

## 강황 유기재배에서 시비수준이 생육 및 수량과 토양화학적성에 미치는 영향

양승구\* · 신길호 · 박신영 · 김현지 · 서윤원 · 조경숙 · 김희권 · 김현우

전라남도농업기술원 친환경농업연구소

### Effects of Fertilizer Application Levels on the Soil Chemical Property, Growth and Yield of Organically Turmeric Cultivation in Upland and Paddy Soil

Yang Seung-Koo\*, Gil-Ho Shin, Shin-Yong Park, Hyun-Jee Kim,  
Youn-Won Seo, Kyong-Suk Cho, Hee-Kwon Kim and Hyun-Woo Kim

*Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Environmentally-Friendly  
Agricultural Research Institute, Naju 520-715, Korea*

*\*Corresponding author: sky3878@korea.kr*

#### ABSTRACT

This study was carried out to examine the influences of fertilizer application levels on growth and yield of organically grown turmeric.

Their average plant height was 129~148 cm, leaf numbers were 7.0~7.7 per plant, stem number per hill was 3.1~5.1, stem diameter was 31~41 mm, and leaf color(SPAD value) was 41~49. They showed peak growth rate in early to mid August.

On upland soil with high salt accumulation, skipping basal fertilization and using standard amount of additional fertilizer showed no significant difference on turmeric growth. But it showed tendency to increase at standard top dressing fertilizer application 1X and standard fertilizer application 2X. There were no notable difference on the yield of turmeric caused by the amount of additional 2fertilizer. T - N content, content of organic matter and content of available phosphate of the soil decreased after the test, regardless of conditions. however, the soil's pH (1:5), exchangeable Ca and Mg, and cation exchange content (CEC) increased.

On paddy soil, growth rate of turmeric did not depend much on the amount of fertilizer, but it increased at verification application fertilizer 2X to 2.5X compared to verification application fertilizer 1.0X. however, The yield showed notable increase at verification application fertilizer 2.0X compared to verification application fertilizer 1.0X. Ratio of fresh weight to dry matter showed tendency to increase as the amount of fertilizer increased. After the test, the soil's T - N and content of organic matter did not changed significantly. The soil's pH(1:5), exchangeable Ca and Mg, and CEC decreased, but EC and available phosphate

increased compared to the soil before the test. Curcumin content increased at verification application fertilizer 1.0X to 1.5X compared to verification application fertilizer 2.0X or no fertilizer at all.

**Additional key words:** turmeric, organic culture, fertilizer level, curcumin

## 서 론

강황은(*Curcuma longa* L.) 생강과(*Zingiberaceae*)에 속하는 다년생 초본식물로 인도가 원산지이며 대만, 인도네시아, 일본 등에서 일부 재배되고 있다(Ahn, 2000, Kim et al, 2013).

강황에 대하여 대한약전(KP VIII, 식품의약품안전청, 2002)에는 울금의 기원식물을 강황(薑黃; *Curcuma longa* L.)의 덩이뿌리로 규정하고 있으며, 중국약전(국가약정위원회, 2000)에는 유금 온유금(*Curcuma wenyujin* Y. H. Chen et C Ling), 강황(薑黃; *Curcuma longa* L.), 광서아출(廣西莪朮; *Curcuma kwangsiensis* S. G. Lee et C. F. Liang) 혹은 봉아출(蓬莪朮; *Curcuma phaeocaulis* Val.)을 포함한다(Choi, 2004)라고 기록하고 있다.

강황은 열대지방이 원산지로 재배를 위한 기후 조건으로는 따뜻하고 습윤하며 일조량이 풍부하고 통풍이 잘 되는 곳이 적합하며, 토양은 배수가 잘 되고 유기질이 풍부한 사질양토에서 잘 자란다(Kim, 2007).

강황에 대한 기능성 성분과 의약적 효능에 대한 연구는 비교적 많은 편으로 강황의 주요성분은 curcuminoids 15%, 노란색 색소 1~3%, 정유성분 1~5%, 녹말은 30~40%, 약간의 지방이 함유되어 있다(Kang, 2007). 노란색 색소는 curcumin이 주성분이며 tumerone은 울금의 특이한 냄새를 갖게 하는 정유성분으로  $\alpha$ -,  $\gamma$ -tumerone으로 쉽게 바뀌진다(Jung et al., 2004; Kim et al., 2005).

강황의 효능은 담즙 분비 촉진, 이뇨, 해열 작용이 있으며 간장염, 황달, 급성간염의 치료제로 사용될 뿐만 아니라 스트레스로 인한 흥통, 월경불순, 생리통 등에 사용된다(Kim et al., 2005). 이와 같은 강황의 약리효과가 알려지면서 소비 증가에 따라서 재배 면적도 증가되고 있다.

우리나라에서는 전남 진도를 중심으로 남부지방에서 주산지를 이루고 있으나 등록된 품종이 없는 강황은 도입품종들이 재배되고 있고 강황의 수량과 품질은 토양의 조직에 따라서 영향을 크게 받으며(Li et al., 1999b), 파종 시기, 재식밀도, 칼륨과 질소의 공급이 중요한 역할을 하기 때문에(Li et al., 1999a). 강황의 재배체계를 확립하기 위하여 재배토성이나 시비량에 대한 연구가 필요한 실정이다(Cho et al., 2008).

국내 강황 재배 연구에 대하여 살펴보면, 강황의 근경이 비대와 잡초를 방제를 위한 흑색 PE 멀칭재배 효과(Cho, 2004) 시험과 Kim 등(2013)의 강황 파종기 구명 시험 그리고 Moon 등(2006)은 물리·화학적 처리가 지상부 생육억제로 강황의 근경 수량 및 Curcumin 함량에 미치는 연구가 수행되었다.

그러나 강황 유기재배에 대한 연구는 전무한 실정으로 강황 유기재배 기술이 확립되어 있지 않고 대부분 1,000~5,000m<sup>2</sup> 수준의 소규모 농가에서 재배되는 관계로 연작과 과다 시비로 인하여 염류가 집적되고 있다. 따라서 본시험에서는 유기재배의 표준 매뉴얼 작성을 위하여 유기재배에 가장 기초가 되는 토양 양분관리가 강황의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 발 토양

시험 장소는 전남 곡성군 삼기면 경악리 유기인증 밭 토양에서 유기재배 농법에 준하여 시험을 수행하였다.

연작에 의한 염류 집적 밭토양에서 유기재배의 시비 방법을 구명하고자 생강재배에 적합한 토양

을 기준으로 유기물 함량을 포함한 대부분의 무기 성분이 1.5~6.4배 정도 높은 토양에서 시험을 수행하였다(Table 1).

시험처리는 기비를 생략하고 두둑에 검정색 비닐을 멀칭 하였으며, 재식거리는 150cm에 50cm 간격으로 2열(ha당 33,333주) 재배하였다. 롱가 품종의 강황(*Curcuma longa* L.) 종구를 2014년 4월 18일 파종하여 시험을 추진하였다.

웃거름은 파종 후 90일인 7월 15일에 실시하였으며, 웃거름 양은 생강표준 시비의(이하 모든 시비 기준을 생강에 준함) 추비 권장량인 질소 - 인산 - 칼리를 ha당 138 - 0 - 82 kg을 표준 시비량, 표준 시비 1.5 배량, 표준 시비 2 배량과 무처리를 난괴법 3 반복으로 배치하여 시험을 수행하였다. 웃거름에 사용된 자재는 유기목록에 공시된 제품을 이용하였다.

생육은 파종 후 40일, 50일, 60일에 출현율을 조사하고 90일, 110일, 130일, 150일에 생육 및 수량과 토양에 무기성분을 조사하였다. 생육 및 수량은 농촌진흥청 조사기준에 의거 조사하였다.

생육 및 수량을 조사하였으며, 시험 후 토양에 무기성분과 강황 괴경에 Curcumin 함량을 분석하였다.

curcumin 추출은 동결건조한 강황 분말 2.5 g을 메탄올 50 ml를 첨가하여 Soxhlet Water Bath에서

70℃에서 2시간 환류냉각한 추출액을 8,000 rpm으로 10분 원심분리하고, membrane filter(0.45  $\mu$ m)로 여과한 후 HPLC(Agilent 1200 Series)이용하여 정량 분석하였다. HPLC(Agilent 1200 Series) 분석조건은 컬럼 Zorbax eclipse XDB- C18, 5  $\mu$ m, 4.6  $\times$  150 mm 이동상용매 45% ACN(99.9%) + 55% H<sub>2</sub>O(99.9%), 이동속도 1.0 mL/min, 검출기 UV 424 nm, 시료주입량 10  $\mu$ l, 컬럼온도 30  $^{\circ}$ C, sigma사 curcumin 표준품 사용하였다.

## 2. 논 토양

논 토양의 시험 장소는 전남 곡성군 삼기면 경악리 유기 인증 토양에서 시험을 수행하였다.

시험 전 토양의 무기성분은(Table 2) 유효인산과 K 성분이 낮은 것을 제외하면 생강재배에 적당한 토양조건의 논토양에서 검정 시비량을 기준으로 노동력 절감과 시비 효율은 높이기 위하여 웃거름을 생략하고 전량기비로 투입하여 시험을 수행하였다.

시험구 배치는 검정시비량(질소-인산-칼리를 ha당 173-35-103 kg), 검정시비 2 배량, 검정시비 2.5 배량, 검정시비 3.0배량을 난괴법 3반복으로 배치하여 시험을 수행하였다. 시비는 유기목록에 공시된 자재를 사용하였다.

**Table 1.** soil chemical property before experiment in upland soil.

T-N (%)	pH (1:5)	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exch. cation(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	EC (ds m <sup>-1</sup> )
				K	Ca	Mg		
0.32	6.13	70.7	1,600	1.67	10.08	4.16	17.88	1.80
Suitable level*	6.0-6.5	20-30	250-350	0.5-0.6	5.0-6.0	1.5-2.0	10-15	2 >

\*Criteria for fertilizer prescription of crops. 2010. RDA. Sanrocksa. Suwon.

**Table 2.** soil chemical property before experiment in paddy soil.

T-N (%)	pH (1:5)	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exch. cation(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	EC (ds m <sup>-1</sup> )
				K	Ca	Mg		
0.13	6.58	27	39	0.24	7.74	2.19	14.13	0.31

강황(*Curcuma longa* L.) 종구를 이용하였고, 두둑은 검정색 비닐 멀칭을 하였으며, 재식거리는 180 × 30 cm에 2열 재배(ha당 3,704주)로 2015년 4월 27일 파종하여 시험을 수행하였다.

기타 관리는 2014년 밭 토양 시험에 준하여 관리하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 염류집적 밭 토양

#### 가. 생육 및 수량

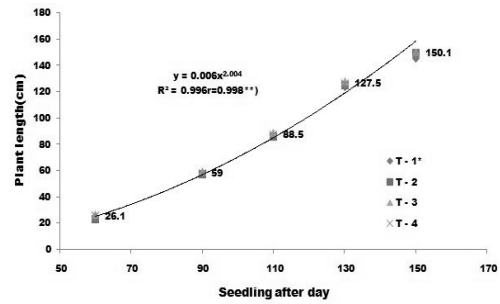
강황은 4월 18일 파종한 후 40일경에 출현이 시작되어 파종 50일 후인 6월 5일경에 45.5%가 출현하였으며 100% 출현에는 정식 후 60일 정도가 소요되었다(data not shown).

강황의 생육을 살펴보면 초장은 평균 148cm 수준이었으며, 시비량에 따라서 유의적인 차이는 없었으나, 검정시비량과 검정시비 2 배량에서 증가되는 경향이였다(Fig. 1-A).

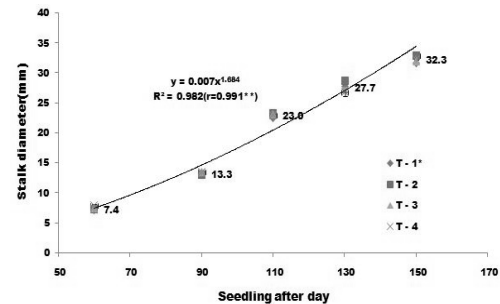
강황 출현 시기 인 6월 중순에 24.6 cm인 초장이 7월 중순까지는 10일 동안에 11.1 cm 정도 증가되었으며, 8월 상순에는 10일 동안에 14.4 cm가 증가되었고, 8월 하순에는 10일 동안에 19.2 cm로 초장이 최대 증가량을 보였으며, 9월 중순에는 10일 동안에 11.5 cm로 초장 증가폭이 감소되었다.

한편 Choi(2004)는 진도지방에서 4월 30일에 강황을 정식한 결과 5월 30일에 80% 출현하였다며 전남 남부의 도서지역에서 고온성 작물인 강황의 파종기는 4월 하순이라고 하였는데, 곡성지역에서 추진한 본 시험은 진도지역 보다 12일 정도 정식이 빨랐으나 출현은 1주 정도 지연되었다. 이는 전남 서남부 해안으로 비교적 따뜻한 지역으로 분류되는 진도지역과 전남에서 동부 내륙으로 비교적 서늘한 지역으로 분류되는 곡성지역의 기상 차이로 생각되었다.

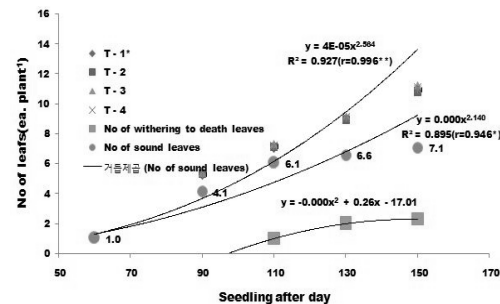
강황의 엽은 파종 60일에 출현하여 150일 후인 9월 중순까지 11엽 정도가 출현하였으며, 정상 엽수는 7.1엽 수준을 유지하였고 2엽 정도는 고사하였다. 강황 엽의 출현은 7월 중순까지는 10일 동안에 1.4엽 정도 증가되었으나, 8월 상순 이후에



A



B



C

Fig. 1. Changes of plant length (A), stem diameter (B) and No of leafs (C) after planting of turmeric on additional fertilizer application levels in upland soil.

는 10일 동안에 1엽 수준으로 출현 속도가 지연되었다.

그리고 강황의 엽은 심부의 중앙에서 말려 있는 상태로 출현하여 엽이 완전 전개되기까지는 10일 정도가 소요되었다.

줄기의 직경은 출현시인 6월 중순경에 7.4 mm가 7월 중순에는 13.3 mm로 증가되어 10일 동안

에 1.9 mm 정도 증가되었으며, 8월 상순에는 10 일 동안에 4.8 mm로 최대 증가를 보였고 8월 하순에는 10일 동안에 2.5 mm, 9월 중순은 2.2 mm 수준으로 줄기 직경의 증가량이 감소되었다.

강황의 엽색도(SPAD)는 37.8~39.2로 시비수준에 따른 유의적인 차이는 인정되지 않았다(data not show).

한편 Choi(2004)는 강황의 기초적인 생육특성을 조사한 결과 노지 상태의 무피복에서 강황의 초장은 97 cm, 엽장은 38.5 cm, 엽폭은 15.8 cm이며 투명과 흑백 PE필름 피복처리는 130 cm로 증가되었다고 하여, 흑백 PE필름을 피복하여 수행한 본 시험의 평균 초장 148 cm와 같은 수준이었다.

강황의 수량성을 살펴보면(Table 3) 강황의 수량과 품질은 토양의 조직에 따라서 크게 영향을 받는데(Li et al., 1999b) 염류가 집적된 밭 토양에서 생산된 강황의 괴경 길이는 12.3~12.9 cm, 괴경 폭은 24.4~26.9 cm 수준이었으며, 주당 괴경의 중량은 1,020~1,123 g 수준이었다. 그리고 ha당 강황의 수량은 표준시비 1.5 배량에서 33,400 kg 수준이었고 표준시비 2배량에서는 36,400 kg으로 증수되었으나, 무기 염류가 집적된 밭 토양에서 웃거름량에 따른 유의적인 수량 차이는 인정되지

않았다.

#### 나. 토양 화학성

시험 전 토양에 유기물 함량을 포함한 대부분의 무기성분이 1.5~6.4 배 정도 높은 토양(Table 1)에서 기비를 생략하고 웃거름을 투입하여 시험을 수행한 결과 시험 후 토양의 화학성은 시험 전에 비하여 T - N와 유기물 함량 및 유효인산 성분은 처리에 관계없이 감소되었다(Table 4). 그러나 pH(1 : 5)와 치환성 Ca과 Mg, 양이온치환용량 CEC는 증가되었다.

한편 Yang 등(2014)은 생강 수확 후 토양의 화학성이 시험 전 토양에 비하여 pH는 처리구별로 약간 감소하였다고 하며, 토양 pH 감소 원인으로 토양 중 식물의 뿌리나 미생물의 호흡으로 생성되는 CO<sub>2</sub>, 식물 뿌리가 방출하는 유기산, 그리고 식물의 Ca, Mg, K 등의 양이온을 흡수하기 때문이라고 하였다(Van Breemen et al., 1983). 따라서 본 시험에서는 양이온인 치환성 K과 Ca, Mg 및 양이온치환용량 CEC가 증가된 원인으로 토양 pH가 증가된 것으로 생각되었다. 따라서 염류농도가 지나치게 높은 토양에서 작물을 재배할 경우 기비를 생략하고 최소량의 웃거름을 투입하는 방법도 검토가 필요 할 것으로 판단되었다.

**Table 3.** yield characteristics of turmeric on additional fertilizer application levels in upland soil(2014. Nov. 3).

Treatment	Tuber length(cm)	Tuber width(cm)	Tuber weight(g plant <sup>-1</sup> )	Yield (kg ha <sup>-1</sup> )	Yield index
T - 1*	12.6	24.4	1,069.40	34,650	100
T - 2	12.7	26.9	1,061.70	34,399	99
T - 3	12.7	26.9	1,031.00	33,403	96
T - 4	12.3	26	1,123.30	36,396	105

\* T 1 : No - treatment

T 2 : Standard top dressing fertilizer application 1.0X

T 3 : Standard top dressing fertilizer application 1.5X

T 4 : Standard top dressing fertilizer application 2.0X

**Table 4.** soil chemical property after experiment in upland soil.

Treatment	T-N (%)	pH (1:5)	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exch. cation(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	EC (ds m <sup>-1</sup> )
					K	Ca	Mg		
T - 1*	0.27	6.34	62	1,470	2.29	11.13	4.94	21.00	3.02
T - 2	0.26	6.45	54	1,299	1.30	10.43	4.03	18.62	0.98
T - 3	0.27	6.38	57	1,362	1.73	10.96	4.45	19.77	1.65
T - 4	0.25	5.45	52	1,365	1.97	10.13	4.19	18.93	2.36
Suitable level*		6.0-6.5	20-30	250-350	0.5-0.6	5.0-6.0	1.5-2.0	10-15	2 >

#### 다. 커큐민 성분 변화

시비량이 커큐민 함량에 미치는 영향을 살펴보면(Fig. 2) 무비 조건에서는 5,900 ppm에서 검정 시비 1.0 배와 1.5 배량의 웃거름을 투입한 처리에서 커큐민 함량 8,668 ppm과 9,100 ppm으로 증가되었으나, 검정 시비 2.0 배량에서는 5,928 ppm으로 감소되었다( $p > 0.05$ ). 그리고 커큐민 유도체인 BDMC의 함량은 검정시비 웃거름 1.0 배량과 1.5 배량에서 384~388 ppm으로 무처리와 검정시비 웃거름 2.0 배량에서 272 ppm과 284 ppm에 비하여 높았다( $p > 0.05$ ). DMC의 함량도 검정시비 웃거름 1.0 배량과 1.5 배량은 1,380 ppm과 1,424 ppm으로 무처리와 검정시비 웃거름 2.0 배량 처리의 972 ppm과 928 ppm에 비하여 커큐민 함량이 증가되었다( $p > 0.05$ ).

본 시험에서 토양에 염류농도가 높아 기비를 생략하고 표준시비량의 권장 웃거름만을 투입하여

재배한 결과 유의적인 수량의 차이는 없었으나 웃거름 양이 증가된 2 배량에서 curcumin 함량이 감소된 것은 시비량이 증가되면 curcuminoids 함량과 essential oil은 감소된다는 Li and Zhang (1999)의 보고와 같은 경향으로 생각되었다.

## 2. 논 토양

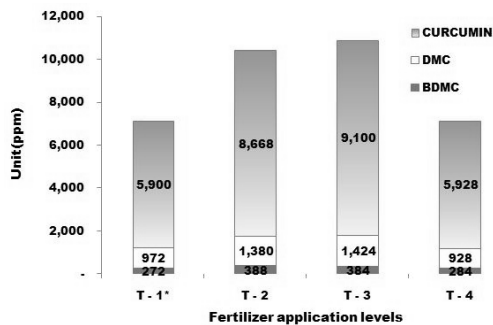
### 가. 생육 및 수량

논토양에서 강황의 생육은 시비 수준에 따라서 처리 간에 유의적인 차이는 없었으나 검정시비 2 배량을 투입한 처리에서 초장은 135cm, 정상 엽수는 7.7 개, 줄기 수는 5.1 개 수준으로 증가되었다(Table 5-6). 그리고 검정시비 2.5 배량에서 엽색도는 49, 줄기 직경은 41 mm로 증가되었으며, 전체적으로 검정시비 1.0 배량에 비하여 검정시비량 2.0~3.0 배 수준에서 생육량은 증가되는 경향이 있었다.

염류농도가 낮은 논토양의 초장의 길이는 135 cm로 염류농도가 높은 밭토양에 148 cm에 비하여 감소되는 경향을 보였다. 그러나 엽색도(SPAD)는 49로 염류농도가 낮은 논토양에서 염류농도가 높은 밭토양에 37.8~39.2에 비하여 높은 경향을 보였다.

강황 피경의 수는 주당 1.1~1.3개 수준으로 10~30% 정도의 피경이 분리되는 경향을 보였다.

유기재배에서 강황의 수량 특성을 살펴보면(Table 7과 Fig. 3) 피경의 길이는 11.7~13.8 cm, 피경 폭은 20.0~23.0 cm 수준이었다. 시비 수준



**Fig. 2.** content of curcumin on fertilizer application levels in paddy soil.

에 따른 강황의 괴경 중량은 지상부 생육이 양호한  
검정시비 2~3배량에서 주당 885~947 g으로 검  
정시비량 654 g에 비하여 현저하게 증가되었다  
( $P < 0.05$ , Table 7).

따라서 시비 수준에 따른 강황의 수량은 검정시비  
2~3 배량에서 ha당 32,772~35,070 kg이 생산  
되어 검정시비 1.배량 24,236 kg 생산에 비하여  
현저하게 증수되었다( $p > 0.05$ ).

**Table 5.** growth of turmeric on fertilizer application levels in paddy soil(July 15<sup>th</sup>).

Treatment	Plant length(cm)	Stalk diameter(mm)	No. of leaves (ea. plant <sup>-1</sup> )
T 1 : verification application fertilizer 1.0X	41.2	12.1	2.8
T 2 : verification application fertilizer 2.0X	43.4	13.0	2.7
T 3 : verification application fertilizer 2.5X	41.6	12.4	2.8
T 4 : verification application fertilizer 3.0X	45.2	13.1	3.0

\* T 1 : verification application fertilizer 1.0X

T 2 : verification application fertilizer 2.0X

T 3 : verification application fertilizer 2.5X

T 4 : verification application fertilizer 3.0X

**Table 6.** growth of turmeric on fertilizer application levels in paddy soil(Oct. 28<sup>th</sup>).

Treatment	Plant length(cm)	No. of leaves (ea. stalk <sup>-1</sup> )	Stalk diameter(mm)	No. of stalk (ea. plant <sup>-1</sup> )	leaf color (SPAD)
T - 1*	128.5	7.7	38	3.9	41
T - 2	135.2	7.7	39	3.9	45
T - 3	131.0	7.5	41	4.1	49
T - 4	132.7	7.7	39	3.8	47

**Table 7.** yield characteristics of turmeric on fertilizer application levels in paddy soil (2014. Nov. 3.)

Treatment	No. of stalk (ea. plant <sup>-1</sup> )	Tuber length (cm)	Tuber width (cm)	Tuber weight (g plant <sup>-1</sup> )		Yield (kg ha <sup>-1</sup> )		
				Fresh	ratio(%)	Fresh w.	Dry w.	Yield index
T - 1*	1.3	11.7	20.0	654 ± 34 <sup>a</sup>	18.1	24,236 ± 1,267	4,385	100
T - 2	1.1	13.0	21.7	885 ± 32	18.4	32,772 ± 1,162	6,030	138
T - 3	1.3	12.0	20.2	947 ± 64	18.5	35,070 ± 2,360	6,488	149
T - 4	1.1	13.9	23.0	923 ± 43	18.7	34,165 ± 1,600	6,389	146

Significance<sup>b</sup>

\*

\*

<sup>a</sup> Mean ±standard deviation

<sup>b</sup> Significant effects were obtained using analysis of variance: NS not significant; \* significant at  $P < 0.05$ ; \*\* significant at  $P < 0.01$ ; \*\*\* significant at  $P < 0.001$

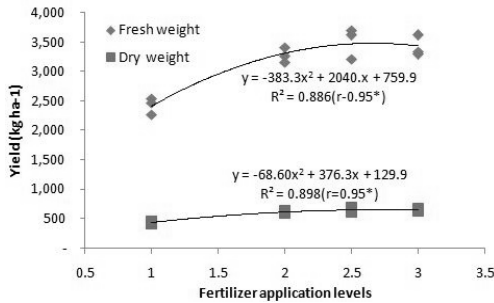


Fig. 3. yield of turmeric on fertilizer application levels in paddy soil.

한편 Shin 등(2001) 강황과 같이 지하부 비대경의 생산을 목적으로 하는 토란을 이용하여 검은색 PE 필름 피복재배 시험을 추진한 결과 지상부 생육량이 많아지면 지하부 근권의 비대가 감소된다고 하였다. 그러나 본 시험에서는 초장과 줄기 직경 및 줄기 수가 적은 검정시비 1.0 배량에 비하여 검정시비 2.0 배량에 생육이 양호하고 지하부 비대경의 수량이 증수되어 적절한 양분 관리로 지상부의 생육이 양호하게 유지된 원인으로 생각되었다.

그리고 Yang 등(2014)은 연작지의 점토함량이 낮은 토양에서 생강은 주당 722~786 g이 생산되고 점토함량이 높은 토양에서는 402~648 g이 생산되었다고 하였는데, 본 시험에서는 강황의 괴경의 중량은 토양에 조건에 따라서 염류농도가 낮은 토양은 주당 654~947 g이 생산되고, 높은 토양은 주당 1,031~1,123 g이 생산되어 강황이 생강에 비하여 주당 생산량이 많은 것으로 판단되었다.

강황의 건물 중량은 검정시비에서는 생체중의 18.1% 수준이었으나, 검정시비의 2배량은 18.4%, 3배량은 18.7%로 시비량이 증가되면 생체중에 대한 건물비율은 증가되는 경향을 보였다( $p > 0.05$ ).

한편 Choi(2004)에 따르면 강황의 근경은 피복 재료에 따라서 무처리의 주당 780 g이 투명과 흑백 PE 필름 피복은 980 g으로 증가되었다며 이는 토양 멀칭이 건조기의 수분 보존과 저온기의 지온이 상승되기 때문에 생장을 촉진시킨 것으로 판단된다고 하였다.

흑백 PE 필름을 피복하여 수행한 본 시험에서도 시비량에 따라서 웃거름의 표준시비는 주당 654 g

에서 2.5 배량은 947 g으로 증가되어 강황은 시비량과 수분에 요구도가 큰 작물로 생각되었다.

그리고 염류농도가 높은 밭토양에서 기비를 생략하고 웃거름만으로 재배된 강황의 수량이(Table. 3) 염류농도가 낮은 논토양에서 검정시비 처방에 의하여 재배된 강황에(Table. 7와 Fig. 2) 비하여 수량성이 낮은 원인은 여러 가지 원인이 있을 수 있으나 강황의 시비 요구량이 높은 원인으로 추정되었다.

그리고 강황의 수량과 품질은 토양의 조직에 따라서 크게 영향을 받기 때문에(Li et al., 1999b), 강황은 시비량의 증가에 따라서 지하경 수량이 증가되지만(Li와 Zhang, 1999), 검정시비의 3.0 배량에서는 시비량이 지나치 많아서 수량이 감소된 것으로 판단되었다.

#### 나. 토양 무기성분

시험 후 토양 화학성의 변화를 살펴보면(Table 2와 8) T - N와 유기물 함량과 치환성 K 성분은 시험 전 토양과 유의적인 차이가 없었다.

시험 후 토양 pH(1 : 5)와 치환성 Ca과 Mg 그리고 양이온치환용량 CEC는 시험 전 토양에 비하여 감소되었으나, 유효인산과 염류농도 EC는 증가되었다.

그러나 시험 전·후의 토양 무기성분의 변화는 시비량의 증감과 유의적인 관련성이 인정되지 않았다. 이와 같이 1회 시비와 6~7개월 정도의 짧은 재배 기간에 토양 무기성분의 변화 폭이 적은 원인으로 Yang 등(2011)은 토양의 완충능력이 크기 때문에 고추 무경운 재배 시험에서 1회 녹비작물 투입과 시비량의 증감은 단기간에 토양의 화학성을 크게 변화 시키지 않았다는 기존의 결과와 같은 원인으로 추정되었다.

#### 다. 커큐민 성분 변화

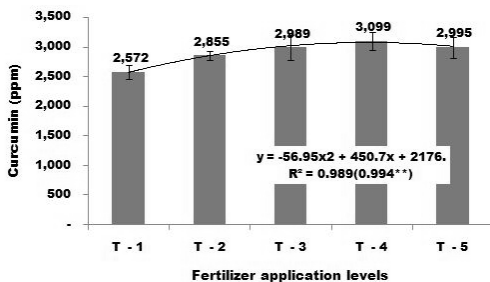
논토양에서 커큐민 함량은 검정시비 2.5배량 시비 처리에서 3,099 ppm으로 함량이 증가되었으나 무투입 2,572 ppm으로 감소되었다( $p > 0.05$ ).

강황은 시비량의 증가에 따라서 지하경 수량이 증가되면 curcuminoids 함량과 essential oil은 감소되기 때문에(Li and Zhang, 1999) 염류농도가



**Table 8.** soil chemical property after experiment in paddy soil.

Treatment		T-N (%)	pH (1:5)	OM (g kg <sup>-1</sup> )	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	Exch. cation(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	EC (ds m <sup>-1</sup> )
						K	Ca	Mg		
No tre	표토	0.11	6.28	23	54	0.30	7.03	2.08	11.83	0.48
	심토	0.12	6.27	23	42	0.32	6.74	2.17	11.64	0.56
T - 1	표토	0.11	6.27	21	60	0.33	6.96	2.07	11.56	0.91
	심토	0.12	6.40	24	81	0.32	7.23	1.95	11.71	0.58
T - 2	표토	0.13	6.38	25	85	0.29	6.92	1.94	11.35	0.51
	심토	0.12	6.26	24	70	0.27	6.05	1.75	10.50	0.64
T - 3	표토	0.13	6.12	25	40	0.29	6.37	2.00	11.74	0.32
	심토	0.11	6.21	24	38	0.34	6.37	2.12	11.91	0.47
T - 4	표토	0.12	6.37	23	55	0.31	6.90	2.03	11.66	0.57
	심토	0.11	6.17	22	54	0.37	6.64	2.06	11.70	0.94
Suitable level*			6.0-6.5	20-30	250-350	0.5-0.6	5.0-6.0	1.5-2.0	10-15	2이하



**Fig. 4.** content of curcumin on fertilizer application levels in upland soil.

높은 밭토양에서 웃거름량을 표준시비와 표준시비 1.5배의 량 투입한 처리에서 커큐민 함량이 많았던 결과(Fig. 2)와 유사한 경향으로 강황의 시비 요구도가 높은 원인으로 생각되었다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ010231)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## 적 요

토양의 염류농도와 시비량이 강황 유기재배의 생육 및 수량과 커큐민 함량에 미치는 영향을 구명하고자 수행한 결과는 다음과 같다.

### 1. 밭 토양

시험 전 토양에 유기물 함량을 포함한 대부분의 무기성분이 1.5~6.4배 정도 높은 토양에서 기비를 생략하고 웃거름을 투입하여 시험을 수행한 결과 강황의 초장은 평균 148 cm 수준이었으며, 웃거름량 따른 생육에 유의적인 차이는 없었다. 염류가 집적된 밭 토양에서 재배된 강황의 괴경 길이는 12.3~12.9 cm, 괴경 폭은 24.4~26.9 cm 수준이었으며, 주당 괴경의 중량은 1,020~1,123 g 수준이었다. 그리고 ha당 강황의 수량은 웃거름을 기준으로 표준시비 1.5 배량에서 33,400 kg 수준이었고 표준시비 2 배량에서는 36,400 kg으로 증수되었으나, 유의적인 수량 차이는 인정되지 않았다.

염류농도가 높은 토양에서 기비를 생략하고 웃거름을 투입하여 시험을 수행한 결과 시험 후 토양의 화학성은 시험 전에 비하여 T - N과 유기물

함량 및 유효인산 성분은 처리에 관계없이 감소되었다. 그러나 pH(1 : 5)와 치환성 Ca 과 Mg, 양이온치환용량 CEC는 증가되었다.

무비 조건에서 커큐민 함량은 5,900 ppm 수준이었으나 검정시비 1.0배와 1.5배량의 웃거름을 투입한 처리에서 커큐민 함량 8,668 ppm과 9,100 ppm으로 증가되었으나, 검정 시비 2.0 배량에서는 5,928 ppm으로 감소되었다.

## 2. 논 토양

논토양에서 강황의 생육은 시비 수준에 따라서 처리 간에 유의적인 차이는 없었으나 검정시비 2 배량 투입한 처리에서 초장은 135 cm, 정상 엽수는 7.7개, 줄기 수는 5.1개 수준으로 증가되었으며, 전체적인 생육량은 증가되는 경향이였다. 염류농도가 높은 밭토양에 비하여 염류농도가 낮은 논토양의 생육량은 감소되는 경향을 보였다. 강황 괴경의 수는 주당 1.1~1.3개 수준으로 10~30% 정도의 괴경이 분리되는 경향을 보였다. 강황의 괴경 길이는 11.7~13.8 cm, 괴경 폭은 20.0~23.0 cm 수준이었다. 검정시비 2 배량에서 괴경의 중량이 주당 800 g이 생산되어 검정시비량 537 g에 비하여 현저하게 증가되었다. 시비 수준에 따른 강황의 수량은 검정시비 2 배량에서 ha당 29,620 kg이 생산되어 검정시비 1.배량 19,870 kg 생산에 비하여 현저하게 증수되었다. 강황의 생체중에 대한 건물율은 시비량이 많아짐에 따라서 증가되었다.

시험 후 토양 화학성의 변화를 살펴보면 T - N와 유기물 함량과 치환성 K 성분은 시험 전 토양과 유의적인 차이가 없었다. 시험 후 토양 pH(1 : 5)와 치환성 Ca과 Mg 그리고 양이온치환용량 CEC는 시험 전 토양에 비하여 감소되었으나, 유효인산과 염류농도 EC는 증가되었다.

논토양에서 커큐민 함량은 검정시비 2.5배량 시비 처리에서 3,099 ppm으로 많았으나 무투입 2,572 ppm을 제외하면 유의적인 차이가 없었다.

## 참고문헌

1. An, D. G. 2000. Book of enciclopedia ilustrada Korea medical herbs. Gyohaksa. Seoul. p.568-569.
2. Choi, S. K. 2004. Growth characteristics of cucuma longa L. in southern part of korea. Korea J. Medicinal. Crop Sci. 12: 85-88.
3. Choi, H. Y. 2009. Antimicrobial activity of Ulgeum (*Curcuma longa* L.) extract and its microbiological and sensory characteristic effects in processed foods. Korean J. Food Cook. Sci. 25: 350-356.
4. Cho, S. K. K. B. Shim, K. H. Park, T. S. Kim, and D. Y. Suh. 2005. Establishment of optimum planting density for introduced species in ginger (vs Chinese). Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23 (SUPPL. I) May 2005.
5. Jung, S. H., K. S. Chang and K. H. Ko. 2004. Physiological effects of curcumin extracted by supercritical fluid from turmeric (*Curcuma longa* L.). Korean J. Food Sci. Technol. 36: 317-320.
6. Kang, S. K. 2007. Changes in organic acid, mineral, color, curcumin and btter substance of *Curcuma Longa* L. and *Curcuma aromatica* Salib according to picking time. Korean J. Food Preserv. 14: 633-638.
7. Kim, H. J. 2007. Effect of mulching materials on agronomic Characteristics of *Curcuma longa* Linne in southern area. Department of Oriental Medicine Resources, Ph.D. Thesis, Sunchon Nat'l Univ. pp.10-25.
8. Kim, K. S., M. G. Choung and S.H. Park. 2005. Quantitative determination and dtability of curcuminoid pigments from turmeric (*Curcuma Longa* L.) root. Korean J. Crop Sci. 50: 211-215.
9. Kim, J. K., Y. S. Shin. 1992. Medicinal plant culture science. Namsandang. p.191.
10. Kim, Y. S., S. K. Choi, K. W. Yun, Y. N. Seo, and K.S. Seo. 2013. Studies on the production and optimal drying condition of *curcuma longa* L. Korean J. Plant Res. 26(4): 450-456.
11. Korea Food & Drug Administration announced.

2002. Korean Pharmacopoeia. reedition 8<sup>th</sup>.
12. Li L. H. Song, Y. Zhang, and S. Fu. 1999a. A study on fresh rhizome simulation model and its application to comprehensive agronomic measures for good quality and high yield of *Curcuma longa* L. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. 24(11): 654-657.
  13. Li L. and Y. Zhang. 1999. Effects of cultivating measures on rhizome yield and some main active constituents of *Curcuma longa* L. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. 24(9): 531-533.
  14. Li L. Y. Zhang, and H. Song. 1999b. A study on soil suitability for growth of rhizome of *Curcuma longa* L. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. 24(12): 718-721.
  15. Moon, J. S. D. C. Choi, Y. G. Jang, Y. K. Hong, and K. H. Choi. 2006. Rhizome yield curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.) by suppression method for aerial part. *Korea J. Medicinal. Crop Sci*. 14(1s): 484-485.
  16. Palasa, K., B. Scsikaran, T.P. Krishna and K. Krishnaswamy. 1992. Effect of tumeric on urinary mutagens in smokers. *Mutagenesis*. 7: 107-109.
  17. Singh, G., I. P. S. Kapoor, P. Singh, C. S. Heluani and M. P. Lampasona. 2010. Comparative study of chemical composition and antioxidant activity of fresh and dry rhizome of tumeric (*Curcuma longa* Linne). *Food Chem. Toxicol*. 48: 1026-1031.
  18. Van Breemen, N., J. Mulder, and C. T. Driscoll. 1983. Acidification and alkalinization of soils. *Plant Soil*. 75: 283-308.
  19. Yang, H. S., D. J. Kim, B. K. Ahn, and J. H. Lee. 2014. Impacts of green manure crop and charcoal applications on ginger growth and soil properties. *KOREAN J. ORGANIC AGRI*. 22(3): 503-519.
  20. Yang, S. K., Y. W. Seo, Y. S. Kim, S. K. Lim, K. H. Choi, J. H. Lee, and W. J. Jung. 2011. Changes of pepper yield and chemical properties of soil in the application of different green manure crops and no-tillage organic cultivation. *Korean J. Org. Agric*. 17(3): 381-389.