

울금(*Curcuma longa* L.)의 생산 및 최적 건조조건에 관한 연구

김용식, 최성규^{1*}, 윤경원¹, 서영남², 서경순¹

원광대학교 한약학과, ¹국립순천대학교 한약자원학과, ²금강당한약국

Studies on the Production and Optimal Drying Condition of *Curcuma longa* L.

Yongsik Kim, Seongkyu Choi^{1*}, Kyeong Won Yun¹, Youngnam Seo² and Kyoungsun Seo¹

Department of Oriental Pharmacy, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

¹Department of Oriental Medicine Resources, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

²Kumgangdang Korean Pharmacy, Yeosu 550-816, Korea

Abstract - We investigated the optimal cultivation system and dry processing method of rhizomes from *Curcuma longa* L. in Suncheon, the southern area of Korea. The experimental results are summarized as followings. *Curcuma longa* rhizomes were transplanted on Apr. 30th, May 10th, and May 20th. The plant height, stem diameter, number of leaves and yield were highest in transplanted on May 10th. The fresh rhizome weight of *Curcuma longa* was the heaviest in November 20 and the optimal dry temperature was 40°C. In sensory evaluations, there were significant differences among the *Curcuma longa* pills in terms of flavor, color, color and texture and overall acceptability, and honey added groups received significantly higher scores than the other groups.

Key words - *Curcuma longa* L., Optimal transplanting time, Rhizome weight, Sensory evaluation, *Curcuma longa* pills

서 언

울금(*Curcuma longa* Linne)은 생강과(Zingiberaceae)의 다년생 초본으로 원산지는 인도로 알려져 있으며 우리나라를 비롯한 일본, 대만, 인도네시아 등 에서 재배되고 있다(Ahn, 2000).

울금은 강황(*Curcuma longa* L.)의 덩이뿌리(塊根) 주피를 제거하고 찌서 말린 것을 기원으로 하며, 강황은 뿌리줄기(根莖)를 기원으로 한다고 규정했으나(KFDA, 2003). 대한약전 9개정(KFDA, 2007)에는 온울금(溫鬱金, *Curcuma wenyujin* Y.H Chen et C. Ling), 강황(薑黃, *Curcuma longa* L.), 광시아출(廣西我朮, *Curcuma kwangsiensis* S. G. Lee et C. F. Liang) 또는 봉아출(蓬我朮, *Curcuma phaeocalis* Val.)을 기원 식물로 추가하였고 대한약전의 생약(한약) 규격집(KFDA, 2005)에 수재된 강황은 삭제하였다.

울금의 효능은 담즙분비촉진, 방향성 건위, 이뇨, 해열 작용이 있으며 간장염, 황달, 담석증, 담도염, 급만성 담낭염, 급성간염의 치료제로 사용될 뿐만 아니라 스트레스로 인한 흥통, 월경불순, 생리통 등에 사용된다(Kim, 1984; Kim et al., 2005).

울금의 주요성분은 curcuminoids 15%, 노란색소 1~3%, 정유성분 1~5%, 녹말 30~40%, 약간의 지방이 함유되어있다(Kang, 2007). 노란 색소는 curcumin이 주성분이며 tumerone은 울금의 특이한 냄새를 갖게 하는 정유성분으로 α -, γ -tumerone으로 쉽게 바뀌진다(Jung et al., 2004; Kim et al., 2005).

울금의 생리활성에 관한 연구를 보면 항암(Kuttan et al., 1985), 항돌연변이(Palasa et al., 1992), 항염증(Kumara et al., 2006), 항균성 작용(Choi, 2009) 및 울금의 주요성분 중 하나인 curcumin의 항산화작용이 확인되었다(Masuda et al., 2001). 또한 울금의 건조 전후 생리활성과 성분 변화에 관한 연구가 보고된바 있다(Singh et al., 2010).

*교신저자(E-mail) : skchoi@sunchon.ac.kr

울금은 열대지방이 원산지로서 재배를 위한 기후 조건으로는 따뜻하고 습윤하며 일조량이 풍부하고 통풍이 잘 되는 곳이 적합하며, 토양은 배수가 잘되고 유기질이 풍부한 사질양토에서 잘 자란다(Kim, 2007). 울금이 속한 생강과 식물은 식물의 특성상 종자를 얻기 어렵기 때문에 근경 번식이 주로 이루어진다(Choi, 2009).

우리나라 식품공전에 의하면 울금은 식품을 제조하는데 최소량을 첨가할 수 있는 부원료로 분류되어 있다(KFDA, 2008). 울금의 근경을 수확하여 곱갠질을 벗기고 삶아서 말린 다음 가루로 만든 것을 tumeric이라고 하는데(Prasad *et al.*, 2006), 카레 분말의 주원료로 활용되고 있다. 또한 울금은 약용 외에 카레의 원료, 색소로서의 식품첨가물, 조미료, 천연염료 등으로 이용된다(Choi, 2009).

우리나라 여러 곳에서 울금 재배가 이루어지고 있으나 적정 수확시기 구멍이 이루어지지 않았고, 과다 생산에 따른 판매가 우려되는 실정에 이르렀다. 본 연구는 울금의 수확시기에 따른 생육상태와 수량변화 및 울금의 대량 소비 촉진을 위한 가공기술개발의 일환으로 울금환 제조 방법에 따른 가공특성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 시험은 우리나라 남부지역인 전남 순천의 순천대학교 한약자원학과 약초원(위도 34° 96' 39", 경도 127° 48' 59")에서 실시되었다. 재료는 전라남도 진도군 지산면 재배농장에서 분양받은 울금(*Curcuma longa* Linne)의 근경을 공시재료로 하였다.

울금의 적정 파종기 구멍

본 실험에 사용된 울금은 파종 20일 전부터 최아(催芽)시켜, 각 시험구별로 눈(芽)이 2~3개 달린 20 g 정도 무게의 종경을 4월 30일, 5월 10일 및 5월 20일에 각각 두께 0.02 mm의 검정폴리에틸렌 필름(black polyethylene film)으로 멀칭한 후 정식하였다.

재식거리리는 이랑 60 cm에 주간거리 35 cm, 1휴 1열 즉 10 a당 4,700주를 기준으로 하였으며, 정식 10일 전 기비로 N-P₂O₅-K₂O-퇴비 = 16-15-25-2,000 kg/10 a를 사용하고, 7월 30일에 질소질비료 4 kg을 추비로 사용하였다(Choi, 2009). 추비사용은 검은색 폴리에틸렌 멀칭 위로

사용하고, 사용 후 바로 관수하여 비료성분이 유실되지 않고 멀칭 구멍 속으로 흡수되도록 하였다.

시험구 면적은 20 m²로 하였고, 시험구는 난괴법 3반복으로 실시하였다. 재식 후 시험포장의 관리는 2개월에 1회씩 제초작업을 실시하였고, 기타 주요 관리는 작물시험장 약용작물 관행재배법(RDA, 1989)에 준하였다. 생육특성을 관찰하기 위해 7월 5일부터 생육후기인 10월 20까지 15일 간격으로 각각 초장, 경직경, 엽수 등을 8회 측정하였다.

울금의 적정 수확기 구멍

울금의 최적 수확기를 조사하기 위하여 9월 5일부터 12월 20일까지 15일 간격으로 근경 무게를 8회 측정하였으며 조사방법은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준을 참고하여 실시하였다(RDA, 1995).

울금가공 시험

울금 수확 후 최적 건조조건 확인을 위하여 Dry oven (HB-504F, Hanbaek Scientific Technology, Korea)의 온도를 20°C, 40°C 및 60°C로 조절하여 건조 온도에 따른 울금 근경의 무게 변화를 측정하였다.

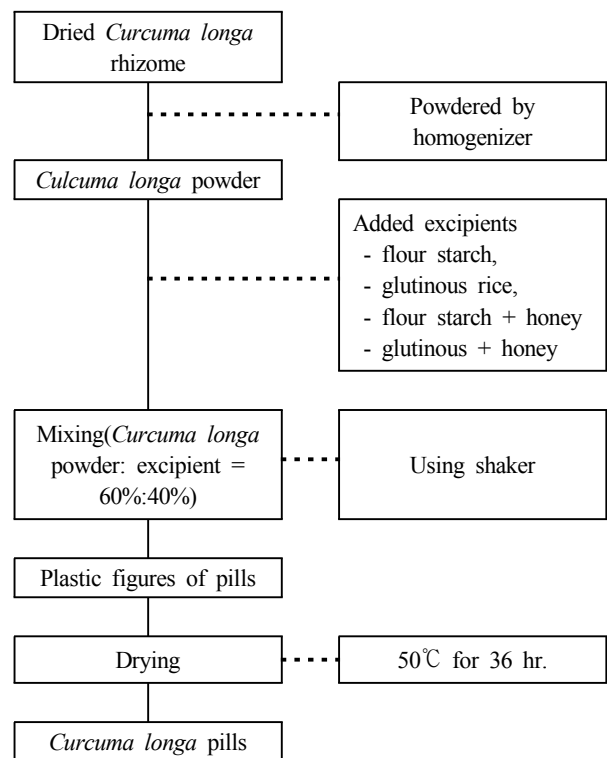


Fig. 1. Manufacture process for *Curcuma longa* pills.

울금환은 건조된 울금을 분쇄기(J-NCM, Jisco, Korea)로 분쇄한 후 100 mesh 체를 통과한 울금 분말에 부형제로 밀가루, 찹쌀, 밀가루와 꿀, 찹쌀과 꿀을 각각 첨가하여 제조하였으며 제조 과정은 아래 Fig. 1과 같다. 제조된 울금환의 관능평가는 15명의 패널을 선정하여 종합적 기호도에 대해 5점 채점법으로 실시하였다. 대조구로 관행 울금환과 시판 홍삼환(정관장)을 사용했으며 관능평가 항목은 색, 향, 맛, 조직감(씹히는 느낌)으로 구분하였다. 이때 평가 기준은 아주 좋다; 5점, 좋다; 4점, 보통이다; 3점, 나쁘다; 2점, 아주 나쁘다; 1점이었으며 관능평가 결과는 Duncan's multiple range test에 의해 평균치간의 유의성을 검정하였다.

통계처리

본 실험은 난괴법 3반복으로 실시하여 실험결과를 SPSS 통계분석 프로그램(SPSS, ver. 16.0, USA)을 이용해 각 실험군간 평균치와 표준편차를 계산하였고 통계적 유의성은 유의성 $p < 0.05$ 수준으로 얻어진 결과는 one-way ANOVA 중 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

시험전후 토양 성분

멸칭재료 시험 포장의 시험 전후 토양의 이화학적 성분 분석 결과는 Table 1과 같다.

시험하기 전 토양은 pH 5.5, 유기물 2.4 %, 인산이 118 ppm 정도로 비교적 작물이 잘 생육할 수 있는 비옥지였으며, 시험한 후 토양분석 결과는 산도교정을 목적으로 사용된 석회의 영향으로 치환성 Ca함량이 높아지는 경향을 보였고, 유효인산과 치환성 K함량도 동일한 것으로 나타났다.

울금의 적정 파종기

울금의 생육단계에 따른 특성을 조사하기 위하여 주요 성장상태인 초장, 경직경 및 엽수를 시기별로 조사한 결과

는 Fig. 2~Fig. 4와 같다.

생육초기인 7월 5일에는 울금의 초장이 24.3~27.6 cm였으며, 생육중기인 8월 5일~9월 20일 사이에 급속히 길어짐을 확인하였다(Fig. 2). 초장은 생육후기인 10월 20일에 모든 시험구에서 가장 길게 나타났다. 정식기에 따른 초장 변화는 5월 10일 정식한 울금의 초장이 다른 시험구에 비하여 모든 성장단계에서 길게 나타났다. 울금과 비슷한 생육조건을 가진 개맨드라미 적정 파종기 연구에서 4월, 5월 파종한 시험구에 비하여 6월 파종한 시험구의 초장이 월등히 긴 것으로 보고된 바 있다(Lee *et al.*, 2006). 하지만 본 실험에서는 정식기가 늦은 5월 20일 시험구에 비하여 5월 10일 시험구가 생육 전단계에 걸쳐 초장이 길게 나타나, 울금 지상부 발육에 가장 적합한 파종기는 5월 10일로 확인되었다.

생육기간이 경과함에 따라 경직경은 점차적으로 굵어졌으며, 10월 20일에는 울금의 경직경이 33~35 mm로 굵게 나타났으며(Fig. 3), 남부지역에서 울금 재배시 여름철에 울금 경직경의 굵기가 급격히 두꺼워 진다는 Choi(2004)의 보고와 동일한 경향을 확인하였다. 정식시기에 따른 울금의 경직경 차이는 5월 10일 정식, 4월 30일 정식, 5월 20일 정식 순으로 굵게 나타났다.

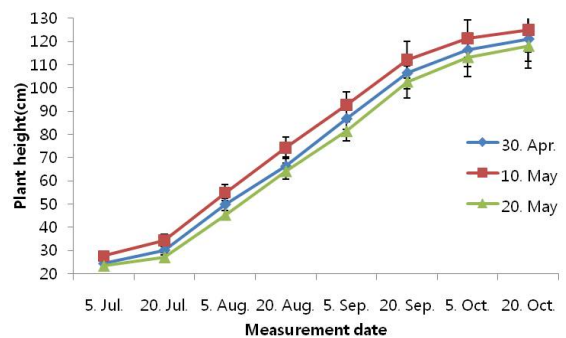


Fig. 2. Effects of transplant date on the plant height of *Curcuma longa*. The error bars present \pm SD(n=3).

Table 1. Chemical properties of the soil before and after trials

Sampling time	pH (1:5)	O.M (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exchange cations (me/100g)		
				Ca	Mg	K
Before experiment	5.5 \pm 0.2 ^z	2.4 \pm 0.1	118 \pm 4.1	3.6 \pm 0.3	1.8 \pm 0.1	0.51 \pm 0.0
After experiment	5.7 \pm 0.1	2.5 \pm 0.2	169 \pm 8.6	5.1 \pm 0.1	2.3 \pm 0.3	0.54 \pm 0.0

^zValues are mean \pm SD(n=3).

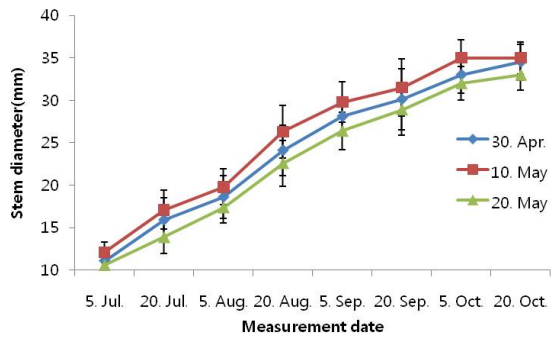


Fig. 3. Effects of transplant date on the stem diameter of *Curcuma longa*. The error bars present \pm SD(n=3).

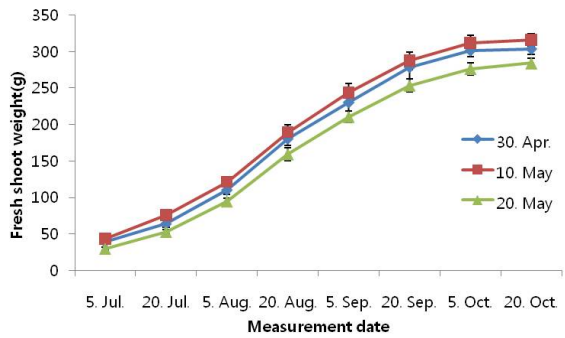


Fig. 5. Effects of transplant date on the fresh shoot weight of *Curcuma longa*. The error bars present \pm SD(n=3).

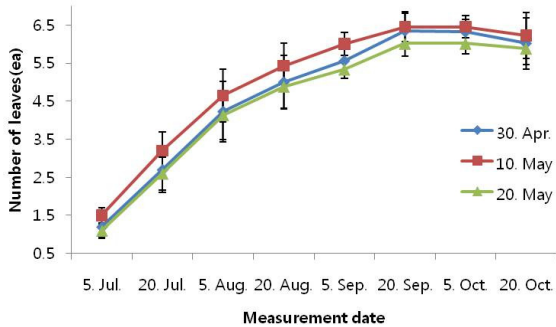


Fig. 4. Effects of transplant date on the leaf numbers of *Curcuma longa*. The error bars present \pm SD(n=3).

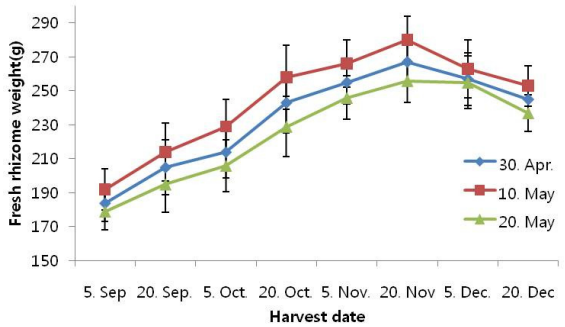


Fig. 6. Comparison of harvest date on the yield of *Curcuma longa*. The error bars present \pm SD(n=3).

생육기간 경과에 따라 초장 및 경직경과 같은 경향으로 엽수도 증가하였으며 10월 5일에는 6.02~6.46개로 증가하였다(Fig. 4). 정식시기별로는 5월 10일 정식한 울금의 엽수가 다른 시험구에 비하여 많은 것으로 조사되었다. Kim (2007)의 연구에서는 서리가 내린 후 강황의 지상부인 초장과 잎은 고사되었다고 보고한 바 있다. 이는 본 실험의 울금 생육후기에 폴리에틸렌 처리구들의 엽수가 다소 감소한 경향과 일치하였다.

울금의 적정 수확기

정식시기에 따른 울금의 지상부 생체중은 아래 Fig. 5와 같이 5월 10일 정식한 울금과 4월 30일 정식한 울금의 생체중이 5월 20일 정식한 울금에 비하여 무겁게 나타났다. 생육단계별로는 생육이 왕성한 8월 5일부터 10월 5일 사이에 지상부의 무게변화가 두드러졌으며, 시험구간의 지상부 무게 차이도 크게 나타났다. 작물들의 건물수량은 수확시기가 진행될수록 증가한다는 Lee and Lee(2006)의 보

고가 있었으나, 울금의 원산지는 동남아시아 등 온난한 지역(Choi, 2009)으로 정식기가 빠른 4월 30일 보다 5월 10일 정식한 울금의 지상부 수량이 높게 나타났다.

수확시기에 따른 울금의 수량은 Fig. 6과 같다. 울금 생육이 왕성한 9월 5일~10월 5일까지는 울금 지하경의 무게가 170 g~210 g으로 큰 차이를 보이지 않았으나 10월 20일부터 지하경 비대가 촉진되어 11월 20일에 가장 무게가 무거웠다. 이후 점차적으로 울금 지하경의 무게가 감소하는 경향이 나타났다. 마늘 재배 시 생육이 지속되는 동안 마늘의 무게가 지속적으로 증가하다 생육후기에 무게 감소가 약간 발생한다는 보고(Cui *et al.*, 1999)가 있었다. 순천지역에서 서리가 첫서리가 내리는 11월 말 이전인 11월 20일에 울금 지하경의 무게가 가장 무거웠으며, 첫서리 후인 12월 5일 부터는 울금 지하경 무게 감소가 관찰되었다. 지하경을 약용으로 사용하는 택사의 수량은 파종기를 6월 20일, 6월 30일 및 7월 10일로 조절하였을 때, 6월 30일 시험구의 수량이 가장 높았다고 보고된 바 있어(Kwon *et*

al., 2001), 본 실험에서 울금 파종기에 따른 지하경 수량은 5월 10일, 4월 30일 및 5월 20일 순으로 지하경 수량이 높게 나타난 결과와 유사한 경향을 확인하였다.

울금의 적정 건조온도

수확된 울금의 건조온도에 따른 무게변화를 측정하기 위하여 수확 후 세척과정을 거친 근경을 온도 20°C, 40°C, 60°C에서 건조하였다. 건조한 울금 근경의 무게 측정 결과는 아래 Fig. 7과 같다.

건조과정을 거친 울금의 무게는 생울금의 1/3~1/4 수준이었으며, 건조과정에 따른 무게 감소는 40°C가 60°C에 비하여 크게 나타났으며 20°C에서는 무게변화가 가장 적

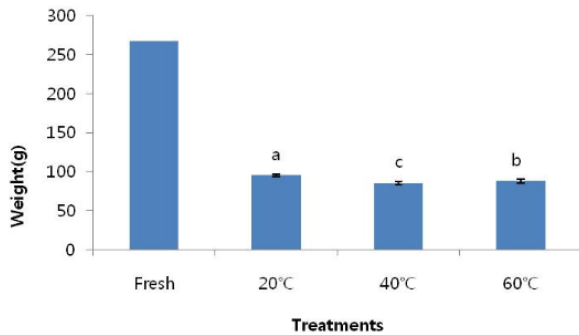


Fig. 7. Comparison of different dry temperature on the weight of *Curcuma longa*. Same alphabetical letters indicate no significant difference at 5% level of DMRT(a>b>c).

은 것으로 관찰되었다. 일반적으로 식물의 건조 시 무게 감소는 수분 및 건조온도와 밀접한 연관이 있는데(Benon and Fuller, 2002; Hall, 1957), 울금을 20°C에서 건조하면 울금을 장기간 보관 시 품질에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다고 보여 진다. Prasad *et al.*(2006)은 울금의 수분을 최소화 할 수 있는 건조 온도는 55~60°C라고 하였으나 본 실험에서는 40°C에서 건조할 때 수분 감소율이 가장 크게 나타났다. 또한 60°C 이상의 고온에서 건조하게 되면 식물들이 함유하고 있는 고유한 성분의 파괴가 이루어진다는 보고(Lee *et al.*, 1999)가 있어 울금을 건조할 때는 성분 파괴가 적고 수분 제거가 잘되는 40°C에서의 건조가 권장 된다.

울금 가공품 관능평가

울금환은 40°C에서 건조된 울금을 분쇄기(J-NCM, Jisco, Korea)로 분쇄한 후 100 mesh 체를 통과한 울금 분말에 부형제로 밀가루, 찹쌀, 밀가루와 꿀, 찹쌀과 꿀을 각각 첨가하여 제조하였으며, 부형제를 달리하여 제조한 울금환의 관능평가 결과는 Table 2와 같다. 향에 대한 평가는 부형제에 따라 조금씩 차이가 있었다. 울금 분말에 대한 부형제로는 쌀가루, 꿀과 밀가루 및 꿀과 찹쌀 첨가구의 기호도가 우수한 것으로 나타났다. 반면 대조구인 홍삼환, 시판울금환, 밀가루를 부형제로 첨가한 시험구들의 향에 대한 평가는 낮게 나타났다.

Table 2. Sensory evaluation of *Curcuma longa* added with various excipients

Division	Sensory parameters ^u				
	Flavor	Color	Taste	Texture	Overall
Red ginseng pill	3.5 ± 0.2 ^{ct}	4.2 ± 0.5 ^{ab}	3.7 ± 0.3 ^{bc}	3.9 ± 0.3 ^{bc}	3.8 ± 0.4 ^{bc}
Control ^z	3.6 ± 0.2 ^{bc}	3.8 ± 0.2 ^{bc}	3.5 ± 0.2 ^c	3.6 ± 0.3 ^c	3.6 ± 0.5 ^c
A ^y	3.7 ± 0.3 ^b	3.5 ± 0.2 ^c	3.3 ± 0.2 ^c	3.6 ± 0.2 ^c	3.4 ± 0.6 ^c
B ^x	4.1 ± 0.3 ^a	4.2 ± 0.2 ^{ab}	3.9 ± 0.2 ^b	3.8 ± 0.2 ^{bc}	3.9 ± 0.9 ^b
C ^w	4.0 ± 0.1 ^a	4.1 ± 0.2 ^b	4.2 ± 0.2 ^{ab}	4.2 ± 0.2 ^{ab}	4.3 ± 0.6 ^{ab}
D ^v	4.0 ± 0.1 ^a	4.3 ± 0.2 ^a	4.4 ± 0.2 ^a	4.3 ± 0.2 ^a	4.5 ± 0.5 ^a

^zCommercial *Curcuma longa* pill.

^y*Curcuma longa* pill powder added with the flour starch.

^x*Curcuma longa* pill added with the glutinous rice.

^w*Curcuma longa* pill added with the flour starch and honey.

^v*Curcuma longa* pill added with the glutinous rice and honey.

^uAll value are mean ± SD.

^tValues with different superscripts in the same column are significantly different for each group by Duncan's multiple range test at p>0.05(a>b>c).

울금환의 색에 대한 평가는 찹쌀과 꿀을 첨가한 시험구의 기호도가 가장 우수하였으며 밀가루를 첨가한 시험구의 기호도는 매우 낮았다. 관능평가 요소 중 가장 중요한 맛의 경우에는 찹쌀과 꿀 첨가구, 밀가루와 꿀 첨가구, 찹쌀 첨가구 및 밀가루 첨가구 순으로 나타나 꿀이 들어간 첨가구들의 맛이 높은 선호도를 얻었음을 확인하였다.

울금환을 먹을 때 느끼는 조직감에 대한 선호도는 맛에 대한 기호도와 유사하게 나타나 꿀이 부형제로 사용된 시험구들의 조직감에 대한 기호도가 높음을 보였다. 전체적인 기호도는 찹쌀과 꿀 첨가구가 가장 우수하였으며 다음으로는 밀가루와 꿀 첨가구, 찹쌀 첨가구순으로 높게 나타났다. 밀가루만을 부형제로 첨가한 울금환의 기호도는 가장 낮게 나타나 울금환 제조 시 밀가루를 부형제로 사용하는 것은 지양할 필요가 있음을 확인하였다. 찹쌀과 꿀 첨가구 및 밀가루와 꿀 첨가구의 기호도가 높게 나온 요인으로는 꿀의 단맛이 관능평가 panel들의 맛에 대한 선호도를 상승시켰고 비교적 수분 함량을 일정하게 유지하여 조직감 부분에서도 유리한 결과를 이끌어낸 것으로 판단된다.

기존 울금을 활용한 제품은 향신료로 구분되는 카레의 원료로 사용된 양이 가장 많으며, 울금을 이용한 떡, 국수 등이 출시되었다. Choi *et al.*(2009)의 연구에서는 울금을 첨가한 떡과 국수에서 울금 첨가율이 0.5%일때 관능평가 결과 선호도가 가장 우수하다고 하였으나, 본 연구의 관능검사 결과는 울금에 첨가되는 부형제의 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

적 요

파종기에 따른 울금의 초장, 경직경 및 엽수는 5월 10일 파종구에서 가장 양호하였다. 생육단계에 따른 울금의 생육변화를 살펴본 결과 울금의 생육최성기인 10월에 초장은 121 cm로 가장 길게 나타났고, 경직경 또한 3.45 cm로 가장 두꺼웠다. 엽수는 9월 20일 6매로 조사되었으나 이후 엽수가 감소함이 관찰되었다.

생육단계에 따른 울금 지하경 무게 변화는 생육기간에 경과함에 따라 지하경의 무게 증가가 비례하였으며, 11월 20일 조사에서 울금의 수량이 가장 크게 나타났다. 울금을 건조하는데 가장 적합한 온도는 40℃로 확인되었다.

부형제를 달리하여 제조한 울금환의 관능검사 결과는 향, 색, 맛, 조직감 및 종합적 기호도에서 찹쌀과 꿀을 부

형제로 사용한 시험구의 기호도가 가장 우수하였으며 밀가루만을 사용한 시험구의 선호도는 낮게 나타났다.

인용문헌

- Ahn, D.K. 2000. Korean Herbal Flora. Kyohak Publing Co., Seoul, Korea. pp. 568-569.
- Benon, B. and R.J. Fuller, 2002. Natural convection solar drier with biomass back up heater. *Int'l J. Solar Energy* 72:75-83.
- 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.
- Choi, S.K. 2004. Growth characteristics of *Curcuma longa* L. in southern part of Korea. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 12:85-88.
- Choi, S.K. 2009. Product of Korean Medicinal Plant. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 285-289.
- Cui, Y.Y., J.H. Seon, K.H. Chung, S.R. Shin and K.Y. Paek. 1999. Effects of bulb size, type of media, depth of planting, and nutrient compositions on the growth of tissue cultured garlic microbulbs in hydroponic culture. *Korean J. Plant Tissue Culture* 26:137-142.
- Hall, C.W., 1957. Drying of Farm Crops. AVI Publishing, Connecticut, USA. pp. 10-90.
- 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.
- Kang, S.K. 2007. Changes in organic acid, mineral, color, curcumin and bitter substance of *Curcuma Longa* L. and *Curcuma aromatica* Salib according to picking time. *Korean J. Food Preserv.* 14:633-638.
- 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, Suncheon Nat'l Univ. pp. 10-25.
- Kim, J.K. 1984. Primary Color Grand Dictionary of Natural Medicine (last volume). Namsandang Publishing Co., Seoul, Korea. p. 191.
- 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.

- Korean Food and Drug Administration. 2003. Korean Pharmacopoeia 8 th edition. Korean Food and Drug Administration. p. 13.
- Korean Food and Drug Administration. 2005. The Korean Herbal Pharmacopoeia. Korean Food and Drug Administration. p. 10.
- Korean Food and Drug Administration. 2007. Korean Pharmacopoeia 8 th edition. Korean Food and Drug Administration. pp. 5-350.
- Korean Food and Drug Administration. 2008. Korean Food Code. Korean Food and Drug Administration.
- Kumara, G.S., H. Nayaka, S.M. Dharmesha and P.V. Salimath. 2006. Free and bound phenolic antioxidants in amla (*Emblica officinalis*) and turmeric (*Curcuma longa*). J. Food Comp. Anal. 19:446-452.
- Kuttan, R., P. Bhanubathy, K. Nirmala and M.C. George. 1985. Potential anticancer activity of turmeric (*Curcuma longa*). Cancer Letter 29:197-202.
- Kwon, B.S., J.S. Shin, H.J. Park and S.R. Lee. 2001. Effect of nursery period on growth and yield in *Alisma plantago*. Korean J. Plant Res. 14:124-128.
- Lee, H.D., J.U. Choi, S.K. Chung and J.H. Jee. 1999. Changes in color value and chemical components of Hoelen by various drying methods. Korean J. Food Sci. Technol. 31:575-580.
- Lee, H.S. and I.D. Lee. 2006. A comparative study of dry matter yield and nutritive value of autumn sown forage crops in Daejeon area. J. Korean Grassl. Sci. 26:249-256.
- Lee, J.H., D.G. Jo and C.Y. Song. 2006. Effect of sowing date on growth and flowering of *Celosia argentea*. Korean J. Plant Res. 19:120-125.
- Masuda, T., T. Maekawa, K. Hidaka, H. Bando, Y. Takeda and H. Yamaguchi. 2001. Chemical studies on antioxidant mechanism of curcumin: analysis of oxidative coupling products from curcumin and linolate. J. Agri. Food Chem. 49:2539-2547.
- Palasa, K., B. Scsikaran, T.P. Krishna and K. Krishnaswamy. 1992. Effect of tumeric on urinary mutagens in smokers. Mutagenesis 7:107-109.
- Prasad, J., V.K. Vijay, G.N. Tiwari and V.P.S. Sorayan. 2006. Study on performance evaluation of hybrid drier for turmeric (*Curcuma longa* L.) drying at village scale. J. Food Eng. 75:497-502.
- Rural Development Administration. 1989. Research investigation standard of agriculture (medicinal crop). Rural Development Administration pp. 5-8.
- Rural Development Administration. 1995. Research investigation standard of agriculture. Rural Development Administration pp. 583-585.
- 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.

(Received 5 March 2013 ; Revised 27 May 2013 ; Accepted 15 July 2013)