

쿠르쿠민 안정성 유지를 위한 최적 포장조건 설정 연구

김영준 · 김현위 · 정명수***

오뚜기 중앙연구소, *연세대학교 패키징학과, **연세대학교 생리활성소재연구소

Optimum Packaging Conditions for Maintaining Curcumin Stability

Young-Jun Kim, Hyeon-Wee Kim, and Myong-Soo Chung***

Ottogi Research Center

*Department of Packaging, Yonsei University

**Institute of Functional Biomaterials and Biotechnology, Yonsei University

Abstract

Curcumin is the major yellow pigment of a popular spice, turmeric, which is widely used as a food-coloring agent of curry products. In order to investigate optimum packaging condition for turmeric, changes in color difference (ΔE) and curcumin content were monitored periodically during 10 weeks. Packaging materials used in this study were glass bottle (colorless), glass bottle (brown color), metal can, retort pouch, PET bottle, paper bag, burlap bag and PE bag, and storage conditions were cold temperature (4°C, dark place), room temperature (20°C, normal place), room temperature (20°C, dark place), high temperature (37°C, dark place). Curcumin loss and change in color difference (ΔE) were analyzed using high performance liquid chromatography (HPLC) and Hunter Lab colorimeter, respectively. Apparent statistical differences among packaging containers and storage temperature were not found for maintaining curcumin content as turmeric was stored in the dark place. The effect of packaging on the maintenance of curcumin in the normal place, however, was significant for glass bottle (brown color) and retort pouch compared with other containers. Statistical analysis also showed that the best packaging container for maintaining curcumin and color stabilities was glass bottle (brown color), followed by glass bottle (colorless), metal can, PET bottle and retort pouch. Also, optimum storage condition was dark place at 4°C. The study revealed that it would be helpful to research spice products and select appropriate food packaging containers.

Key words: Curcumin, Turmeric, Curry, HPLC, Color difference

서 론

강황과 같이 식품에 향미를 추가하는 향신료는 영어로 스파이스(spice)라 하며, 어원은 후기 라틴어로 '약품'이란 뜻이고, 한국어의 '양념'에 해당되며, 오래 전부터 芳香과 辛味를 가지고 있는 물질을 총칭하였다. 이러한 향신료의 역할은 매운맛에 의한 식욕증진작용과 육류나 생선의 냄새를 제거하

는 교취작용, 향을 내어 맛을 좋게 하는 부향작용, 착색에 의한 식욕을 향상시키는 착색작용 등 4가지로 구분되며, 종류에 따라 항산화작용, 항균성, 생리약리작용 등의 기능성도 보고되고 있다(Nakatani, 1992; Kim and Park, 2000; Sansom, 2001). 국내에서는 주로 파, 마늘, 생강, 갖, 참깨, 들깨, 후추, 미나리, 계피, 고추, 겨자 등이 향신료로서 이용되고 있다. 인도로부터 일본을 거쳐 국내에 토착화된 카레는 강황과 후추, 너트맥, 생강, 계피, 정향, 코리안더, 쿠민, 딜, 회향, 카다몬 등의 향신료를 적절 한 비율로 배합한 대표적인 향신료 가공식품이다.

카레를 구성하는 주요 향신료인 강황(turmeric, *Cucurma longa* L)은 생강(Zingiberaceae)과로서 길

Corresponding author: Myong-Soo Chung, Department of Packaging, Yonsei University, 234 Maeji-Ri, Heungeop-Myun, Wonju-Si, Gangwon-Do, 220-710, Korea
Phone: +82-33-760-2370, Fax: +82-33-760-2370
E-mail: mschung@dragon.yonsei.ac.kr

이는 2~5 cm, 지름 1~3 cm로 바깥면은 짙은 황색으로 거칠고, 주름 무늬와 둥근테가 있고 결뿌리와 잔뿌리가 있었던 자국이 둥글게 남아 있다. 질은 단단하고 절단하기 어려우며 절단면은 갈황색 내지는 금황색으로 각질이며 광택이 있다. 내상피는 고리 무늬가 뚜렷하며, 특이한 향을 내고 맛은 쓰고 맵다. 강황은 주요한 상업적 향신료 작물로서 주로 인도에서 다양한 품종이 재배 되어지고 있으며(Reddy *et al.*, 1990), 특히 식품에 노란색을 부여하는 천연 색소의 원료로도 널리 알려진 향신료로서(Govindarajan, 1980; Uehara *et al.*, 1987; Suhaimi, 1995) 품질적 차이는 주로 쿠르쿠민의 함량에 따라 결정된다. 쿠르쿠민의 함량은 강황이 재배되는 토양에 따라서 다량 영양소(N, P, K), 2차 영양소(Ca, Mg, S), 미량영양소(Zn, Fe, Cu, M)들 간의 상관성이 있음이 보고된 바도 있다(Kumar *et al.*, 2000). 이러한 쿠르쿠민 함량과 무기영양성분과의 상관성은 강황 뿌리에서의 영양분 흡수 정도에 따라 결정되어진다고 볼 수 있다. 즉, 영양분으로서 질소, 아연, 망간 등이 쿠르쿠민 함량에 높은 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으며, 이러한 품질적 차이는 재배되는 지역과 품종 및 기후에 주로 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Poduval, 2001). 국내에 수입되고 있는 대부분의 강황은 인도 마드라스산으로 거의 카레 원료, 한약재 등으로 사용되고 있다.

쿠르쿠민(curcumin, 1.7-bis(4-hydroxy-3-methoxyphenol)-1.6-heptadiene-3.5-dione)은 강황 뿌리에서 유래하는 천연색소이며, 물에는 용해되지 않으나 초산이나 에탄올, 메탄올 등에는 쉽게 용해된다. 쿠르쿠민은 천연 항산화물질로서 특히 노화와 관련된 병에 대한 생물학적 항산화력이 있으며(Huang and Ferrao, 1992; Toshihitko, 1995; Sreejayan, 1994; Masuda *et al.*, 2001; Masuda *et al.*, 1999; Zhao *et al.*, 1989), 종양을 생성하는 단백질의 성장을 억제하는 것으로 보고되고 있다(Martin-Aragon *et al.*, 1997; Ruby *et al.*, 1995; Joe, 1994; Satoskar *et al.*, 1986; Nagabhusan and Bhide, 1992). 최근에는 강황이 함유된 카레를 섭취하는 경우 치매를 예방하는데 탁월한 기능이 있음이 학계에 보고 되고 있다(Lim *et al.*, 2001). 또한 쿠르쿠민은 체내에서 60% 이상 흡수되며(Ravindranath and Chandrasekhara, 1982; Ravindranath and Chandrasekhara, 1981; Ravindranath and Chandrasekhara, 1980), 식용가능한 약품으로서의 임상적용 등 다양한 연구가 이루어지고 있기도 하다(Toda *et al.*, 1985; Ammon

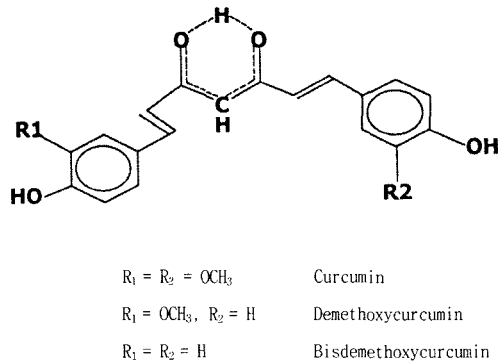


Fig. 1. Main color substances in *Curcumin longa* L

and Wahl, 1991; Kelloff *et al.*, 1996). 쿠르쿠민의 분석법으로는 환류냉각을 이용한 UV비색법(ASTA, 1985; AOAC, 1990), 크로마토그래피법(Tonnessen and Karlson, 1983) 등이 있으며, 이러한 방법들을 통해서 curcuminoid(Fig. 1)는 curcumin, demethoxy curcumin, bis-demethoxycurcumin 등으로 구성되어 있음이 밝혀졌다.

쿠르쿠민을 포함하는 강황이나 카레류 제품의 경우, 수입 후 창고에서의 보관조건과 또는 제품화 된 이후 포장형태에 의해 이들 함량이 얼마나 손실되지 않고 잘 유지되는가에 따라 제품의 품질요소인 색상의 우수성과 기능성이 좌우된다고 할 수 있다. 또한 기능성을 가지는 단품향신료로서 강황을 제품화할 경우에도 쿠르쿠민의 함량이 특히 중요한 품질요소로 작용할 것이다. 본 연구에서는 강황의 유통 및 보관과정에 일반적으로 사용되어지는 각종 포장 형태별로 여러가지 온도 및 빛에 대한 노출 조건에서 보관하면서 쿠르쿠민 함량 및 색차 변화를 분석하여 최적의 용기와 보관조건을 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

강황은 일반적으로 mother rhizome type과 finger rhizome type으로 구분되는데(Fig. 2), 본 연구에서는 인도 마드라스산 finger rhizome type의 강황을 분쇄하여 채질(0.25 mm)한 후 시료로 사용하였다. 투명유리병, 갈색유리병, 캔, 레토르트 파우치(casting polypropylene 70 μ m/aluminum foil 9 μ m/polyethylene terephthalate 12 μ m), polyethylene terephthalate (PET) 병, 종이백, 형겔포대, 플라스틱백(polyethylene, PE)

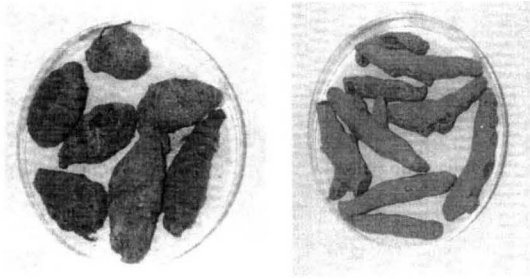


Fig. 2. Mother(left) and finger(right) rhizome types of turmeric.

등 총 8종의 보관용기에 넣어(Table 1), 냉장(4°C, 암소), 상온(20°C), 상온(20°C, 암소), 고온(37°C, 암소)에 10주간 보관하면서 2주에 한번씩 시료를 채취하여 쿠르쿠민 함량과 색차 변화를 관찰하였다.

시료의 전처리 및 HPLC를 이용한 쿠르쿠민 함량 분석 전처리는 ASTA법(ASTA, 1985)에 따랐으며, 100 mg의 시료에 Fisher사(USA)의 HPLC용 메탄올을 30 mL 부가하여 환류냉각기를 장착한 수욕조에서 70~80°C의 온도를 유지하면서 2시간 30분 동안 추출하여 냉각한 후 여과지(Whatman No.4)를 사용하여 여과하였다. 여과한 용액을 50 mL volumetric 플라스크에 옮긴 후 메탄올로 50 mL를 채우고, 0.45 mm syringe filter로 다시 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 대략적인 쿠르쿠민의 추출과정은 Fig. 3과 같다. 또한 표준시료로는 쿠르쿠민 표준품(Sigma No.C-1386)을 사용하였다. 분석은 액체크로마토그래프(HPLC, Hewlett Packard HP1100, USA)를 이용하

Table 1. Containers for storing turmeric and curry powder

Storage container	Volume (mL) ¹⁾	Thickness (mm) ²⁾	Transmittance (%) ³⁾
Glass bottle(colorless)	100	3.015	18.16
Glass bottle(brown color)	100	2.858	0.08
Can	120	0.245	below 0.01
Retort pouch	150	0.091	below 0.01
PET bottle	160	0.292	61.71
Paper bag	180	0.478	below 0.01
Burlap bag	150	0.110	0.13
PE bag(yellow)	150	0.066	0.02

¹⁾ Volume was measured by weighing water.

²⁾ Thickness(mm) of containers was measured by a digital micrometer.

³⁾ Transmittances(%) of light were analyzed by a UV spectrophotometer at 340 nm.

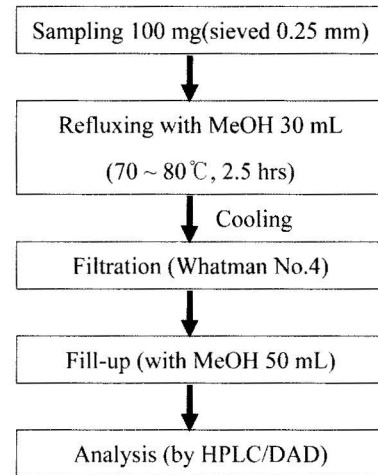


Fig. 3. Flow diagram for the extraction of curcumin.

였으며, 시험용액 10 µL를 역상컬럼인 Zorbax Eclipse XDB C18 column(4.6×150 mm, Agilent)에 주입하고, membrane filter (Millipore, pore size 0.5 µm)로 여과하여 탈기한 100% 메탄올을 이동상(유속 1.0 mL/min)으로 하였으며, 이때 검출기는 DAD (Diode array detector), fluorescence detector를 비교한 후, 최종적으로는 DAD 424 nm에서 수행하였다. 쿠르쿠민의 함량은 HPChem Station을 사용하여 HPLC로 분석한 면적비를 표준검량곡선에 적용하여 산출하였다(Table 2).

Hunter Lab을 이용한 L, a, b 값 측정과 색차 (E) 산출

색차 분석은 Hunter Lab 색차계(dp-9000, Reston, USA)를 이용하여 행하였다. 분쇄된 시료 10 g씩을 cell에 취한 후 색차계를 이용하여 L, a, b 값을 3

Table 2. Repeatability test of standard curcumin for retention time, area response and injection volume

	Repeatability test		
	Retention time (min)	Area response (area)	Response for injection volume (area)
1 st	3.245	3750	306.0/µL
2 nd	3.242	3782	308.2/µL
3 rd	3.241	3775	302.3/µL
Average	3.243	3769	305.5/µL
RSD(%) ¹⁾	0.06	0.45	0.98

¹⁾ relative standard deviation

회 측정된 평균값을 사용하였고, 측정된 L, a, b 값을 저장 전의 쿠르쿠민 시료에 대한 값 (Control)과 비교하여 Hunter scale에 의한 색차(E)를 산출하였다.

$$\Delta E(\text{Control, Sample}) = \sqrt{(L_{\text{Control}} - L_{\text{Sample}})^2 + (a_{\text{Control}} - a_{\text{Sample}})^2 + (b_{\text{Control}} - b_{\text{Sample}})^2}$$

최적보관용기 설정을 위한 통계적 분석

10주간 저장 후 잔류한 강황의 쿠르쿠민 함량과 색차(ΔE) 변화에 대하여 보관조건에 따른 개별 보관용기 간의 유의차를 확인하기 위하여 ANOVA 분석을 실시함으로써 최적보관용기를 설정하고자 하였다. 또한 각 보관용기에 대한 보관조건별 유의성 검증도 동일한 통계적 분석을 통하여 확인하였다.

결과 및 고찰

HPLC를 이용한 쿠르쿠민 분석

검출기 설정 및 파장 비교: DAD와 fluorescence detector를 대상으로 매탄올에 용해한 쿠르쿠민 표준품(0.05 mg/mL)을 이용하여 적절한 검출기 및 최적 파장 조건을 설정하였다. UV 스캐닝을 한 결과 254 nm와 424 nm에서 최대흡수파장(Torres *et al.*, 1998)을 나타내었다. 또한, fluorescence detector (Linear Fluor LC 304)는 Ex/Em nm, 420/470에서 HPLC로 분석한 결과, 피크의 response는 높게 나타

났지만, 농도가 높아질수록 재현성이 낮았고, 피크의 끌림 현상이 발생하였으므로 검출조건으로는 부적절하였다. DAD를 사용하여 분석된 3D plot을 보면 3.24분의 머무름시간(Retention time), 424 nm의 파장에서 뚜렷하게 분리됨을 확인할 수 있었다 (Fig. 4). 또한, 254 nm에서도 curcuminoid의 일종인 DMC (Demethoxycurcumin)와 BDC (Bisdemethoxycurcumin)가 관찰되었지만 254 m보다는 424 nm에서 response가 4.4배 정도 높게 관찰되었다(Fig. 5). 따라서 424 nm를 쿠르쿠민 분석을 위한 최적 파장으로 설정하였다.

검량선의 작성: 쿠르쿠민 표준품을 0.004, 0.02, 0.05, 0.1 mg/mL로 조제하고 HPLC로 분석하여 각각의 response를 이용한 검량식을 작성하였다. 쿠르쿠민의 함량은 HPLC로 분석한 시료 중의 피크 면적을 표준검량식에 적용하여 산출된 값에 희석배수를 곱하여 백분율로 나타내었다.

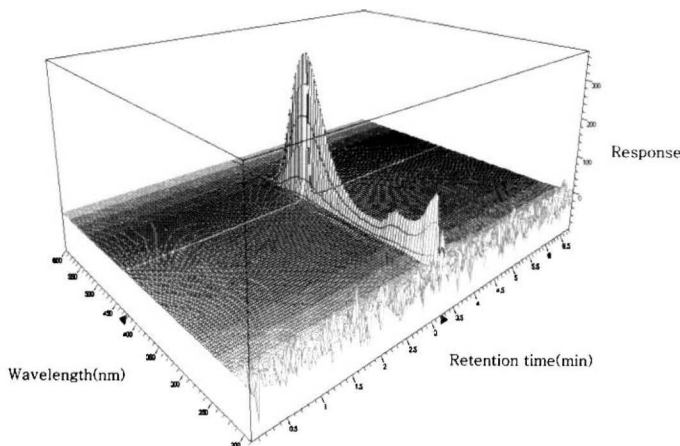


Fig. 4. Scanning(200~600 nm) of 3D plot for standard curcumin.

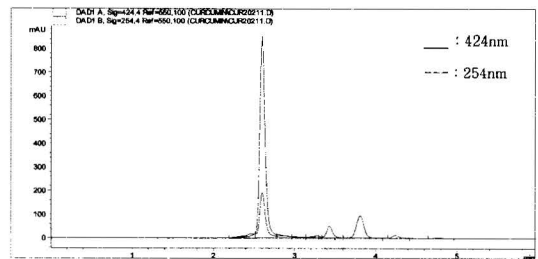


Fig. 5. HPLC chromatogram of curcuminoid in turmeric.

회수율 및 재현성: 강황에 쿠르쿠민 표준품을 첨가하여 3회 반복하여 회수율을 측정할 결과 $95.6 \pm 1.1\%$ 의 회수율을 보였다. 또한 HPLC 분석 중 쿠르쿠민의 머무름 시간에 대한 재현성(retention time test)과 표준농도에서의 면적에 대한 재현성(area response test)을 쿠르쿠민 표준품 0.05 mg/mL로 3회씩 분석하여 확인하였고, 주입량에 대한 재현성(injection test)은 주입량을 1, 5, 25 μ L로 변경하면서 이에 따른 response를 측정함으로써 확인하였다. 머무름시간 재현성, 동일농도에서의 면적 재현성, 주입량에 대한 재현성 각각의 RSD(Relative Standard Deviation)는 0.06%, 0.45%, 0.98%로서 모두 1%이 내로 양호한 결과를 얻었다(Table 2).

보관용기 및 보관조건에 따른 쿠르쿠민의 함량 변화

강황의 초기 쿠르쿠민 함량: 본 연구에 사용된 인도 마드라드산 finger rhizome type 강황의 초기 쿠르쿠민 함량을 HPLC를 이용하여 5회 분석한 결과 평균 $2.5 \pm 0.2\%$ 임을 확인하였다. 이는 Kumar 등(2000)이 산지별로 강황 10종에 대한 쿠르쿠민의 함량을 분석하여 mother rhizome type은 평균적으로

3.1%, finger rhizome type은 2.6%를 함유하고 있는 것으로 보고한 수치와 비슷한 경향이였다.

보관용기에 따른 쿠르쿠민 함량 변화: 강황을 각 보관용기에 10주간 저장하는 동안의 쿠르쿠민 함량 변화 추이는 Table 3과 같다. 특히 10주째의 결과는 5회 반복실험결과의 평균값을 제시하였다. 이 표의 결과를 살펴보면 다른 보관조건에서는 보관용기 간에 통계적으로 뚜렷한 잔류 쿠르쿠민의 함량차이를 보이지 않았으나, 일반적인 상온의 보관조건에서는 갈색유리병과 레토르트 파우치가 다른 보관용기들에 비해 비교적 보관 중 손실을 억제하는 효과가 있음이 확인되었다. 이 결과로부터 빛에 민감한 색소로 알려진 쿠르쿠민이 빛이 차단된 암소에서는 보관용기의 재질이 보관온도에 관계없이 쿠르쿠민의 함량 변화에까지 영향을 미치지 않지만, 빛에 노출된 상온보관의 경우에는 보관용기로서 갈색 유리병이나 복합 플라스틱 재질인 레토르트 파우치를 사용하는 것이 쿠르쿠민 손실을 어느 정도 억제할 수 있음을 알 수 있었다. 이 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 갈색 유리병에 대한 빛의 투과도가

Table 3. Changes in curcumin content in turmeric during various storage conditions

Storage condition	Storage period (weeks)	Content of curcumin in each packaging container (%)							
		Glass bottle (colorless)	Glass bottle (brown)	Metal can	Retort pouch	PET bottle	Paper bag	Burlap	PE bag
4°C Dark place	2	2.20	1.95	1.84	2.12	2.13	1.97	2.14	2.05
	4	2.14	2.21	2.26	2.10	2.11	2.09	2.04	2.52
	6	2.18	2.17	2.18	2.15	2.24	2.15	2.16	2.14
	8	2.10	2.06	2.04	2.06	2.08	2.09	2.04	2.04
	10	2.00 ^a	1.95 ^{ab}	2.01 ^a	1.98 ^a	1.96 ^a	2.01 ^a	1.93 ^b	1.95 ^{ab}
20°C Normal place	2	2.02	2.08	2.14	1.89	2.04	2.14	1.86	2.01
	4	2.13	2.15	2.09	2.15	2.15	2.10	2.06	2.14
	6	2.04	2.06	2.11	2.17	2.08	2.05	2.08	1.99
	8	2.01	2.07	2.00	2.01	2.00	2.00	1.94	1.98
	10	1.86 ^{ab}	1.89 ^a	1.74 ^c	1.91 ^a	1.80 ^b	1.73 ^c	1.84 ^{ab}	1.81 ^b
20°C Dark place	2	1.92	1.98	1.92	2.01	2.03	2.11	2.14	2.19
	4	2.20	2.20	2.04	2.14	2.11	2.13	2.11	2.08
	6	2.07	2.12	2.00	2.04	2.09	2.06	2.07	2.16
	8	2.09	2.08	2.00	2.02	2.02	2.02	1.96	2.03
	10	1.98 ^a	2.02 ^a	1.98 ^a	2.08 ^a	2.10 ^a	2.02 ^a	1.98 ^a	2.06 ^a
37°C Dark place	2	1.78	2.10	2.16	1.64	1.85	2.19	1.74	1.73
	4	2.14	2.13	2.07	2.18	2.06	2.14	2.16	2.10
	6	2.12	2.10	2.17	2.10	2.14	2.19	2.19	2.24
	8	2.03	2.05	2.05	2.07	2.02	2.08	2.11	2.15
	10	2.07 ^a	2.02 ^a	2.08 ^a	2.05 ^a	1.93 ^b	1.90 ^b	2.02 ^a	1.94 ^b

*Values having the same letter are not significant at 5% level based on the ANOVA test.

캔이나 종이백보다 높은 점을 감안할 때 다소 상반됨을 알 수 있는데, 이는 쿠르쿠민의 손실이 포장재의 빛에 대한 투과도에만 의존하는 것이 아니라 산소투과도, 수분투과도 등에도 의존하기 때문으로 사료된다.

보관조건에 따른 쿠르쿠민 함량 변화: 강황을 10주간 냉장(암소), 상온, 상온(암소) 및 고온(암소)에 저장한 후 잔류 쿠르쿠민 함량을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 빛이 차단된 암소에서 보관하였을 때는 보관온도에 관계없이 뚜렷한 통계적인 유의차를 볼 수 없었으나, 빛에 노출된 상태에서는 상온 보관하였을 때 다른 보관조건에 비해 보관용기에 따라서 쿠르쿠민이 다소 많이 파괴됨을 알 수 있었다. 따라서 보관 중 어떤 용기나 온도에서든 쿠르쿠민의 파괴를 최소화하기 위해서는 빛이 차단된 조건이 바람직하다고 할 수 있다.

보관용기에 따른 색차 변화: 잔류 쿠르쿠민 함량 변화와는 달리 색차(ΔE)의 경우에는 5회 반복실험 결과의 평균값인 10주째의 데이터를 비교해 보면

모든 보관조건에서 어떤 보관용기를 사용하느냐에 따라 뚜렷한 통계적인 차이를 볼 수 있었다(Table 4). 즉 갈색유리병, 투명유리병, PET병 등이 모든 보관조건에서 10주 저장 후 색차 변화가 저장초기에 비해 상대적으로 크지 않았으므로 다른 보관용기들에 비해 강황의 색상을 유지하는데 효과적임을 알 수 있었고, 반면 종이백, 포대, PE백 등에 보관된 강황의 10주 후의 색차 변화는 비교적 크게 나타나 색상 유지 측면에서 보관에 적합하지 않은 용기로 판단되어진다. 더욱이 이러한 색상 변화는 앞서 언급한 쿠르쿠민의 함량 변화로 이어지는 것으로 알려져 있으므로(Reddy *et al.*, 1990) 카레 원료로 사용되는 강황의 기능성에도 영향을 미칠 수 있다고 할 수 있다. 따라서 색차 변화의 모니터링은 강황원료나 카레 제품의 품질을 관리하기 위한 간편한 도구로도 활용될 수 있으리라 기대된다.

보관조건에 따른 색차 변화: 강황을 10주간 보관한 이후의 색차 변화를 살펴보면(Table 5), 대부분의 보관용기에 있어서 4°C의 냉장조건이 다른 보관온도에 비해서 강황의 색상 유지에 가장 유리하다

Table 4. Changes in color difference(ΔE) in turmeric during various storage conditions compared with initial L, a and b values

Storage condition	Storage period (weeks)	Difference in color(ΔE) in each packaging container								
		Glass bottle (colorless)	Glass bottle (brown)	Metal can	Retort pouch	PET bottle	Paper bag	Burlap	PE bag	
4°C	2	0.54	0.34	0.19	0.63	1.15	0.92	0.86	0.90	
	4	0.90	0.77	0.84	0.57	0.60	1.08	1.19	0.68	
	Dark place	6	0.28	0.35	0.46	0.29	0.26	0.66	0.70	0.33
		8	0.44	0.34	0.55	0.32	0.36	1.03	0.88	0.33
		10	0.84 ^a	0.87 ^a	1.33 ^b	0.88 ^a	1.01 ^b	1.93 ^c	1.78 ^c	1.26 ^b
20°C	2	0.29	0.21	1.25	0.76	1.14	1.57	1.57	0.85	
	Normal place	4	0.19	0.55	1.79	1.27	0.90	2.77	2.57	1.71
		6	0.87	0.64	2.05	1.41	1.65	2.49	2.51	2.18
		8	1.13	1.04	2.10	1.85	1.79	3.18	3.02	2.38
		10	1.49 ^b	1.34 ^a	1.67 ^b	2.23 ^c	1.83 ^b	2.27 ^c	2.25 ^c	2.63 ^c
20°C	2	0.94	1.16	1.59	1.14	1.10	1.79	1.75	1.01	
	Dark place	4	0.95	1.26	2.43	1.37	1.29	2.47	2.22	1.41
		6	0.78	0.63	1.87	1.00	1.20	2.36	2.13	1.54
		8	0.80	0.91	2.01	1.51	1.56	2.49	2.55	2.07
		10	1.39 ^a	1.16 ^a	2.42 ^{bc}	1.85 ^b	1.92 ^b	3.05 ^c	2.81 ^c	2.44 ^{bc}
37°C	2	0.77	0.60	0.87	1.14	1.34	0.22	0.37	0.55	
	Dark place	4	1.45	1.78	0.36	2.04	0.84	1.04	0.67	1.52
		6	0.89	1.33	0.49	1.62	0.32	0.95	0.74	1.39
		8	0.97	1.47	0.41	1.90	0.20	1.37	1.07	1.77
		10	1.27 ^b	1.79 ^{bc}	0.18 ^a	2.24 ^c	0.24 ^a	1.56 ^b	1.81 ^{bc}	2.20 ^c

*Values having the same letter are not significant at 5% level based on the ANOVA test.

Table 5. Comparison of curcumin content and color difference(ΔE) in turmeric stored for 10 weeks in various packaging containers among storage conditions

Packaging containers		Storage condition			
		4°C Dark place	20°C Normal place	20°C Dark place	37°C Dark place
Glass bottle (colorless)	Curcumin(%)	2.00 ^a	1.86 ^a	1.98 ^a	2.07 ^a
	ΔE	0.84 ^a	1.49 ^b	1.39 ^b	1.27 ^b
Glass bottle (brown)	Curcumin(%)	1.95 ^a	1.89 ^a	2.02 ^a	2.02 ^a
	ΔE	0.87 ^a	1.34 ^b	1.16 ^{ab}	1.79 ^b
Metal can	Curcumin(%)	2.01 ^a	1.74 ^b	1.98 ^a	2.08 ^a
	ΔE	1.33 ^b	1.67 ^b	2.42 ^c	0.18 ^a
Retort pouch	Curcumin(%)	1.98 ^a	1.91 ^a	2.08 ^a	2.05 ^a
	ΔE	0.88 ^a	2.23 ^c	1.85 ^b	2.24 ^c
PET bottle	Curcumin(%)	1.96 ^a	1.80 ^a	2.10 ^a	1.93 ^a
	ΔE	1.01 ^b	1.83 ^b	1.92 ^b	0.24 ^a
Paper bag	Curcumin(%)	2.01 ^a	1.73 ^b	2.02 ^a	1.90 ^{ab}
	ΔE	1.93 ^a	2.27 ^b	3.05 ^b	1.56 ^a
Burlap	Curcumin(%)	1.93 ^{ab}	1.84 ^b	1.98 ^a	2.02 ^a
	ΔE	1.78 ^a	2.25 ^b	2.81 ^c	1.81 ^a
PE bag	Curcumin(%)	1.95 ^{ab}	1.81 ^b	2.06 ^a	1.94 ^{ab}
	ΔE	1.26 ^a	2.63 ^b	2.44 ^b	2.20 ^b

*Values having the same letter are not significant at 5% level based on the ANOVA test.

는 사실을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 강황의 바람직한 보관조건으로 보관온도도 중요한 변수로 작용할 수 있음을 시사하는 것이라 하겠다. 이상과 같은 보관조건에 따른 색차 변화에 대한 데이터 축적은 보다 좋은 품질의 제품을 생산하기 위해 필수적인 적절한 원료관리에 유용한 기초자료로도 사용할 수 있으리라 판단된다.

강황 유통시 최적보관용기 및 조건: 앞서 제시된 모든 결과를 종합해 볼 때 강황을 유통하거나 보관하는데 있어 쿠르쿠민 함량 손실 및 색상의 변화를 최소화하기 위해서는 본 연구에 사용된 용기 중에서 갈색유리병, 투명유리병, 레토르트 파우치, PET 병 등이 비교적 적합한 것으로 판단되며 이와 더불어 빛이 차단된 상태에서 냉장이 유지될 수 있다면 최적의 유통 및 보관 조건이 이루어지리라 여겨진다. 다만 강황에 포함된 쿠르쿠민 함량 변화와 색상 변화와의 명확한 상관관계를 규명하고 보관용기 및 보관조건 간의 저장기간별 변화 추이를 보다 명확하게 밝히기 위해서는 개별 용기의 디자인, 보관 조건 및 기간의 설정, 분석횟수 결정 등에 있어 좀 더 구체적인 실험설계가 필요하리라 사료된다.

요 약

카레의 주요 향신료 중의 하나인 강황의 기능성

분인 쿠르쿠민은 강황 중에 2~3%정도 함유되어 있으며, 수입 후 창고에서 어떤 보관조건에서 어떤 포장형태 및 재질을 사용하느냐에 따라서 쿠르쿠민 함량이 손실되지 않고 잘 유지될 수 있는지가 결정되며, 이에 따라 최종 카레제품의 중요한 품질 요소인 색상과 기능성의 우수성이 좌우된다고 할 수 있다. 본 연구에서는 일반적으로 강황 유통에 많이 사용되고 있는 포장 형태, 즉 투명유리병, 갈색유리병, 캔, 레토르트 파우치, PET병, 종이백, 형꼬포대, PE백 등 총 8종의 용기에 냉장(4°C, 암소), 상온(20°C), 상온(20°C, 암소), 고온(37°C, 암소)의 4가지 조건에 보관하면서 쿠르쿠민 함량과 색차 변화 추이를 분석하였다. 먼저 쿠르쿠민 함량 분석을 위한 전처리는 ASTA법을 기초로 하였으며 검출기 설정 실험 후 UV 스캐닝을 한 결과에서 254 nm와, 424 nm에서 최대흡수파장을 나타내었지만, 254 nm보다는 424 nm에서는 response가 4.4배 높게 관찰되었으므로, 이를 분석을 위한 파장으로 설정하였다. 실험결과를 종합적으로 고려해 볼 때 쿠르쿠민 손실과 색상 변화를 억제하는데 적합한 용기는 갈색유리병, 투명유리병, 레토르트 파우치, PET병 등이었으며 (4°C)를 유지하는 것이 가장 바람직한 보관조건인 것으로 판단된다. 본 연구에서 얻어진 결과와 더불어 좀 더 구체적인 실험설계에 의해 데이터가 보완된다면 상업적인 제품연구 및 용기설정 등에 활용이 가능할 것으로 기대한다.

참고문헌

- Ammon, H.P. and M.A. Wahl. 1991. Pharmacology of Curcuma longa. *Planta Med.* **57**: 1-7
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA
- ASTA. 1985. Color power of turmeric. 3rd ed. Method 18. Official Analytical Methods of American Spice Trade Association
- Govindarajan, V.S. 1980. Turmeric-chemistry, technology and quality. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **12**: 199-246
- Huang, M.T. and T. Ferrao. 1992. Phenolic compounds in food and cancer prevention. *J. Am. Chem. Soc.* **507**: 8-34
- Joe, B. 1994. Role of capsaicin, curcumin and dietary n-3 fatty acids in lowering the generation of reactive oxygen species in rat peritoneal macrophages. *Biochemi. Biophys. Acta* **1224**: 255-263
- Kelloff, G.J., J.A. Crowell, E.T. Hawk, V.E. Steele, R.A. Lubet, C.W. Boone, J.M. Covey, L.A. Doody, G.S. Omenn, P. Greenwald, W.K. Hong, D.R. Parkinson, D. Bagheri, G.T. Baxter, M. Blunden, M.K. Doelts, K.M. Eisenhauer, K. Johnson, G.G. Knapp, D.G. Longellow, W.F. Malone, S.G. Nayfield, H.E. Sefried, L.M. Swall and C.C. Siogman. 1996. Strategy and planning for chemopreventive drug development. *J. Cell. Biochem.* **26S**: 54-71
- Kim, J.H. and K.M. Park. 2000. Nitrite scavenging and superoxide dismutase-like activities of herbs, spices and curries. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**: 706-712
- Kumar, G.V.V., M.A. Aariffkhan and H. Begum. 2000. Influence of mineral nutrient composition of turmeric rhizome on curcumin content of different cultivars. *Inter. J. Trop. Agric.* **18**: 265-269
- Lim, G.P., T. Chu, F. Yang, W. Beech, S.A. Frautschy and G.M. Cole. 2001. The curry spice curcumin reduces oxidative damage and amyloid pathology in an Alzheimer transgenic mouse. *J. Neurosci.* **21**: 8370-8377
- Martin-Aragon, S., J.M. Benedi and A.M. Villar. 1997. Modifications on antioxidant capacity and lipid peroxidation in mice under fraxetin treatment. *J. Pharm. Pharmacol.* **49**: 49-52
- Masuda, T, K. Hidaka, A. Shinohara, T. Maekawa, Y. Takeda and H. Yamaguchi. 1999. Chemical studies on antioxidant mechanism of curcuminoid. *J. Agric. Food Chem.* **47**: 71-77
- Masuda, T, T. Maekawa, K. Hidaka, H. Bando, Y. Takeda and H. Yamaguchi. 2001. Chemical studies on antioxidant mechanism of curcumin. *J. Agric. Food Chem.* **49**: 2539-2549
- Nagabhushan, M. and S.V. Bhide. 1992. Curcumin as an inhibitor of cancer. *J. American College Nutr.* **11**: 192-198
- Nakatani, N. 1992. Antibacterial and antioxidative activity, and utilization of food preservation of spice components, *Tomato and Sauce* **18**: 6-16
- Poduval, M. 2001. Yield and curcumin content of different turmeric varieties and spices. *Environ. Ecol.* **19**: 744-746
- Ravindranath, V. and N. Chandrasekhara. 1980. Absorption and tissue distribution of curcumin in rats. *Toxicol.(Ireland)* **16**: 259-265
- Ravindranath V. and N. Chandrasekhara. 1982. Metabolism of curcumin. *Toxicol.(Ireland)* **22**: 337-344
- Ravindranath, V. and N. Chandrasekhara. 1981. *In vitro* studies on the intestinal absorption of curcumin in rats. *Toxicol.(Ireland)* **20**: 251-257
- Reddy, E.N., B. Padmalatha and R.K. Bhaskara. 1990. Improvement of turmeric present trend. *Indian Coca Arecanut Spices J.* **13**: 102-103
- Ruby, A.J., G. Kuttan, K.D. Babu and K.N. Rajasekharan. 1995. Anti-tumor and antioxidant activity of natural curcuminoids. *Cancer Lett.* **94**: 79-83
- Sansom, C. 2001. Curry component may be chemopreventive for colon cancer. *The Lancet* **2**: 67-73
- Satoskar, R.R., S.J. Shah and S.G. Shenoy. 1986. Evaluation of anti-inflammatory property of curcumin in patients with postoperative inflammation. *Int. J. Clin. Pharmacolther Toxicol.* **24**: 651-654
- Sreejayan, R.M.N. 1994. Curcuminoids as potent inhibitors of lipid peroxidation. *J. Pharm. Pharmacol.* **46**: 1013-1016
- Suhaimi, H. 1995. Curcumin in a model skin lotion formulation. *J. Pharm. Sci.* **84**: 376-386
- Toda, S., T. Miyase, H. Archi, H. Tanizawa and Y. Takino. 1985. Natural antioxidants, antioxidative components isolated from rhizomes of curcuma longa. *Chem. Pharm. Bull.* **33**: 1725-1728
- Tonnessen, H.H. and J. Karlsten. 1983. High-performance liquid chromatography of curcumins and related compounds. *J. Chromatogr.* **259**: 367-371
- Torres, R.C., T.S. Bonifacio, C.L. Herrera and E.A. Lanto. 1998. Isolation and spectroscopic studies of curcumin from philippine curcuma longa L. *Philippine J. Sci.* **127**: 221-228
- Toshihiko, O. 1995. Antioxidative activity of tetrahydro curcuminoids. *Sci., Biotechnol. Biochem.(Tokyo)* **59**: 1609-1612
- Uehara, S., I. Yasuda, K. Akiyama, H. Morita, K. Takeya and H. Itaokawa. 1987. Diaryheptanoids from the rhizomes of Curcuma xanthorrhiza and Alpinia officinarum. *Chem. Pharm. Bull.* **35**: 3298-3304
- Zhao, B.L., X.J. Li, R.G. He, S.J. Cheng and W.J. Xin. 1989. Scavenging effect of extracts of green tea and natural antioxidants on active oxygen radicals. *Cell Biophys.* **14**: 175-185