

갯김치 숙성 중의 무기질, 색소, 조직, 관능 및 미생물군의 변화

박 석 규 · 전 순 실 · 조 영 숙 · 문 주 석* · 최 진 상* · 이 상 원*

순천대학교 식품영양학과, 경상대학교 식품공학과*

Changes in Mineral, Pigment, Texture, Sensory Score and Microflora during Fermentation of *Gat*(Leaf Mustard)-*Kimchi*

Seok-Kyu Park, Soon-Sil Chun, Young-Sook Cho, Ju-Seok Moon*, Jine-Shang Choi*, Sang-Won Lee*

Dept. of Food and Nutrition, Suncheon National University

*Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University

Abstract

In order to obtain basic data for the development of *Gat-Kimchi*, a salted and fermented leaf mustard, changes in mineral, pigment, texture, sensory score and microflora during fermentation at $5 \pm 2^\circ\text{C}$ were investigated. Changes in mineral, including iron, calcium and potassium were obviously shown and their contents were markedly decreased after 14 days of fermentation. Contents of total chlorophyll and carotenoid were slowly decreased after 6 and 10 days of fermentation, respectively and ratios of chlorophyll a/b were not changed and similar to those of other cruciferous vegetable *Kimchi* during fermentation. Shear force of *Gat-Kimchi* in rheometer during fermentation was increased. The sourness and hardness ($p < 0.05$) of *Gat-Kimchi* after 24 days of fermentation were significant different in sensory evaluation with no significant difference in off-flavor, color and hotness. Compared with other *Kimchi*, taste of *Gat-Kimchi* was desirably kept for 54 days of fermentation. Total viable count and lactic acid bacteria (Genus *Lactobacillus*) observed to be increased in the range of 18 to 24 days and yeasts to be gradually increased during overall period of fermentation.

Key words : *Gat*(leaf mustard)-*Kimchi*, mineral, carotenoid, chlorophyll, sensory evaluation, texture, microflora.

서 론

가정에서 소규모로 제조되어온 김치는 여러 가지 주거 및 사회 생활의 변화로 김치류 제조 회사까지 들어서 대량으로 생산되고 있다. 그러나 현재까지 김치산업이 제대로 성공하지 못한 이유로는 채소를 원료로 하는 탓에 유통과 점에서 쉽게 시어지거나 조직이 연화되어 저장

기간이 짧고, 이상발효로 발생하는 gas로 인하여 용기가 팽창하는 등 고유의 맛을 상실하는 경우가 많아 내수 및 수출 상품화하는데 많은 어려운 점이 있기 때문이다. 최근에는 미국, 일본 등 해외교포의 김치수요가 증가되고 있고 각종 국제대회 개최 및 외국인의 관광으로 인하여 김치류를 다종 다양화, 제품별, 유형별로 규격화시키면서 과학적인 측면에서 전통 발효

식품으로서의 위치확보가 시급하다고 본다.[1]

이와같은 추세에 비추어 배추, 무김치와 더불어 갓김치는 우리 고유의 전통염장 발효식품으로 매운맛 성분의 전구물질인 sinigrin이 함유되어 있어 갓김치 숙성 중에 갓 자체의 myrosinase의 작용을 받아 allylthiocyanate 및 그 관련물질이 생성되어 독특한 매운맛이 있다.[2~4] 또한 다른 김치에 비하여 쉽게 산패되거나 연화되지 않고, 칼슘, 칼륨 등의 함량이 높아 무기질 공급원으로도 중요하며, 특히 β -carotene의 함량이 타 경엽채소류의 김치에 비하여 많이 함유되어 있는 특징을 갖고 있기 때문에 내외국인의 다양한 구미에 맞는 김치의 하나로 대중화시킬 필요가 있다.[5~8]

따라서 본 연구에서는 갓김치의 품질개선을 위한 기초적인 연구로 갓김치의 품온이 $5 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 유지되는 저온고에서 숙성하면서 무기질, 색소, 조직, 관능 및 미생물군의 변화에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

갓 및 부재료

갓(*Brassica juncea*)은 전남 여천군 돌산읍 방죽포의 유기질이 풍부한 토양에서 재배된 길이 25cm 정도 성장된 돌산 갓을 사용하였으며, 부재료는 시중에서 구입하여 사용하였다. 마늘, 쪽파, 생강은 박피수세하였으며 고추는 씨와 꼭지를 제거하여 분쇄시킨 후 사용하였고, 소금은 1등급 한주소금을 사용하였다.

김치 담금 및 발효

갓을 수돗물에 3회 수세하고, 15%(w/v) NaCl용액에 같은 양의 갓을 30분간 실온에서 절인 다음 수돗물로 2회 수세하고 물을 뺀 절인 갓 4kg에 마늘 120g, 생강 80g, 멸치젓장 540ml, 쪽파 1kg, 고추가루 200g, 통고추 200g, 통깨 6TS, 찹쌀풀 3C의 배합비율로 잘 혼합시킨다. 10리터 플라스틱용기에 3/4되게 넣

고 김치를 외부공기와 접촉을 피하기 위하여 눌러 놓은 후, 저온고에 넣어 갓김치의 품온을 $5 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 하여 발효시켰다. 대조구는 상기의 양념류를 제거하고 갓만 소금에 절인 것을 사용하였다.

무기질의 분석

갓김치 2g에 식물체 분해제($\text{HClO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2 = 9 : 2 : 5$, v/v) 25ml를 가하여 분해장치에서 낮은 온도로 서서히 가열하여 완전히 무색으로 변할 때까지 분해한 후 여과(동양여과지 No.2)하여 100ml로 정용하였다.[9] 원자흡광 분석기로 측정하여 그 결과를 표준용액의 표준곡선과 비교하여 시료 중의 무기질 함량을 계산하였다. 원자흡광분석기의 분석조건은 IL Model 151 Atomic Absorption Spectrometer, 광원 hollow cathod, 파장(nm) Ca : 422.7, Mg : 285.2, Fe : 248.3, Cu : 324.7, Zn : 213.8, Na : 589.0, lamp current(mA) Ca : 7, Fe : 10, Cu : 5, Mg : 3, Zn : 3, Na : 8, flame decomposition : air-acetylene oxidizing, fuel lean, blue로 하였다.

카로티노이드류의 분석

갓김치 50g을 세절하여 시료의 5배 부피의 acetone을 가한 후 homogenizer로 마쇄(8000rpm, 5분)한 다음, 마쇄시료가 acetone에 충분히 잠기도록 하여 냉장고에서 하룻밤 방치하였다. Buchner 여과기로 흡인여과 추출하며 잔사에 카로티노이드류가 남지 않도록 acetone으로 3회 이상 충분히 세척하였다. 추출액 및 세척액을 모두 합하여 클로로필을 제거하기 위하여 냉장고에서 60% KOH로 하룻밤 검화시켰다. 분액여두에 petroleum ether(PE)를 넣고 검화액과 혼합하여 카로티노이드를 PE층으로 이행시켰다. 이때 H_2O 를 가하여 클로로필을 물층으로 침강시킴과 동시에 KOH를 세척 제거시키는 조작을 여러 번 행하였다. PE층을 모두 합하여 회전진공농축기로 40°C 이하에서 농축하여 총 카로티노이드를 얻었다. 총 카로티

노이드의 정량은 PE 중에서의 가시부 흡수스펙트럼의 λ_{max} 흡광도에 의하여 McBeth의 방법 [10]에 따라 흡광계수를 $E_{1cm}^{1\%} = 2,500$ 으로 계산하였다.

$$mg\% = \frac{O. D. (\lambda_{max}) \times volume \times 1000}{E_{1cm}^{1\%} (2,500) \times weight\ of\ tissue (g)}$$

$$\% = \frac{100 \times volume \times O. D. (\lambda_{max})}{\sum [volume \times O. D. (\lambda_{max})]}$$

클로로필류의 분석

갓김치 2g을 취하여 Mackinney법 [11]에 따라 85% acetone 10ml를 가하여 마쇄기로 마쇄하고 20분간 교반한 후 여과하여 잔사에서 색소의 추출이 없어질 때까지 85% acetone으로 세척하였다. 여액에 85% acetone을 가하여 50ml로 정용하고 잘 혼합한 후 냉암소에 방치하였다. 방치한 추출액을 상온으로 되돌린 후에 안토시안 등의 수용성 물질을 제거하기 위하여 Smith 및 Benitez법 [12]으로 정제하였다. 즉 추출한 원액 중에서 5ml를 취하여 30ml의 diethyl ether와 10ml의 물을 가하고 진탕하여 안토시안 등을 함유한 물층을 제거하였다. 다시 60ml의 물을 넣은 분획여두에 diethyl ether용액을 조금씩 방울로 떨어뜨려 세척 후 물층을 버리고 정제하였다. 정제한 추출액을 무수 Na_2SO_4 로 탈수하고 유리여과기로 여과 후 diethyl ether로 정용하여 660, 642.5nm에서 흡광도(25℃)를 측정하고 클로로필의 농도를 다음의 정량식 [13]으로 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{총 클로로필 } (\mu g/ml) &= 7.12 OD(660nm) \\ &\quad + 16.8 OD(642.5nm) \\ \text{클로로필 a } (\mu g/ml) &= 9.93 OD(660nm) \\ &\quad - 0.777 OD(642.5nm) \\ \text{클로로필 b } (\mu g/ml) &= 17.6 OD(642.5nm) \\ &\quad - 2.81 OD(660nm) \end{aligned}$$

김치조직의 측정

갓김치 조직의 변화정도를 측정하기 위하여 김치의 밑둥치로부터 5cm 부위를 일정하게 절단하고 rheometer(Instron U. S. A)를 사용하여 shear strength를 측정하였으며, 분석조건은 Universal strength Testing Machine No. 1101; rheometer probe #5; clearance, 0.5mm; chart speed, 40mm/min; table speed, 20mm/min; measuring load, 5kg로 하였다.

관능검사

갓김치제조 후 순천대학교 식품영양학과 교수 및 학생 15명을 통하여 각 기간별로 관능검사를 실시하였으며, 관능검사의 평가항목은 색깔, 신맛, 질감, 매운맛, 이취, 종합적인 맛 등 6가지 내용이며, 평가방법은 5점 채점법을 실시하였다. 실험결과는 mean±SE로 표시하였으며, 각 실험군의 날짜별 유의성은 SAS program (SAS Institute., Cary, NC., USA)을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 multiple range test [14]를 통하여 검정하였다. 설문지의 양식은 Table 1과 같다.

Table 1. Questionnaire for the palatability test of *Gat-Kimchi*

Score	5	4	3	2	1
Factor					
Color (Kimchi)	가장 좋다	좋다	보통이다	좋지 않다	아주 좋지 않다
Sourness	너무 시다	시다	적당히 시다	시지 않다	전혀 시지 않다
Hotness	너무 맵다	맵다	약간 맵다	매운맛이 약간 있다	매운맛이 전혀 없다
Hardness	너무 질기다	약간 질기다	적당하다	약간 무르다	너무 무르다
Off-flavor	이취가 전혀 없다				이취가 너무 심하다
Overall-eating quality	매우 좋다	좋다	보통이다	좋지 않다	매우 나쁘다

미생물 균수의 측정

갓김치 숙성중의 호기성 총 세균수는 plate count agar(PCA)배지를 이용한 평판 배양법, 유산균수는 *Lactobacillus* selection(LBS) agar (BBL)를 이용한 pour plate법, 효모수는 oxytetracycline 100 μ g/ml가 첨가된 malt extract agar배지를 이용한 평판 배양법을 사용하여 30 \pm 1 $^{\circ}$ C에서 3일간 배양한 후 세균수를 측정하였다.

결과 및 고찰

무기질 함량의 변화

갓김치 숙성 중의 무기질 함량변화는 Table 2와 같다. 무기질의 함량은 K, Ca, Mg, Cu, Fe 순으로 많았으며, 저장 32일째는 초기에 비하여 Ca는 44%, K는 25%, Fe는 55%로 뚜렷한 감소를 나타내었으며, Cu 및 Mg의 변화는 크게 나타나지 않았다. 대체로 갓김치의 무기질 함량은 다른 김치에 비하여 많았으며, 그 변화의 폭도 적은 것으로 나타났다. 총 무기질의 함량으로 보면 저장기간 6일이후부터 그 변화가 다소 현저하게 나타났다.

Table 2. Changes in mineral of *Gat-Kimchi* during fermentation

(mg%)

Minerals	Fermentation time(days)							
	0	2	6	10	14	18	24	32
Calcium	53.15	51.04	38.42	32.14	36.27	37.23	34.54	30.03
Iron	4.87	4.47	3.54	3.12	2.64	3.41	2.29	2.18
Potassium	114.75	112.46	96.48	97.53	89.23	90.52	82.43	86.03
Magnesium	34.05	33.04	33.21	32.14	29.34	33.20	33.45	24.56
Copper	7.79	7.52	6.88	6.43	6.13	6.25	6.01	5.63
Total	214.61	208.53	178.53	171.36	163.61	170.61	158.72	148.43

색소의 변화

갓김치 숙성 중의 클로로필 및 카로티노이드류의 색소 변화는 Table 3과 같다. 클로로필은 6일 이후부터 분해되기 시작하여 14일 이후는 대체로 감소의 폭이 완만하였다. 초기 5 μ g/g 클로로필 함량이 3주 후 2.7 μ g/g에 도달하였으나, 총 클로로필, 클로로필 a 및 b의 각각 감소율은 모두 비슷하였다. 그러나 이와 같은 수치상의 색소 변화는 뚜렷하였으나, 육안상의 관능적 변화는 4일을 전후한 유의적인 차이를 제외하면 크게 인식되지는 않았다. 山内[15]는 *Brassica juncea*를 2 $^{\circ}$ C, 8 $^{\circ}$ C 및 20 $^{\circ}$ C 저장할 경우 2 $^{\circ}$ C는 10일 이후부터 감소하여 20일경에는 30% 감소하였으며, 8 $^{\circ}$ C는 5일 후 급격히 감소하여 10일째에 41% 감소하였다고 보고하였는데, leaf color index는 크게 변화되지 않는다고 하였다. 본 실험의 경우에도 숙성기간중의 함

량변화는 일어났지만 육안상의 변화는 크게 느낄 수가 없었다. 또한 Yamauchi 등[16, 17]은 그 감소원인이 갓자체 및 생육미생물이 분비한 peroxidase나 lipoxidase에 의하여 생성된 과산화물이 클로로필을 분해시키는 것으로 추론된다고 하였다.

카로티노이드류의 경우는 그 분해율이 전반적으로 낮았으며, 10일 이후부터 분해속도가 촉진되기 시작하여 14일이후부터는 거의 일정한 경향을 나타내었다. 대체로 색소는 pH가 낮으면 감소율이 크게 나타나는데, 그 변화가 적은 것은 탄수화물이나 어떤 유기물질에 의한 보호작용이라고 추측되며, 정확한 이유는 차후 검토해 볼 필요가 있다고 본다. 이 등[18]은 김치를 숙성할 때 초기의 49.52% 카로티노이드류가 1주만에 가장 많은 변화를 일으키며 서서히 김치숙성과 반비례하여 감소되어 산패시는 당초보다 약 반으로 감소된다고 하였다.

Table 3. Changes in pigment of *Gat-Kimchi* during fermentation (mg%)

Pigments	Fermentation time(days)							
	0	2	6	10	14	18	24	32
Chlorophyll								
total	5.06	5.04	5.01	4.24	3.06	2.86	2.69	2.57
a	3.22	3.17	3.18	2.61	1.84	1.65	1.70	1.59
b	2.41	2.38	2.27	1.68	1.21	0.96	0.85	0.87
Carotenoid	11.96	11.86	11.24	10.75	8.83	8.36	8.01	7.79
	(8.21)	(8.14)	(7.89)	(5.78)	(4.32)	(3.97)	(3.26)	(2.56)*

*control

조직의 변화

갓김치 저장 중의 조직감 평가를 위하여 절단시험에 의한 기계적 측정을 시도한 결과는 Table 4와 같은데, 대조구는 갓만 소금물에 절인 것이고 갓김치 A는 앞의 갓김치 담금(김치 B)에 비하여 부재료의 배합량을 절반으로 줄인 것이다. 대조구는 1.42~3.18kg-force, 갓김치 A는 1.22~3.32kg-force, 갓김치 B는 1.32~3.25kg-force의 범위를 나타내었다. 전체적으로 저

장초기에서 저장기간이 길어짐에 따라서 shear force가 증가하는 경향을 나타내었다. 대조구와 갓김치 A, B와는 큰 차이가 없었으나 저장 44일에서는 각각 3.04, 2.92, 2.87kg-force였으며, 저장 54일에서는 갓김치 B(3.32)가 A(3.25)보다 조금 낮은 수치를 나타내었다. 그러나 관능점사의 hardness에서는 저장 24일 이후부터 현저히 hardness가 감소하는 경향을 나타내었다(Table 5).

Table 4. Changes in shear strength of *Gat-Kimchi* during fermentation (kg-force)

Days	Control	Kimchi A	Kimchi B
0	1.42±0.09 ^a	1.72±0.24 ^a	2.09±0.39 ^a
2	1.43±0.24 ^a	1.22±0.11 ^b	1.32±0.16 ^b
4	2.22±0.19 ^b	2.64±0.09 ^{cd}	3.00±0.08 ^{cd}
6	2.67±0.06 ^c	2.90±0.11 ^{ce}	2.75±0.07 ^c
8	2.69±0.08 ^c	2.99±0.25 ^e	2.94±0.05 ^c
10	2.80±0.05 ^{cd}	3.02±0.06 ^{ef}	3.14±0.04 ^d
14	2.88±0.09 ^{cd}	2.89±0.08 ^{ce}	2.90±0.06 ^{cd}
24	1.99±0.20 ^b	3.00±0.04 ^e	2.94±0.04 ^{cd}
34	2.93±0.03 ^{cd}	2.58±0.15 ^d	3.02±0.03 ^{cd}
44	3.04±0.03 ^{cd}	2.92±0.02 ^{ce}	2.87±0.06 ^{cd}
54	3.18±0.06 ^d	3.32±0.01 ^f	3.25±0.04 ^d

Values are mean±SE.

Values in the same column sharing a common superscript are not different(p<0.05).

관능검사

갓김치의 관능점사는 색택, 신맛, 매운맛, 짭짤, 이취 등으로 구분하여 조사하였다(Table 5).

색택은 전체적으로 색이 좋은 편이었으며, 신맛은 저장기간에 비례하여 젖산균 등에 의한 유기산 생성으로 점차 증가하였다. 매운맛에는 저장기간중 유의성 있는 차이는 없었으며, 저장

4일에는 매운맛이 가장 큰 것으로 나타났는데 이는 매운맛 성분인 sinigrin이 myrosinase 작용에 의하여 allylisothiocyanate를 생성시켜 휘발되기 때문인 것으로 생각된다. 질감에서 저장기간에 비례하여 감소하는 경향을 나타내었다. 저장 14일까지 큰 변화가 없었으나, 그 이후부터는 다소 물러지는 결과를 나타내었다. 이취는 저장기간 중 나타나지 않았으나, 저장 54일

에는 2.80 ± 0.20 으로 나타났는데 이는 부재료인 파, 마늘의 양이 많은 때문인 것으로 생각된다. 종합적인 맛은 저장 44일까지는 대체적으로 좋은 편이었다. 민과 권[19]은 배추김치의 경우 5°C , 식염농도 2.3%에서 최적 숙성기간 일수를 35~180일로 보고하였는데, 이는 부재료의 종류 및 첨가량, 실험용기의 크기, 형태, 재질, 내용물 충전량 등에 따라 달라질 것으로 생각된다.

Table 5. Changes in sensory evaluation score of *Gat-Kimchi* during fermentation

Days	Color	Sourness	Hardness	Hotness	Off-flavor	Overall-eating quality
0	4.67 ± 0.19^a	1.17 ± 0.17^{ab}	3.42 ± 0.20^a	3.33 ± 0.36^{ab}	4.00 ± 0.52^{ab}	3.63 ± 0.38^{abc}
2	4.58 ± 0.15^a	1.42 ± 0.26^a	3.17 ± 0.21^a	3.50 ± 0.21^{ab}	3.67 ± 0.43^{ab}	4.00 ± 0.32^a
4	4.11 ± 0.30^{ab}	1.67 ± 0.24^{abc}	3.00 ± 0.24^a	4.44 ± 0.18^a	4.22 ± 0.32^a	3.25 ± 0.25^{abc}
8	3.67 ± 0.29^{bc}	2.00 ± 0.17^{bcd}	3.00 ± 0.24^a	3.56 ± 0.38^{ab}	3.89 ± 0.42^{ab}	3.57 ± 0.30^{abc}
10	3.85 ± 0.20^b	2.46 ± 0.22^d	3.62 ± 0.18^a	3.92 ± 0.29^{ab}	3.23 ± 0.38^{ab}	3.70 ± 0.21^{ab}
14	3.67 ± 0.25^{bc}	2.20 ± 0.20^{cd}	3.13 ± 0.24^a	4.00 ± 0.20^{ab}	3.33 ± 0.35^{ab}	3.58 ± 0.19^{abc}
24	2.45 ± 0.16^d	3.55 ± 0.28^e	2.09 ± 0.16^b	3.09 ± 0.37^a	3.45 ± 0.28^{ab}	3.00 ± 0.26^{bc}
34	3.00 ± 0.25^{cd}	4.00 ± 0.35^e	1.92 ± 0.29^b	3.67 ± 0.31^{ab}	3.27 ± 0.30^{ab}	2.64 ± 0.34^c
44	3.70 ± 0.30^{bc}	3.50 ± 0.31^e	2.00 ± 0.21^b	3.40 ± 0.34^a	3.00 ± 0.26^b	3.14 ± 0.26^{abc}
54	3.10 ± 0.23^{cd}	3.90 ± 0.23^e	2.00 ± 0.21^b	2.90 ± 0.18^{ab}	2.80 ± 0.20^b	2.90 ± 0.28^{bc}

Values are mean \pm SE.

Values in the same column sharing a common superscript are not different ($p < 0.05$).

미생물의 변화

갓김치 숙성 중의 세균, 유산균, 효모의 생균수 변화는 Table 6과 같다. 총 세균수는 저장 14~18일까지 지속적으로 증가하다가 그 이후는 생육이 억제되어 감소하였는데, 이는 유산발효와 관련이 없는 호기성세균이 성장하다가 갓김치 발효가 점진적으로 시작됨으로 유산생성

의 통성 혐기성균이 성장함으로 인한 pH강하 등의 이유 때문인 것으로 판단되며, 김과 전[20]은 저장 50일 이후에 다시 호기성 세균이 증가한 이유를 피막형성 효모가 번식한 때문이라고 하였다. 유산균수는 10일 이후 빠른 증식을 나타내다가 24일에 최대 균수를 나타내었다. 효모수는 갓김치 숙성 중에 비교적 완만한 증가를 나타내었다.

Table 6. Changes in total viable count, lactic acid bacteria and yeast of *Gat-Kimchi* during fermentation

(Log CFU/ml)

Organisms	Fermentation time(days)							
	0	2	6	10	14	18	24	32
Total viable count	5.21	5.32	5.74	6.18	6.89	6.98	6.57	5.83
Lactic acid bacteria	4.52	4.63	5.28	5.76	7.09	7.27	7.84	7.74
Yeast	1.86	1.94	2.52	2.61	3.38	3.65	3.93	4.10

요 약

갓김치 숙성(5°C) 중의 무기질, 색소, 조직, 관능 및 미생물군의 변화를 조사하였다. 무기질은 Fe, Ca, K 순으로 변화의 정도가 심하였으며, 대체로 저장 14일 이후부터 현저한 감소를 나타내었다. 총 클로로필은 6일 이후부터 서서히 감소하였으나 클로로필 a/b의 비율은 비슷하게 유지되었으며, 카로티노이드는 10일 이후부터 변화가 뚜렷하였다. 김치의 조직은 저장시간이 길어지므로 shear force가 증가하는 경향이였다. 관능검사에서 신맛과 경도는 경시적으로 유의한 차이를 나타내었으며(p<0.05), 이취, 색깔 및 매운맛은 저장 54일까지 유의적인 변화가 없었다. 다른 김치에 비하여 갓김치는 54일 저장까지 전반적으로 맛이 우수하게 유지되었다. 총세균 및 젖산균은 18~24일까지 증가하다가 그 이후로 약간씩 감소하였으며, 효모는 계속 점진적으로 증가하였다.

감사의 글

본 연구는 (주)미원 부설 한국음식문화연구원의 연구지원 사업에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 성낙계, 박석규(1994) 전통발효식품의 총서, 경상대학교.
2. 조영숙, 박석규(1994) 갓김치 숙성 중 매운맛 성분변화에 관한 연구, 과학재단 연구보고서.
3. 조영숙, 박석규, 전순실, 박정로(1993) 돌산갓의 Isothiocyanate류의 분석, 한국식문화학회지, 8, 147-151.
4. 박정로, 박석규, 조영숙, 전순실(1994) 돌산갓의 Myrosinase분리·정제 및 갓김치 숙성 중 Myrosinase 활성도의 변화, 한국식문화학회지, 9, 137-142.

5. 조영숙, 박석규, 전순실, 문주석, 하봉석(1993) 돌산갓의 일반성분, 당 및 아미노산 조성, 한국영양식량학회지, 22, 48-52.
6. 박석규, 조영숙, 박정로, 전순실, 문주석(1993) 돌산갓의 비휘발성 유기산, 무기질, 지방산 및 섬유소 조성, 한국영양식량학회지, 22, 53-57.
7. 조영숙, 하봉석, 박석규, 전순실(1993) 돌산갓의 Carotenoids 및 Chlorophyll 함량, 한국식문화학회지, 8, 153-157.
8. 조영숙, 박정로, 박석규, 전순실, 정승용, 하봉석(1993) 갓의 급이가 흰쥐의 Cholesterol 대사에 미치는 영향, 한국영양학회지, 26, 13-20.
9. 심기환, 성낙계, 최진상, 강갑석(1989) 매실의 성숙 중 주요성분의 변화, 한국영양식량학회지, 18, 101-108.
10. McBeth, J. W.(1972) Carotenoid from nudibranchs, *Comp. Biochem, Physiol.*, 41B : 51-68.
11. Mackinney, G.(1941) Absorption of light by chlorophyll solution, *J. Biol. Chem.*, 140, 315-319.
12. Smith, J. H. C. and Benitez, A.(1955) Modern methods of plant analysis(Pack., Tracey, M. V.) Springer-Verlag, Berlin, 4 : 142-146.
13. 주현규, 조황연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조(1989) 식품분석법, 유림문화사, 서울, pp. 431.
14. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H.(1990) Principles and Procedures of Statistics-A Biometrical Approach, 2nd. ed., McGraw-Hill Book Co., New York, U. S. A.
15. 山内直樹(1986) コウサイタイならびにコブタカナの品質維持, 日本コールドチェーン研究會誌 “食品と低温”, 12, 49-54.
16. Yamauchi, N. and Minamide, T.(1985) *Japan. Soc. Hort. Sci.*, 54, 265-269.
17. Yamauchi, N., Iida, S., Minamide, T. and Iwata, T.(1985) *J. Japan. Soc. Food Technol.*, 32, 814-817.
18. 이태영, 김점식, 정동효, 김호식(1960) 김치

- 성분에 관한 연구(제2보) 김치숙성 과정에 있어서 비타민 함량의 변화, 과연휘보, 5, 43-48.
19. 민태익, 권태완(1984) 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향, 한국식품과학회지, 16, 443-450.
20. 김호식, 전채근(1966) 김치발효중의 세균의 동적변화에 관한 연구, 원자력논문집, 6, 112-115.