

고추장아찌 숙성 중 아스코르브산 및 클로로필의 함량 변화

정숙자 · 김경업 · 김성희[†]
경상대학교 식품영양학과

The Changes of Ascorbic Acid and Chlorophylls Content in *Gochu-jangachi* during Fermentation

Suk-Ja Jung, Gyeong-Eup Kim and Sung-Hee Kim[†]

Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate changes in salinity, pH, ascorbic acid, chlorophyll and its derivatives of the different *gochu-jangachi* (unripe hot pepper preserved in soybean paste and soy sauce). As the fermentation proceeded, the salinity of these samples stored at 15°C was higher than that stored at 5°C. The pH of samples was slowly lowered and little different during the fermentation at 5°C. In the during fermentation at 15°C, the pH of *gochu-jangachi* with soybean paste was maintained over 5 until 60 days and that of *gochu-jangachi* with soy sauce was dropped under 5 after 32 days, after that the value was slowly decreased. As fermentation time passed, the content of ascorbic acid in *gochu-jangachi* was decreased rapidly at 15°C than at 5°C and that was disappeared after 16 days (soybean paste) and 20 days (soy sauce). In both samples, the degradation of chlorophyll a was faster than chlorophyll b, especially at 15°C. The degradation of chlorophylls or production of pheophytin and pheophorbide were closely related to the ascorbic acid content during fermentation.

Key words: *gochu-jangachi*, chlorophyll, chlorophyll derivatives, soybean paste, soy sauce

서 론

우리 조상들은 오래 전부터 자연환경에 알맞은 전통발효 식품을 만들어 왔으며, 이들은 현재 우리들 식생활의 중요한 몫을 차지하고 있다. 겨울철 채소류의 섭취를 위해 각종 장아찌류를 만들어 왔는데 고추장아찌는 장제채(醬齎菜)의 일종으로 간장에 절이거나 된장에 재어 두는 것으로 부패세균이 장(醬)속에서는 번식할 수 없으므로 장기간 저장시 장(醬)의 성분이 고추성분과 함께 숙성된 것이다(1). 원료인 풋고추에서 항산화물질인 아스코르브산, chlorophyll, capsaicin은 일차적으로 식품의 품질 유지 및 지방질의 과산화 방지에 직접 관여할 뿐 아니라 여러 가지 생리학적 활성 특히, 항노화성, 항돌연변이성, 그리고 항암성에 직접 관련이 있다고 보고되어 있다(2). 또한 풋고추의 주 색소인 chlorophyll은 야채나 과일 등의 신선함을 나타내는 지표가 되기도 하고 식욕을 돋구는 요소로서 중요할 뿐만 아니라 상처 치료 효과, 세균 생육 정지 효과, 조혈 작용, 간 기능 증진 작용, 탈취 작용 등의 생리활성으로 건강보조식품에 널리 이용되고 있다(3). 또한 광선이 차단된 상태에서는 free radical scavenger로 작용하여 지방질의 자동산화 등을 방지하는 항산화성을 가질 뿐 아니라, 여러 가지 생리학적 활성 특히, 항돌연변이성 및 항암성이

보고되어 있다(4, 8).

Cheigh 등(9)은 갓김치 발효과정에서 일어나는 chlorophyll 및 그 유도체는 linoleic acid의 자동산화 및 효소적 산화 반응의 영향을 받아 미미하게 파괴 또는 탈색되었다고 보고했으며, 동 산화반응 체계에서 chlorophyll a 및 b, pheophytin a 및 b는 BHA에 못 미치나 α -tocopherol이나 β -carotene보다 훨씬 높은 항산화성을 보였다고 하였고, chlorophyll 및 그 유도체 중에서 chlorophyll a가 항산화성이 가장 크다고 하였다(4).

고추장아찌의 숙성에 따른 큰 변화 중의 하나로 pheophorbide의 생성을 들 수 있는데, chlorophyll은 pickle이나 채소 절임 등과 같은 열장식품에서는 chlorophyllase가 작용하거나 유산발효 및 초산발효에 의한 pH의 저하로 pheophorbide가 생성된다고 보고되어 있다(10). Pheophorbide는 생체 내에서는 광증감제로써 광선과민 원인물질로 작용하여 singlet oxygen을 생성하여 적혈구 막을 손상시키고 세포막 지질의 산화를 촉진함으로써 동물체에 독성을 나타내는 것으로 밝혀져 있다(11,12).

따라서 본 연구에서는 시판되고 있는 간장 및 된장을 담금 원료로 한 고추장아찌를 제조하여 발효 및 숙성 중에 일어나는 염도, pH, 아스코르브산, chlorophyll 및 그 유도체의 변화

[†]Corresponding author. E-mail: kimsh@nongae.gsnu.ac.kr
Phone: 82-55-751-5972. Fax: 82-55-751-5971

를 조사 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료는 경남 산청에서 재배된 평균무게 14 g, 길이 12 cm의 풋고추를 1999년 8월 6일 구입하였으며, 담금원으로는 시중의 신송 재래된장, 신송 재래간장 및 천일염을 사용하였다.

고추장아찌의 제조 및 숙성

된장 담금은 풋고추를 깨끗이 씻어 물기를 제거한 다음 고추 1.3 kg에 된장 2.4 kg, 20%의 소금물 500 mL을 잘 섞은 후 항아리에 눌러 담았다. 간장 담금은 풋고추를 땅에 넣어 간장 3L을 부은 후 뜨지 않게 돌로 눌러 준 후 3일 마다 3회에 걸쳐 간장만 따라내어 끓인 후 식혀서 다시 부었다. 각 처리구들은 산소와의 접촉을 최소화하기 위해 비닐 덮개로써 봉한 후 5°C와 15°C에 각각 보관하여 숙성시켰으며 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 32, 40, 50, 60일째 일정량의 시료를 취하여 실험에 이용하였다.

염도 및 pH 측정

염도는 고추장아찌 10 g을 취하여 증류수 90 mL를 가한 후 waring blender로 3분간 마쇄한 후 No.7 여과지로 여과하여 그 여액을 염도계(NS-3P, Sinar medical)로 측정하였고, pH는 같은 방법으로 처리한 후 pH meter(corning-320)로 측정하였다.

아스코르브산의 함량 측정

측정법은 2, 4-dinitrophenylhydrazine (DNP) 비색법(13)에 준하였다.

Chlorophyll 색소의 추출, 분석 및 동정

색소 분석은 Eskin과 Harris의 방법(14)을 약간 변형하여 이용하였다.

추출 : 고추 5 g을 정평하여 acetone : methanol (1 : 1, v/v) 혼합용액을 가한 후 homogenizer로 마쇄하여 5°C 암실에서 2시간 방치 후 여과하여 100 mL로 정용하였다. 동량의 petrolcum ether와 10% NaCl 용액으로 추출한 후 무수 황산나트륨으로 탈수 농축하여 0.2 µm membrane filter로 여과하여 분석용 시료로 사용하였다.

분석 및 동정 : Chlorophyll 및 chlorophyll유도체의 정량은 Water 515-Gradient-LC system을 이용한 HPLC(Waters-515, Waters)로 분석하였다. 색소들은 Waters C₁₈ µBondapax column(3.9×300 mm)에 의해 두 종류의 이동상 용매(A: methanol/ water(80/20), B: ethylacetate)를 이용하여 gradient로 행하여 분리시켰다. B용매는 linear rate로 25분간 A용매와 50 : 50이 되게 하고 이후 25분간 isocratic으로 50 : 50을 유지하였으며 60분에 0%가 되도록 설정하였다. 유속은 1 mL/min,

1회 주입량은 5 µL였고 검출은 996 Photodiode Array Detector (435 min)에 의해 이루어졌다. 이들의 동정은 표준 chlorophyll 및 chlorophyll유도체의 retention time과 비교하여 동정하였으며, 정량은 그들의 peak 면적 값에 의해 산출된 3회 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

염도의 변화

5°C 및 15°C에서 숙성시킨 고추장아찌의 염도 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 5°C보다 15°C에서 염도 변화가 빠르게 나타났으며 모든 처리구에서 염도는 숙성기간 중 증가되는 경향을 나타내었다. 최종 60일째 고추장아찌의 염농도는 된장 담금의 경우 5°C에서 7.3%, 15°C에서 8.7%, 간장 담금의 경우 5°C에서 9.2%, 15°C에서 11.4%로 나타났다. 따라서 담금원과 저장 온도에 따라 식염의 침투작용이 다르다는 것을 알 수 있었다. 침체류는 염농도가 5~7%일 때 그대로 먹기에 가장 적합하다고 하였으며(15), 오이지의 pH, 산도 등의 물리화학적 및 관능적 품질변화에 소금농도가 주 영향인자로 작용한다고 하였고(16), Kang 등(17)에 의하면 부패미생물을 방지하기 위한 최소한의 염농도는 10% 농도를 유지해야 하며 소금농도가 낮을수록 연부 현상의 발생과 곰팡이나 산막 효모에 의한 백색의 균막이 생성되어 균덕내가 증가된다고 하였다.

pH의 변화

각 처리구의 pH변화는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 숙성 중 5°C보다는 15°C에서 pH 변화가 빠르게 일어났다. 5°C의 경우 담금 직후 pH 5.59에서 60일째에 된장 5.27, 간장 5.14로 별 차이가 없었으며, 15°C의 경우는 60일째에 된장 5.09, 간장 4.93으로 된장 담금은 최종일까지 pH 5 이상을 유지하였다. pH의 감소는 휘발성 유기산 중 acetic acid의 함량과 대체적

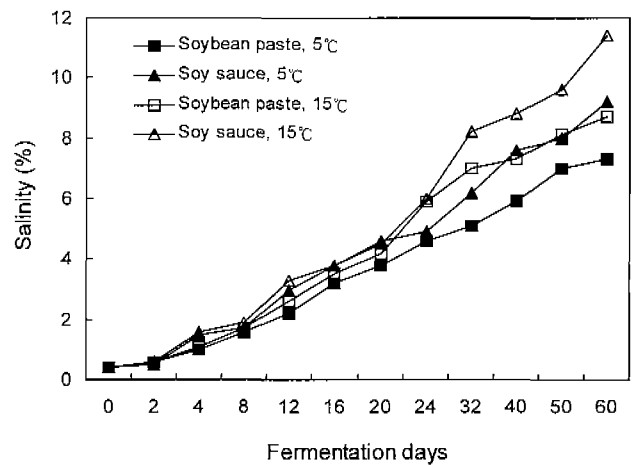


Fig. 1. Changes in salinity of gochu-jangachi added with soybean paste and soy sauce during fermentation at 5°C and 15°C.

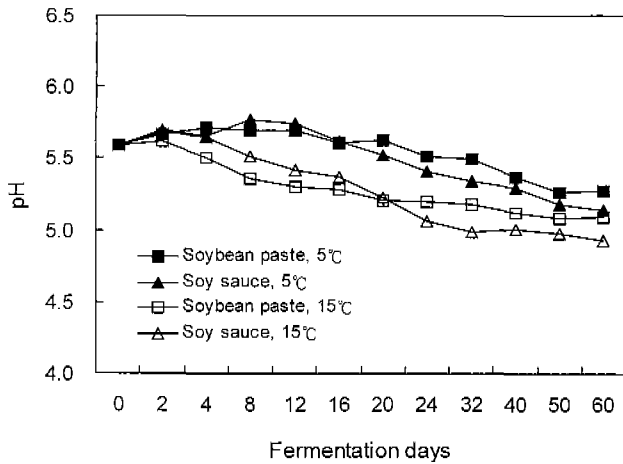


Fig. 2. Changes in pII of gochu-jangachi added with soybean paste and soy sauce during fermentation at 5°C and 15°C.

으로 비례하는데 발효가 진행됨에 따라 그 생성량이 증가하는 acetic acid가 pH 결정에 중요한 요인이라는 Ryu 등(18)의 보고가 있다.

일반적으로 염 농도가 높을 경우 pH 저하 속도가 느리다는 보고와는 달리 본 실험에서는 15°C의 경우 된장과 간장의 pH가 높게 나타났는데, 이러한 결과는 시판 된장이나 간장의 첨가물 영향이 아니면 된장이나 간장 중의 단백질과 아미노산의 완충작용일 것으로 추정된다.

아스코르브산의 함량변화

Fig. 3에서 보는 바와 같이 풋고추에 많이 함유되어 있는 아스코르브산의 함량은 장아찌 숙성기간에 따라 빠른 속도로 감소하는 경향을 나타내었다. 담금 직후 약 249.2 mg%이었으나 5°C에서는 숙성 32일째에 된장 담금의 경우 약 10.6 mg%, 간장 담금의 경우에는 약 50.2 mg%로 잔존율이 각각 4%, 20% 정도로 감소되었고 15°C에서는 숙성 16일째에 된장

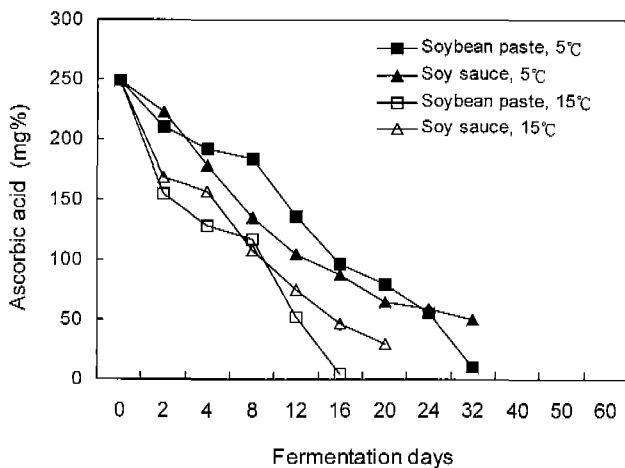


Fig. 3. Changes in ascorbic acid of gochu-jangachi added with soybean paste and soy sauce during fermentation at 5°C and 15°C.

담금은 약 4.7 mg%, 간장 담금은 약 29.1 mg%로 잔존율이 각각 2%, 12% 정도로 보다 급속하게 감소되었으며 그 이후에는 소실되었다. 이상의 결과에서보면 발효 적숙기에 아스코르브산의 함량이 증가한다는 김치의 경우(19)와는 차이가 있었다. 숙성 온도에 따른 시료간의 큰 차이를 보였는데 온도가 높을수록 감소속도는 빠르게 나타났으며 특히 된장 담금이 간장 담금의 경우보다 급속한 감소가 이루어져 아스코르브산의 잔존율이 낮게 나타났다. 김치의 경우 아스코르브산의 변화양상은 재료와 발효조건에 따라 다르다고 하였고(20) 갓김치의 경우 pH 4.0 이하의 산성 조건에서 아스코르브산이 오랫동안 유지된다고 한 결과(9)로 미루어 볼 때 본 실험에서 아스코르브산의 급격한 감소는 숙성 60일째까지 계속된 높은 pH와 관련이 있는 것으로 사료된다.

Chlorophyll 및 그 유도체의 함량 변화

된장 담금한 고추장아찌의 숙성기간에 따른 chlorophyll 및 그 유도체의 변화는 Table 1에 나타내었다. Chlorophyll a는 담금 직후 134.32 µg/g에서 점차 감소하여 5°C에서는 24일 이후 15°C에서는 20일 이후 소실되었고 chlorophyll b는 담금 직후 46.88 µg/g에서 점차 감소하여 5°C에서는 50일 이후, 15°C에서는 24일 이후에 소실되었다. Pheophytin a는 담금 직후 미량 존재하다가 점차 증가하여 5°C에서는 24일째에 67.06 µg/g, 15°C에서는 16일째에 68.81 µg/g으로 최대를 나

Table 1. Changes of chlorophylls and their derivatives in gochu-jangachi added with soybean paste during fermentation (µg/g)

Fermentation Temp.		Chl.a ¹⁾	Chl.b	Py.a	Py.b	Po.a	Po.b
5°C	0	134.32	46.88	0	0	0	0
	2	132.60	46.74	1.72	0.14	0	0
	4	128.52	46.41	6.87	0.47	0	0
	8	118.36	42.59	15.27	4.29	0.69	0
	12	95.26	39.24	34.81	7.64	2.25	0
	16	67.33	35.17	54.99	11.71	12.00	0
	20	47.00	22.73	65.04	23.26	22.28	0.89
	24	29.19	18.52	67.06	26.35	38.07	2.01
	32	0	7.57	40.97	37.44	93.35	1.77
	40	0	3.60	17.02	43.19	117.30	0.13
	50	0	0.32	0	46.56	194.30	0
	60	0	0	0	46.80	134.32	0
15°C	0	134.32	46.88	0	0	0	0
	2	124.28	43.34	9.75	3.54	0.29	0
	4	112.93	40.75	17.18	6.13	4.21	0
	8	90.58	35.85	31.35	11.03	12.39	0
	12	30.59	27.52	66.12	18.91	37.61	1.46
	16	10.68	18.02	68.81	25.85	54.83	3.01
	20	2.63	7.68	52.68	37.31	79.01	1.89
	24	0	1.47	20.14	44.76	114.15	0.65
	32	0	0	0	46.82	133.31	0
	40	0	0	0	46.83	133.50	0
	50	0	0	0	46.83	133.64	0
	60	0	0	0	46.83	134.08	0

¹⁾Chl.a: Chlorophyll a, Chl.b: Chlorophyll b, Py.a: Pheophytin a, Py.b: Pheophytin b, Po.a: Pheophorbide a, Po.b: Pheophorbide b.

타내다가 그 이후 감소되기 시작하여 60일째는 남아있지 않았다. 반면에 pheophytin b는 숙성됨에 따라 점차 증가하여 60일째는 5°C, 15°C에서 각각 46.80 µg/g, 46.83 µg/g으로 최대를 나타내었다. Pheophorbide a는 5°C에서 8일째부터, 15°C에서 2일째부터 생성되어 점차 증가되었고 pheophorbide b는 5°C에서는 20일째 생성되어 40일째까지, 15°C에서는 12일째 생성되어 24일째까지 미량 존재하다가 소실되었다.

간장 담금한 고추장아찌의 숙성기간에 따른 chlorophyll 및 그 유도체의 변화는 Table 2에 나타내었다. 보는 바와 같이 간장 담금의 경우 chlorophyll 및 그 유도체의 변화는 된장 담금인 경우와 유사한 경향을 나타내었다. Chlorophyll a 및 chlorophyll b는 된장 담금보다 숙성기간 완만한 감소를 보였으며 chlorophyll b의 경우에 5°C에서 숙성 60일째에도 3.24 µg/g으로 잔존해 있었다. pheophytin a는 숙성 2일째부터 생성되기 시작하여 5°C에서 32일째에 74.12 µg/g, 15°C에서는 24일째에 65.76 µg/g으로 최대를 나타내었고 그 이후에 감소되었으며 pheophytin b는 된장 담금의 경우와 같이 점차 증가하여 60일째에 최대를 나타내었다. Pheophorbide a는 5°C에서 16일째부터, 15°C에서는 12일째부터 생성되어 계속 빠른 속도로 증가되어 60일째에 각각 132.17 µg/g, 133.31 µg/g으로 최대를 나타내었고 pheophorbide b는 5°C에서 24~40일까지, 15°C에서 16~24일까지 미량 존재하다가 곧 소실되고 말았다. 이와 같이 고추장아찌가 숙성됨에 따라 chloro-

phyll a 및 chlorophyll b의 함량은 크게 감소되었고, pheophytin과 pheophorbide a의 함량은 크게 증가되었는데, 이는 된장 담금인 경우가 간장 담금한 경우보다 더 크게 나타났다. 또한 담금 직후 chlorophyll b의 함량은 chlorophyll a에 비해 1/3 정도의 수준이었지만 chlorophyll b는 chlorophyll a보다 오랜 기간 잔존해 있었는데 특히 5°C에서는 된장 담금은 26일, 간장 담금은 28일간 더 오래 잔존해 있었다.

숙성기간이 경과함에 따라 고추장아찌의 염도는 높아졌고, pH 및 아스코르브산의 함량은 낮아졌으며 또한 chlorophyll의 분해 및 pheophytin과 pheophorbide의 생성은 증가됨을 알 수 있었다. 특히 아스코르브산의 함량과 chlorophyll 분해율과의 관계를 검토해 보면 아스코르브산이 급격하게 파괴됨에 따라 chlorophyll 분해도 급속하게 일어났으며 pheophorbide 생성량도 빠른 속도로 증가되었다. 아스코르브산과 chlorophyll a 및 b가 거의 같은 비율로 분해되어 소실될 점으로 미루어 볼 때 서로 상관성이 있다고 추측되며, 이는 아스코르브산이 산화될 때 생성된 과산화수소나 monodehydro ascorbic acid의 작용으로 아스코르브산의 산화에 의한 chlorophyll의 변색을 추정해 볼 수가 있었다. 또한 chlorophyllase의 가수분해에 아스코르브산이 어떠한 영향을 미치는지는 향후 검토해보아야 할 것이다.

담금 직후 chlorophyll a와 b는 함량은 달랐으나 서서히 분해하여 chlorophyll a는 대부분 pheophorbide a로 전환되었고, chlorophyll b는 pheophytin b로 전환됨을 알 수 있었다. 오이 소금 절임에서의 색깔 변화는 pheophorbide 생성과 산에 의해 chlorophyll이 pheophytin으로 전환된 것이라고 하였고(21) 이러한 변화는 온도, 시간, pH 등의 조건에 영향을 받는다고 하였다(22,23). 한편 김치의 경우 변색은 산 발효에 의한 pheophytin의 생성에 기인된다고 하였는데(24,25), 고추장아찌 변색의 주요 원인은 pheophorbide 생성으로 여겨진다.

요 약

우리나라 고유의 전통발효식품으로서 장아찌류의 일종인 고추장아찌를 2가지 방법으로 제조하여 5°C와 15°C에서 보관 숙성시키면서 염도, pH, 아스코르브산, chlorophyll 및 그 유도체의 함량 변화를 조사하여 검토하였다. 장아찌의 염 농도는 담금원의 염도와 상관이 있었으며 저장온도가 높은 쪽이 염의 침투 속도가 빨랐다. 숙성 중 pH는 5°C의 경우 완만한 감소를 나타냈으나 15°C의 경우는 된장 담금은 60일까지 pH 5 이상을 유지하였고 간장 담금은 32일째부터 pH 5.0 이하로 낮아졌다. 아스코르브산의 함량은 숙성기간이 경과됨에 따라 감소되었는데 특히 15°C에서 된장 담금인 경우에 보다 급속하게 감소되어 16일째에 잔존율이 2% 정도였고 그 이후로는 소실되었다. 고추장아찌가 숙성됨에 따라 chlorophyll a 및 chlorophyll b의 함량은 크게 감소되었고, pheophytin과

Table 2. Changes of chlorophylls and their derivatives in gochu-jangachi added with soy sauce during fermentation (µg/g)

Fermentation		Chl.a ¹⁾	Chl.b	Py.a	Py.b	Po.a	Po.b
Temp.	Days						
5°C	0	133.44	48.36	0	0	0	0
	2	133.44	48.31	0.13	0.05	0	0
	4	132.24	48.73	1.20	0.12	0	0
	8	129.20	46.01	4.24	2.35	0	0
	12	126.56	44.61	6.88	3.75	0	0
	16	119.70	41.37	13.10	6.99	0.64	0
	20	77.81	37.45	42.11	10.91	13.52	0
	24	40.27	34.20	52.95	13.90	40.22	0.26
	32	9.90	26.66	74.12	19.53	49.42	2.27
	40	0	12.51	40.03	35.13	93.41	0.72
	50	0	9.17	10.75	39.19	122.69	0
	60	0	3.24	0	45.12	132.17	0
15°C	0	133.44	48.36	0	0	0	0
	2	130.44	46.50	2.79	1.26	0	0
	4	122.94	45.20	10.50	3.14	0	0
	8	117.29	37.23	16.15	11.13	0	0
	12	95.17	32.01	34.45	16.36	3.82	0
	16	66.39	28.51	53.64	19.67	13.41	0.12
	20	50.71	22.78	62.05	24.02	20.68	1.56
	24	23.84	13.37	65.76	34.35	43.84	0.64
	32	0	7.23	47.61	41.13	85.83	0
	40	0	4.49	13.34	43.87	120.10	0
	50	0	0	0	48.32	133.30	0
	60	0	0	0	48.33	133.31	0

¹⁾See footnote of Table 1.

pheophorbide a의 함량은 크게 증가되었는데, 이는 된장 담금인 경우가 간장 담금한 경우보다 그 정도가 크게 나타났다. 특히 아스코르브산의 함량과 chlorophyll 분해율과의 관계를 검토해보면 아스코르브산이 급격하게 파괴됨에 따라 chlorophyll 분해도 급속하게 일어났으며 pheophorbide 생성량도 빠른 속도로 증가됨을 알 수 있었다.

문 헌

1. Yun, S.J.: *Korean Stored and Fermented Food*. Shin Kwang Company, Seoul, p.210 (1997)
2. Park, K.Y.: The nutrition antimutagenic and anticancer effects of *kimchi*. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, **24**, 169-182 (1995)
3. Endo, Y., Usuki, R. and Kaneda, T.: Prooxidant activities of chlorophylls and their decomposition products on the photooxidant of methyl linoleate. *JAOCS.*, **61**, 781-784 (1984)
4. Endo, Y., Usuki, R. and Kaneda, T.: Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oil in the dark, I. Comparison of the inhibitory effects. *JAOCS.*, **62**, 1375-1378 (1985)
5. Endo, Y., Usuki, R. and Kaneda, T.: Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oil in the dark, II. The mechanism of antioxidant action of chlorophyll effects. *JAOCS.*, **62**, 1387-1390 (1985)
6. Tan, Y.A.: Chlorophyll and vegetable oils. *Porim Bulletin*, **28**, 30-35 (1994)
7. Gentile, J.M. and Gentile, G.J.: The metabolic activation of 4-nitro-o-phenyl enediamine by chlorophyll containing plant extrats; The relationship between mutagenicity and antimutagenicity. *Mutation Res.*, **250**, 79-86 (1991)
8. Tomoe, N., Haruki, R. and Hikoya, H.: Antigenotoxic activity of natural chlorophylls. *Mutation Res.*, **376**, 97-100 (1997)
9. Cheigh, H.S., Song, E.S. and Jeon, Y.S.: Changes of chemical and antioxidative characteristics of chlorophylls in the model system of mustard leaf *kimchi* during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 520-525 (1999)
10. Jones, I.D., White, R.C. and Eleanor, G.: Influence of blanching or brining treatments on the formation of chlorophyllides, pheophytins and pheophorbides in green plant tissue. *J. Food Sci.*, **28**, 437-439 (1963)
11. 木村修一: フェオホーベイド(自然界における起源とその光力學作用). *醫學のあゆみ*, **112**, 878-885 (1981)
12. 木村修一, 吉川勇次, 高橋勇二: Pheophorbide의 光力學作用による血と血漿中の防護因子について. *過酸化脂質研究*, **3**, 128-130 (1980)
13. Cheong, D.H. and Jang, H.G.: *Food analysis*. Jinryo Research Co., Seoul, p.250-257 (1989)
14. Eskin, K. and Harris, L.: High performance liquid chromatography of etioplast pigments in red kidney bean leaves. *Photochem. Photobiol.*, **33**, 131-133 (1981)
15. Park, M.W., Park, Y.K. and Jang, M.S.: Changes of physicochemical and sensory characteristics of Korean pickled cucumber with different preparation methods. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 634-640 (1994)
16. Kim, J.G., Choi, H.S., Kim, S.S. and Kim, W.J.: Changes in physicochemical and sensory qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. *Korean J. Food Soc. Technol.*, **21**, 838-844 (1989)
17. Kang, J.H., Kim, S.Y. and Choi, W.Y.: *Fruits and vegetable processed science*. Daehan Co., Seoul, 920-936 (1971)
18. Ryu, J.Y., Lee, H.S. and Rhee, H.S.: Changes of organic acids and volatile flavor compounds in *kimchi* fermented with different ingredient. *Korean J. Food Soc. Technol.*, **16**, 169-174 (1984)
19. Lee, T.Y. and Lee, J.W.: The change of vitamin C content and the effect of galacturonic acid addition during *kimchi* fermentation. *J. Korean Agric. Soc.*, **24**, 139-144 (1981)
20. Park, S.S., Jang, M.S. and Lee, K.H.: Effect of fermentation on the physicochemical properties of mustard leaf (*Brassica juncea*) *kimchi* during various storage days. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 752-757 (1995)
21. Kim, J.G., Choi, H.S., Kim, S.S. and Kim, W.J.: Changes in physico-chemical and sensory qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. *Korean J. Food Soc. Technol.*, **21**, 838-844 (1989)
22. Robertson, G.L.: Changes in the chlorophyll and pheophytin concentration of kiwifruit during processing and storage. *Food Chem.*, **17**, 25-31 (1985)
23. Buckle, K.A. and Edwards, R.A.: Chlorophyll degradation and lipid oxidation in frozen unblanched peas. *J. Sci. Food Agric.*, **21**, 307-314 (1970)
24. Kim, G.E., Kim, S.H., Cheong, H.S. and Lee, J.H.: Changes in the content of chlorophylls and their derivatives in brined Korean cabbages added with ingredients during storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **29**, 615-623 (1999)
25. Jones, I.D., White, R.C. and Eleanor, G.: Influence of blanching or brining treatments on the formation of chlorophyllides, pheophytins and pheophorbides in green plant tissue. *J. Food Sci.*, **28**, 437-439 (1963)

(2001년 7월 27일 접수)