

강황 종근 처리에 따른 생육특성 및 성분함량 차이

김관수[†]

목포대학교 한약자원학과

Changes in Growth Characteristics and Curcuminoid Contents of Turmeric Cultivated Using Mother and Finger Seed Rhizomes of Different Sizes

Kwan Su Kim[†]

Department of Medicinal Plant Resources, Mokpo National University, Muan 58554, Korea.

ABSTRACT

Background: This study was conducted to investigate the growth characteristics, root yield and curcuminoid content of turmeric (*Curcuma longa* L.), cultivated using mother seed rhizomes (MR) and finger seed rhizome (FR) of different sizes. MR are attached to the stem, and FR are connected to the MR, and are used as a general seed rhizome.

Methods and Results: Seed rhizomes of different types and sizes were used: large, medium and small for FR, and large, half-sized, and small for MR. These were assigned to the experimental groups and cultivated under greenhouse conditions. The growth characteristics, root yield, and curcuminoid content did not show clear difference between MR and FR, but suggest that the larger seed rhizomes (above 30 g) could have higher root yields. On average, harvested mother rhizomes (HMR) contained more curcuminoid than harvested finger rhizomes (HFR), while the yield of HFR was higher than that of HMR. The higher weight of harvested roots correlated significantly with elevated curcuminoid content.

Conclusions: The two seed rhizomes, MR and FR, did not differ in root yield and curcuminoid contents, but larger seed rhizomes may produce better root yields. This suggest that the optimum seed rhizome is larger FR, to produce higher yields and quality in turmeric root production.

Key Words: *Curcuma longa* L., Turmeric, Seed Rhizome, Curcuminoid

서 언

강황 (*Curcuma longa* L.)은 생강과 (Zingiberaceae)에 속하며 인도나 동남아시아지역이 원산지인 다년생 식물이다. 근경을 황색염료나 카레 (curry) 등 향신료 식품으로 이용하거나, 한방에서 혈액순환을 촉진하고 어혈 (瘀血)을 제거하는 활혈 거어약 (活血祛瘀藥)으로 사용되기도 한다 (Chae *et al.*, 2007).

한약재 강황 (薑黃)은 기원식물인 강황의 뿌리줄기 (根莖)를 속이 익을 때까지 삶거나 찌서 말린 것이며, 울금 (鬱金)은 온 울금 (*Curcuma wenyujin* Y. H. Chen et C. Ling.), 광서아

출 (*C. kwangsiensis* S. G. Lee et C. F. Liang), 봉아출 (*C. phaeocaulis* Val.)과 더불어 강황 (*C. longa* Linné)의 덩이뿌리 (塊根)를 그대로 또는 주피를 제거하고 찌서 말린 것으로 규정하고 있다 (MFDS, 2014). 또한 강황의 대한민국약전 성분규격은 제10개정 (2012)부터 curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin의 합이 3.2% 이상으로 규정되었는데, 중국이나 일본 등 외국 약전의 규정보다 높은 함량기준을 설정하고 있다 (Li *et al.*, 2011).

국내에 강황속 (*Curcuma*) 식물은 자생하지 않으며 인도, 일본 등지에서 도입하여 남부지역 농가를 중심으로 보통 강황 (*C. longa* L.)을 재배하고 있다 (Choi, 2004).

[†]Corresponding author: (Phone) +82-61-450-2661 (E-mail) kskim@mokpo.ac.kr

Received 2018 August 20 / 1st Revised 2018 September 8 / 2nd Revised 2018 October 4 / 3rd Revised 2018 October 11 / Accepted 2018 October 18
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

강황에 함유된 주요 성분은 curcumin과 그 유도체인 demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin 등 curcuminoid 색소성분과 turmerone, ar-turmerone, zingiberene 등 휘발성 정유성분이다 (Tang and Eisenbrand, 1992; Péret-Almeida *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2011; Hu *et al.*, 2014).

약리효과는 항염, 간장보호, 소화기 및 심혈관계에 대한 작용, 항혈소판응집, 혈중지질 강하, 항산화, 항돌연변이, 항종양, 항균작용 등이며 이러한 약리효과의 주성분은 curcumin으로 알려져 있다 (Ammon and Wahl, 1991; Sharma *et al.*, 2005).

강황의 적정한 파종시기와 수확시기, 가공을 위한 적정 건조온도 및 적합한 부형제에 관한 연구가 있었으며 (Kim *et al.*, 2013), 다양한 유기질퇴비를 사용하여 재배한 강황의 수량과 성분함량이 조사되기도 하였다 (Han *et al.*, 2010).

밭토양과 논토양에서 토양의 염류농도와 시비량에 의한 강황 유기재배의 생육 및 성분함량을 조사하거나 적정 재식밀도를 실험한 결과가 보고되었다 (Yang *et al.*, 2016a, 2016b). 국외에서도 강황의 재식방법, 재식깊이, 수확시기, 시비량에 따른 생육 및 수량을 조사한 결과가 다수 보고되었다 (Ishimine *et al.*, 2003; Hossain *et al.*, 2005b; Akamine *et al.*, 2007; Hossain, 2010).

또한 종근 저장방법으로 10°C 이상의 온도에 비미쿨라이트를 충전제로 사용하여 저장하는 것이 좋다고 하였으며 (Lim *et al.*, 2013), 종근의 굵기는 3 cm 이상 굵을수록 수량이 많았으며 (JARES, 2017), 굵은 종근이거나 30 - 40 g의 그루터기 부분 (mother rhizome)을 종근으로 재배한 강황의 수량이 높다고 하였으나 연차간 차이가 큰 편이었으며 온실과 노지 재배조건에 따라 다소 다른 결과를 보였다 (Hossain *et al.*, 2005a).

국내에서 강황은 종자가 결실이 되지 않아 지하부 (rhizome)를 종근으로 사용하여 일년생으로 생산되고 있다. 강황의 지하부는 지상부 줄기 아래로 붙어 있는 그루터기 부분 (직립근경, rootstock, mother rhizome)과 그루터기에서 뻗어나온 곁가지 뿌리줄기로서 1 차로 발달된 근경과 1 차 근경에서 2 차로 발달된 근경 부분 (finger rhizome, daughter rhizome), 그리고 그루터기에서 길게 발달한 가는 뿌리의 말단에 형성된 덩이뿌리 (root tuber)로 구성되어 있다. 보통 강황 재배에서 1 차나 2 차로 발달된 근경을 종근으로 주로 사용한다. 일부 농가에서 그루터기 부분을 원순강이라 하여 종근으로 이용하며 절반으로 쪼개서 사용하기도 하는데, 원순강 (mother rhizome)을 종근으로 하여 재배하였을 때 근경 (finger rhizome) 종근 재배보다 지하부 수량이 높은 것으로 보고되기도 하였다 (Jage *et al.*, 2000; Kumar and Gill, 2010; JARES, 2017). 그러나 강황 지하부의 그루터기 부분과 1 차 및 2 차로 발달된 근경 부분을 종근으로 하여 재배하였을 때 두 종근에서의 수량 차이에 대한 결과가 재배농가마다

다르며, 국내에서 이와 관련 연구결과는 미진한 실정이다.

이에 본 연구는 강황 지하부 중에서 그루터기 부분과 1 차 및 2 차로 발달된 근경 부분을 구분하고 크기별로 나누어 종근으로 사용하여 재배하였을 때 생육특성 및 curcuminoid 성분함량의 차이가 있는지를 확인하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 강황 (*Curcuma longa* L.)은 전라남도 진도군에 위치한 진도 친환경 으뜸 울금 영농조합법인에서 구입

Table 1. Seed rhizomes grouped by different parts and sizes in underground part of turmeric used in this study.

Seed rhizomes	MR ¹⁾	MR2	MR3	FR1	FR2	FR3
Range (g)	47 - 80	20 - 45	20 - 40	40 - 60	30 - 40	20 - 30
Average (g)	60	31	31	50	35	25

¹⁾MR1; large size of mother seed rhizome (MR), MR2; half size of MR, MR3; small size of MR, FR1; large size of finger seed rhizome (FR), FR2; medium size of FR, FR3; small size of FR.

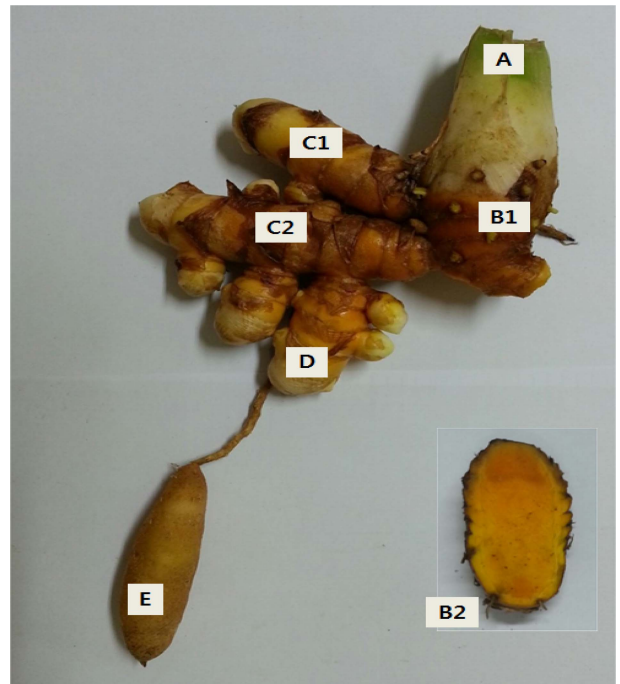


Fig. 1. The underground part of turmeric (*Curcuma longa* L.). A; Stem part attached to mother rhizomes, B1; mother rhizome, C1; 1st finger rhizome developed from mother rhizome, without 2nd finger rhizome, C2; 1st finger rhizome with 2nd finger rhizomes, D; 2nd finger rhizome developed from 1st finger rhizome, E; root tuber, B2; half (cross-section) of mother rhizome.

하였고 그루터기 부분 (mother seed rhizome, MR)과 근경 부분 (finger seed rhizome, FR)을 구별하여 종근 처리 (MR, FR)로 하였다. 그리고 그루터기 부분은 큰 것 (MR1), 큰 것을 1/2 절단한 것 (MR2), 그리고 작은 것 (MR3)으로 구분하였으며, 근경 부분은 큰 것 (FR1), 중간 (FR2), 그리고 작은 것 (FR3)으로 구분하여 종근 (seed rhizome) 처리로 하여 실험에 사용하였다. 근경 부분은 1 차 및 2 차 겉가지 근경이 포함되고 사용된 종근은 건전한 것을 사용하였으며, 실험에 사용된 각 처리별 종근의 평균무게와 범위는 Table 1과 같다. 강황 지하부의 부위별 명칭은 Fig. 1과 같이 그루터기 (mother rhizome), 근경 (finger rhizome), 괴근 (root tuber)으로 표현하였다.

2. 재배 및 주요 특성조사

강황 재배는 시비 및 비닐멀칭을 한 비닐하우스에서 2-3 일에 1 회 자동관수장치를 통해 수분을 공급하고 손제초하며 재배관리를 하였다. 각 처리별 종근은 90 cm 두둑에 40 × 30 cm 재식거리로 2017년 4월 28일에 3 반복으로 재식하여 실험을 수행하였다.

생육조사는 9월 13일에 초장 (cm), 경수, 엽수, 엽장 (cm), 엽폭 (cm), 경태 (mm) 등 지상부 생육특성을 조사하였으며, 수확기인 11월 17일에는 엽장과 엽폭을 제외한 지상부 생육특성을 조사하였다.

강황 수확은 11월 20일에 하였으며 수확한 지하부는 세척하여 실내에서 1 일 정도 건조 후 그루터기, 근경, 괴근 등 각 부위별 생중 (g) 등 수량특성을 측정하였다.

조사형질로 초장은 지체부로부터 가장 높은 잎 끝까지의 길이로 하였고, 경수는 성엽이 형성된 줄기의 수를 세었는데 경수는 지하부 중 그루터기 부분의 수와 동일하다. 경태는 지하부 첫마디 부분을 측정하였으며, 엽장과 엽폭은 가장 길거나 넓은 부위를 조사하였고 엽면적은 (엽장 × 엽폭) ÷ 2로 환산하였다.

3. Curcuminoid 함량분석

수확한 강황의 각 지하부 부위인 그루터기, 근경 및 괴근 시료는 60°C에서 열풍건조 후 분쇄하여 분석시료로 사용하였고, curcuminoid 성분인 curcumin (CUR), demethoxycurcumin (DEM), bisdemethoxycurcumin (BIS)의 정량분석은 HPLC를 이용하였다. 성분추출은 0.5 g의 건조가루 시료를 80% 메탄올 50 ml를 추출용매로 하여 24 시간 상온조건에서 진탕 추출하였으며 추출액을 HPLC 분석시액으로 사용하였다.

HPLC (Waters 1525, Waters Co., Milford, MA, USA) 조건으로 칼럼은 Symmetry C18 (4.6 × 150 mm, 5 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)이며 이동상은 1% acetic acid가 포함된 acetonitrile과 water 용매를 54 : 46로 혼합하여 사용하였

으며 유속은 0.5 ml/min이었다. 검출조건은 UV 420 nm (Waters 2487 Dual λ Absorbance Detector, Waters Co., Milford, MA, USA)이며 20 μl의 분석시액을 주입하였고 running time은 25 분이였다.

Curcumin 표준품의 검량선을 작성하여 정량하였으며 demethoxycurcumin과 bisdemethoxycurcumin 함량은 기존의 HPLC-UV 분석결과 (Kim *et al.*, 2005)를 근거하여 curcumin에 대한 상대반응계수 (relative response factor)를 계산하여 정량하였다.

4. 통계분석

모든 측정값은 3 회 이상 반복 실험한 결과의 평균과 표준편차 (means ± SD)를 나타냈고, 각 실험군 간의 통계 분석은 SPSS 프로그램 (IBM SPSS Statistics, Ver. 24, IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 각 실험군 간의 측정치 비교는 Duncan's Multiple Range Test (DMRT) 방법으로 $p < 0.05$ 수준에서 통계적 유의성을 검정하였으며, 각 형질들 간 상관분석은 Pearson 상관계수를 계산하여 유의성을 확인하였다.

결과 및 고찰

1. 강황 생육특성 및 지하부 수량

종근 처리별 재배된 강황 (*Curcuma longa* L.)의 생육특성을 9월 및 11월에 조사하여 비교를 하였다. 지상부 생육특성으로 초장, 경수, 경태, 엽수, 엽면적 등을 종근 처리별 조사한 결과는 Table 2와 같다.

초장에 대한 11월 조사 결과는 종근 처리별 유의한 차이를 보이지 않았으나 9월 생육결과에서 그루터기 큰 것 (MR1), 근경 큰 것 (FR1), 근경 중간 (FR2), 그리고 작은 것 (FR3)이 그루터기 큰 것을 1/2 절단한 것 (MR2)과 작은 것 (MR3)보다 유의하게 높게 나타났다. 평균적으로 초장은 9월에 155 cm 이었고 11월에 164 cm 를 보였다. 경수는 평균적으로 9월에 2.8 개이었고 11월에 3.6 개를 보였으며 경태는 9월에 43.7 mm, 11월에 48.6 mm를 나타냈다. 조사된 초장, 경수, 경태에서 종근 처리별 유의한 차이를 보이지 않았으나 전체적으로 종근 크기가 큰 처리에서 비교적 높은 결과를 보이는 경향이였다.

엽수는 9월에 6.8 개, 11월에 6.2 개를 보여 11월 수확기에 다소 감소하였으며, 엽면적은 평균적으로 813 cm² 를 나타냈다. 엽수는 9월에 종근 처리들 간에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 11월 조사에서 MR3 처리가 가장 많았고 FR2 처리가 가장 적게 나타났으나 처리별 일정한 경향을 보이지 않았다. 엽면적은 종근이 작은 처리인 MR3와 FR3에서 작은 편이었고 나머지 처리는 비슷하게 나타났다.

Table 2. Changes of growth characteristics in aerial part of turmeric cultivated using different seed rhizomes.

Seed rhizomes	Investigating time								
	September 13, 2017				November 17, 2017				
	PH ²⁾ (cm)	SN	SD (mm)	NL	PH (cm)	SN	SD (mg)	NL	LA (cm ²)
MR1 ¹⁾	163.4±2.5 ^a	2.5±0.4 ^a	43.8±4.5 ^a	6.8±0.3 ^a	168.9±10.3 ^a	3.6±0.8 ^a	53.1±5.4 ^a	6.1±0.8 ^{ab}	818.6±63.2 ^{ab*}
MR2	145.6±5.6 ^b	2.7±0.6 ^a	46.6±1.8 ^a	6.7±0.2 ^a	160.9±9.5 ^a	3.9±0.5 ^a	49.3±12.4 ^a	6.2±0.3 ^{ab}	893.0±86.1 ^a
MR3	146.3±0.9 ^b	2.7±0.5 ^a	40.2±1.4 ^a	6.8±0.2 ^a	163.8±4.7 ^a	3.3±0.6 ^a	45.8±1.7 ^a	6.7±0.4 ^a	750.9±51.5 ^b
FR1	155.6±14.4 ^{ab}	2.8±0.2 ^a	44.5±2.9 ^a	6.8±0.6 ^a	169.1±14.2 ^a	3.7±1.2 ^a	50.1±6.0 ^a	6.2±0.0 ^{ab}	808.2±43.9 ^{ab}
FR2	159.7±7.5 ^{ab}	3.0±0.5 ^a	42.3±0.7 ^a	7.0±0.1 ^a	164.1±6.6 ^a	3.6±0.2 ^a	48.4±5.7 ^a	5.8±0.3 ^b	862.2±53.6 ^{ab}
FR3	157.4±11.3 ^{ab}	2.9±0.3 ^a	44.6±5.4 ^a	6.8±0.4 ^a	159.5±5.7 ^a	3.5±0.4 ^a	44.9±6.9 ^a	6.1±0.1 ^{ab}	743.4±68.9 ^b

¹⁾MR1; large size of mother seed rhizome (MR), MR2; medium size of MR, MR3; small size of MR, FR1; large size of finger seed rhizome (FR), FR2; medium size of FR, FR3; small size of FR, ²⁾PH; Plant height, SN; no. of stem, SD; Stem diameter, NL; no. of leaves, LA; Leaf area. *Means within the same investigated date followed by the same letters in a row are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

Table 3. Differences of dry weights per plant by parts of harvested rhizomes in turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated using different seed rhizomes.

Parts of harvested rhizomes	Seed rhizomes						Average	Percent by root parts (%)
	MR1 ²⁾	MR2	MR3	FR1	FR2	FR3		
HFR wt. ¹⁾ (g)	599.5±158.2 ^a	536.3±249.4 ^a	531.0±158.2 ^a	649.6±279.7 ^a	546.2±56.8 ^a	493.9±81.4 ^{a*}	559.4±55.8	75.6
HMR wt. (g)	183.5±29.3 ^a	176.9±61.6 ^a	162.8±47.1 ^a	194.9±45.8 ^a	187.4±28.2 ^a	143.7±20.0 ^a	174.9±18.7	23.6
RT wt. (g)	6.4	11.0	8.6	1.8	5.2	4.0	6.2±3.3	0.8
Ratio of HFR to HMR	3.3	3.0	3.3	3.3	2.9	3.4	3.2±0.2	-
Number of RT	4.3	4.7	6.7	0.7	5.0	3.7	4.2±2.0	-

¹⁾HFR; harvested finger rhizome, HMR; harvested mother rhizome, RT; Root tuber, ²⁾MR1; large size of mother seed rhizome (MR), MR2; half size of MR, MR3; small size of MR, FR1; large size of finger seed rhizome (FR), FR2; medium size of FR, FR3; small size of FR. *Means with the same letters in a column are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

강황 종근 처리별로 재배한 후 그루터기와 근경 부위를 포함한 전체 지하부의 주당근중을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 주당근중은 평균적으로 734 g을 나타냈으며, MR1 처리에서 783 g, MR2에서 713 g, MR3에서 694 g, 그리고 FR1 처리에서 845 g, FR2에서 734 g, FR3에서 638 g을 보였는데, 대체적으로 종근크기가 큰 것일수록 주당근중이 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

이러한 경향은 수확한 지하부 중 그루터기 부위와 근경 부위를 구분하여 살펴본 결과에서도 유사한 경향을 보였다. 평균적으로 그루터기가 560 g (75.6%), 근경이 175 g (23.6%)을 나타내 근경 부위가 그루터기 부위보다 2.9 - 3.4의 범위로 평균 3.2 배 높게 나타났다.

종근 처리별 괴근의 무게나 수는 차이가 없었으며, 주당 4.2 개 정도로 평균 3.2 g의 무게를 나타냈는데 편차가 비교적 큰 편이었다. 대체적으로 괴근 수와 무게가 그루터기 (MR) 종근 처리에서 근경 (FR) 종근처리보다 높았고 종근 크기가 큰

MR1과 FR1 처리에서 낮은 편이었다.

전반적으로 각 종근 처리간에 유의한 통계적 차이를 보이지 않았으나 종근 크기가 큰 처리에서 지하부 수량이 높은 편이었고, MR과 FR, 두 종근 처리 사이에 생육특성과 지하부 수량은 비슷하였다.

본 실험에서 종근크기를 달리하여도 지하부 수량에 유의한 차이를 보이지 않은 것은 실험재료의 크기 범위 설정을 각 실험군 간 일정한 차이를 주지 않았고 각 실험군별 균일한 재료를 확보하지 못하여 실험군 내 차이가 커서 통계적 유의성을 보이지 못한 것으로 생각되었다. 종근 무게가 증가함에 따른 지하부 수량 증가를 확인하기 위해서는 종근 크기에 대한 균일한 범위 설정과 좀 더 많은 실험군을 두어서 검토할 필요가 있는 것으로 보였다.

실제 강황재배 실험포장에서 출아율은 전반적으로 높았는데, MR 처리가 FR 처리보다 출아시기는 다소 빨랐지만 최종적으로 출아율은 비슷하거나 FR 처리가 더 높기도 하였다. 종

Table 4. Changes of total curcuminoid contents by parts of harvested rhizomes in turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated using different seed rhizomes.

Seed rhizomes	Total curcuminoid contents (%)			
	HMR ²⁾	HFR	HWR	RT
MR1 ¹⁾	1.027±0.255	1.096±0.283	1.042±0.245	0.030±0.021
MR2	0.986±0.280	0.547±0.429	0.900±0.190	0.033±0.021
MR3	1.079±0.062	0.985±0.066	1.057±0.044	0.022±0.008
FR1	1.181±0.471	0.926±0.196	1.131±0.424	0.017±0.003
FR2	0.975±0.180	0.889±0.148	0.956±0.114	0.017±0.008
FR3	1.032±0.096	0.876±0.122	0.996±0.073	0.033±0.030
Significance	ns	ns	ns	ns

¹⁾MR1; large size of mother seed rhizome (MR), MR2; half size of MR, MR3; small size of MR, FR1; large size of finger seed rhizome (FR), FR2; medium size of FR, FR3; small size of FR, ²⁾HMR; harvested mother rhizome, HFR; harvested finger rhizome. HWR; harvested whole rhizome including mother and finger rhizome, RT; Root tuber. ns; not significant at the 0.05 probability level.

Table 5. Differences of curcuminoid contents by parts of harvested rhizomes in turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated using different seed rhizomes.

Parts of harvested rhizomes	Components	Curcuminoid contents (%)					
		MR1 ²⁾	MR2	MR3	FR1	FR2	FR3
HMR ¹⁾	BIS ³⁾	0.152	0.139	0.156	0.209	0.144	0.161
	DEM	0.319	0.318	0.352	0.378	0.290	0.322
	CUR	0.556	0.500	0.571	0.594	0.541	0.549
HFR	BIS	0.154	0.101	0.134	0.134	0.125	0.121
	DEM	0.297	0.210	0.270	0.254	0.258	0.241
	CUR	0.645	0.468	0.581	0.538	0.506	0.513
RT	BIS	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002
	DEM	0.010	0.011	0.007	0.005	0.006	0.009
	CUR	0.018	0.020	0.012	0.011	0.010	0.022

¹⁾HMR; harvested mother rhizome, HFR; harvested finger rhizome, RT; Root tuber, ²⁾MR1; large size of mother seed rhizome (MR), MR2; half size of MR, MR3; small size of MR, FR1; large size of finger seed rhizome (FR), FR2; medium size of FR, FR3; small size of FR, ³⁾BIS; bisdemethoxycurcumin, DEM; demethoxycurcumin, CUR; curcumin.

근처리 실험군 중 그루터기 큰 것을 1/2 절단한 MR2나 그루터기 작은 종근 MR3가 다른 처리에 비해 출아율이 다소 낮은 편이었다.

2. 지하부 부위별 curcuminoid 함량

강황 종근 처리별 재배하고 수확한 지하부의 그루터기, 근경, 괴근 등 부위별 (Fig. 1) 총 curcuminoid 성분을 분석한 결과는 Table 4와 같고, 각 curcuminoid 성분인 curcumin (CUR), demethoxycurcumin (DEM), 그리고 bisdemethoxycurcumin (BIS)을 나타낸 것은 Table 5와 같다.

지하부에 함유된 총 curcuminoid 함량은 MR1에서 1.04%, MR2 0.90%, MR3 1.06%, FR1 1.13%, FR2 0.96%, 그리고 FR3가 0.96%를 나타내어 MR1, MR3, FR1이 다른 실험군보다 높은 편이었으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

수확한 그루터기 부위의 총 curcuminoid 함량은 FR1에서

1.18%로 가장 높았고 MR2가 0.96%로 가장 낮았으며, 근경 부위의 함량은 MR1에서 1.10%로 가장 높았으며 MR2가 0.78%로 가장 낮았다. 각 성분 CUR, DEM, BIS들의 각 처리에서의 함량은 총함량 (total)과 유사한 경향을 나타냈으나, 전체적으로 MR과 FR, 두 종근 처리간 및 종근 크기별 차이는 통계적으로 유의성을 나타내지 않았다.

괴근에서 총 curcuminoid 함량은 전체적으로 0.017-0.033%의 범위를 보였고, 각 성분 CUR, DEM, BIS에서는 0.001 - 0.022%로 그루터기 또는 근경 부위에 비해 매우 낮은 함량을 나타냈으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타내지 않았다.

본 실험에서 얻어진 curcumin 함량은 대한민국약전에서 설정된 함량 기준인 3.2%에 크게 미치지 못하였는데, 강황의 재배지역이나 재배방법에 따라 성분함량 차이가 많은 것으로 보고된 결과 (Garg et al., 1999; Li et al., 2011; Hayakawa et al., 2011)를 참고하여 설명할 수 있었다.

Table 6. Differences of curcuminoid contents in different parts of harvested rhizomes in turmeric (*Curcuma longa* L.).

Components	Curcuminoid contents (%)		
	HMR ²⁾	HFR	RT
BIS ¹⁾	0.160±0.025 ^a	0.128±0.018 ^b	0.002±0.000 ^{c*}
DEM	0.330±0.031 ^a	0.255±0.029 ^b	0.008±0.002 ^c
CUR	0.552±0.032 ^a	0.542±0.063 ^a	0.016±0.005 ^b
Total	1.042±0.081 ^a	0.925±0.108 ^b	0.025±0.008 ^c
Water	22.1±2.8	24.9±2.8	35.9±12.3

¹⁾BIS; bisdemethoxycurcumin, DEM; demethoxycurcumin, CUR; curcumin, Total; sum of BIS, DEM and CUR, ²⁾HMR; harvested mother rhizome, HFR; harvested finger rhizome, RT; Root tuber. Mean values ± standard deviation from triplicate separated experiments are shown. *Means with the same letters in a column are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

대체적으로 인도, 인도네시아, 베트남 등 열대지역에서 생산된 강황은 curcumin 함량이 높았으며 한국, 일본 등지에서 생산된 것은 함량이 낮은 것으로 보고되고 있다. 각 나라의 약전에서 규정된 함량기준은 대체적으로 1.0% 수준인데, 태국과 우리나라의 함량기준은 상대적으로 높게 설정되어 있다 (Thaikert and Paisooksantivatana, 2009; Li *et al.*, 2011). 실제 농가에서도 생산된 강황이 한약재 보다는 대체적으로 식품으로 이용되고 있는데 앞으로 한약재로 사용될 강황 생산방법에 대해 검토가 필요한 것으로 생각되었다.

수확한 지하부 부위별 각 성분함량을 나타낸 결과는 Table 6과 같은데, 총 curcuminoid 함량은 그루터기 부위에서 1.04%로 근경 부위의 0.93% 보다 높았으며 괴근은 0.03%으로 상대적으로 매우 낮은 함량을 나타냈다. 각 성분 CUR, DEM, BIS의 함량을 보면, 수확한 그루터기 부위에서 0.55%, 0.33%, 0.16%, 그리고 근경 부위는 0.54%, 0.26%, 0.13% 함유하는 것으로 각각 나타냈다. 이러한 지하부 부위별 총 curcuminoid

함량 차이는 성분조성으로 볼 때 CUR 보다는 BIS와 DEM의 함량에 기인하여 차이를 보인 것으로 생각되었다.

그리고 수분함량은 그루터기가 22.1%로 근경 24.9% 보다 다소 낮았는데, 이는 그루터기에 섬유질 함량이 상대적으로 높기 때문인 것으로 추정되었다.

종합하면, MR과 FR, 두 종근 처리별 curcuminoid 함량은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 수확한 지하부 부위별 차이는 유의성을 보였다. 따라서 curcuminoid 함량은 부위나 크기와 같은 종근 처리보다는 재배방법이나 환경조건이 더 많은 영향을 미칠 것으로 판단되었다.

3. 주당근중과 curcuminoid 함량과의 상관관계

괴근을 제외한 전체 지하부의 주당근중 (WRW), 그루터기 무게 (MRW), 근경 무게 (FRW), 괴근 무게 (RTW), 괴근 수 (RTN) 등 지하부 특성과, 전체 지하부 (그루터기와 근경)에 함유된 curcuminoid 함량 (WRC), 그루터기에서의 함량 (MRC), 근경에서의 함량 (FRC) 등 성분함량과의 상관분석 결과는 Table 7과 같다.

괴근 무게를 제외한 그루터기, 근경, 전체 지하부의 주당근중들 사이의 관계는 통계적으로 유의한 정의 상관관계를 나타냈는데, 이는 그루터기 부위의 무게가 높은 개체가 근경 부위에서도 높은 것을 알 수 있었다.

지하부 주당근중은 괴근의 무게나 수와는 대체적으로 부의 상관관을 보였는데, 근경과 그루터기의 지하부 수량이 낮은 강황 개체들에서 괴근이 더 많이 형성되는 것으로 생각되었다.

그루터기 부위, 근경 부위, 그리고 전체 지하부의 성분함량들 사이의 상관관계는 유의한 정의 결과를 나타내 그루터기의 함량이 높은 것이 근경에서도 높은 것으로 나타냈다.

그리고 성분함량과 주당근중과의 관계를 보면 대체적으로 유의한 정의 상관관을 나타내 지하부 수량이 높을수록 성분함량도 많은 것으로 생각되었으며, 특히 그루터기 부위의 주당근

Table 7. Correlation coefficients among root weights and curcuminoid contents by parts of harvested rhizomes in turmeric (*Curcuma longa* L.).

Characters	FRW	WRW	RTW	MRC	FRC	WRC	RTC	RTN ⁹⁾
MRW ¹⁾	0.768**	0.992**	-0.595**	0.578*	0.467 ^{ns}	0.604**	0.277 ^{ns}	-0.476*
FRW ²⁾		0.844**	-0.441 ^{ns}	0.098 ^{ns}	0.077 ^{ns}	0.099 ^{ns}	0.075 ^{ns}	-0.409 ^{ns}
WRW ³⁾			-0.587*	0.504*	0.406 ^{ns}	0.525*	0.243 ^{ns}	-0.481*
RTW ⁴⁾				-0.348 ^{ns}	-0.390 ^{ns}	-0.394 ^{ns}	-0.265 ^{ns}	0.823**
MRC ⁵⁾					0.504*	0.983**	0.007 ^{ns}	-0.136 ^{ns}
FRC ⁶⁾						0.651**	0.390 ^{ns}	-0.230 ^{ns}
WRC ⁷⁾							0.128 ^{ns}	-0.179 ^{ns}
RTC ⁸⁾								-0.320 ^{ns}

¹⁾MRW; mother rhizome weight, ²⁾FRW; finger rhizome weight, ³⁾WRW; whole rhizome weight excluding root tuber, ⁴⁾RTW; root tuber weight, ⁵⁾MRC; curcuminoid content of mother rhizome, ⁶⁾FRC; curcuminoid content of finger rhizome, ⁷⁾WRC; curcuminoid content of whole rhizome, ⁸⁾RTC; curcuminoid content of root tuber, ⁹⁾RTN; no. of root tubers. Significant differences (* $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$) at the probability levels, respectively, ns; not significant at the 0.05 probability level.

중이 근경 부위보다 높은 개체가 지하부 성분함량이 더 높을 것으로 예상할 수 있었다.

강황 종근크기에 따른 생육 및 수량을 3 개년 간 온실과 노지에서 실험한 결과 (Hossain *et al.*, 2005a)에서 종근이 굵을수록 그리고 무게가 30 g 이상 높을수록 강황 수량이 높았다고 하였다. 아울러 30 g, 40 g, 50 g의 종근 모두 유의한 수량 차이가 없었으며, 다만 50 g의 종근을 사용할 근경에서 2 차나 3 차 근경 (daughter rhizome)은 분리되기 쉬워 오히려 수량을 낮아지게 할 수 있어서 그루터기를 사용하는 것이 좋을 것이라 하였다.

이는 본 연구결과와 비슷하기도 하지만 근경을 제거한 그루터기를 좋은 종근으로 보고 있어, 사용할 종근에 2 차 또는 3 차 근경이 부착된 상태에 따른 차이를 검토할 필요가 있으며 이를 고려한 적합한 종근 크기나 부위를 제시할 필요가 있는 것으로 생각되었다.

본 실험결과에서 그루터기 (MR)와 근경 (FR), 두 종근 처리 간의 통계적 유의한 차이는 없었으나, 대체적으로 종근 크기가 클수록 지하부 수량이 높은 경향이였다. 실험군 중 FR3에서 493.9 g로 가장 낮은 주당근중을 나타냈고 나머지 실험군에서는 531.0 g 보다 높게 나타냈다. 종근 MR 처리는 60 g, 31 g, 31 g, 그리고 FR 처리는 50 g, 35 g, 25 g이고 (Table 1), FR3 종근의 범위 20 - 30 g 이외의 종근 처리에서 지하부 수량이 전반적으로 높았던 본 실험 결과와 기존의 보고된 연구결과 (Jage *et al.*, 2000; Hossain *et al.*, 2005a; JARES, 2017)를 종합하면, 30 g 이상의 종근을 사용하는 것이 강황 생산성 증가에 유리한 것으로 볼 수 있었다.

또한 강황 재배 실제현장에서 그루터기 부위 (MR)를 종근으로 이용할 때, 줄기 부분이 있었던 부위가 위를 향하게 재식하여야 하고, 큰 것을 둘로 쪼개는 과정의 오염 및 출아율 저하 위험성, 그리고 그루터기 부위의 수확량이 근경 부위보다 낮아 종근 확보가 불리한 점을 함께 고려하면, 강황 재배에서 굵은 근경 (FR)을 종근으로 사용하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

REFERENCES

Akamine H, Hossain A, Ishimine Y, Yogi K, Hokama K, Iraha Y and Aniya Y. (2007). Effects of application of N, P and K alone or in combination on growth, yield and curcumin content of turmeric(*Curcuma longa* L.). Plant Production Science. 10:151-154.

Ammon HPT and Wahl MA. (1991). Pharmacology of *Curcuma longa*. Planta Medica. 57:1-7.

Chae YA, Kim SM, Kim KS, Yu CY, Yang DC, Song CK and Kang JH. (2007). Introduction to medicinal plant science. Hyangmunsa. Seoul, Korea. p.50-53.

Choi SK. (2004). Growth characteristics of *Curcuma longa* L. in

southern part of Korea. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:85-88.

Garg SN, Bansal RP, Gupta MM and Kumar S. (1999). Variation in the rhizome essential oil and curcumin contents and oil quality in the land races of turmeric *Curcuma longa* of North Indian plains. Flavour and Fragrance Journal. 14:315-318.

Han HS, Woo S, Kim DK, Heo BG and Lee KD. (2010). Effect of composts on the growth, yield and effective components of turmeric(*Curcuma longa* L.). Korean Journal of Environmental Agriculture. 29:138-145.

Hayakawa H, Minaniya Y, Ito K, Yamamoto Y and Fukuda T. (2011). Difference of curcumin content in *Curcuma longa* L.(Zingiberaceae) caused by hybridization with other *Curcuma* species. American Journal of Plant Sciences. 2:111-119.

Hossain A, Ishimine Y, Akamine H and Motomura K. (2005a). Effects of seed rhizome size on growth and yield of turmeric(*Curcuma longa* L.). Plant Production Science. 8:86-94.

Hossain A, Ishimine Y, Motomura K and Akamine H. (2005b). Effects of planting pattern and planting distance on growth and yield of turmeric(*Curcuma longa* L.). Plant Production Science. 8:95-105.

Hossain MA. (2010). Effects of harvest time on shoot biomass and yield of turmeric(*Curcuma longa* L.) in Okinawa, Japan. Plant Production Science. 13:97-103.

Hu Y, Kong W, Yang X, Xie L, Wen J and Yang M. (2014). GC-MS combined with chemometric techniques for the quality control and original discrimination of *Curcuma longae* rhizome: Analysis of essential oils. Journal of Separation Science. 37:404-411.

Ishimine Y, Hossain MA, Ishimine Y and Murayama S. (2003). Optimal planting depth for turmeric(*Curcuma longa* L.) cultivation in dark red soil in Okinawa Island, Southern Japan. Plant Production Science. 6:83-89.

Jage S, Malik YS, Nehra BK and Partap PS. (2000). Effect of size of seed rhizomes and plant spacing on growth and yield of turmeric(*Curcuma longa* L.). Haryana Journal of Horticultural Sciences. 29:258-260.

Jeonnam Agricultural Research and Extension Services (JARES). (2017). Manual of organic turmeric cultivation. Global Printing and Publishing Co. Gwangju, Korea. p.14-18.

Kim KS, Choung MG and Park SH. (2005). Quantitative determination and stability of curcuminoid pigments from turmeric(*Curcuma longa* L.) root. Korean Journal of Crop Science. 50:211-215.

Kim YS, Choi SK, Yun KW, Seo YN and Seo KS. (2013). Studies of the production and optimal drying condition of *Curcuma longa* L. Korean Journal of Plant Resources. 26:450-456.

Kumar B and Gill BS. (2010). Growth, yield and quality of turmeric(*Curcuma longa* L.) as influenced by planting method, plant density and planting material. Journal of Spices and Aromatic Crops. 19:42-49.

Li S, Yuan W, Deng G, Wang P, Yang P and Aggarwal BB. (2011). Chemical composition and product quality control of turmeric(*Curcuma longa* L.). Pharmaceutical Crops. 2:28-54.

Lim JD, Kim EH, Yun JY, Park HI, Shim HS, Choi RN, Yang

- YS, Park CB, Ahn YS and Chung IM.** (2013). Effect of temperatures and fillers on yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) during postharvest seed rhizome storage. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:334-341.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2014). The Korean pharmacopoeia. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. p.1775-1846.
- Péret-Almeida L, Cherubino APF, Alves RJ, Dufossé L and MBA Glória.** (2005). Separation and determination of the physico-chemical characteristics of curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin. Food Research International. 38:1039-1044.
- Sharma RA, Gescher AJ and Steward WP.** (2005). Curcumin: The story so far. European Journal of Cancer. 41:1955-1968.
- Tang W and Eisenbrand G.** (1992). *Curcuma* spp. In Chinese drugs of plant origin: Chemistry, pharmacology, and use in traditional and modern medicine. Springer-Verlag. Berlin, Germany. p.401-415.
- Thaikert R and Paisooksantivatana Y.** (2009). Variation of total curcuminoids content, antioxidant activity and genetic diversity in turmeric(*Curcuma longa* L.) collections. Kasetsart Journal. 43:507-518.
- Yang SK, Shin GH, Park SY, Kim HJ, Seo YW, Cho KS, Kim HK and Kim HW.** (2016a). Effects of fertilizer application levels on the soil chemical property, growth and yield of organically turmeric cultivation in upland and paddy soil. Trends in Agriculture and Life Sciences. 53:11-21.
- Yang SK, Shin GH, Park SY, Kim HJ, Seo YW, Seo JB and Kim SK.** (2016b). Effects of planting density on the growth and yield of organically turmeric cultivation in upland and paddy soil. Trends in Agriculture and Life Sciences. 53:1-10.