<i>Lactobacillus bifidus</i>)	Rice bran	144def	1,329c	2.4h
	Rapeseed meal	335b	3,129a	4.6d
	Castor bean meal	55f	928d	3.7f
	Soybean meal	73ef	990cd	7.2b

† The same letter within the same column means no significant difference at p<0.05 of LSD.

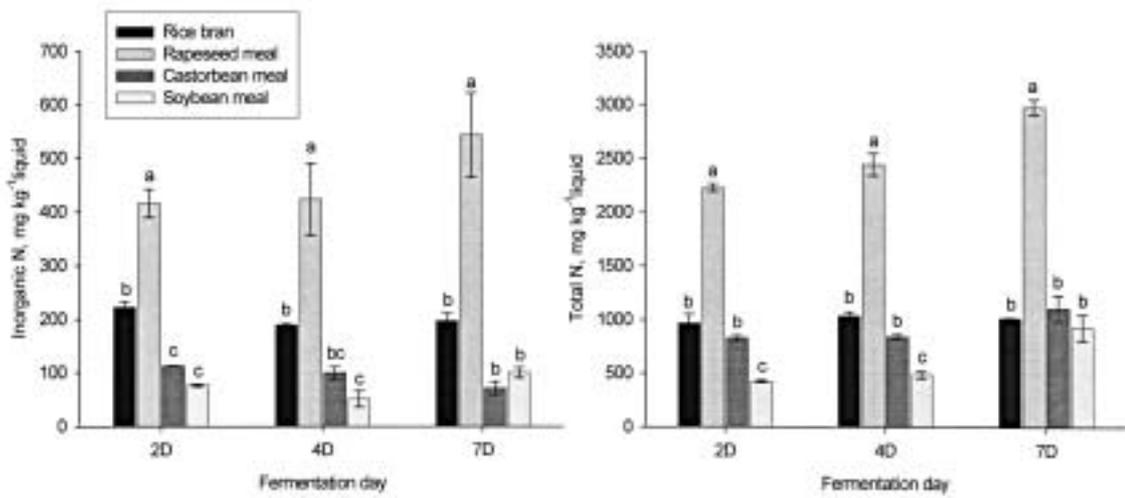


Fig. 1. Temporal changes in inorganic-N and total-N of the fermented solution. Seven gram of each organic material and 7 ml of yogurt (*Lactobacillus bifidus*) were mixed with 63 ml of distilled water, and fermented for 7 days at 25 °C -darkness.

도조건별 유기자원 액비 무기화도를 추가적인 연구가 필요 할 것으로 사료된다.

유기농 고추재배 시 액비사용 효과 선발된 유기 자원 액비(유채박 + 요쿠르트)의 고추 생육 및 수량에 대한 효과를 알아보기 위하여 고추 정식 후 30일부터 2주 간격으로 8회 토양관주 또는 엽면시비 하였다. 본 시험은 강원도 화천에 있는 유기농 고추 시설 재배지에서 수행하였으며, 시험 전 토양의 이화학적 특성은 Table 4에서 보는 바와 같다. 토양 EC는 우리나라 토양의 EC 범위에 비해 높았는데, 이는 높은 가용성 인산 및 양이온 함량 때문인 것으로 추정되었다. 그러나 고추의 생육에는 문제가 없는 농도로 특별한 생육 장애가 없었다. 고추 정식 후 150일에 처리별 고추 엽중 총 질소, 지상부 건물중 및 총 생과중을 분석

한 결과는 Table 5와 같다. 엽 중 총 질소함량은 생육 후기임에도 불구하고 모든 처리에서 높게 나타났으나, 액비의 엽면시비 (4.4%) 처리에서 가장 높았다. 엽 중 총 질소함량과는 달리 지상부의 건물중은 처리 간에 큰 차이를 보였는데, 액비 토양관주 처리가 화학비료와 엽면시비 처리에 비해 약 43% 가량 많았으며, 유기농가 관행에 비해 약 20% 정도 많았다. 처리별 총 생과중은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만, 토양관주와 화학비료 처리에서 높고, 엽면시비와 유기농가 관행에서 낮았다. 지상부 건물중과 수량을 토대로 하여 볼 때, 유기농 고추 시설재배지에서 추비로서 유기자원 액비를 사용하였을 경우 안정적인 생육 및 수량 확보가 가능하였으며, 유기농가에서 사용하는 추비용 자재들의 구입비용도 절감할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 4. Physico-chemical properties of soil before the experiment.

pH	EC	O.M.	T-N	Inorganic N	Av. P ₂ O ₅	Ex. cations			
						K	Ca	Mg	Na
1:5	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	----- cmol ⁺ kg ⁻¹ -----			
6.3	5.9	49.9	2.9	991	928	2.0	9.5	3.6	0.4

Table 5. Total nitrogen of leaf, shoot dry matter and yield by cultivation methods at 150 days after transplanting.

Treatment	Total N	Shoot dry matter	Fruit yield
	%, dw	Mg ha ⁻¹	Mg ha ⁻¹ fw
Chemical fertilizer	4.0b [†]	4.3c	25.3a
Fertigation [†]	4.0b	6.3a	25.5a
Foliar application	4.4a	4.4c	20.3a
Farmer's practice	4.2ab	5.3b	19.9a

[†] Fertigation and foliar application mean applied methods of a fermented liquid manure (a mixture of organic material, yogurt and water).

[‡] The same letter within the same column means no significant difference at p<0.05 of LSD.

적 요

본 연구는 유기농 시설재배지 고추의 후기양분공급을 위한 유기자원을 선발하고 시용효과를 알아보기 위하여 유기자원의 양분특성과 선발유기자원의 액비화 과정 중 질소용출양상 및 작물에 대한 효과를 조사하였다. 주요 유기자원 중 글루텐을 제외한 대두박, 유채박, 면실박 및 해바라기박 등 박류에서 높은 질소함량을 나타냈다. 활용성이 높고 구입이 용이한 유기자원(쌀겨, 유채박, 피마자박, 대두박)을 액비화하기 위하여 당밀액과 요쿠르트(*Lactobacillus bifidus*)를 혼합하여 총 질소함량을 분석한 결과 유채박과 요쿠르트를 혼합·액비화 하였을 때 약 3,000 mg L⁻¹로 나타났다. 선발된 액비의 시용효과를 알아보기로 고추 정식 후 30일부터 토양관주 또는 엽면시비를 하였다. 정식 후 150일에 조사한 엽중 총 질소함량은 엽면시비(4.4%)에서 가장 높았으나, 지상부 건물중과 총 생과중은 토양관주에서 가장 높아 화학비료 또는 유기농가 관행보다 우수하였다.

인 용 문 헌

- Elad, Y., and D. Shtienberg. 1994. Effect of compost water extracts on grey mould(*Botrytis cinerea*). Crop protection. 13:109-114.
- Jeong, S.J., W.B. Chung, H.T. Kim, K.H. Kang, J.S. Lee, and J.S. Oh. 2000. Effect of the soil physicochemical property and plant growth and components of chinese cabbage after application of organic farming materials. J. Kor. Org. Agr. 8(2):97-110.
- Joo, S.J., S.M. Shon, and J.H. Kim. 2001. Development of organic liquid fertilizer for leaf vegetable under greenhouse. J. Kor. Org. Agr. 9(2):83-99.
- Kai, H., T. Ueda, and M. Sakaguchi. 1990. Antimicrobial activity of bark-compost extracts. Soil Biol. Biochem. 22:983-986.
- Kang, B.G., H.J. Kim, G.J. Lee, and S.G. Park. 2004. Determination of the potimum application rate of pig slurry for red pepper cultivation. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 37(6):388-395.
- Kraus, T.H., R.L. Mikkelsen, and S.L. Warren. 2000. Container substrate temperatures affect mineralization of composts. Hostscience. 35:16-18.
- Kim, M.C., D.J. Choi, and S.T. Song. 2001. Effect of swine liquid manure and phosphorus fertilizer application level on dry matter yield and N and P uptake of Italian ryegrass. Anim. Sci. & Technol. 43:973-980.
- Lee, J.T., C.J. Lee, and H.D. Kim. 2004. Utilization of liquid pig manure as a substitute for chemical fertilizer in double cropping system of rice followed by onion. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 37(3):149-155.
- Lee, J.T., I.J. Ha, H.D. Kim, J.S. Moon, W.I. Kim, and W.D. Song. 2006. Effect of liquid pig manure on growth, nutrient uptake of onion, and chemical properties in soil. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24:148-156.
- NIASST. 2000. Methods for chemical analysis of soil and plant. National Institute of Agricultural Science and Technology. RDA. Suwon. Korea.
- Park, B.K., J.S. Lee, N.J. Cho., and K.Y. Jung. 2001. Effect of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 34:153-157.
- Shon, B.K., J.H. Hong, and K.J. Park. 1996. Comparative studies on static windrow and aerated static pile composting of the mixtures of cattle manure and rice hulls. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. 29:403-410.
- Shon, S.M., and K.S. Chung. 1997. Development, issues and prospects of organic agriculture in Korea. Kor. J. Org. Agr. 5(2):71-84.
- Shon, S.M., and Y.H. Kim. 1999. Environmental impact and safe vegetable production of Korean organic farming only applying organic fertilizer to maintain/increase soil fertility. Kor. J. Org. Agr. 8(1):111-129.