

울금의 생육, 수량 및 품질에 미치는 퇴비의 효과

한효심² · 우 서² · 김동관³ · 허복구⁴ · 이경동^{1*}

¹동신대학교, ²순천대학교, ³전남농업기술원, ⁴나주천연염색관
(2010년 6월 16일 접수, 2010년 6월 25일 수리)

Effects of Composts on the Growth, Yield and Effective Components of Turmeric (*Curcuma longa* L.)

Hyo-Shim Han², Seo Woo³, Dong-Kwan Kim³, Buk-Gu Heo⁴ and Kyung Dong Lee^{1*} (Dept. of Oriental Medicine Materials, Dongshin University, Naju 520-714, Korea, ²Dept. of Biology and Dept. of Horticulture, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea, ³Jeonnam ARES, Naju 520-715, Korea, ⁴Naju Foundation of Natural Dyeing culture, Naju 520-931, Korea)

Curcuma longa L. (turmeric) is an important medicinal plant that has been historically used in herbal medicine and in the health food throughout Asia etc. Recently, the demands on rhizome of turmeric are increasing greatly by well-being boom, but there is not enough to meet the demands. To fulfill increasing demands, cultivation system strategies using the organic fertilizers are required to produce a greater amount of rhizome with good quality and yield. A field experiment was conducted to determine the effect of composts, NPK fertilizer(control, F), NPK + swine manure(SM) and NPK + fermentation manure from the wasted oriental medicine materials(OMWM), on rhizome yield and the content of bioactive components for quality. Our results showed that two compost applications can increase both rhizomes(24.1-25.9%) and curcumin(21.7-41.0%) yields, respectively, compared to F control. The content of amino acids increased significantly by SM and OMWM treatments. SM and OMWM application also increased the total phenol yields 7.8 and 8.7 g/10a compared with control 6.3 g/10a, the flavonoid yields 6.3 and 7.3 g/10a compared with control 5.3 g/10a, and also antioxidant activity 21.7 and 41%, respectively, as compared to the control. Especially, OMWM was more effective in total rhizomes yields and bioactivities and in the biosynthesis of curcumin and bioactive components than SM treatments, but the biological pathway was not clear, still. This experiment suggests that curcumin or bioactive components affected by adding SM and OMWM could increase the yields and quality of turmeric.

Key Words: Turmeric, Curcumin, Fermentation manure, Swine manure, Bioactivity, Yield

서 론

울금(*Curcuma longa* L., tumeric)은 생강과(Zingiberaceae)에 속하는 다년생 식물로서 열대나 아열대지역이 주산지이며(Cho et al. 1997), 주로 약용-식용으로 카레, 차류 및 식품첨가물 형태로 가공되어 널리 사용되고 있다. 우리나라에서 재배되고 있는 울금은 대개 일본 오키나와종(Okinawa 도입종)으로 외형은 키가 60~100 cm에 짧은 줄기와 타원

형의 잎사귀를 가진 식물이다. 꽃은 노랗고 꽃자루는 15 cm 정도, 뿌리는 뿌리줄기 형태의 약간 긴 타원형 모양이며 구근 혹은 등근 tumeric이라고 명명된다(Choi, 2003; Scartezzini and Speroni, 2000). 울금의 주성분은 curcumin과 그 유도체들로 강한 항산화작용을 가지고 있으며(Priyadarsini, 1997), 이외에도 demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin, cyclocurcumin, calebin, β -sitosterol 등이 함유되어 있다(Priyadarsini, 1997; Osawa et al., 1995). 생리활성으로는 항산화(Kang et al., 1998), 항암(Ryu et al., 2005), 항염증(Ammon and Wahl, 1991), 항바이러스(Marklund and Marklund, 1974), 혈중지질강하 작용과 소염 작용(Kim et al., 2005), 콜레스테롤의 억제작용(Choi et al., 2003) 등이 보고되어 있다. 최근 일본 도호쿠 약대는 울

*연락처:

Tel: +82-61-330-3061 Fax: +82-61-330-2885
E-mail: leek-d@hanmail.net

금의 curcumin 성분이 간장에서 glutathion S-transferase 수준을 상승시켜 만성간염 치료효과가 있는 것으로 보고하였고(Thapliyal et al., 2002), 미국 캘리포니아 의대는 curcumin 성분이 치매환자의 뇌에서 형성되는 악성 단백질 β -amyloid를 제거함으로써 치매진행을 억제시킨다고 하였다(Baumann et al., 2007). 이런 다양한 생리활성 때문에 한약재로 많이 사용되고 있으며, 최근 웰빙 붐과 더불어 그 수요가 크게 증가하고 있다. 우리나라에서 울금은 초기에 전남 진도와 전북 임실과 부안을 중심으로 재배가 이루어졌으나 최근 전국적으로 확대되고 있는 추세로 농가의 고소득 작목으로 자리를 잡아가고 있는 약용작물이다. 그러나 아직까지 울금 재배를 위한 토양관리기술, 재배법 및 재배생리적인 연구가 거의 없어 소비자의 요구에 맞추기 어렵고, 고품질화를 지향하는데 걸림돌로 작용하고 있다. 뿐만 아니라 대부분의 울금관련 가공식품들은 수입에 의존하는 있어 유해 중금속이나 유해 농약검출 등에 취약하며 많은 문제점을 야기할 우려가 있어 이의 개선차원에서 울금의 고품질 재배기술 개발에 관한 연구가 절실히 요구된다.

따라서 본 연구는 다양한 특성을 가진 퇴비를 이용하여 울금을 재배하고 이들의 생육특성, 수량 및 유효성분의 함량 증대 등 재배생리기술들을 개발하고자 하며, 나아가 울금의 대량재배생산 기술 확보 및 품질 고급화의 가능성을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

포장실험

유기질퇴비의 사용에 따른 울금(*Curcuma longa* L.)의 수량과 품질에 관한 재배생리적 효과를 검증하기 위해 전남 나주시 대호동 동신대학교에 위치한 약초원에서 2007년에 본 실험을 수행하였으며, 포장지의 환경은 남향으로 3°정도 경사를 가진 미사질양토지역으로 pH는 6.0, 유기물은 12 g/kg, 칼슘의 치환성 양이온은 4.5 cmol⁺/kg였다(Table 1). 실험처리구는 화학비료(대조구)를 기준으로 돈분똥밭퇴비(돈분퇴비, SM), 한약부산물발효퇴비(한약부산물퇴비, OMWM) 3 처리로 설계하였으며, 화학비료의 시비량은 질소, 인산, 칼리를 ha당 각 150, 80, 80 kg을 기준으로 설정하였다. 시비방식으로 질소비료는 기비로 70%, 수확 3개월 전에 추비로 30%를 분시하였고, 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였다. 본 실험에 사용된 돈분퇴비는 시중에 유통되고 있는 돈분똥밭비료를 구입하여 시용량 30 ton/ha를 전량기비로 사용하였으며, 그 화학적 특성은 Table 2와 같다. 한약부산물퇴비는 본 연구자에 의해 개발된 시제품으로 몇 단계의 발효과정을 거쳐 만들어진 것으로 시용량은 30 ton/ha를 전량 기비로 사용하였다. 이에 관한 제조과정과 화학적 특성은 한약부산물퇴비 제조부분에서 설명하였다. 본 실험에 사용된 울금은 일본 Okinawa 도입종으로 2006년에 재배된 울금의 모근경 부위에서 때어낸 길이 6 cm, 무게 15-22 g정도 된 근경을 흑색비닐로 멀칭된 이랑에 재식하였으며, 재식밀도는

Table 1. Physical and chemical properties of soil used test before experiments

Parameter	pH (1:5)	OM ^{a)} (g/kg)	T-N (g/kg)	EC ^{b)} (dS/m)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cations ^{c)} (cmol ⁺ /kg)			CEC ^{d)} (cmol ⁺ /kg)
						K	Ca	Mg	
Mean	6.0	12	0.60	0.08	140	0.25	4.5	1.0	10.2
SD ^{e)}	0.2	1.0	0.06	0.001	7.2	0.01	0.2	0.04	1.1

^{a)}OM: Organic matter

^{b)}EC: Electrical conductivity

^{c)}Ex. Cations: Exchangeable cations

^{d)}CEC: Cation exchange capacity

^{e)}SD: Standard deviation

Table 2. Chemical properties of swine manure(SM) and fermentation manure from wasted oriental medicine materials (OMWM) used in experiment

Compost	pH(1:5)	T-C	T-N	P	K	Ca	Mg	Moisture(%)	
									----- (g/kg) -----
Swine manure(SM)	Mean	6.5	424	14.7	21.5	20.4	15.4	4.5	33.9
	SD ^{b)}	0.1	25	1.2	1.9	1.8	2.0	0.4	4.2
OMWM ^{a)}	Mean	6.0	529	13.2	18.9	16.1	17.9	5.5	29.5
	SD	0.1	20	1.6	1.8	1.2	1.8	0.3	2.9

^{a)}OMWM: fermentation manure from wasted oriental medicine materials

^{b)}SD: Standard deviation

이랑폭 1 m, 고랑폭 30 cm의 이랑에 조간 30 cm, 주간 25 cm간격으로 10 a 당 9,200주를 2007년 5월 3일에 심었다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 처리하였다. 수확은 당해 11월 20일에 지상부의 녹색 잎이 어느 정도 황색 잎으로 변했을 때 굴착하였다. 각 처리구의 수집된 근경은 흙 제거, 물로 세척, 물기 제거, 열풍 건조를 하는 순으로 하였다. 울금의 생육 및 수량조사는 농사시험연구조사기준(RDA, 1995)에 준하여 조사하였다.

토양분석

토양분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(RDA, 1988)에 준하여 실시하였으며, 시험전과 후의 토양은 음지에서 건조하여 2 mm체를 통과시켜 분석시료로 사용하였다. pH와 EC는 풍건한 토양과 증류수를 1:5로 하여 30분간 진탕한 현탁액을 측정하였고, 유효인산은 Lancaster법, 유기물함량은 Wakley와 Black법으로 분석하였다. 그리고 치환성 양이온(Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+})은 5 g의 토양시료에 50 ml의 1 M NH_4OAc (pH 7.0)를 가하여 30분간 진탕 여과하여 원자흡광 분석법(Atomic absorption spectrophotometer, Shimadzu 660)으로 측정하였다.

한약부산물퇴비 제조

한약 부산물은 동신대학교순천한방병원에서 2007년 1월 16-27일까지 12일간 환자에게 처방되고 열수 추출되어진 찌꺼기를 수거하여 45°C에서 열풍건조한 후 미세분말을 만들고 멸균시켜 발효를 유도하였다. 사용된 발효균은 기 보유된 KB균, *Bacillus sp.*(5종), *Lactobacillus sp.*(3종), 기타 5종을 한약부산물에 0.01%가 되도록 접종하였다. 대조구로는 경작지 토양 2%를 접종한 후 25°C, 60일간 호기적 상태 하에서 발효시킨 결과, 세균과 방선균 밀도는 각각 대조구에서 5.8×10^5 과 2.5×10^4 , 유용미생물 접종구는 4.1×10^{10} 과 8.4×10^9 으로 크게 증가하였고(data not shown), 시제품에 대한 무기성분분석은 Table 2와 같다.

아미노산함량 분석

아미노산 함량은 Sakano(1981)와 Sulisty et al. (1988)의 방법을 변형하여 0.5 g의 시료를 6 N-HCl을 가하여 100°C에서 24시간 동안 가수분해 시킨 후 감압농축하고, 이 농축액을 sodium citrate buffer(pH 2.2)에 녹여 아미노산 자동분석기(LKB-Biochrom 20, Pharmacia)를 이용하여 분석하였다. 이때 column은 Bio 20 PEEK sodium feedstuff를 사용하였고, buffer는 sodium citrate (pH 3.2-6.5)를 사용하였으며, ninhydrin의 유속은 25 ml/hr로 조정하였다. column 온도는 50~80°C, 반응온도는 131°C로 하였고, 분석시간은 68 min으로 하였다.

조추출물 확보 및 curcumin 함량분석

Curcumin은 Kang(2007)의 방법을 변형하여 시료 10 g을 에탄올에 48시간 동안 실온에 방치시킨 다음 여과지(Watman No. 2)로 여과하고 여액을 40°C에서 감압농축하여 HPLC(LaChrom L-2000, Hitachi)로 정량분석을 하였다. 사용된 컬럼은 Zorbax Eclipse C18(\varnothing 6 mm \times 150 cm \times 5 μ m, Agilent, USA), 용매는 75% MeOH, 이동속도는 0.8 ml/min, 검출기는 UV 424 nm, 시료주입량은 15 μ L이었다. Sigma사의 curcumin을 표준품으로 사용하였다.

총 페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화활성 측정

총 페놀함량 및 총 플라보노이드 함량과 항산화활성을 측정하기 위하여 각 처리별 시료는 95°C 수욕상에서 5시간동안 환류냉각한 후 감압농축하여 수분이 제거된 조추출물을 사용하였다. 총 페놀함량은 Folin-Denis법(Folin and Denis, 1912)에 따라 각 추출물 1 ml에 Folin-Ciocalteu 및 10% Na_2CO_3 용액을 각 1 ml씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치시킨 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질은 caffeic acid(Sigma Co, USA)를 사용하였다. 총 플라보노이드는 Moreno et al.(2000)의 방법과 동일하게 실험하였고, 표준물질은 quercetin(Sigma Co., USA)를 사용하였다. DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능 측정은 Blois(1958)의 방법을 변형하여 조추출물의 환원력을 측정하였다. 메탄올에 시료를 여러 농도로 희석시킨 용액과 DPPH용액을 넣어 실온에서 30분간 방치한 다음 517 nm에서 측정하였다. DPPH 소거율(%)은 $100 - [(시료를 첨가한 반응군의 흡광도 / 시료를 첨가하지 않는 대조군의 흡광도) \times 100]$ 으로부터 식을 계산하였고, positive control로는 기존 항산화제인 BHT를 사용하여 비교하였다.

통계처리

모든 데이터는 통계 프로그램인 CoStat software (Co-Hort Software, Monterey, USA)를 사용하여 변이들을 분석하였으며, 모든 처리는 3반복으로 하였다. 각 처리 및 시료군에 대한 유의차 검정은 분산분석을 실시한 후 $p < 0.05$ 수준에서 최소유의차 검정(least significant difference (LSD))을 실시하였다.

결과 및 고찰

생육특성 및 수량

유기물퇴비의 처리가 울금의 생육과 근경의 건물수량에 미치는 영향을 조사한 결과, 초장, 잎의 개수·길이, 뿌리의 지름·길이·개수의 차이는 인정되지 않았으나, 잎의 넓이와 색(SPAD reading)은 화학비료 처리구(대조구)보다는 퇴비

Table 3. Growth characteristics of the turmeric as affected by different organic manure

Treatment	Plant height (cm)	No. leaf (no./plant)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Root length (cm)	Root diameter (cm)	No. bulb (no./plant)	Leaf color (SPAD reading)
Fertilizer(F)	102	7.3	14.0b	42.5	6.3	22	7.6	34.1b
F+SM ^{b)}	109	7.6	14.8a	45.3	6.9	23	8.3	36.3a
F+OMWM ^{c)}	106	8.0	14.8a	44.9	6.7	22	8.0	37.3a
LSD _{0.05} ^{a)}	6.7	0.94	0.62	2.8	0.72	1.5	0.94	2.1

^{a)}LSD_{0.05}=least significant difference at probability level of 5%.

^{b)}SM: Swine manure

^{c)}OMWM: fermentation manure from wasted oriental medicine materials.

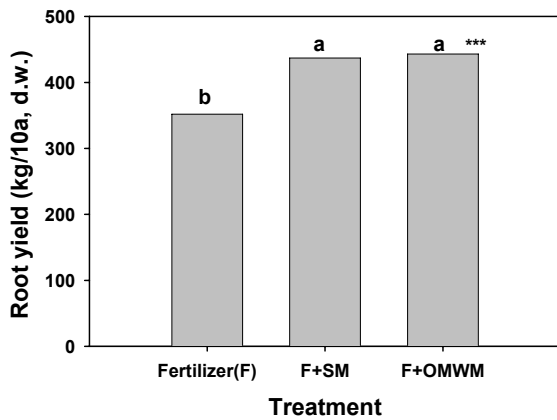


Fig. 1. Rhizomes yields of the turmeric as affected by different organic manure.

SM: Swine manure; OMWM: fermentation manure from wasted oriental medicine materials.

***denote significance at 0.1% levels.

처리구인 돈분퇴비와 한약부산물퇴비 처리구에서 유의성이 인정(p<0.05)되었다(Table 3). 식용과 약용으로 주로 사용되는 근경의 건물수량은 돈분퇴비와 한약부산물퇴비 처리구에서 각 437과 443 kg/10a로 대조구 352 kg/10a보다 각 24.1, 25.9%가 증수(p<0.001)되었다(Fig. 1). 본 실험에서 사용된 한약부산물퇴비는 시중에 판매되는 돈분퇴비와 비교할 때 생육특성이나 근경 수량의 차이가 없는 것으로 조사되었다. 약용식물을 재배할 때 일반적으로 무기질비료보다는 유기질 퇴비를 많이 쓰는데 인삼재배지의 경우, 지력을 높여 주고 땅심을 길러 줌으로써 수량이 많아진다는 보고들이 있고(Lee et al., 2005; Lee and Yang, 2006; Lee et al., 1996), 산국재배(Lee et al., 2005; Lee and Yang, 2006), 더덕재배(Lee et al., 1996), 참당귀재배(Lee et al., 1993), 메밀재배에서(Noworolink, 1995)도 유기질 퇴비사용이 수량증대는 물론 유효성분의 함량을 증가시켰다고 하여 그 중요성이 커지고 있다. 이러한 결과를 종합해 보면, 유기질 퇴비의 처리가 울금의 수량과 품질을 높이기 위한 중요한 수단으로 작용하고 있음을 알 수 있었다.

아미노산 함량

울금 근경의 구상아미노산 함량을 조사한 결과는 Table 4에서 나타내었다. 근경에서 가장 높은 함량을 보인 아미노산은 leucine<glutamic acid<aspatic acid 순이었으며, 퇴비 처리구 중 돈분퇴비 처리구에서 glutamic acid가 42%가 증가했으나, 한약부산물퇴비 처리구에서는 phenylalanine, glycine, methionine, proline, tyrosine 등이 대조구보다 약 2.0-2.5배 가까운 증가폭을 보였다. 이런 아미노산의 증가는 한약부산물퇴비의 특정 유용성분이 울금 재배시 생육을 자극하거나, 병의 방제 및 곤충의 공격에 대비하는 등 다양한 활성 및 용도를 가지고 있을 것으로 판단되었다. 그 예로 phenylalanine, tyrosine 등과 같은 아미노산의 증가는 식물이 방향족 화합물이나 알칼로이드 등과 같은 생리활성물질을 다량 만들어 낼 수 있는 능력을 가진다는 보고와 비슷하다(Cordell, 2010). 돈분퇴비와 한약부산물퇴비 처리구에서 처리별 총 아미노산 함량은 대조구보다 19.19와 21.72 mg/kg(fresh weight)으로 각각 7.1과 21.3%로 크게 증가(p<0.01)한 것으로 조사되었다. 이는 퇴비내 질소의 농도와도 관련이 있는데 Björkman et al.(1991)은 질소의 시비량이 증가할수록 아미노산함량이 증가한다는 보고와 같은 경향을 보였다.

Curcumin 함량분석

울금 근경에 다량 함유되어 있는 curcumin의 함량(g/kg, dry weight)은 Table 5에 나타낸 바와 같이 대조구와 돈분퇴비 처리구에서는 그 차이가 인정되지 않았으나 한약부산물퇴비에서는 대조구 대비 11.6%가 증가(p<0.05)하였다. 이런 curcumin의 함량 증가는 콜레스테롤 감소, 발암물질 억제, 간 보호 기능, 항산화, 항염증 등의 생리활성 등(Prriyadarsini, 1997; Osawa et al., 1995; Kang et al., 1998; Ryu et al., 2005; Ammon and Wahl, 1991; Marklund and Marklund, 1974; Kim et al., 2005; Choi et al., 2003)이 탁월하다는 것을 나타내는 것으로 울금의 품질 고급화와 직결되어 있다는 것을 의미한다. 이와 유사한 결과로 국화화 중 쑥갓이나 산국의 생리활성물질인 cumam-

Table 4. Total amino acid contents of the turmeric as affected by different organic manure (Unit: mg/kg, fresh weight)

Treatment	Fertilizer(F)	F+SM ^{b)}	F+OMWM ^{c)}	LSD _{0.05} ^{a)}
Alanine	0.84	0.95	0.93	0.10
Arginine	0.91	0.99	0.95	0.08
Aspartic acid	4.18	4.23	4.62	0.22
Cystine	0.01	0.01	0.02	0.01
Glutamic acid	2.16	3.07	2.35	0.14
Glycine	0.79	1.09	1.66	0.08
Histidine	0.43	0.54	0.43	0.03
Isoleucine	0.88	0.74	0.79	0.05
Leucine	2.00	1.57	1.89	0.11
Lysine	0.72	0.75	0.86	0.11
Methionine	0.16	0.21	0.33	0.02
Phenylalanine	0.51	0.90	1.04	0.06
Proline	0.65	0.75	1.60	0.10
Serine	1.16	1.02	1.13	0.07
Threonine	0.73	0.76	0.77	0.03
Tyrosine	0.41	0.57	0.90	0.03
Valine	1.38	1.44	1.45	0.07
Total	16.54b	18.15b	20.27a	1.7

^{a)}LSD_{0.05}=least significant difference at probability level of 5%.

^{b)}SM: Swine manure

^{c)}OMWM: fermentation manure from wasted oriental medicine materials.

brin A는 terpene계 mevalonate pathway의 과정을 거쳐서 생합성되는 물질로서 칼슘이나 퇴비 처리시 sesquiterpene cyclase에 영향을 주어 cumambrin A의 함량을 증가시킨 것으로 보고되어 있다(Lee et al., 2005; Lee and Yang, 2006). 또한 curcumin의 단위당 생산 수량(kg/10a, dry weight)을 보면, 돈분퇴비 및 한약부산물퇴비 처리구는 대조구보다 각 21.7, 41.0%가 증수되었고, 퇴비 처리간의 차이는 한약부산물퇴비가 돈분퇴비보다 15.9% 증수($p < 0.001$)된 것으로 조사되었다. 이는 한약부산물퇴비가 돈분퇴비보다 다양한 생리활성 작용으로 인하여 유용물질의 합성을 증가시켰다는 것을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 이에 관한 연구는 계속 진행될 예정이다. 따라서 한약부산물퇴비와 돈분퇴비의 처리는 울금의 유효성분인 curcumin과 같은 생리활성물질들을 어느 정도 인위적으로 변화시킬 수 있는 가능성이 있다는 것을 알 수 있었다.

총 페놀 및 플라보노이드의 함량

시료중의 총 페놀화합물 및 플라보노이드 수량을 측정된 결과는 Fig. 2과 같다. 총 페놀화합물의 함량은 대조구보다 퇴비 처리구에서 높아지는 경향을 보였는데 페놀화합물의 수량은 돈분퇴비와 한약부산물퇴비 처리구에서 7.8과 8.7 g/10a로 대조구 6.3 g/10 a보다 차이가 있었으며, 특히 퇴

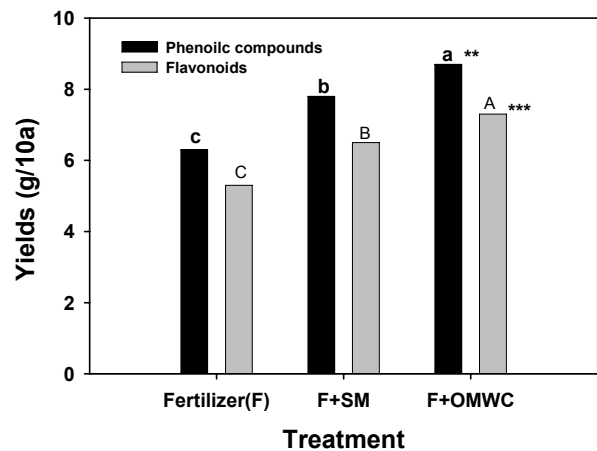


Fig. 2. Yields of total phenolic compounds and flavonoids of the turmeric extracts as affected by different organic manure.

SM: Swine manure; OMWM: fermentation manure from wasted oriental medicine materials. ** and *** denote significance at 1 and 0.1% levels, respectively.

비 처리구에도 한약부산물퇴비가 11.5%정도 크게 증가하였다. 이는 한약부산물퇴비에 함유되어 있는 다양한 활성 성분에 기인한 것으로 판단된다. 실제로 울금에는 다량의

Table 5. Yields and contents of curcumin of the turmeric extracts as affected by different organic manure

Treatment	Content of curcumin (g/kg, dry weight)	Yield of curcumin (kg/10a, dry weight)
Fertilizer(F)	6.0b	2.12c
F+SM ^{b)}	5.9b	2.58b
F+OMWM ^{c)}	6.7a	2.99a
LSD _{0.05} ^{a)}	0.46	0.29

^{a)}LSD_{0.05}=least significant difference at probability level of 1-0.1%, respectively.

^{b)}SM: Swine manure

^{c)}OMWM: fermentation manure from wasted oriental medicine materials.

Table 6. DPPH radical scavenging activities(%) of the turmeric extracts as affected by different organic manure

Treatment	Sample concentration(ug/ml)			
	10	100	500	1,000
	----- DPPH radical scavenging activities(%) -----			
Fertilizer(F)	5.3b	34.9b	83.2b	93.9
F+SM ^{b)}	4.4b	32.7c	81.0c	94.2
F+OMWM ^{c)}	7.4a	42.0a	91.7a	94.8
LSD _{0.05} ^{a)}	1.49	1.34	1.949	1.66
Positive control				
BHT	45.7	90.7	94.4	95.2

^{a)}LSD_{0.05}=least significant difference at probability level of 1-0.1%, respectively.

^{b)}SM: Swine manure

^{c)}OMWM: fermentation manure from wasted oriental medicine materials.

페놀물질이 들어있는데 주요 페놀물질은 kampferol과 hesperidine 등이 있으며(Lim et al., 2004), 이들 페놀화합물은 식물의 이차대사산물의 주요물질로서 hydroxy group을 가지며 공명 안정화된 구조로써 전자를 수용하는 기작으로 항산화 반응에 직접적으로 기여한다(Kang et al., 1995). 총 플라보노이드 수량은 페놀화합물의 수량과 비슷한 패턴을 보여주고 있으며 대조구보다 퇴비 처리구에서 높아지는 경향을 보였다. 페놀화합물의 수량은 돈분퇴비와 한약부산물퇴비 처리구에서 6.3과 7.3 g/10a로 대조구 5.3 g/10 a보다 차이가 있었으며, 특히 퇴비 처리간에도 한약부산물퇴비 처리구가 12.3%정도 크게 증가하였다. 이와 같이 Kim et al.(2004)은 20여종의 약용식물의 열수추출물의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정된 결과, 대부분의 식물에서 폴리페놀이 플라보노이드보다 함량이 높았으며, 폴리페놀의 함량이 플라보노이드 함량보다 월등히 높은 시료에서 항산화 활성이 높은 것으로 보아 플라보노이드 외의 다른 폴리페놀 화합물들이 식물에서의 항산화 활성에 기여하는 것으로 보고한 내용과 유사하였다.

항산화 활성

유기질 퇴비의 종류에 따라 재배된 울금을 DPPH에 대한 전자공여능을 통한 소거효과로 항산화 효과를 비교분석한 결

과는 Table 6과 같다. 실험 결과 10 ug/ml 농도에서 대조구와 돈분퇴비 처리구는 각각 5.3과 4.4%로 차이가 인정되지 않았으나 한약부산물퇴비 처리구에서는 7.4%로 차이(p<0.05)가 있었다. 100 및 500 ug/ml 농도에서 돈분퇴비 처리구는 대조구에 비하여 6.3(p<0.01)과 2.6%(p<0.01) 감소하였으나 한약부산물퇴비 처리구에서는 20.3과 10.2%로 크게 증가하였다. 이는 한약부산물퇴비가 울금의 생리에 중요한 작용을 할 수 있는 유효물질이 관여한 것으로 추측되어진다. 또한 1,000 ug/ml 농도에서 유의성이 인정되지 않았으나 93-94%정도의 항산화활성이 나타났는데 이는 Ju et al.(2006)이 열수 추출한 울금 1,000 ug/ml농도에서 항산화 활성이 약 66%로 나타났다는 보고와 차이가 있었지만, An et al.(2006)은 1,000 ug/ml 농도에서 항산화 활성이 89%의 저해율을 보였다는 보고와 유사하였다.

토양특성

수확 후 토양의 이화학성은 Table 7에서 보는 바와 같이 무기성분의 유효도에 영향을 미치는 토양의 pH는 5.9-6.0으로 시험 전과 차이가 없었으며, 치환성 양이온 역시 시험 전에 비하여 시험 후에도 크게 증가하지 않았다. 대조구보다는 돈분퇴비 및 한약부산물퇴비를 사용한 처리구에서는 유기물 함량이 대조구에 비하여 32.6과 30.5%가 증가하였는데 이는

Table 7. Physical and chemical properties of soil after harvesting.

Parameter	pH (1:5)	OM ^{a)} (g/kg)	T-N (g/kg)	EC ^{b)} (dS/m)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cations ^{c)} (cmol ⁺ /kg)		
						K	Ca	Mg
Fertilizer(F)	5.9	14.1	0.57	0.06	135	0.20	4.3	1.0
F+SM ^{e)}	6.0	18.7	0.62	0.09	198	0.22	5.2	1.1
F+OMWM ^{f)}	5.9	18.4	0.61	0.08	188	0.21	4.4	1.1
LSD _{0.05} ^{d)}	0.15	1.2	0.07	0.02	13.1	0.05	0.66	0.11

^{a)}OM: Organic matter

^{b)}EC: Electrical conductivity

^{c)}Ex. Cations: Exchangeable cations

^{d)}LSD_{0.05}=least significant difference at probability level of 5%

^{e)}SM: Swine manure

^{f)}OMWM: fermentation manure from wasted oriental medicine materials.

토양 중의 미생물의 밀도가 증가하고 식물뿌리의 유체 또한 증가하여 biomass가 상대적으로 증대되었기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 인산의 시비량 역시 퇴비 처리구에서 증가하는 경향을 보였는데, 대조구는 135 mg/kg 정도였으나 돈분퇴비 및 한약부산물퇴비 처리구는 198과 188 mg/kg로 많은 양의 인산이 토양에 집적되었음을 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 동신대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- Ammon, H.P.T., Wahl, M.A., 1991. Pharmacology of *Curcuma longa*, *Planta Medica* 57, 1-7.
- An, B.J., Lee, J.Y., Park, T.S., Pyeon, J.R., Bae, H.J., Song, M.A., Baek, E.J. Park, J.M., Son, J.H., Lee, H.E., Choi, K.I., 2006. Antionxidant activity and whitening effect of extraction conditions in *Curcuma longa* L., *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 14, 168-172.
- Baumann, K., Narlawar, R., Schubene, R., Schmidt, B., 2007. Curcumin derivatives inhibit of modulate beta-amyloid precursor protein metabolism, *Neurodegenerative diseases* 4, 88-93.
- Björkman, C., Larsson, S., Gref, R., 1991. Effects of nitrogen fertilization on pine needle chemistry and sawfly performance, *Oecologia* 86, 202-209.
- Blois, M.S., 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical, *Nature* 26, 1199-1200.
- Cho, S.S., Song, H.S., Kim, B.H., 1997. Transactions: the dye ability properties of some yellow natural dyes (part 2) - extracted from turmeric, *J. Korean Soc. Clothing & Textiles* 21, 1051-1059.
- Choi, S.K., 2003. Effect of shade-method on agronomic characteristics of *Curcuma aromatica* Salisbury in Southern island of Korea, *Korean J. Plant Res.* 16, 207-211.
- Choi, S.W., Yang, J.S., Lee, H.S., Kim, D.S., Bai, D.H., Yu, J.H., 2003. Characterization of squalene synthase inhibitor isolated from *Curcuma longa*, *Korean J. Food Sci. Technol.* 35, 297-301.
- Cordell, G.A., 2010. Important groups of alkaloids derived biosynthetically from phenylalanine and tyrosine, *Introductory J. Article*, v. 68 Academic Press.
- Folin, O., Denis, W., 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents, *J. Biol. Chem.* 12, 239-243.
- Ju, J.C., Shin, J.H., Lee, S.J., Cho, H.S., Sung, N.J., 2006. Antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35, 7-14.
- Kang, Y.H., Oark, Y.K., Oh, S.R., Moon, K.D., 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts, *Korean J. Food Technol.* 27, 978-984.
- Kang, S.W., Kim, J.H., Park, E.J., Yoon, K.R., 1998. Antioxidative property of turmeric(*Curcuma longa*) ethanol extract, *Korean J. Food Sci. Technol.* 30, 266-271.
- Kang, S.K., 2007. Changes in organic acid, mineral, color, curcumin and bitter substance of *Curcuma longa* L. and *Curcuma atomatica* Salib according to picking time, *Korean J. Food Preservo.* 14, 633-638.
- Kim, E.Y., Baik, I.H., Kim, J.H., Kim, S.R., Rhyu, M.R., 2004. Screening of the antioxidant activity

- of some medicinal plants, *Korean J. Food Technol.* 36, 333-338.
- Kim, S.R., Ha, T.Y., Song, H.N., Kim, Y.S., Park, Y.K., 2005. Comparison of nutritional composition and antioxidative activity for *Kabocha squash* and pumpkin, *Korea J. Food Sci. Technol.* 37, 171-177.
- Lee, S.T., Yu, H.S., Park, C.G., Yeon, K.B., 1993. Effect of Crown diameter and nitrogen topdressing on growth and yield of *Angelica gigas* NAKAI, *Korean J. Med. Crop Sci.* 1, 97-103.
- Lee, S.P., Kim, S.K., Nam, M.S., Choi, B.S., Lee, S.C., 1996. Effects of shading and organic matter applications of growth and aromatic constituents of *Codonopsis lanceolata*, *Korean J. Crop Sci.* 41, 496-504.
- Lee, K.D., Yang, M.S., Supanjani, Smith, D.L., 2005. Fertilizer effects on the yield and terpene components from the flowerheads of *Chrysanthemum boreale* M. (Compositae), *Agron. Sustain. Dev.* 25, 205-211.
- Lee, K.D., Yang, M.S., 2006. Soil amendment effects on the yield and terpene contents of the flowerhead of *Chrysanthemum boreale* M, *Agrochimica* 50, 62-71.
- Lim, J.D., Yu, C.Y., Kim, M.J., Yun, S.J., Lee, S.J., Kim, N.Y., Chung, I.M., 2004. Comparisons of SOD activity and phenolic compound contents in various Korean medical plants, *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 12, 191-202.
- Marklund, S., Marklund, G., 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase, *Eur. J. Biochem.* 47, 469-474.
- Moreno, M.I.N., Isla, M.I.N., Sampietro, A.R., Vattuone, M.A., 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several Argentina, *J. Ethnopharmacology* 71, 109-114.
- Noworolink, K., 1995. Nitrogen fertilization efficiency of buckwheat grow at various soil conditions, *Current Advances in buckwheat Research* 1, 601-604.
- Osawa, T., Sugiyama, Y., Inayoshi, M., Kawakishi, S., 1995. Antioxidative activity of tetrahydrocurcuminoids, *Biosci. Biotech. Biochem.* 59, 1609-1612.
- Prriyadarsini, K.I., 1997. Free radical reactions of curcumin in membrane models, *Free Radical Biology & Medicine* 23, 838-843.
- RDA(Rural Development Administration), 1988. Methods of soil chemical analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- RDA(Rural Development Administration, Korea), 1995. Standard investigation methods for agricultural experiment, pp. 601, RDA, Suwon, Korea.
- Ryu, S.R., Han, K.J., Jang, H.D., 2005. Separation and purification of effectiveness components from UIGeum (*Curcuma longa*) and the test study of anticancer effects that use its, *Applied Chemistry* 9, 69-72.
- Sakano, K., 1981. Regulation of aspartatekinase isoenzyme levels in cultured cells of *Vinca rosea*, *Plant Cell Physiol.* 14, 1343-1353.
- Scartezzini, P., Speroni, E., 2000. Review on some of indian traditional medicine with antioxidant activity, *J. Ethnopharmacology* 71, 23-43.
- Sulistyo, J., Naotoshi, T., Kazumi, F., Kiuchi, K., 1988. Production of natto starter, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 35, 280-281.
- Thapliyal, R., Deshpande, S.S., Maru, G.B., 2002. Mechanisms of turmeric-mediated protective effects against benzopyrene-derived DNA adducts, *Cancer Letters* 175, 79-88.