

돌산갓김치의 저온 저장중 품질특성 변화

김행란* · 조강진¹ · 김진숙 · 이인선

농업과학기술원 농촌자원개발연구소, ¹농업생명공학연구원

Quality Changes of Mustard Leaf (*Dolsanggat*) Kimchi During Low Temperature Storage

Haeng-Ran Kim*, Kang-Jin Cho¹, Jin-Sook Kim, and In-Seon Lee

Rural Resources Development Institute, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA

¹National Institute of Agricultural Biotechnology, RDA

Abstract Quality changes in mustard leaf kimchi were investigated during storage for 60 days at 5°C. As the storage period changed from 0 to 60 days, the pH and reducing sugar content of mustard leaf kimchi decreased, while the total acidity and hunter's color increased. The vitamin C content in mustard leaf kimchi decreased gradually from 10 to 30 days and then markedly increased after 40 days. The total dietary fiber content and antioxidative activity were significantly higher in fresh mustard leaf kimchi than in fermented kimchi. The major volatile components of mustard leaf and mustard leaf kimchi were determined to be allyl isothiocyanate, 3-butenyl isothiocyanate and phenylethyl isothiocyanate. The contents of allyl isothiocyanate and phenylethyl isothiocyanate, the two major functional components, in mustard leaf kimchi were determined to be 43.72 and 36.17 µg/g dry weight basis, respectively.

Key words: mustard leaf kimchi (*dolsanggat* kimchi), isothiocyanates, fermentation

서 론

김치는 우리나라의 대표적인 전통발효식품으로써 계절에 따라 생산되는 채소를 원료로 하여 부재료와 양념을 첨가하고 소금의 농도를 조절하여 숙성시킨다. 김치의 주재료로는 일반적으로 배추와 무가 쓰이고 있고 파, 마늘, 고추, 생강, 젓갈 등의 부재료가 첨가되어 젓산발효 되어진다. 김치의 부재료들은 대부분 열량이 낮고, 각종 플라보노이드 물질, 카로틴, 식이섬유, 비타민과 무기질 함량이 높으며, 특히 김치가 발효되는 과정 중에 잘 익은 김치는 항산화성 성분인 비타민 C와 함께 젓산균 및 유기산이 풍부하여 영양기능성이 더 높은 것으로 보고되고 있다(1).

갓(*mustard leaf, Brassica juncea*)은 겨자과에 속하는 한해살이 쌍떡잎식물로 잎은 주로 김치의 주재료 또는 부재료, 쌈, 나물 등으로도 이용되고 향기와 단맛이 있으며 약간의 매운맛도 있다(2). 또한 갓은 쉽게 연화되지 않는 특징이 있고 다른 채소에 비해 칼슘, 철 등의 무기질과 비타민 A, B, C 등의 함량이 높은 것으로 알려져 있다(3). 갓의 종류는 적갓, 청갓, 돌산갓 등이 있으며, 그 중 돌산갓은 갓김치용으로 주로 사용되고, 적갓은 고추의 붉은 빛깔을 강화하는데 효과적이며 청갓은 등치미, 백김치 등 깨끗한 김치에 사용하여 김치를 싱싱하게 해주는 효과가 있어서 예로부터 김치의 주된 재료로 사용되어 왔다(4). 또한 고분현인 '동의보

감'과 '임원십육지' 등에 의하면 '갓은 혈맥을 통하게 하고 피를 맑게 하며 질병 치료에 효과가 있다'고 하여 예로부터 약식동원의 개념에서 갓이 음식의 재료로 사용되어 온 것을 짐작할 수 있다(5).

돌산갓은 다른 지역의 갓에 비해 매운맛이 적은 특징이 있고, 소량의 농약을 사용하는 방충망사 재배방식으로 재배되므로 그 품질이 우수하다고 알려져 전라남도 여수시 특산품으로 지정되어 있다(6). 또한 Choi 등(7)은 여수 돌산갓의 항암성은 뿌리에서, 항산화성과 ACE 저해율은 잎에서 활성이 높게 나타났다고 보고하여 생리기능적 효과를 입증하였다. 그러나 저온저장 중 돌산갓 김치의 품질특성 변화에 관한 연구는 보고되지 않고 있으며, 돌산갓김치의 부가가치 향상을 위해서는 일반 가정에서 보관되는 조건인 저온 저장 중 품질특성 변화에 관한 기초적인 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 돌산갓을 이용하여 김치를 제조하고 저온 저장에 따른 화학적 및 기능적 특성을 분석하여 김치의 적숙기를 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

돌산갓(*Brassica juncea, Dolsanggat*)은 전라남도 여수에서 6월에 수확한 것으로서 돌산갓 영농조합에서 직접 구입하였고, 부재료로 사용된 고춧가루, 벌치젓, 파, 마늘 및 생강 등은 수원 소재의 소매업체에서 구입하여 사용하였다.

돌산갓김치의 제조 및 저장조건

돌산갓을 10%의 소금물에 1시간 동안 절인 후 물로 2회 세척하고 1시간 동안 물빼기를 하였다. 예비실험을 통하여 결정된 갓

*Corresponding author: Haeng-Ran Kim, Department of Agriproduct Processing, Rural Resources Development Institute, 88-2 Seodun-dong, Kwonsun-gu, Suwon, 441-853, Korea
Tel: 82-31-299-0590
Fax: 82-31-299-0553
E-mail: kimhr@rda.go.kr
Received July 18, 2006; accepted October 11, 2006

Table 1. Ingredient ratio of condiments for mustard leaf kimchi

Ingredient	Weight (g)
Salted mustard leaf (<i>Dolsangut</i>)	100.00
Powdered red pepper	9.43
Fermented anchovy juice	7.25
Garlic	2.04
Ginger	3.67
Glutinous rice paste ¹⁾	13.90
Green onion	4.95
Sugar	2.00
Sesame	1.19

¹⁾Glutinous rice : water = 1 : 10.

김치 양념의 배합비율은 Table 1과 같으며 찹쌀풀은 물과 찹쌀가루를 10 : 1의 비로 제조하여 사용하였다. 모든 양념(Table 1)을 고루 섞이게 하고 갖김치를 제조한 후 PE재질 식품용 pack에 200 g씩 칭량하여 포장하였으며 5°C에서 60일간 저장하면서 실험에 사용하였다.

이화학적 특성 분석

일반성분과 무기질: 수분, 회분, 조섬유는 AOAC 방법(8)으로 분석하였다. 수분함량은 105°C에서 상압 건조하여 측정하였고, 회분은 600°C 회화로(Box Furnace, Lindberg/Blue, Asheville, NC, USA)에서 시료를 회화시킨 후 남은 무게를 측정하여 정량하였다. 무기질(칼슘, 철)분석은 시료를 습식분해 후 원자흡광광도계(Hitachi, Z-6100, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

pH, 산도, 환원당: pH는 마쇄시료 5 g을 취해 증류수 20 mL로 균질화 시킨 후 pH meter(M 540, Corning Inc. Corning, NY, USA)로 측정하였다. 산도는 시료를 10 mL 취해 10배 희석한 후 0.1 N NaOH 적정법으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 젯산함량(%)으로 환산하였다. 환원당은 희석 시료에 초산납(lead acetate) 포화용액을 가하여 단백질, 유기산 등을 침전 여과시켜 제거하고 탄산나트륨(Na₂CO₃)을 가하여 초산납을 제거한 후 여액을 Somogyi 변법(9)으로 측정하였다.

색도: 색도는 마쇄한 시료를 Color spectrophotometer(Color-eye 3100, Macbeth, New Windsor, NY, USA)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)를 측정하였다. 표준색판으로는 백판(L' = 94.87, a' = -0.58, b' = 1.59)을 사용하였다.

기능성 관련 성분 분석

비타민 C 함량: 비타민 C의 함량은 2,4-dinitrophenyl hydrazine (DNP) 비색법에 의해 측정하였다(8).

식이섬유 함량: 식이섬유는 Prosky 등(10)의 방법으로 측정하였다. 시료를 건조 후 25 mesh의 체로 통과시킨 다음 500 mL 코니칼 비이커에 넣고 0.05 M의 phosphate buffer(pH 6.0) 50 mL와 α-amylase 용액 0.1 mL을 넣어 끓는 물에서 약 15분간 반응시킨 다음 실온에 방치하였다. 이 용액에 0.275 N NaOH 10 mL을 첨가하여 pH 7.5로 맞춘 다음 protease(50 mg/mL) 0.1 mL를 넣고 60°C의 항온수조에서 30분간 반응시킨 후 식히고 다시 0.325 M HCl로 pH 4.0-4.6으로 맞춘 다음 amyloglucosidase 0.3 mL을 첨가하여 60°C의 항온수조에서 30분간 반응시킨 후 4배가량의 95%

Table 2. Operating conditions of GC and GC/MS analysis for volatile components

GC condition	
GC	HP 5890 Series II
Column	HP5 (Cross-linked 5% methyl silicone; ID = 0.2 mm, length = 25 m)
Carrier Gas	He (20 mL/min)
Temp. program	50°C 4 min 50-110°C (4°C/min) 110-180°C (10°C/min)
GC/MS condition	
GC/MS	Varian saturn 3
Column	DB-5 (30 m × 0.25 mm ID)
Temp. program	The same as that of GC

ethanol을 넣고 밤새 방치한 다음 crucible에 여과하였다. 이때 여액은 받아서 다시 ethanol을 넣어 침전시켜 분리한 후 건조하여 무게를 측정하였다. 무게를 측정한 후 단백질 함량은 Kjeldahl 방법(8)으로 측정하였고, 회분은 525°C에서 5시간 회화시킨 후 무게를 측정하였다. 식이섬유(total dietary fiber) 함량은 아래의 식과 같이 계산하였고, 수용성과 불용성 식이섬유를 합한 값을 총 식이섬유 함량으로 나타내었다.

$$\text{식이섬유(\%)} = \frac{R - P - A - B}{M} \times 100$$

R: 시료에 대한 효소처리 후 침전물의 무게

P: 단백질 함량 A: 회분 함량 B: Blank

M: 시료무게(mg)

항산화력: 항산화력은 각각의 시료를 75% ethanol로 3시간 추출한 후 가용성 물질의 함량이 1,000 ppm의 농도로 lard에 첨가하여 Rancimat 방법(11)으로 산화유도기간을 측정하고 무처리구에 대한 산화유도기간의 비를 AI(Antioxidant Index)로 표시하였다.

휘발성 화합물 동정 및 함유량화합물 함량: 동결 건조하여 마쇄한 시료분말 10 g에 내부표준물질(phenyl isothiocyanate, PITC)과 증류수 400 mL를 첨가하여 수증기 증류추출장치로 추출하였다. 증류추출액을 다시 methylene chloride로 추출한 다음 추출액을 진공회전 농축기와 질소 가스로 농축한 다음 휘발성 화합물을 GC와 GC/MS로 동정하였다. 휘발성 화합물 측정을 위한 GC와 GC/MS 분석 조건은 Table 2와 같다.

통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하여 결과를 SAS/STAT(12)를 이용하여 분산 분석하였고 시료간 평균치 차이의 유무는 Duncan's multiple range test에 의해 다중 비교를 하였다.

결과 및 고찰

돌산갓김치 재료의 이화학적 특성

돌산갓김치 재료의 이화학적 특성은 Table 3과 같다. 원료 돌산갓의 수분함량은 93.89%로 일반갓의 수분함량 89.3%(13)에 비해 높았으며, 회분은 1.33%, 조섬유는 0.61%, 그리고 칼슘과 철은 각각 75.80 mg%와 3.13 mg%의 함량을 나타내었다. 고춧가루

Table 3. Chemical properties of the raw materials used for making mustard leaf kimchi (Dolsangat kimchi)

Raw materials	Moisture (%)	Ash (%)	Crude fiber (%)	Ca (mg%)	Fe (mg%)
Mustard leaf	93.89	1.33	0.61	75.80	3.13
Powdered red pepper	15.46	5.39	19.71	41.30	7.60
Fermented anchovy juice	66.27	22.85	-	34.90	2.79
Garlic	71.63	1.09	0.67	6.05	1.53
Ginger	82.28	1.18	0.91	13.17	2.97
Green onion	91.92	0.73	1.95	60.90	1.99

의 수분함량은 15.46%, 회분은 5.39%, 조섬유는 19.71%, 칼슘은 41.30 mg%, 그리고 철은 7.60 mg%를 나타내었다. Park 등(14)의 김치 식이섬유소 함량에 대한 연구에서도 고춧가루는 다른 김치 재료에 비해 비교적 높은 조섬유 함량(20.5%)을 보이며 김치의 식이섬유 함량을 증가시키는 원인이 된다고 하였는데 본 연구에서도 이를 뒷받침하는 결과를 나타내었다.

돌산갓김치의 저온저장 중 화학적 특성변화

pH, 산도, 환원당: 돌산갓김치를 5°C에서 60일간 저장하면서 pH, 산도 및 환원당 함량의 변화를 측정된 결과는 Table 4와 같다. pH는 저장 50일과 60일 각각 pH 5.20과 pH 5.10으로 제조 시료의 당일 pH(pH 5.30)보다 감소하였으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 산도는 제조당일 시료가 0.42%로 유의적으로 가장 낮게 평가되었고, 저장기간이 길어질수록 높은 산도를 나타내었으며 저장 50일째 0.95%로 유의적으로 산도가 가장 높게 평가되었다. 또한 pH와 산도의 변화는 김치의 발효 속성의 지표로서 사용이 되지만 김치가 적숙기를 지나 과숙기가 되면 부패세균 및 잡균류의 번식으로 신맛과 pH값이 거의 일치하지 않기에 김치의 신맛을 나타내는 직접적인 지표로는 산도가 사용되어진다(15). 김치의 맛이 가장 좋은 최적숙기의 산도는 0.6-0.8%이고, 1%를 초과하면 너무 시어서 품질이 저하된다(16). 따라서 본 실험결과 돌산갓김치의 맛이 가장 좋은 저장 기간은 저장 온도 5°C 기준으로 20-40일 정도로 생각되며 저장 60일까지도 식용이 가능할 것이라 생각되어진다. 환원당 함량의 경우 제조당일 시료가 2.83%로 유의적으로 가장 높게 평가되었고, 저장 기간이 길어질수록 환원당 함량이 유의적으로 낮아지면서 저장 60일째 1.34%를 나타내며 낮게 평가되었다. 김치의 당 함량은 주·부재료의 종류, 절임시간, 소금농도에 의해서 영향을 받는 것으로 알려져 있다(17). Park 등(6)에 의하면 김치가 숙성함에 따라 젖산균이 당을 원료로 소모하여 산을 생성하기 때문에 환원당의 함량이 감소하면서 산도가 증가한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 돌산갓김치의 저장 기간이 길어질수록 환원당 함량은 감소하고 산도는 증가하여 비슷한 결과를 나타내었다.

색도: 돌산갓김치를 5°C에서 60일간 저장하면서 색도를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 돌산갓김치의 명도를 나타내는 L값은 20.59에서 23.72의 범위로 저장 60일까지 시간이 경과할수록 김치의 색이 밝아지는 것으로 평가되었다. 적색도를 나타내는 a값은 8.48에서 12.36의 범위로 저장 기간이 경과하면서 유의적으로 높은 a값을 나타내었고, 황색도를 나타내는 b값도 마찬가지로 20.99에서 28.17의 범위로 저장기간이 길어질수록 증가하였다. 김치의 발효가 진행되면 산도의 증가에 따라 착색물이 분해되어 김치 고유의 색의 변화를 유발한다(18). Ku 등(19)에 의하면 김치의 숙성이 진행될수록 고형분의 분해로 인하여 명도가 증가한다고 하여 본 실험과 비슷한 결과를 나타내었다. 따라서 돌산갓김

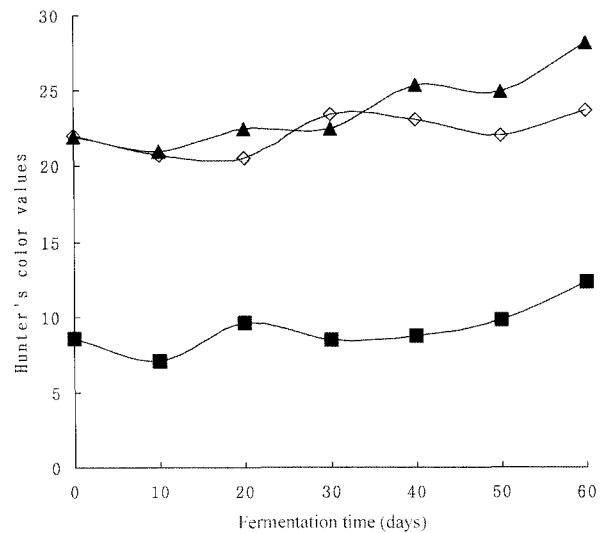


Fig. 1. Changes in Hunter's color values of mustard leaf kimchi during storage for 60 days at 5°C. ◇: L value (lightness), ■: a value (redness), ▲: b value (yellowness).

치는 저장 기간이 일정기간 경과하면 밝아지고 노랗고, 붉은색 계통으로 변해가는 것을 알 수 있었다.

돌산갓김치의 기능성 관련 성분분석

비타민 C 함량: 저장 60일 동안 돌산갓김치의 비타민 C의 변화는 Fig. 2와 같다. 담금 직후의 비타민 C 함량은 35.90 mg%이었으나 저장 10일째부터 감소하기 시작하여 30일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장 40일째 최고 수준을 나타냈으며 그 후 감소하는 경향을 보였다. 저장 60일 경과 후 비타민 C 함량은 26.3 mg%로 27%의 감소율을 보였다. 비타민 C는 갓김치에 항산화성을 부여하는 물질로서(20) 저장 기간에 따른 변화의 경향은 약간의 차이가 있지만 일반적으로 김치가 발효되기 시작하면 다소 감소하다가 숙성 적기에는 약간 증가하는 경향을 보인 후 다시 감소되어 산패 시기에는 비타민 C 함량이 낮아지는 것으로 알려져 있다(21). 담금 직후 김치의 비타민 C 함량은 고추 등의 재료에 함유되어있는 양에 기인되고, 적숙기에는 펙틴질이 분해되면서 비타민 C의 기질로 작용하여 그 함량이 증가하며, 또한 김치에 존재하는 미생물들의 일부가 비타민 C를 합성하여 적숙기의 함유량이 발효 초기에 비해 증가한다고 보고되어 있다(22). 본 연구에서도 이와 비슷한 경향을 나타내었고, 앞의 산도의 결과에서는 저온 저장 20-40일이 최적숙기로 판단되었는데 갓김치의 비타민 C가 다시 증가된 시점이 저장 40일인 점으로 보아 이 시기가 적숙기로 비타민 C의 합성이 가장 활발하게 이루어지는 시기라고 생각된다.

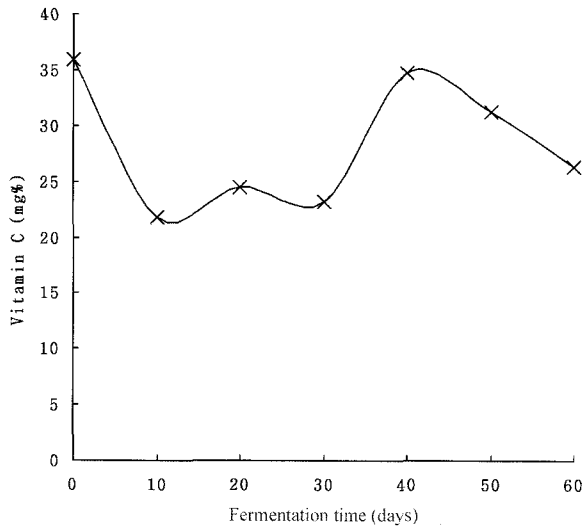


Fig. 2. Changes in vitamin C content of mustard leaf kimchi during storage for 60 days at 5°C.

식이섬유 함량: 식이섬유는 용해성에 따라 수용성 식이섬유(water soluble dietary fiber)와 불용성 식이섬유(water insoluble dietary fiber)로 분류된다. 원료 갓과 돌산갓김치의 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 원료 갓에서 수용성 식이섬유는 검출되지 않았고, 불용성 식이섬유는 1.5%를 나타내었다. 돌산갓김치의 저장 기간별 수용성 식이섬유는 제조당일 시료가 0.06%로 저장 30일과 60일의 갓김치보다 그 함량이 높은 것으로 평가되었다. 불용성 식이섬유도 마찬가지로 제조당일 시료가 6.56%로 가장 높은 함량을 나타내었고, 저장 기간이 경과하면서(저장 30일 0.35%, 저장 60일 0.36%) 큰 폭으로 감소되었다. 담금 직후 갓김치의 총 식이섬유 함량은 6.62%로 원

Table 4. Changes in pH, total acidity, and reducing sugar content of mustard leaf kimchi during storage for 60 days at 5°C

Fermentation time (days)	pH	Total acidity (%)	Reducing sugar (%)
0	5.30 ^{ab}	0.42 ^e	2.83 ^a
10	5.30 ^{ab}	0.43 ^f	2.71 ^b
20	5.30 ^{ab}	0.80 ^d	2.72 ^b
30	5.50 ^a	0.69 ^e	1.99 ^c
40	5.30 ^{ab}	0.88 ^c	1.63 ^d
50	5.20 ^b	0.95 ^a	1.33 ^c
60	5.10 ^b	0.94 ^b	1.34 ^c

Means of three replications. The different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$.

Table 5. Changes in dietary fiber contents of mustard leaf and mustard leaf kimchi during storage for 60 days at 5°C

Properties (%)	Mustard leaf	Fermentation time (days)		
		0	30	60
Soluble dietary fiber	0.00 ^c	0.06 ^a	0.02 ^b	0.01 ^{bc}
Insoluble dietary fiber	1.50 ^b	6.56 ^a	0.35 ^d	0.36 ^c
Total dietary fiber	1.50 ^b	6.62 ^a	0.37 ^c	0.37 ^c

Means of three replications. The different superscripts in a row are significantly different at $p < 0.05$.

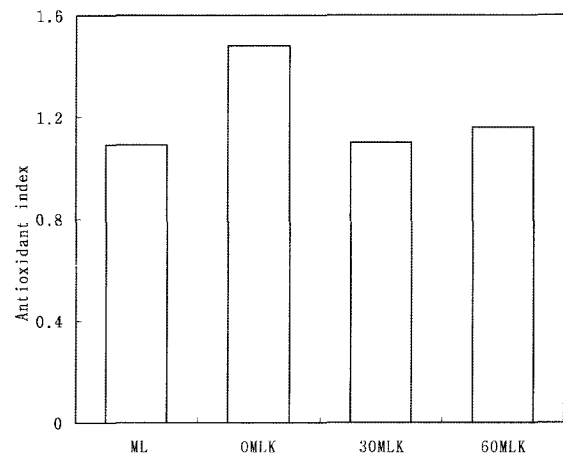


Fig. 3. Antioxidant index of mustard leaf kimchi during storage for 60 days at 5°C. ML: mustard leaf, 0MLK: 0 day mustard leaf kimchi, 30MLK: 30 days mustard leaf kimchi, 60MLK: 60 days mustard leaf kimchi.

료 갓의 1.5%보다 유의적으로 높은 함량을 보였는데, 이는 갓김치의 부재료인 고춧가루, 마늘, 생강 등이 식이섬유를 함유하는 데서 오는 차이로 생각된다.

항산화활성: 활성산소는 과산화물이 생성되고 다시 이것을 산화분해와 중합반응을 일으켜 각종 2차 산물로 전환되어 변패의 원인 물질이 되는 것으로서 암, 성인병 및 노화의 원인이 되며 (23), 이러한 산화에 의한 생체 내의 변화는 항산화물질에 의해서 방지되고 있다. 주재료인 돌산갓과 돌산갓김치의 항산화력을 비교한 결과는 Fig. 3과 같다. 제조당일 시료는 항산화지수(AI)가 1.48로 원료 갓(1.09)보다 높은 항산화력을 나타내었고, 저온저장 30일과 60일째의 항산화력은 AI가 각각 1.10과 1.16으로 제조당일 시료보다 낮았으나 원료 갓보다는 높은 항산화 효과를 나타내었다. Hwang 등(22)의 연구에서 적갓김치의 경우 생시료 보다는 김치로 제조하였을 때 항산화성이 높았다고 보고하여 본 연구와 일치한 결과를 보였으며 이와 같은 결과는 김치 제조 시에 부재료로 첨가되는 고춧가루, 마늘, 생강, 파 등도 항산화 성분을 가지고 있기 때문에 나타난 결과로 생각된다.

휘발성 화합물 동정 및 함유황화합물 분석: 돌산갓과 제조당일 돌산갓김치의 휘발성 화합물을 GC와 GC/MS로 동정한 결과는 Table 6과 같으며 원료 갓과 김치의 GC/MS chromatogram은 Fig. 4에 제시하였다. 돌산갓과 돌산갓김치의 휘발성 성분으로 9종을 동정하였으며, 돌산갓의 주요 풍미성분이며 기능성 물질인 allyl isothiocyanate, 3-butenyl isothiocyanate, phenylethyl isothiocyanate를 확인하였다. 한편 Cho 등(24)은 돌산갓의 휘발성 isothiocyanate류의 함량 연구에서 allyl isothiocyanate, 3-butenyl isothiocyanate, *n*-hexyl isothiocyanate, β -phenylethyl isothiocyanate 및 sec-butenyl isothiocyanate순으로 그 함량이 많았다고 보고하였다. 돌산갓과 제조당일 돌산갓김치의 주요 함유황화합물인 allyl isothiocyanate, phenylethyl isothiocyanate 함량은 Table 7과 같다. Allyl isothiocyanate는 원료 돌산갓에서는 873.40 $\mu\text{g/g}$, 갓 김치에서는 43.72 $\mu\text{g/g}$ 으로 감소하는 경향을 보였고, phenylethyl isothiocyanate도 마찬가지로 148.99 $\mu\text{g/g}$ 에서 김치 제조시에는 36.17 $\mu\text{g/g}$ 으로 감소하여 돌산갓김치가 절임과정과 제조과정 중 돌산갓 고유의 유효화합물 함량이 감소함을 알 수 있었다. 특히 allyl

Table 6. Volatile components identified in mustard leaf and mustard leaf kimchi

Peak Number	Possible Compound	Molecular weight	Methods of identification
1	Allyl isothiocyanate	99	MS/RI ¹⁾
2	3-Butenyl isothiocyanate	113	MS/RI
3	Phenyl isothiocyanate (Internal standard)	135	MS ²⁾
4	Benzenepropanenitrile (C ₉ H ₉ N)	131	MS/RI
5	L-Pyrrolidimethione (C ₄ H ₇ NS)	101	MS
6	Phenylethyl isothiocyanate	163	MS/RI
7	Unknown	73	
8	Unknown	177	
9	1-Phenyl-2(1H)-pyridinone (C ₁₁ H ₉ NO)	171	MS
10	2,3-Dimethoxy-2-methyl-butane (C ₇ H ₁₆ O ₂)	132	MS
11	Unknown		
12	Unknown		
13	1,4-cyclononadiene (C ₉ H ₁₄)	122	MS
14	2-Propyl-1,3-dioxolane (C ₆ H ₁₂ O ₂)	116	MS
15	1,2-Benzenedicarboxylic acid, dipropyl ester (C ₁₄ H ₁₈ O ₄)	250	MS
16	Unknown		
17	Unknown		

¹⁾MS-RI: mass spectrum was identical with that of Wiley mass spectral database (1995) (Hewlett Packard Co., Palo Alto, CA, USA), and retention index was consistent with that of the literatures.

²⁾MS: mass spectrum was consistent with that of Wiley mass spectrum database.

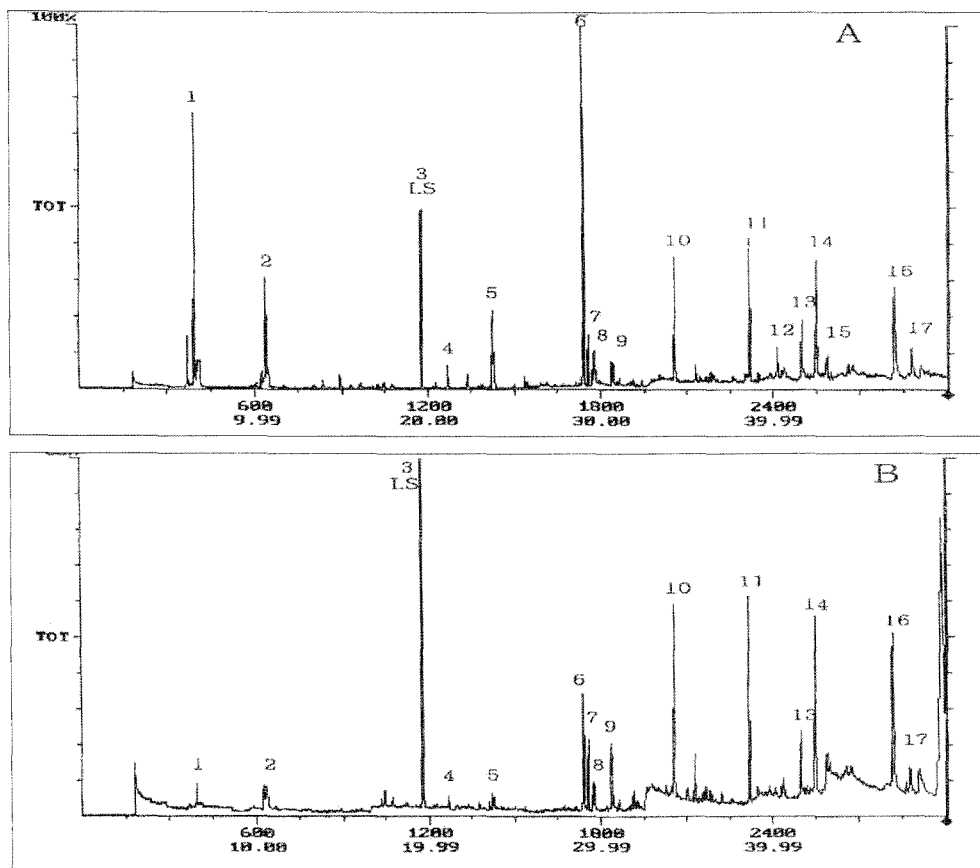


Fig. 4. GC/MS chromatogram of volatile flavor components of mustard leaf and mustard leaf kimchi. A: mustard leaf, B: fresh (after making) mustard leaf kimchi.

isothiocyanate는 원료 돌산갓에 비하여 감소 폭이 커서 김치 제조 후 83%가 감소하는 결과를 보였다. Isothiocyanate는 돌산갓의 주요 휘발성 물질로서 십자화과 채소류의 풍미 성분으로, 강한

항균성, 항충성 및 항선충성 등 생체 방어 반응을 하고 또한 발암물질 해독 및 체외배출을 촉진시켜 발암물질에 대한 생체 내 방어기능을 한다고 알려져 있다(25). Pyo 등(26)은 청갓김치에서

Table 7. Isothiocyanate contents of mustard leaf and mustard leaf kimchi

Properties	Allyl isothiocyanate	Phenylethyl isothiocyanate
	(µg/g, DW) ¹⁾	
Mustard leaf	873.40	148.99
Mustard leaf kimchi ²⁾	43.72	36.17

¹⁾DW: Dry weight basis.²⁾Fresh (after making) mustard leaf kimchi.

저장 중 휘발성의 isothiocyanates와 그 유도체 성분의 변화는 발효기간이 경과함에 따라 뚜렷하게 감소하는 것으로 나타나므로 갓김치 특유의 자극성 맛은 저장일이 경과할 수록 약하게 평가되었다고 보고하였다. 본 연구와 비교해 보았을 때 isothiocyanates는 김치의 제조과정과 저장 기간을 거치면서 휘발되어 소실되는 경향을 보이며(26) 원료 것과 비교하였을 때 자극성의 매운맛이 감소하는 것으로 생각된다.

요 약

돌산갓김치를 5°C에서 60일간 저장하면서 발효특성을 살펴본 결과는 다음과 같다. 김치의 pH는 저장 50일과 60일에 제조당일 시료보다 감소하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장기간별 산도는 저장기간이 길어질수록 높은 산도를 나타내었으며 저장 20-40일에 0.69-0.88% 수준을 나타내어 적속기로 판단되었다. 환원당 함량은 저장 기간이 길어질수록 유의적으로 낮아지면서 저장 60일째 1.34%를 나타내었다. 색도 측정 결과 명도, 적색도, 황색도 모두 저장 기간이 길어질수록 증가하였다. 담금 직후의 비타민 C 함량은 다른 저장 기간의 시료군 보다 유의적으로 높은 특성을 나타내었고, 저장기간이 경과되면서 점차 감소하다가 저장 40일째 다시 증가하는 양상을 보였다. 식이섬유 함량은 제조당일 시료가 수용성과 불용성 식이섬유 모두 그 함량이 높은 것으로 평가되었다. 항산화력 측정 결과도 마찬가지로 제조당일 시료가 가장 높은 수준을 나타냈다. GC/MS를 이용하여 돌산갓의 휘발성 화합물을 측정된 결과 주요 풍미 성분은 allyl isothiocyanate, 3-butenyl isothiocyanate, phenylethyl isothiocyanate로 확인 되었다. 돌산갓김치의 allyl isothiocyanate와 phenylethyl isothiocyanate 함량은 각각 43.72 µg/g, 36.17 µg/g 이었다. 이상의 결과 돌산갓김치의 저온저장 중 적속기는 산도와 비타민 C를 기준으로 했을 때 20-40일 정도이며, 돌산갓 유래 기능성 관련 성분을 활용할 경우 제조 직후의 김치가 비타민 C, 식이섬유, 항산화활성 등이 가장 높아서 적절함을 알 수 있었다. 또한 돌산갓의 함유화합물은 복잡한 김치 제조과정에서 함량이 감소하는 것을 알 수 있었다.

문 헌

1. Lee CJ, Kim GY, Park HW. Kimchi. Daewon Press, Seoul, Korea. p. 139 (2001)
2. KFCS. Dictionary of Food and Cookery Science. Kyomun Press, Seoul. Korea. p. 19 (2003)
3. Lee WS. Vegetables in Korea. Kyungbook National University

- Press, Taegu, Korea. pp. 259-264 (1994)
4. Cho JS. Research on Kimchi. Yurim Press, Seoul, Korea. p. 152 (2000)
5. Shin MJ, Lee YS, Choi SK. Literature review on the pharmaceutical effect on Korean traditional foods in *Eumsikdimibang*. J. East Asian Soc. Dietary Life 11: 325-335 (2001)
6. Park SS, Jang MS, Lee HH. Effect of fermentation temperature on the physicochemical properties of mustard leaf (*Brassica juncea*) kimchi during various storage days. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 24: 752-757 (1995)
7. Choi MR, Yoo EJ, Song SH, Kang DS. Comparison of physiological activity in different parts of Dolsan leaf mustard. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 721-725 (2001)
8. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA (1995)
9. KFN. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition, Hyoil Press, Seoul, Korea. pp. 220-222 (2000)
10. Prosky L, Asp NG, Furda I, Devreis JW, Sejweozer TF, Harland BA. Determination of total dietary fiber in foods and food products. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 68: 677-684 (1987)
11. Laubli MW, Bruttel PA. Determination of the oxidative stability of fats and oils; Comparison between the active oxygen method (AOCS Cd 12-57) and the rancimat method. J. Am. Oil Chem. Soc. 63: 792-795 (1986)
12. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1996)
13. RRDI. Food Composition Table. Sangroksa, Suwon, Korea. 6: 88 (2001)
14. Park KY, Ha JO, Rhee SH. A study on the contents of dietary fiber and crude fiber in kimchi ingredients and kimchi. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 69-75 (1996)
15. Park SH, Lee JH. The correlation of physicochemical characteristics of kimchi with sourness and overall acceptability. Korean J. Food Cookery Sci. 21: 103-109 (2005)
16. Ha DM. Food Microbiology. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. p. 242 (2003)
17. Park MJ, Jeon YS, Han JS. Fermentation characteristics of mustard leaf kimchi added green tea and pumpkin powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 215-221 (2001)
18. Kim IK, Shin SR, Lee JB, Kim KS. Changes on the physical and sensory characteristics of *dongchimi* added with ginseng and pine needle. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 575-581 (1997)
19. Ku KH, Kang KO, Kim WJ. Some quality changes during fermentation of kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 476-475 (1988)
20. Ryu BM. Effect of kimchi inhibition of skin aging of hairless mouse. PhD thesis, Pusan National University, Pusan, Korea (2000)
21. Choi SY, Hahn YS. The changes of vitamin C content in *yulmoo mulkimchi* according to the shift of fermentation temperature. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 26: 364-368 (1997)
22. Hwang JH, Song YO, Cheigh HS. Fermentation characteristics and antioxidative effect of red mustard leaf kimchi. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 1009-1015 (2000)
23. Seo GW, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Moon JH, Kim SH, Park KH. Identification of antioxidative substances in *Allium fistulosum* L. by GC-MS. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 988-993 (2003)
24. Cho YS, Park SK, Chun SS, Moon JS, Ha BS. Proximate, sugar and amino acid compositions of dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 22: 48-52 (1993)
25. Elizabeth KL, Tracy KS, Rosemary GC, Ian TJ. Cell death in the colorectal cancer cell line HT29 in response to glucosinolate metabolites. J. Sci. Food Agric. 81: 959-961 (2001)
26. Pyo YH, Kim JS, Han YS. Volatile compounds of mustard leaf (*Brassica juncea*) kimchi and their changes during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 56-61 (2000)