

배추, 열무 및 갓김치 저장 중의 Chlorophyll 및 그 유도체의 함량변화

김경업 · 이용숙 · 김성희 · 정효숙* · 이종호†

경상대학교 식품영양학과

*경남대학교 가정교육학과

Changes of Chlorophyll and their Derivative Contents during Storage of Chinese Cabbage, Leafy Radish and Leaf Mustard Kimchi

Gyeong-Eup Kim, Yong-Sook Lee, Sung-Hi Kim, Hyo-Sook Cheong* and Jong-Ho Lee†

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

*Dept. of Home Education, Kyungnam University, Masan 630-701, Korea

Abstract

Three kinds of *kimchi* using Chinese cabbage, leafy radish and mustard leaf were prepared by conventional method and stored at 5°C or 20°C for 13 days. During storage at both temperatures, changes of the amounts of salt and ascorbic acid, pH and total acidity were determined, and the relationship of the decomposition of chlorophylls with the production of their derivatives was studied. At both storage temperatures, salt concentration of Chinese cabbage *kimchi*(3.7%), leafy radish *kimchi*(3.6%), mustard leaf *kimchi*(3.5%) was relatively constant during the entire storage period. However, pH and total acidity were fluctuating with the remarkable changes during 3 days of storage. Ascorbic acid content was slowly decreased during the storage period and the decomposition rate of ascorbic acid was greater at 20°C than 5°C. Among the kinds of *kimchi* tested, mustard leaf *kimchi* with the slow decomposition rate of ascorbic acid contained relatively high ascorbic acid content, while leafy radish *kimchi* contained the lowest content. At both storage temperatures, the production of pheophytin and pheophorbide from decomposition of chlorophyll was least in mustard leaf *kimchi*, but similar production rates in leafy radish and Chinese cabbage *kimchi* were observed.

Key words: mustard leaf *kimchi*, Chinese cabbage *kimchi*, leafy radish *kimchi*, chlorophylls, chlorophyll derivatives

서론

김치는 배추, 무, 오이 등의 야채류에 양념을 첨가하여 일정기간 발효 숙성시킨 채소 발효식품으로써 삼국시대 이전부터 장류와 더불어 우리의 식생활에서 큰 비중을 차지하는 부식이 되어 왔으며(1,2) 생체의 조절기능을 담당하는 비타민과 무기질 그리고 식이섬유의 공급원일 뿐만 아니라 발효과정에서 생산된 젖산균과 유기산은 변비의 예방과 정장작용에도 효과가 있는 현대의 기능성 식품이다(3,4). 최근에는 김치의 부재료인 마늘, 생강, 고추 등의 항돌연변이 활성이 밝혀짐으로서 대장암, 빈혈 및 동맥경화 등을 예방할 수 있는 영양생리학적 작용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(5-8). 김치의 숙성 중에 일어나는 여러 가지 성분 변화 중

의 하나로 chlorophyll의 변화를 들 수 있는데, chlorophyll은 푸른 채소의 주색소로서 광선이 차단된 상태에서 free radical scavenger로 작용하여 지방질의 자동산화 등을 방지할 뿐 아니라 항돌연변이성 및 항암성이 있다고 보고되고 있다(9-13). 그러나 광 존재시에는 광증감제로 작용하여 지질의 광산화를 촉진시킨다는 사실과 그 유발물질로써 chlorophyll a의 유도체인 pheophorbide a의 작용이 강하다는 사실이 밝혀졌다(14-16).

광증감작용에 의한 chlorophyll 분해물의 독성이 밝혀진 이후 광증감제와 광선과민증에 대한 많은 연구가 이루어졌는데(17,18) 생체내에 흡수된 광증감제로 인해 생성된 활성산소가 적혈구막을 손상시키고 세포막지질의 산화를 촉진함으로써 동물체에 치명적인 독성을 나타내는 것으로 밝혀지고 있으므로 음식을 통한 광증

† To whom all correspondence should be addressed

감제의 흡수를 최소화하고 체내로 흡수된 광증감제의 인체에 미치는 영향에 대해 규명할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 우리의 식생활에 큰 비중을 차지하고 있는 전통 발효식품인 김치를 대상으로 발효 및 숙성 중에 일어나는 chlorophyll 및 그 유도체들의 변화를 조사하여 일상으로 이용되는 식품으로서의 안전성에 대해 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 배추(Chinese cabbage), 열무(leafy radish), 갓(leaf mustard)의 주재료와 마늘, 생강, 고춧가루(일광건조), 젓국(제일제당의 본가맑은 젓국) 및 소금(한주소금, 염도 99%) 등의 부재료를 1997년 10월 진주 중앙시장에서 구입하여 김치담금에 사용하였다.

김치의 제조 및 숙성

김치의 담금은 배추와 열무는 15% 소금물에 4시간, 갓은 2시간 정도 절인 후 흐르는 물에 3회 세척하여 30분 동안 물빼기를 하였다. 각 재료들을 Table 1과 같은 조성으로 혼합하여 플라스틱 용기(25×15×20cm)에 담아 5°C와 20°C에 각각 저장하면서 0, 1, 3, 5, 7, 10, 13일째에 각각 일정량의 시료를 취하여 실험에 사용하였다.

pH 및 염도의 측정

김치 10g를 취하여 마쇄한 후 여과지(동양여지 No. 7)로 여과한 후 그 여액의 pH(pH meter, Corning-320)와 염도(염도계 NS-3P)를 측정하였다.

산도의 측정

유 등(19)의 방법에 따라 20% 에탄올 추출액 중 일정을 취하여 0.01N NaOH로 적정하여 lactic acid 함량(%)으로 계산하였다.

Table 1. Ingredient ratios of kimchi (g)

Ingredients	Ratios
Salted sample	100
Green onion	2
Ginger	2
Galic	2
Red pepper	2.5
Mustard	0.2
Fermented anchovy juice	2

Ascorbic acid 함량의 측정

2,4-Dinitrophenylhydrazine(DNP) 비색법(20)에 준하였다.

Chlorophyll 색소의 분석

색소추출은 김치 5g을 정평하여 acetone/methanol (1/1, v/v) 혼합용액을 가한 후 homogenizer로 마쇄하여 5°C 암실에서 2시간 정도 방치한 후 여과하여 100ml로 정용하였다. 색소추출액에 동량의 식유 ether와 10% NaCl용액을 가하여 추출하고 무수황산나트륨으로 탈수시키고 농축한 것을 0.2µm membrane filter로 여과하여 분석용 시료로 사용하였다. Chlorophylls 및 chlorophyll 유도체의 정량은 Eskin과 Harris(21)의 방법을 약간 수정하여 Pharmacia Gradient - LC system을 이용한 HPLC로 분석하였다.

색소들은 water C₁₈ µBondapak column(3.9×300mm)에 의해 두 종류의 이동상 용매(A: Methanol/water (80/20), B: ethylacetate)를 이용하여 gradient로 행하여 분리시켰다. B용매는 linear rate로 25분에 A용매와 50:50이 되게 하고 이후 25분간 isocratic으로 50:50으로 유지하였으며 60분에 0%가 되도록 설정하였다. 유속은 분당 0.8ml, 1회 주입량은 5µl였으며 검출은 LKB VWM Detector(435nm)에 의해 이루어졌다. Chlorophyll 및 유도체들의 동정은 표준 chlorophyll 및 유도체들의 retention time과 비교하여 동정하였으며, 정량은 그들의 peak면적값에 의해 산출된 평균(3회)값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

염도의 변화

Fig. 1과 Fig. 2는 5°C 및 20°C에서 발효시킨 각종 김치들의 염도 변화를 측정한 결과를 나타낸 것인데 13일간의 발효기간 동안 염도는 3.4~3.7% 범위로 큰 변화를 보이지 않았으며 발효온도와는 상관이 없었다.

pH의 변화

각종 김치 발효 중의 pH 변화를 Fig. 3와 Fig. 4에 나타내었다. 담금 직후에는 갓김치의 pH가 5.59로 가장 낮았다. 5°C 발효 중에는 배추와 갓김치에서는 지속적인 감소를 나타내어 13일째에는 배추김치가 5.22, 갓김치가 4.99로 낮아졌다. 그러나 열무김치는 숙성 10일째까지는 거의 변화를 보이지 않다가 그 이후에 급격히 감소하여 13일째의 pH는 4.99로 가장 낮게 나타났다.

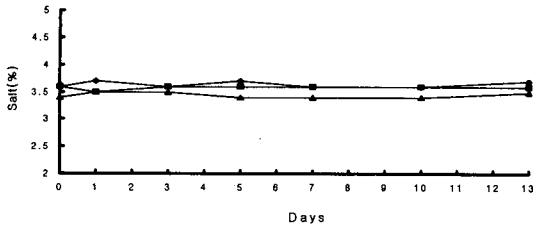


Fig. 1. Changes of salt content in Chinese cabbage, leafy radish and leaf-mustard *kimchi* during storage at 5°C.

◆ Chinese cabbage kimchi
 ■ Leafy radish kimchi
 ▲ Leaf-mustard kimchi

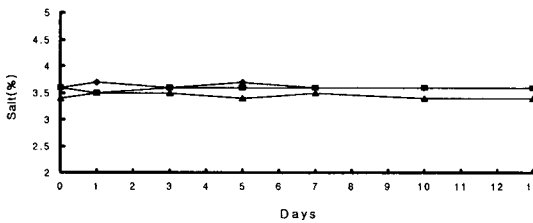


Fig. 2. Changes of salt content in Chinese cabbage, leafy radish and leaf-mustard *kimchi* during storage at 20°C.

◆ Chinese cabbage kimchi
 ■ Leafy radish kimchi
 ▲ Leaf-mustard kimchi

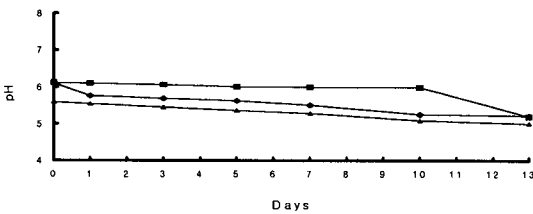


Fig. 3. Changes of pH in Chinese cabbage, leafy radish and leaf-mustard *kimchi* during storage at 5°C.

◆ Chinese cabbage kimchi
 ■ Leafy radish kimchi
 ▲ Leaf-mustard kimchi

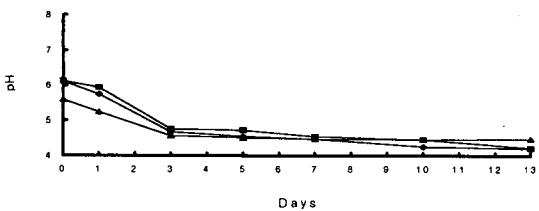


Fig. 4. Changes of pH in Chinese cabbage, leafy radish and leaf-mustard *kimchi* during storage at 20°C.

◆ Chinese cabbage kimchi
 ■ Leafy radish kimchi
 ▲ Leaf-mustard kimchi

20°C 발효시에는 1일 이후부터 pH가 급격하게 감소하여 이미 숙성 3일째에 배추김치 4.61, 열무김치 4.76, 갓김치 4.57에 달하였으며, 그 이후에는 발효기간의 경과에 따른 큰 변화는 없었다. 이와 같이 김치의 pH는 발효온도에 따른 영향이 큰 것으로 나타났는데 발효속도가 빠르고 pH의 감소가 급격하므로 김치의 산패가 빨리 진행될 것으로 생각된다.

산도의 변화

김치 발효 중 가장 중요한 변화로는 발효에 의한 각종 유기산의 생성과 이로 인한 산도의 증가를 들 수 있는데, 5°C 및 20°C 발효 중의 각종 김치의 산도변화는 Fig. 5와 6에 나타내었다. 5°C 발효 중의 김치의 산도는 3일 이후부터 서서히 증가되어 13일째에는 갓김치의 산도가 0.62%였으며 배추김치와 열무김치도 거의 비슷한 값을 나타낸 반면 20°C 발효 중에는 1일 이후부터 증가하기 시작하여 13일째에는 갓김치가 1.24%로 나타났다. 산도의 증가는 발효 중 유기산 생성에 의한 것으로 발효가 진행되면서 젖산과 초산은 점차 증가하는 반면 다른 유기산은 발효이전이나 크게 차이가 없으며 총 산도의 증가는 젖산과 초산에 의해 크게 좌우된다(22).

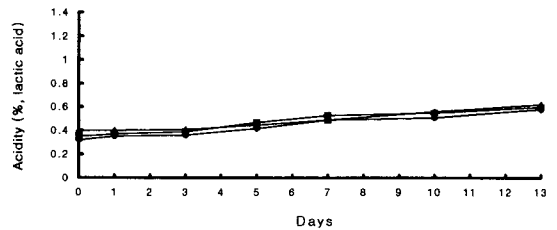


Fig. 5. Changes of total acidity in Chinese cabbage, leafy radish and leaf-mustard *kimchi* during storage at 5°C.

◆ Chinese cabbage kimchi
 ■ Leafy radish kimchi
 ▲ Leaf-mustard kimchi

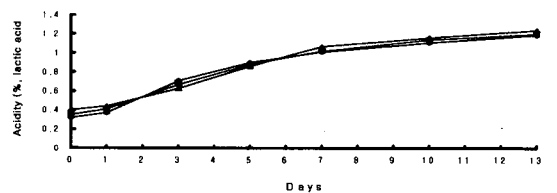


Fig. 6. Changes of total acidity in Chinese cabbage, leafy radish and leaf-mustard *kimchi* during storage at 20°C.

◆ Chinese cabbage kimchi
 ■ Leafy radish kimchi
 ▲ Leaf-mustard kimchi

아스코르브산 함량 변화

Fig. 7과 Fig. 8은 김치의 주요성분인 아스코르브산의 함량 변화를 측정된 결과를 나타낸 것이다. 김치를 담근 직후에 갯김치, 열무김치 그리고 배추김치의 아스코르브산 함량은 각각 56mg%, 32mg%, 24mg%로 높게 나타났다. 담근 직후의 갯김치, 열무김치 그리고 배추김치의 아스코르브산 함량이 식품분석표(23)보다 높은 것은 조(24)와 최(25)의 보고에서도 언급된 바와 같이 품종, 재료의 종류와 조합, 재배조건, 시료의 채취시기, 발효 및 저장의 환경조건에 따라 다르기 때문이라 생각된다. 5°C 발효 중에는 각종 김치 중의 아스코르브산 함량은 완만한 감소를 나타내어 7일간 발효한 후의 잔존율이 갯김치 67%, 열무김치 62.9%, 배추김치 62.5%이었다.

20°C 발효의 경우에는 초기부터 급격하게 감소하여 아스코르브산 함량이 높았던 갯김치에서는 숙성 7일만에 약 66.3%의 큰 감소를 나타내었다. 본 실험 결과로 보면 아스코르브산 함량은 초기에 감소하다가 숙성적기에 다시 증가한 후 완만하게 감소한다는 박 등(26)의 보고와는 차이가 있었는데 김치 발효 중 아스코르브산의 변화양상은 제조조건 특히, 재료와 발효조건에 따라 다르고 pH, 산소량, 온도, 마늘, 보존제 등의 영향을 받

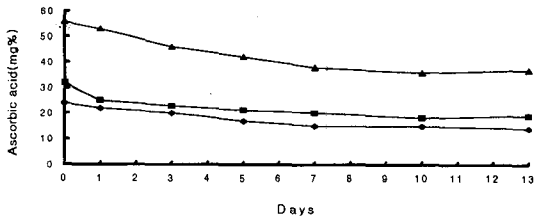


Fig. 7. Changes of ascorbic acid content in Chinese cabbage, leafy radish and leaf-mustard kimchi during storage at 5°C.

- ◆ Chinese cabbage kimchi
- Leafy radish kimchi
- ▲ Leaf-mustard kimchi

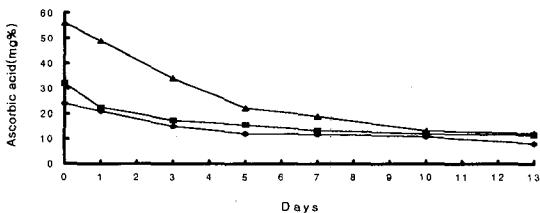


Fig. 8. Changes of ascorbic acid content in Chinese cabbage, leafy radish and leaf-mustard kimchi during storage at 20°C.

- ◆ Chinese cabbage kimchi
- Leafy radish kimchi
- ▲ Leaf-mustard kimchi

는다는 것으로 알려져 있다(22).

Chlorophyll 및 그 유도체의 함량 변화

식품 중의 chlorophyll의 분해는 원료의 종류와 가공 및 저장방법에 따라 여러 가지 양상을 나타낼 것이나 김치의 발효 중에는 chlorophyllase의 작용조건을 고려해볼 때 발효온도와 pH의 영향이 클 것으로 예상된다. Table 2, 3, 4는 5°C에 발효한 배추, 열무 및 갯김치의

Table 2. Changes of chlorophyll and chlorophyll derivative contents in Chinese cabbage kimchi during storage at 5°C (µg/g)

Time (days)	Chl.a	Chl.b	Py.a	Py.b	Po.a	Po.b
0	127.88	33.54	2.18	0.17	0.42	0
1	102.77	26.01	4.28	0.45	0.75	0.30
3	98.77	20.36	19.40	8.79	9.70	4.30
5	86.02	17.43	27.91	10.74	13.96	5.30
7	68.02	16.37	39.91	11.44	18.91	5.71
10	49.63	14.36	52.20	12.79	26.10	6.40
13	32.94	13.11	63.29	13.62	31.70	6.70

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

Table 3. Changes of chlorophyll and chlorophyll derivative contents in leafy radish kimchi during storage at 5°C (µg/g)

Time (days)	Chl.a	Chl.b	Py.a	Py.b	Po.a	Po.b
0	142.01	34.93	0.41	0.05	0.08	0
1	130.78	27.44	2.23	0.40	1.15	0.10
3	88.04	23.57	17.98	7.57	9.90	3.78
5	85.09	22.08	22.94	8.57	12.97	4.28
7	80.84	20.91	40.78	9.35	16.39	4.73
10	73.11	19.83	45.93	10.06	22.96	5.00
13	52.03	17.81	58.86	11.40	28.93	5.70

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

Table 4. Changes of chlorophyll and chlorophyll derivative contents in leaf mustard kimchi during storage at 5°C (µg/g)

Time (days)	Chl.a	Chl.b	Py.a	Py.b	Po.a	Po.b
0	116.54	24.07	0.03	0.02	0.24	0
1	105.70	23.02	1.20	0.70	1.60	0.30
3	97.96	20.61	12.39	2.30	6.19	1.15
5	85.19	17.46	20.90	4.40	10.40	2.03
7	81.65	16.20	23.26	5.24	11.30	2.60
10	70.44	14.72	30.73	6.23	15.40	3.11
13	59.75	11.89	37.86	8.12	18.93	4.06

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

발효기간에 따른 chlorophyll과 그 유도체의 함량변화를 측정된 결과를 나타낸 것이다. 발효 전의 열무김치의 chlorophyll a 함량은 142.01 $\mu\text{g/g}$ 으로써 배추김치(127.88 $\mu\text{g/g}$)나 갓김치(116.54 $\mu\text{g/g}$)에 비하여 높은 값을 나타내었으나 발효 중에는 현저하게 감소하여 3일 후의 잔존율이 62.0%에 불과하였다. Chlorophyll a 함량이 가장 낮았던 갓김치에서는 발효 3일 후의 잔존율이 62%로써 가장 높았고 13일 후에도 51.3%나 되었다.

20°C에 발효한 김치의 chlorophyll과 그 유도체들의 함량(Table 5, 6, 7)을 보면 chlorophyll의 함량은 발효 초기부터 지속적으로 큰 감소를 보였고 pheophytin과 pheophorbide의 함량은 크게 증가하였다.

Chlorophyll a의 함량변화를 보면 발효 3일 후에는 5°C에 발효한 김치의 경우와 같이 갓김치의 잔존율(71.4%)이 높았고 열무김치의 잔존율(59.7%)이 낮았으나 발효 13일 후에는 세 종류의 김치 모두 12% 정도의 낮은 잔존율을 보였다. Chlorophyll b의 함량은 chlorophyll a 함량의 1/4 정도의 수준으로 적었는데 발효 중의 잔존율은 chlorophyll a에 비하여 높은 것으로 나

Table 5. Changes of chlorophyll and chlorophyll derivative contents in Chinese cabbage kimchi during storage at 20°C ($\mu\text{g/g}$)

Time (days)	Chl.a	Chl.b	Py.a	Py.b	Po.a	Po.b
0	127.88	33.54	2.18	0.17	0.42	0
1	94.36	22.08	6.42	0.64	1.23	0.38
3	83.83	17.45	23.60	10.67	11.80	5.20
5	68.77	11.31	39.40	14.82	19.70	7.14
7	46.12	9.37	54.50	16.13	27.15	8.06
10	27.93	6.21	66.63	18.22	34.10	9.20
13	15.66	4.40	74.10	19.46	37.60	6.48

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

Table 6. Changes of chlorophyll and chlorophyll derivative contents in leafy radish kimchi during storage at 20°C ($\mu\text{g/g}$)

Time (days)	Chl.a	Chl.b	Py.a	Py.b	Po.a	Po.b
0	142.01	34.93	0.41	0.05	0.08	0
1	121.61	25.37	2.81	0.39	1.90	0.24
3	84.84	18.17	38.11	5.17	19.0	4.58
5	67.32	17.25	49.79	9.78	24.89	4.89
7	52.66	15.47	59.56	12.97	29.78	6.49
10	30.25	12.61	73.84	15.54	36.29	7.80
13	17.28	9.46	83.59	17.65	41.57	8.80

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

Table 7. Changes of chlorophyll and chlorophyll derivative contents in leaf mustard kimchi during storage at 20°C ($\mu\text{g/g}$)

Time (days)	Chl.a	Chl.b	Py.a	Py.b	Po.a	Po.b
0	116.54	24.07	0.03	0.02	0.24	0
1	99.76	20.18	1.99	0.59	1.40	1.29
3	83.19	17.52	19.30	4.37	11.16	2.18
5	70.38	12.89	30.77	7.45	15.38	3.72
7	57.59	10.52	39.30	9.03	19.65	4.16
10	35.23	7.47	54.21	11.06	27.03	5.54
13	14.71	6.21	67.80	11.96	33.93	5.97

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

타났다. 5°C에 13일간 발효한 배추, 열무 및 갓김치의 chlorophyll b의 잔존율은 배추김치에서는 39.1%이었으나 열무와 갓김치에서는 약 50%의 높은 값을 나타내었다. 20°C에 발효한 김치의 경우에도 배추김치에서는 13.1%로 낮았으나 열무김치와 갓김치에서는 27.1%와 25.8%의 높은 잔존율을 나타내었다.

김치 발효 중의 chlorophyll 및 그 유도체의 함량변화와 아스코르브산의 함량변화와의 관계를 검토해보면 아스코르브산 함량이 많고 발효 중의 감소도 적었던 갓김치에서는 chlorophyll의 분해가 억제되는 경향을 보였다. 또한 아스코르브산 함량은 높았으나 발효 중의 감소가 큰 편이었던 열무김치에서는 초기에는 chlorophyll의 분해가 심한 것으로 나타났으나 후기에는 상당히 억제되어 양자간에는 어떤 상관성이 있는 것으로 보였는데 이는 아스코르브산이 chlorophyll 분해효소의 활성을 직접 억제하거나 또는 공존하는 효소활성저해물질의 작용에 상승효과를 나타내는 것이 아닌가 조사해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

요 약

우리나라 고유의 전통 발효식품으로 우리의 식생활에서 중요한 부식으로 이용되고 있는 배추, 열무, 갓김치를 제조하여 5°C와 20°C에서 저장하면서 염도 및 pH, 산도, 아스코르브산 함량, chlorophyll 및 그 유도체들의 함량변화를 조사하여 광중감작용이 큰 pheophorbide 생성과의 관계를 검토하였다. 염도는 배추김치가 3.7%, 열무김치가 3.6%, 갓김치가 3.5%로써 발효기간 동안 온도와 상관없이 큰 변화를 나타내지 않았다. pH는 발효가 진행됨에 따라 감소하였고 산도는 증가하였는데 특히, 발효 3일째에 pH의 감소와 산도의 증가가 두드러지게 나타났다. 김치의 발효 중 아스코르브산 함량은 지

속적으로 감소하는 경향을 나타내었는데 5°C 저장한 것에 비해 20°C 저장한 것의 감소가 현저하였으며 그 중 갓김치의 아스코르브산 함량이 가장 높고 감소율도 낮은 반면, 열무김치의 감소율은 높게 나타났다. Chlorophyll 함량의 감소와 pheophytin과 pheophorbide 생성량의 증가는 발효 중 아스코르브산의 함량이 높게 유지되었던 갓김치에서 가장 낮게 나타났고 초기부터 급격한 감소를 보였던 열무김치에서 가장 높게 나타났다.

문헌

1. 이성우 : 한·중·일에서 김치류의 변천과 교류에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 4, 71(1975)
2. 이서래 : 김치의 맛과 영양. 식품과 영양, 8, 20(1987)
3. 한경선, 윤서석 : 사회변동에 따른 한국고유의 발효식품의 관리에 관한 연구. 한국조리과학회지, 7, 1(1991)
4. 김상순 : 한국 전통식품의 과학적 고찰. 숙명여자대학교 출판부, p.113(1985)
5. 이선미 : 식이섬유소의 항돌연변이 효과. 부산대학교 대학원 석사학위논문(1992)
6. Kato, I., Kobayashi, S., Yokokura, T. and Mutai, M. : Antitumor activity of *Lactobacillus casei* in mice. *Gann*, 72, 517(1981)
7. 박건영, 김소희, 서명자, 정해영 : 마늘의 돌연변이 유발 억제 및 HT-29결장암 세포의 성장 저해 효과. 한국식품과학회지, 23, 370(1991)
8. 황우익, 이성동, 손홍수, 백나경, 지유환 : 마늘 성분에 의한 면역증강 및 항암효과. 한국영양식량학회지, 19, 494(1990)
9. Endo, Y., Usuki, R. and Kaneda, T. : Prooxidant activities of chlorophylls and their decomposition products on the photooxidation of methyl linoleate. *JA-OCS*, 61, 781(1984)
10. 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. *JA-OCS*, 62, 1375(1985)
11. 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. *JA-OCS*, 62, 1387(1985)
12. Tan, Y. A. : Chlorophyll and vegetable oils. *Porim Bulletin*, 28, 30(1994)
13. Gentile, J. M. and Gentile, G. J. : The metabolic activation of 4-nitro-o-phenylenediamine by chlorophyll containing plant extracts : The relationship between mutagenicity and antimutagenicity. *Mutation Res.*, 250, 79(1972)
14. Terao, J., Yamauchi, R., Murakani, H. and Matsushita, S. : Inhibitory effects of tocopherols and β -carotene on singlet oxygen-initiated photooxidation of methyl linoleate and soybean oil. *J. Food Proc. Preserv.*, 4, 79(1980)
15. Frankel, E. N., Neff, W. E. and Bessler, T. R. : Analysis of autoxidized fats by gas chromatography-mass spectrometry : V. Photosensitized oxidation. *Lipids*, 14, 961(1979)
16. Terao, J. and Matsushita, S. : Structures of monohydroperoxides produced from chlorophyll sensitized photooxidation of methyl linoleate. *Agric. Biol. Chem.*, 41, 2467(1977)
17. 竹中成憲, 澤田玄弘 : 毒鮑(どくあわび)に就て. 東京医事新誌, 1114, 1359(1899)
18. Clare, N. T. : Photosensitization in animals. *Advanc. in Vet. Sci.*, 2, 182(1955)
19. 유재현, 이해성, 이해수 : 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 김치의 휘발성 향미성분의 변화. 한국식품과학회지, 16, 169(1984)
20. 정동효, 장현기 : 식품분석. 진로연구사, p.250(1989)
21. Eskin, K. and Harris, H. : High-performance liquid chromatography of etioplast pigments in red kidney bean leaves. *Photochem. Photobiol.*, 33, 131(1981)
22. 민태익, 권태완, 이철호 : 한국의 발효 식품에 관하여. 산업미생물학회지, 9, 253(1981)
23. 농촌생활연구소 : 식품성분표(제5차 개정판). 농촌진흥청, p.88(1996)
24. 조영숙 : 갓의 성분조성과 그 식이가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. 경상대학교 박사학위논문, p.34(1992)
25. 최홍식 : 김치의 생화학적 특성. 김치의 과학과 기술, 1, 89(1995)
26. 박삼수, 장명숙, 이규환 : 발효 숙성 온도를 달리한 갓김치의 저장중 이화학적인 변화. 한국식품영양학회지, 24, 752(1995)

(1998년 5월 12일 접수)