

고추장 발효 중 갈변 요인에 대한 분석

김문숙 · 안용선 · 신동화

전북대학교 응용생물공학부(식품공학전공, 농업과학기술연구소)

Analysis of Browning Factors During Fermentation of *Kochujang*

Moon-Sook Kim, Yong-Seon Ahn and Dong-Hwa Shin

Division of Biotechnology(Food Science & Technology Major), Chonbuk National University

Abstract

To confirm the factors concerning color changes of traditional *kochujang*, heating, U.V. and N₂ gas substitution treatment were conducted on *duk*(rice cake) *kochujang* and *shikhae*(malt digested syrup) *kochujang*. The value of L, a and b value by Hunter of each *kochujang* were gradually decreased during fermentation and ΔE increased. The ΔE value of *duk kochujang* treated by U.V. was higher than those of the other treatments and non heated *shikhae kochujang* showed higher ΔE value. The main cause of color change by factor analysis on various factors of *duk kochujang* and *shikhae kochujang* were light, and light and heat respectively. The acetone and water extracted pigments had maximum absorbance at 450-470 nm and 200-205 nm respectively.

Key words : *kochujang*, color change, capsanthin, pigment, carotenoid

서 론

우리나라 대표적인 향신 발효 조미료인 고추장은 전통적으로 가정에서 자가 소비용으로 제조하여 왔으나 사회환경과 생활 변화로 자가 제조는 줄고 공장에서 상품화된 고추장 수요가 급격히 늘고 있으며 소비자들도 시판 고추장을 구매하는 경향이 뚜렷해지고 있다⁽¹⁾. 이와 같이 상품화된 고추장은 상당기간 유통되고 있는데 이 기간중 가스의 발생과 변색문제가 상품성을 떨어뜨리는 중요한 요인이 되고 있다.

고추장의 색깔은 고추의 색소에 의한 것으로 그 주요 색소 성분은 capsanthin으로 carotenoid계 색소에 속한다⁽²⁾. Carotenoid는 지용성 색소로서 isoprene이 구성단위로 8개가 결합하여 형성된 tetraterpene의 기본구조를 가지며 그 중 capsanthin은 수소원자가 산소원자의 수산기로 치환되어 형성된 산화된 carotene류이다⁽³⁾. Carotenoid 색소가 함유된 식품은 저장기간동안 색, 풍미, 영양성이 열화되고 수분, 산소, 온도, 빛등의 각종

요인들에 의해서 carotenoid의 색소변화가 일어난다고 알려지고 있다⁽⁴⁻⁹⁾. 또한 고추의 carotenoid⁽¹⁰⁾는 산소⁽¹¹⁾나 빛⁽¹²⁾에 의해 산화분해가 일어난다고 하였다. 이에 따라 항산화제 일종인 ethoxyquin⁽¹³⁾이나 ascorbic acid 등⁽¹⁴⁾을 첨가함으로써 색깔을 안정화 할 가능성을 제시하였다. 김 등⁽¹⁵⁾은 건조 고추에 대해 실험한 결과 capsanthin 함량 변화는 수분활성도가 0.75 이상일 때 자외선 조사와 공기중에서 가장 심하게 감소하였다고 보고하였고 이⁽¹⁶⁾와 최 등⁽¹⁷⁾은 고춧가루에 방사선 처리를 한 결과 capsanthin 함량 변화가 안정됨을 확인하였다. 이와 같이 capsanthin은 고추의 가공 및 저장 시 색깔에 대한 품질 지표로 삼고 있기 때문에⁽¹⁸⁻²⁰⁾ 고추 품종⁽²¹⁾이나 추숙⁽²²⁾에 따른 색소 성분의 추출, 분리, 정량 및 동정을 시도하고 있다⁽²³⁻²⁶⁾.

그러나 고추장은 고춧가루 이외에도 다양한 원, 부재료와 메주나 코오지 형태와 발효 정도에 따라서도 성분이 달라지며 전분질에서 오는 당과 콩의 분해산물인 아미노산이 반응하여 생성되는 색소물질로 변색에 깊이 관여할 것으로 보인다. 또한 고추장의 변색은 주로 표면에서 일어나고 있으므로 빛과 산화의 영향이 클 것으로 추정되나 이와 같은 변색의 원인을 밝히기 위해서는 많은 연구가 필요할 것으로 본다.

이 연구에서는 고추장 변색 원인으로 추정되는 열,

Corresponding author : Dong-Hwa Shin, Division of Biotechnology, Chonbuk National University, Dukjin-dong, Chonju, Chonbuk 561-756, Korea
Tel : 82-63-270-2570
Fax : 82-63-270-2572
E-mail : dhshin@moak.chonbuk.ac.kr

Table 1. Mixing ratio of raw material for preparation of *kochujang*

Raw material	<i>Duk kochujang</i>		<i>Sikhye kochujang</i>	
	Weight	Ratio(%)	Weight	Ratio(%)
Glutinous rice powder	32.0	27.7	80	22.9
Red pepper powder	36.0	31.2	110	31.4
Meju powder	12.0	10.4	40	11.4
Salt	17.8	10.9	60	17.1
Malt powder	-	-	18	5.2
Water	32.2	19.8	42	12.0

빛 그리고 공기 등의 갈변 인자를 단독으로 혹은 복합처리하여 변색정도를 관찰하여 요인별 상호작용을 확인하고 용매별로 고추장 추출물을 얻어 흡광도 변화를 측정함으로써 고추장의 변색 원인을 추적하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

농진 종묘(전북, 김제)에서 육종, 김제지역에서 재배하여 1997년에 수확한 홍일 품종을 일광 건조후 절단, 씨를 제거하고 고추장용 고춧가루 형태로 분쇄하여 사용하였다.

고추장 제조

순창지역의 전통적인 고추장 제조 방법⁽²⁷⁾에 따라 Table 1과 같은 조합으로 떡 고추장과 식혜 고추장을 제조하였다.

갈변 요인별 시료 처리

고추장을 시험관(18×200 mm)에 각각 20g씩 넣고 열, 공기 및 빛에 의한 고추장의 갈변 정도를 분석하기 위해 Table 2와 같은 처리를 한 후 25°C에서 저장하면서 변화를 관찰하였다. 이때 열처리는 온도가 조정된 water bath를 이용, 품온이 100°C에 도달한 후 15분 처리하였고 질소치환은 투명용기에 고추장 시료를 넣은 시험관을 넣고 밀봉한 후 진공처리 후 질소 주입과정을 3회 반복하였고 U.V.조사는 U.V. lamp(10 W)로 양쪽에서 계속 조명하였다.

색도

색차계(Tokyo Denshoku Co. Japan, Model TC-360)로 Hunter scale에 따라 L(lightness), a(redness), b(yellowness)를 기준으로 $\Delta E[(L_0-L_1)^2+(a_0-a_1)^2+(b_0-b_1)^2]^{1/2}$ 값으로 표시하였다.

Table 2. Treatment of *kochujang* for browning test on *duk* or *sikhye kochujang*

Heating	Treatment	
	No-heating	Dark ¹⁾
U.V. ⁴⁾		Air N ₂
Heating	Dark	Air N ₂
	U.V.	Air N ₂

¹⁾Dark condition.

²⁾Under air(regular method).

³⁾N₂ substitution after vacuum treatment.

⁴⁾UV treatment by U.V. lamp(10W).

단, L₀, a₀, b₀는 초기 L, a, b 값, L, a₁, b₁은 시간 경과 후 L, a, b 값.

고추장의 색소 추출

Acetone 추출물을 얻기 위하여 고추장 2g에 아세톤 20 mL를 가해 잘 혼합한 후 5시간 정도 방치한 다음 여과하여 여액 1 mL에 아세톤 4 mL를 첨가하여 예비 시험 결과 최대 흡광도를 나타낸 450~500 nm에서 흡광도를 측정하였고 물 추출물을 얻기 위하여는 고추장 2g에 증류수 40 mL를 가해 잘 혼합한 후 5시간 정도 방치한 다음 1500 rpm, 10분간 원심분리하고 여과한 액 0.5 mL에 증류수 12.5 mL를 첨가하여 예비시험 결과 최대 흡광도를 나타낸 200~300 nm에서 각각 spectrophotometer(Shimadzu, UV-1201, Japan)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

통계처리

SAS 통계 package⁽²⁸⁾를 이용하여 떡, 식혜고추장에 대한 열처리, 빛 및 공기의 3개 요인에 대해서 발효저장기간에 따라 3반복 실험한 결과를 요인 분석하였고 저장기간에 따른 변색정도를 비교하였다.

Table 3. Color difference value of duk kochujang by browning factor during fermentation at 25°C

Fermentation time(day)	storage condition	gas rate	Non heating				Heating ⁵⁾			
			L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	dark ¹⁾	air ²⁾	22.6 ⁶⁾	34.0	14.9	21.6	31.3	14.0		
	U.V ⁴⁾	N ₂ ³⁾								
20	dark	air	22.3	33.7	14.4	0.7	21.8	31.2	14.2	0.6
		N ₂	22.1	32.3	14.4	1.9	21.4	30.1	13.6	1.3
	U.V	air	21.0	30.7	13.4	4.0	21.2	30.2	13.7	1.7
		N ₂	21.6	31.4	13.9	3.0	21.3	30.0	13.7	1.4
40	dark	air	22.3	32.8	14.5	1.4	21.9	29.7	14.0	1.6
		N ₂	21.0	31.5	13.5	3.3	21.5	30.0	13.9	1.4
	U.V	air	20.6	30.2	13.1	4.7	20.6	28.5	13.1	3.2
		N ₂	21.4	30.6	13.9	3.8	21.0	28.5	13.3	3.0
60	dark	air	20.6	31.9	13.9	3.1	20.5	28.4	13.1	3.4
		N ₂	21.2	31.1	13.7	3.4	20.5	29.5	13.5	2.2
	U.V	air	20.2	30.0	12.9	5.1	19.5	26.2	12.3	5.8
		N ₂	20.7	28.6	13.0	6.1	20.5	26.4	12.0	5.4
80	dark	air	20.8	31.4	13.0	3.8	18.3	26.3	11.6	6.4
		N ₂	20.1	31.0	13.2	4.3	19.7	29.1	12.8	3.1
	U.V	air	19.4	29.5	12.5	5.9	17.1	24.0	10.9	9.1
		N ₂	18.3	27.5	11.8	8.4	17.8	25.1	11.3	7.8
100	dark	air	20.3	29.4	13.0	5.5	18.0	25.0	11.4	7.8
		N ₂	19.6	28.5	12.9	6.5	19.2	29.1	12.0	3.7
	U.V	air	19.0	28.5	12.1	7.2	17.0	22.8	10.3	10.3
		N ₂	16.8	21.9	10.9	14.0	18.2	23.8	11.4	8.7
120	dark	air	20.4	29.1	12.9	5.7	17.2	24.2	11.2	8.9
		N ₂	19.0	27.5	12.0	8.0	18.2	28.0	12.0	5.2
	U.V	air	18.0	28.0	11.5	8.3	16.0	20.2	9.6	13.2
		N ₂	16.4	21.9	10.2	14.4	17.3	22.9	10.7	10.1

¹⁻⁴⁾See foot note of Table 2.

⁵⁾Heated for 15 minute at 70°C.

⁶⁾Mean value of triplicate.

결과 및 고찰

떡고추장의 색도 변화

가열처리, 공기조성 및 U.V처리에 따른 떡고추장의 저장중 색도 변화는 Table 3과 같다. Table 3에서 보면 떡고추장은 발효기간이 경과함에 따라 L, a와 b값은 감소하고 ΔE값은 증가하는 경향이였다.

비열처리구와 열처리구로 비교할 때 담금초의 L값은 비열처리구에서 22.6이고 열처리구에서는 21.6으로 초기에는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나 숙성기간이 경과함에 따라 상당한 차이를 나타내, 발효 120일에는 U.V. 조사 유무, 질소 대체 유무 등 4처리 조건에서 비열처리구들에 대한 L값은 16.4~20.4였고 4처리 조건에서 열처리구들에 대한 L값은 16.0~18.2였다. 이 결과로 보아 발효기간이 경과됨에 따라 비열처리구들

이 열처리구들보다 L값의 감소폭이 커짐을 알 수 있었다. 그 다음 비열처리구중 공기조성 및 U.V. 처리구들간에 비교를 하면 발효기간이 60일째까지는 공기중에 노출시켜 자외선을 조사한 처리구에서 L값이 가장 낮게 나타났으나 숙성기간이 경과됨에 따라 다른 양상을 보여, 발효 120일에는 질소 치환 후 자외선을 조사한 처리구에서 L값이 16.4로 담금 초 22.6에 비해 상당히 감소하였다.

반면에 열처리구들에서는 L값이 여러 요인 중 공기중에 노출시켜 자외선을 조사한 처리구에서 발효기간 전반에 걸쳐 가장 낮게 나타나 전 등⁷⁾의 보고와 일치함을 확인했다. a와 b값도 처리구에 상관없이 L값과 거의 비슷한 양상을 보여 발효기간이 경과됨에 따라 a와 b값이 감소되었다. 이러한 결과에 기인하여 ΔE 값은 숙성기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타

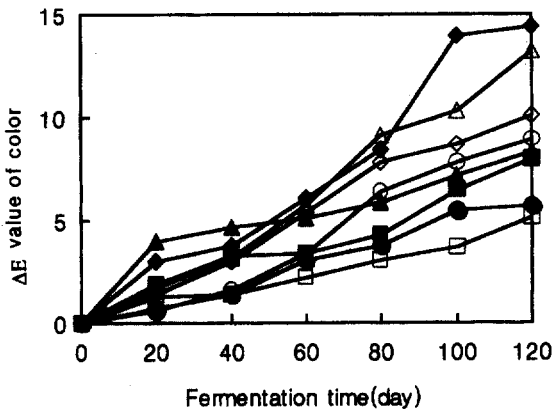


Fig. 1. ΔE value of duk kochujang upon various treatment during fermentation at 25°C.

-●-, Fermentation under air at dark; -■-, Fermentation under N_2 at dark; -▲-, Fermentation under air at U.V.; -◆-, Fermentation under N_2 at U.V.; -○-, Fermentation under air at dark after heating(115°C, 15 min); -□-, Fermentation under N_2 at dark after heating(70°C, 15 min); -△-, Fermentation under air at U.V. after heating(70°C, 15 min); -◇-, Fermentation under N_2 at U.V. after heating(70°C, 15 min).

내 발효기간 중에 고추장의 색도에 많은 변화가 있음을 알 수 있다.

즉, 비열처리구의 ΔE 값 변화는 발효 20일째에 0.7~4.0이었다가 발효 120일째는 5.7~14.4로 처리구에 따라 변색정도가 상당히 다름을 알 수 있었다. 또한 열처리구의 ΔE 값 변화는 발효 20일째 0.6~1.7인 반면 발효 120일째는 5.2~13.2로 증가폭이 열처리구들 보다는 비열처리구들이 다소 높음을 알 수 있었다.

열과 U.V. 및 공기 조성간의 각 처리구에 대한 색도 변화를 더욱 확실히 확인하고자 ΔE 값의 변화를 본 결과는 Fig. 1과 같은데 열처리나 공기조성에 따른 처리구를 비교하면 뚜렷한 특징을 인지할 수 없었으나 U.V.에 의한 처리 방법으로 암소와 자외선을 조사

한 처리구에서는 암소에 저장한 처리구보다 자외선 조사구가 열처리나 공기조성과는 무관하게 발효기간이 경과됨에 따라 ΔE 값이 월등히 높게 나타났다. 그리고 발효기간동안 ΔE 값의 최대와 최소치를 살펴보면 비열처리상태로 진공처리한 후 자외선 조사하며 발효한 처리구의 ΔE 값이 4.9~13.5로 변화폭이 가장 컸고 열처리하여 진공처리하고 암소에서 발효한 처리구의 ΔE 값이 1.3~5.2로 변화폭이 가장 낮았다. 그러므로 떡고추장에서 갈변 요인중 U.V.에 의한 요인이 가장 크게 좌우함을 알 수 있었다. 특히 고추장 내에 존재하는 갈변 기질성분인 polyphenol류⁽³³⁾는 빛에 의해 연쇄적으로 산화하여 발효 기간이 길어질수록 갈변이 더욱 촉진되는 것으로 추정된다.

떡고추장의 갈변 요인 분석

떡고추장을 120일간 발효시키면서 20일 간격으로 색도 변화를 측정하여 ΔE 값에 대한 처리 방법별 요인 분석을 한 결과는 Table 4와 같다. Table 4를 보면 ΔE 값에 대한 떡고추장의 갈변 요인은 U.V. 처리 유무에 따라 발효 전 기간에 걸쳐 높은 유의성($P < 0.01$)이 인정되었으며 공기조성에 따라서는 유의성을 보이지 않고 있다. 열처리와 공기 조성간의 상호작용에서는 발효기간이 경과됨에 따라 유의적인 차이를 보여 발효 60일 이후부터 고도의 유의성($P < 0.01$)이 인정되었다. 이는 떡고추장의 갈변 요인은 빛에 의한 요인이 가장 크게 나타남을 알 수 있었고 각 처리별 상호작용에 의한 갈변 요인은 열처리와 공기조성간의 처리방법이 주요 갈변 요인이 됨을 알 수 있었다. 이는 고추의 열풍건조시 색소 성분인 capsanthin 성분이 감소한다는 보고⁽¹⁸⁾와 일광에 의한 색소 성분 변화가 일어난다는 보고 등^(9,14)과 일치하여 고추장의 변색은 고추의 색소 물질과 깊은 관계가 있다는 것을 알 수 있다.

Table 4. Factor analysis of color change(ΔE value) of duk kochujang during fermentation at 25°C

Fermentation time(day)	Browning factor						
	A ¹⁾	B ²⁾	C ³⁾	A*B	B*C	A*C	A*B*C
20	0.0001** ⁴⁾	0.0001**	0.4244	0.0003**	0.0005**	0.6701	0.0933
40	0.0003**	0.0001**	0.4709	0.4264	0.0045**	0.1306	0.0038**
60	0.4199	0.0001**	0.8005	0.3893	0.2374	0.0307* ⁵⁾	0.8883
80	0.0011**	0.0001**	0.1388	0.2861	0.0013	0.0001**	0.8983
100	0.1292	0.0001**	0.2202	0.3358	0.0001**	0.0001**	0.0494
120	0.6517	0.0001**	0.4608	0.8716	0.0517	0.0001**	0.1421

¹⁾Relation of heating and nonheating.

²⁾Relation of dark and U.V.

³⁾Relation of air and N_2 .

⁴⁾Indicate significant difference($P < 0.01$).

⁵⁾Indicate significant difference($P < 0.05$).

Table 5. Hunter value of *sikhye kochujang* by browning factor during fermentation at 25°C

day	storage condition	Gas rate	Non heating				Heating ⁵⁾			
			L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	dark ¹⁾	air ²⁾ N ₂ ³⁾	19.7 ⁶⁾	27.2	12.8		18.1	24.5	11.6	
	U.V ⁴⁾	air N ₂								
20	dark	air	18.1	25.0	11.6	3.0	17.6	23.8	11.1	1.1
		N ₂	18.2	25.0	11.5	3.0	17.8	24.5	11.3	0.7
	U.V	air	17.7	25.3	11.2	3.2	17.2	23.5	10.9	1.6
		N ₂	17.1	23.7	10.7	4.9	18.2	24.8	11.6	1.2
40	dark	air	17.9	24.8	11.3	3.4	19.1	25.9	12.3	1.9
		N ₂	17.7	24.5	11.2	3.7	18.3	25.3	11.8	0.9
	U.V	air	16.9	24.0	11.0	4.6	19.0	26.3	12.2	2.2
		N ₂	16.9	23.0	10.6	5.6	17.8	25.0	11.7	0.7
60	dark	air	17.5	25.7	11.0	3.8	17.0	24.0	11.0	2.1
		N ₂	16.4	23.6	10.6	5.4	17.0	24.2	11.1	2.6
	U.V	air	16.9	23.9	10.9	4.7	16.7	24.0	10.8	3.1
		N ₂	16.3	22.9	10.2	5.8	16.0	24.0	11.0	2.9
80	dark	air	16.4	24.1	10.0	5.3	16.8	25.5	10.9	1.8
		N ₂	15.3	22.9	9.9	6.8	16.1	24.7	10.5	2.2
	U.V	air	15.0	23.5	9.6	6.8	16.3	22.9	10.5	2.8
		N ₂	15.0	22.7	9.6	7.2	15.5	23.2	10.2	3.2
100	dark	air	16.0	24.1	9.7	5.8	16.0	25.0	10.7	2.7
		N ₂	15.4	21.0	9.9	8.1	16.1	22.3	10.3	3.4
	U.V	air	15.0	23.4	9.7	7.0	15.5	22.1	9.7	4.4
		N ₂	13.4	16.7	8.4	13.0	15.8	22.7	10.1	3.3
120	dark	air	15.3	23.0	9.6	6.9	15.9	22.2	10.0	3.6
		N ₂	14.7	20.3	9.0	8.8	15.8	22.6	9.9	3.6
	U.V	air	14.4	21.8	8.9	8.7	15.0	21.2	9.5	5.1
		N ₂	13.1	16.7	7.8	13.5	14.3	20.9	8.9	5.9

¹⁾⁻⁶⁾See foot note of Table 4.

식혜 고추장의 색도 변화

식혜고추장의 L, a, b 및 ΔE값의 색도변화는 Table 5와 같다. Table 5에서 L값은 담금 초기에 비열처리구는 19.7이고 열처리구는 18.1로, 열처리함으로써 L값이 감소됨을 알 수 있었다. 그러나 고추장이 숙성됨에 따라 비열처리구들의 L값은 변화가 적었고 발효 20일째에 17.1-18.2였다가 발효 120일째는 13.1-15.3이었고 열처리구들의 L값은 발효 20일째에 17.2-18.2였다가 발효 120일째는 14.3-15.9로 비열처리구보다 낮은 경향을 보였다.

a값은 비열처리구들에서는 담금 초기에 27.2였다가 발효 120일째는 처리구별로 16.7-23.0으로 낮아졌으며 열처리구들은 담금 초기에 24.5에서 발효 120일째는 처리구별로 20.9-22.2가 되었다. 이 결과에 따르면 열처리구들이 비열처리구들보다 a값의 감소폭이 적음을 알 수 있었다.

또한 b값에서도 비슷한 양상을 나타내었으며 또한

식혜 고추장의 색도 변화 중 ΔE값은 발효기간동안 식혜고추장의 열처리구들은 0.7-5.9이고 비열처리구들은 3.0-13.5로써 비열처리구들이 월등히 ΔE 값이 높게 나타났다. 이는 열처리에 의해 고추장의 담금 초기에 색이 고정됨과 동시에 열에 의한 효소적 갈변이 억제됨으로써 열처리구의 L, a, b값의 감소폭과 ΔE 값의 증가폭이 비열처리구에 비해 적지 않았나 추정한다.

이 결과를 Table 3의 떡고추장과 비교할 때도 상당한 차이를 나타냈는데 이는 고추장 제조시 배합 성분의 차이로 식혜고추장의 환원당 함량은 떡고추장보다 높은 것을 감안할 때 고추장의 성분조성에 따라 다른 변색 양상을 보이는 것으로 판단된다.

식혜고추장의 저장 중 열과 빛 및 공기 조성간의 각 처리구에 대한 색도 변화중 ΔE 값의 변화를 보면(Fig. 2) 가장 뚜렷한 차이는 ΔE 값이 4처리 조건에서의 열처리구 보다는 비열처리구가 월등히 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 이는 엷기름⁽³⁴⁾, 돼지기름⁽³⁵⁾ 그리고 팽

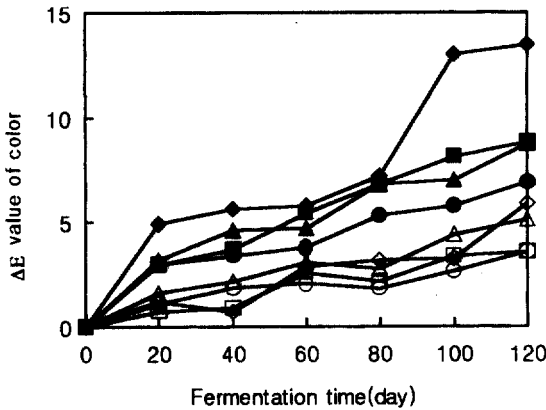


Fig. 2. ΔE value of sikhye kochujang upon various treatment during fermentation at 25°C.
Legend: See Fig. 1.

화한 곡류 등⁽³⁶⁾은 가열처리함으로써 가열처리를 하지 않은 상태보다 산화 안정성이 좋았고 이러한 가열에 의해서 항산화 작용을 가진 물질을 형성한다는 연구로 미루어 보아 위의 실험에서도 열처리구는 초기에 어느 정도 갈변이 된 후 발효기간 동안 계속 안정한 상태로 유지된다고 생각된다. 한편 비열처리된 고추장을 질소 치환해 자외선 조사하면서 저장한 처리구는 발효 80일 이후 색차가 심하여 발효 100일경에는 ΔE 값이 13을 나타내었다. 이는 자외선 조사가 열이나 공기 조성인자보다도 더 강하게 작용한 결과로 판단된다.

식혜 고추장의 갈변 요인 분석

식혜고추장의 열처리, U.V. 그리고 공기 조성에 따른 ΔE 값의 갈변 요인을 분석한 결과는 Table 6과 같다. Table 6에서 보면 열처리와 빛의 유무에 대한 갈변요인은 발효 기간 동안 전반적으로 우세한 갈변인자로 작용하여 고도의 유의성(P<0.01)이 인정되었으며 공기의 조성에 따른 갈변 인자는 고추장의 발효가 80일째이후부터 고도의 유의성(P<0.01)이 인정되었다. 고

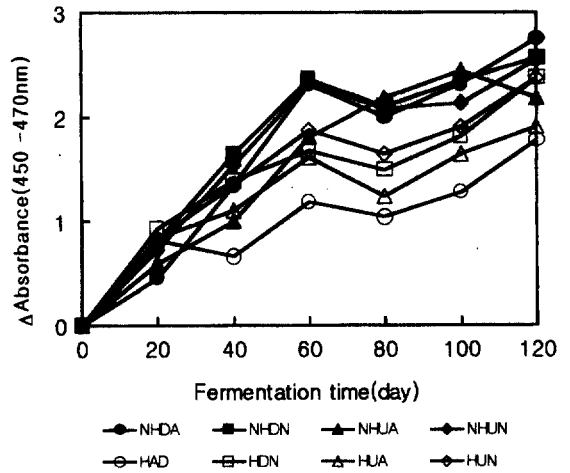


Fig. 3. Absorbance difference on acetone extracts of duk kochujang during fermentation at 25°C.
Legend: See Fig. 1.

추장의 발효기간동안 각 요인별 상호작용은 열처리와 공기 조성에 따라 유의성(P<0.05)이 인정됨바 식혜고추장에서는 열과 빛이 뚜렷하게 갈변 요인으로 작용함을 알 수 있었다. 이 결과를 떡고추장과 비교할 경우 변색요인으로 가열처리가 추가된 것은 식혜고추장의 초기 당함량과 관계될 것으로 추정된다.

고추장 추출물의 흡광도 변화

고추장을 아세톤과 물로 추출하여 갈변원인 물질의 특성을 확인하고자 하였다.

각 고추장을 아세톤으로 추출하여 흡광도를 측정된 결과, 아세톤 추출물의 흡광도는 450~470 nm에서 최고치를 나타내는 바(data 생략) 이 파장에서 고추장 색소의 중요 성분인 capsanthin⁽³⁷⁾이 용출됨을 알 수 있었다. 이에 따라 450~470 nm에서 용출되는 성분을 고추의 주요 색소성분으로 하고 각 처리별 고추장의 아세톤추출물에 대한 가시광선 영역의 색소물질 함량 변화를 비교하였다. 초기 흡광도 대비 발효기간별 고추

Table 6. Factor analysis of color change(ΔE value) of sikhye kochujang during fermentation at 25°C

Fermentation time(day)	Browning factor						
	A ¹⁾	B ²⁾	C ³⁾	A×B	B×C	A×C	A×B×C
20	0.0001** ⁴⁾	0.0025**	0.2717	0.2117	0.0590	0.0070**	0.0590
40	0.0001**	0.0012**	0.1675	0.0012**	0.8390	0.0002**	0.1917
60	0.0001**	0.1398	0.1067	0.9695	0.5430	0.1928	0.8484
80	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.6892	0.0347*	0.0347*	0.0755
100	0.0001**	0.0008**	0.0007**	0.0326 ⁵⁾	0.3309	0.0003**	0.0096**
120	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0304*	0.0087**	0.0001**	0.0881

¹⁾⁻⁵⁾See foot note of Table 4.

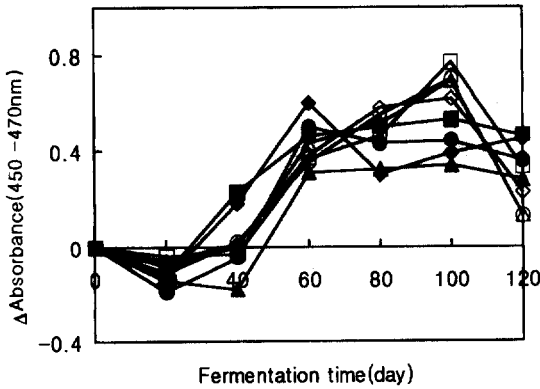


Fig. 4. Absorbance difference on acetone extracts of *sikhye kochujang* during fermentation at 25°C.
Legend: See Fig. 1.

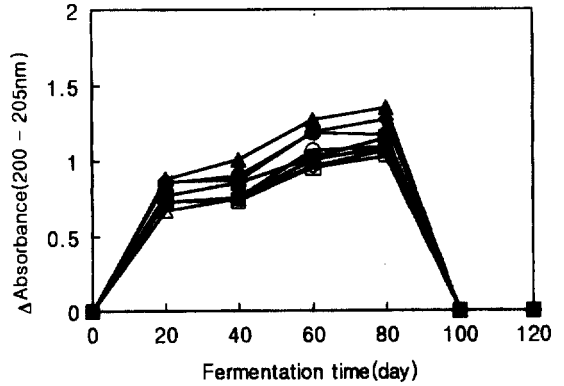


Fig. 6. Absorbance difference on water extracts of *sikhye kochujang* during fermentation at 25°C.
Legend: See Fig. 1.

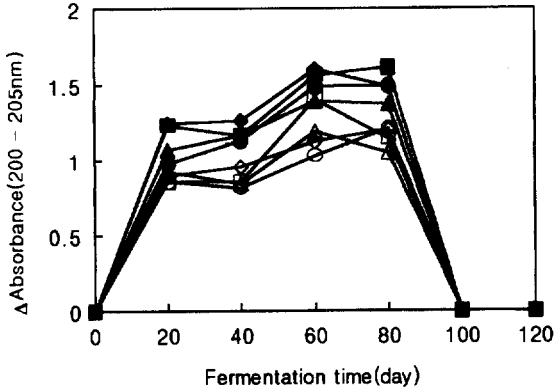


Fig. 5. Absorbance difference on water extracts of *duk kochujang* during fermentation at 25°C.
Legend: See Fig. 1.

장의 아세톤 추출물의 흡광도 변화량을 Δ absorbance로 표시하여 비교한 결과는 Fig. 3과 Fig. 4와 같다. Fig. 3에서 보면 떡고추장의 경우 열처리구 보다는 비열처리구에서 더 높은 흡광도 변화가 있는 것으로 보아 비열처리구는 여러 갈변 요인에 의해 지용성 색소 성분이 변화가 있는 것으로 추정된다. 처리별 식혜고추장을 아세톤으로 추출한 후 이의 흡광도 변화량 (Δ absorbance)을 표시한 것은 Fig. 4와 같은데 떡고추장과 거의 유사한 양상을 보이고 있다.

떡고추장이나 식혜고추장의 수용성 갈변 물질의 변화를 추정하고자 각 고추장을 물로 추출하여 흡광도를 측정된 결과 200~205 nm에서 최고치를 나타내는 바(data 생략) 이 파장에서 고추장의 물 추출물 중 중요 색소 성분이 용출됨을 알 수 있었다. 떡고추장에서 수용성 성분 흡광도 변화량을 측정된 결과는 Fig. 5와 같은데 아세톤 추출물과 같이 열처리구 보다는 비열

처리구에서 흡광도 변화가 높게 나타났다. 이는 물에 용출되는 성분들도 열처리를 하지 않은 상태에서 많은 양이 용출됨을 알 수 있었다. 그러나 발효 100일 이후에는 초기와 비교하여 변화가 없었다. Fig. 6은 식혜고추장에서 수용성 성분을 물로 추출하여 흡광도를 측정된 것으로 떡고추장과 비슷한 양상을 보여 물에 용출 되는 성분들은 유사한 것으로 추정하였다.

결과적으로 고추장의 갈변 원인 물질은 아세톤에 녹는 파장 450~470 nm의 물질과 물에 녹는 파장 200~205 nm의 물질들이 관여하는 것으로 본다.

요 약

고추장 변색 요인을 확인하기 위하여 전통적인 방법으로 떡고추장과 식혜고추장을 만들고 가열처리, 포장중 질소치환 및 U.V. 조사여부에 따른 변화를 관찰하였다. 각 고추장의 색도 변화는 일반적으로 숙성기간이 경과됨에 따라 L, a, b값은 감소하고 ΔE 값은 증가하는 경향을 보였다. 그 중 떡고추장의 ΔE 값은 자외선 조사구에서 다른 처리구에 비하여 높았고 식혜고추장의 ΔE 값은 비열처리구에서 전반적으로 높게 나타났다. 갈변 요인 분석에서는 떡고추장의 주요 갈변 요인으로는 빛이, 식혜고추장에서는 열처리와 빛이 작용하였으며 각각의 갈변 요인들이 상호 작용함으로써 고추장의 갈변에 관여함을 확인하였다. 고추장 추출물의 흡광도 변화에서는 고추장을 아세톤으로 추출하여 흡광도를 측정된 결과 450~470 nm에서, 물 추출물의 흡광도는 200~205 nm에서 가장 최고치를 나타내었다.

감사의 글

이 연구는 과학기술부 선도기술개발사업(99-G-08-A-03-03)으로 수행한 연구의 일부로 연구비지원에 감사드립니다.

문헌

- Shin, D.H. Survey on consumer response of *kochujang*(fermented hot pepper-soybean paste) in market. Korean J. Dietary Culture 10: 419-425 (1995)
- Choi, O.S. and Ha, B.S. Changes on carotenoid pigments of oleoresin red pepper during cooking. J. Korean Soc. Food Nutr. 23: 225-231 (1994)
- Kim, D.H. Food Chemistry. Tamgoodang Press. Seoul, Korea, 50-66 (1991)
- Chouu, H.E. and Breeno, W.M. Oxidative decoloration of β -carotene in low-moisture model systems. J. Food Sci. 37: 66-68 (1972)
- Chen, S.L. and Gutmanis, F. Auto-oxidation of extractable color pigments in chili pepper with special reference to ethoxyquin treatment. J. Food Sci. 33: 274-280 (1968)
- Martinez, F. and Labuza, T.P. Rate of deterioration of freeze-dried salmon as a function of relative humidity. J. Food Sci. 33: 241-247 (1968)
- Chun, J.K. and Suh, C.S. The effect of sun light on color bleaching of red pepper powder. Korean J. Food Sci. Technol. 12: 82-87 (1980)
- Chang, K.S. and Kim, Z.U. Studies on packaging of chillies(*capsicum annuum*) in flexible films, their laminates. J. Korean Agricultural Chemical Society 19: 145-154 (1976)
- Dietrich, G.Q. and Marcus, K. Effects of environmental factors on the oxidation of potato chips. J. Food Sci. 37: 584-588 (1972)
- Heinonen, M.I., Ollilainen, V., Linkola, E-K, Varo, P.T. and Koivistoinen, P.E. Carotenoids in finnish foods : Vegetables, fruits and Berries. J. Agric. Food Chem. 37: 655-659 (1989)
- Teixeirantel R.O., Saguy, I. and Mixrahi, S. Oxygen uptake and β -carotene decoloration in a dehydrated food model. J. Food Sci. 46: 665-676 (1981)
- Carnevale, J., Cole, E.R. and Crank, G. Photocatalyzed oxidation of paprika pigments. J. Agric. Food Chem. 28: 953-956 (1980)
- Jorge A.O., Marisa M. Wall and Cynthia A.W. Natural antioxidants for loss in stored paprika. J. Food Sci. 62: 1017-1021 (1997)
- Kanner, J., Mendel, H. and Budowski, P. Carotene oxidizing factors in red pepper fruits(*capsicum annuum* L.): Oleoresin-cellulose solid model. J. Food Sci. 43: 709-712 (1978)
- Kim, D.Y. and Rhee, C.O. Color and carotenoid changes during storage of dried red pepper. Korean J. Food Sci. Technol. 12: 53-58 (1980)
- Lee, C.H., Choi, E.H., Kim, H.S. and Lee, S.R. Storage stability and irradiation effect of red pepper powder. Korean J. Food Sci. Technol. 9: 199-204 (1977)
- Choi, E.H., Kim, Y.B. and Lee, S.R. Isolation of microorganisms from red pepper powder and their radiosensitivity. Korean J. Food Sci. Technol. 9: 205-210 (1977)
- Kim, K.H. and Chun, J.K. The effects of the hot air drying of red pepper on the quality. Korean J. Food Sci. Technol. 7: 69-73 (1975)
- Chun, J.K. and Park, S.K. Color measurement of red pepper powder and its relationship with the quality. J. Korean Agricultural Chemical Society 22: 18-23 (1979)
- Kim, Y.S., Shin, D.B., Jeong, M.C., Oh, H.I. and Kang, T.S. Changes in quality characteristics of traditional *kochujang* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 724-729 (1993)
- Kim, S.H., Kim, Y.W., Lee, Z.W., Kim, B.D. and Ha, K.S. Analysis of chemical constituents in fruits of red pepper(*capsicum annuum* L. CV. Bugang). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38: 384-390 (1997)
- Lee, S.W. Physio-chemical studies on the after-ripening of hot pepper fruit(part 5). changes in pigments. J. Korean Agricultural Chemical Society 14: 149-156 (1971)
- Hoffman, P.G. and Galetto, W.G. Separation and quantitation of red pepper major heat principles by reverse-phase high-pressure liquid chromatography. J. Agric. Food Chem. 31: 1326-1330 (1983)
- Gregory G.K., Chen, T.S. and Philip, T. Quantitative analysis of carotenoids and carotenoid esters in fruits by HPLC: Red bell peppers. J. Food Sci. 52: 1071-1073 (1987)
- Fisher, C. and Kocis, J.A. Separation of paprika pigments by HPLC. J. Agric. Food Chem. 35: 55-57 (1987)
- Biacs, P.A., Daoud, H.G., Pavisa, A. and Hajdu, F. Studies on the carotenoid pigments of paprika(*capsicum annuum* L. var Sz-20). J. Agric. Food Chem. 37: 350-353 (1989)
- Shin, D.H. Survey on preparation method of traditional home made *kochujang*(fermented hot pepper-soybean paste). Korean J. Dietary Culture 10: 427-434 (1995)
- SAS: Copyright(c) 1985,86, 87. SAS Institute Inc., Cary, N. C. 27512-8000, U. S. A
- Ramakrishnan, T.V. and Francis, F.J. Color and carotenoid changes in heated paprika. J. Food Sci. 38: 25-28 (1973)
- Mingues, M.I., Galan, M.J. and Fernandez, J.G. Color quality in paprika. J. Agric. Food Chem. 40: 2384-2388 (1992)
- Clydesdale, F.M. The measurement of color. Food Technol. 23: 16-22 (1969)
- Francis, F.J. Pigment content and color in fruits and vegetables. Food Technol. 23: 32-36 (1969)
- Lee, S.W. Physio-chemical studies on the seed browning in mature green peppers stored at low-temperature(Part 2); Changes in enzymatic activity with the

- seed-browning effect. Korean J. Food Sci. Technol. 3: 37-43 (1971)
34. Baker, D.L. and Heueman, N.N. Antioxidants in malt and maltsprouts. Food Technol. 12: 33 (1958)
35. Lips, H.J. Effect of heat on the satability of Lard. J. Am. Oil Chem. Soc. 28: 58 (1951)
36. Anderson, R.H., Moran, D.H., Huntley, T.E. and Holahan, J.C. Responses of cereals to antioxidant. Food Technol. 17(12): 115 (1963)
37. Pribela, A. and Drdak, M. Comparison of methods for colour determination in paprika. Prumysl Potravin 33: 676-678 (1982)

(2000년 5월 10일 접수)