

갓김치 숙성중 당, 유기산, 유리아미노산 및 핵산관련 물질 함량의 변화

박석규[†] · 조영숙 · 박정로 · 문주석* · 이용수*

순천대학교 식품영양학과

*경상대학교 식품공학과

Changes in the Contents of Sugar, Organic Acid, Free Amino Acid and Nucleic Acid-Related Compounds during Fermentation of Leaf Mustard-Kimchi

Seok-Kyu Park[†], Young-Sook Cho, Jeong-Ro Park, Ju-Seok Moon* and Yong-Soo Lee*

Dept. of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

Changes in the contents of sugar, organic acid, free amino acid and nucleic acid-related compounds of leaf mustard-Kimchi during fermentation at 5~7°C were investigated. The leaf mustard-Kimchi was formulated with 4kg leaf mustard, 120g garlic, 80g ginger, 540ml salted anchovies, 1kg green onion, 200g red pepper powder, 200g ground red pepper, 60g whole sesame and 600ml glutinous rice paste. Changes in pH and acidity were relatively slow. Major free sugars were glucose (0.13%) and maltose (0.42%), and residual sugars (0.03~0.04%) were also detected after 32 days of fermentation. Major free amino acids containing more than 26.5mg% were proline, glutamic acid, alanine and histidine. Contents of total free amino acids increased from 244.8 to 397.2mg% by 24 days of fermentation. Of non-volatile organic acid, lactic acid was the most abundant (119.3mg%), and its content increased markedly after 10 days of fermentation. Other organic acids (below 53.1mg%) observed were malic, oxalic and citric acid. Contents of nucleic acid-related compounds were high in the order of hypoxanthine (22.8mg%), IMP (8.3mg%) and GMP (6.9mg%). Hypoxanthine content increased by 10 days (27.3mg%) and decreased thereafter, while the others decreased gradually during the overall period of fermentation.

Key words : leaf mustard-Kimchi, sugar, organic acid, free amino acid, nucleic acid-related compound

서 론

갓김치는 배추, 무김치에 비하여 allyl isothiocyanate의 glucosinolate인 sinigrin이 다량 함유되어 있어 숙성중에 갓 자체의 myrosinase의 작용을 받아 여러 가지 함유성분과 그 관련물질이 생성되어 특 쓰는 독특한 매운맛이 있다^{1,2}. 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 특징이 있다^{3,4}. 최근 돌산갓의 생산량은 계속적으로 증가되어 1994년도는 재배면적 150ha에서 4,946톤이

생산되고 있는데, 4,608톤은 생갓으로 유통되고 330톤 정도가 갓김치로 가공되어, 미국 등지로 20톤 이상 수출되고 있으며, 국내의 소비량도 지속적으로 증가추세에 있다⁵. 이와같은 갓김치는 전라남도 여천군 돌산읍에서 집중 생산되고 있으며, 타지역의 것에 비하여 섬유질이 적어 부드럽고 매운 맛이 적으며 돌산지방의 해양기후와 유황 성분이 많은 토질에 의한 영향으로 독특한 향과 맛이 있는 전라남도의 지역 특산품으로 지정되어 있다⁶. 갓에 대한 연구로는 조와 박 등의 화학성분¹⁻⁵과 myrosinase 활성⁷, 강 등의 천연항균 활성물질⁸, 한 등의 항산화 활성성분⁹, 조 등의 갓의 급이가 원취의 콜레스테롤대사에 미치는 영향¹⁰, Uda 등의 휘

[†]To whom all correspondence should be addressed

발성 성분¹¹⁾ 등이 있는데, 대부분이 갓의 영양학 및 식품학적인 성분분석에 관한 것이며 갓김치에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 오래동안 전통적으로 제조되어 온 갓김치의 품질을 개선하기 위한 기초적인 자료를 얻기 위하여, 갓김치를 품온이 5~7°C로 유지되는 저온고에서 숙성하면서 경시적인 당, 비휘발성 유기산, 유리아미노산 및 핵산관련 물질 함량의 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 재료로 하였으며, 그리고 시중에서 구입하여 박피수세한 마늘·쪽파·생강과 씨와 꼭지를 제거한 다음 분쇄한 고추와 정제염(한주소금, 1등급)을 부재료로 사용하였다.

김치 담금 및 발효

갓을 수돗물에 3회 수세하고, 15% (w/v) NaCl 용액에 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 60g, 참쌀풀 600ml의 배합비율로 잘 혼합시킨다. 10리터 플라스틱용기에 3/4되게 넣고 김치를 외부공기와와의 접촉을 피하기 위하여 눌러 놓은 후, 저온고에 넣어 품온 5~7°C로 숙성시켰다.

pH 및 적정산도

갓김치 육질의 pH는 김치 고형분 15g에 증류수 15ml를 가하여 homogenizer로 마쇄 (8,000rpm, 5min)하고 여과한 액 일부를 취하여 유리전극 pH meter (Fisher Accumet, Model 925)로 측정하였으며, 김치국물의 pH도 별도로 측정하였다. 적정산도¹²⁾는 갓김치 50g을 80% ethanol 100ml와 혼합하여 homogenizer (8,000 rpm, 5min)로 마쇄한 후 celite 545를 여과 보조제로 하여 Buchner 여과기로서 흡인여과하였다. 다시 80% ethanol 100ml를 가하여 250ml로 정용하고 냉장고에서 하룻밤 방치한 다음, 20ml를 취하여 pH 9.8이 될 때까지 소요되는 0.01N-NaOH의 양 (ml)을 lactic acid로 환산하여 나타내었다. 국물의 적정산도는 액즙 20ml를 취하여 육질의 경우와 동일하게 처리하였다.

총당 및 유리당

총당은 갓김치 15g을 세절하여 250ml 삼각플라스크에 넣고, 10% HCl 5ml와 증류수 100ml를 첨가하여 3시간 가수분해시킨 다음, 10% NaOH로 중화시키고 여과한 후 phenol-sulfuric acid법¹³⁾으로 정량하여 포도당 양으로 환산하였다. 유리당¹⁴⁾은 갓김치 20g에 증류수 50ml를 가하여 homogenizer로 마쇄하고, 원심분리 (3,000rpm, 20min)한 상정액을 0.2µm membrane filter로 여과한 후 Sep-Pak C18 cartridge에 통과시켜 색소와 고분자 물질을 제거한 다음 HPLC 주입용 시료로 사용하였다. 분석조건은 Waters associate HPLC (U6K Injector, M410 RI detector, M745B data module), carbohydrate column (3.9mm i.d. × 30cm), 용매 acetonitrile : water (78 : 22, v/v), 유속 1.5ml/min, 주입량 5µl로 하였다.

유리아미노산

갓김치 중의 유리아미노산¹⁵⁾은 김치 15g에 탈이온 증류수 100ml를 가하고 마쇄한 후 여과하고, 20% trichloroacetic acid (TCA) 15ml를 가한 다음 하룻밤 냉장고에서 방치시켜 침전된 단백질을 원심분리 (8,000rpm, 15 min)하여 제거시켰다. Dowex anion exchange (2 × 8 Cl⁻) column에 통과시켜 TCA를 흡착·제거시킨 다음, 용출액에 다시 diethylether 40ml를 가하여 지용성물질 등을 분액여두에서 제거하였다. 수용액층을 40°C 이하에서 감압농축시키고 0.2N-citric acid buffer (pH 2.2) 용액으로 전체의 양이 25ml 되게 정용한 다음, 0.2µm membrane filter로 여과한 후 40µl를 아미노산분석기로 분석하였다. 분석조건은 LKB 4150, alpha autoanalyzer, Li⁺-ion exchange resin, 0.2N Na-citrate buffer (pH 3.20, 4.25, 10.0) 유속 40ml/hr, ninhydrin 유속 25 ml/hr, column temp. 50~80°C로 하였다.

비휘발성 유기산

갓김치 10g에 증류수 50ml를 가하여 homogenizer로 마쇄하고 원심분리 (8,000rpm, 10min)하여 얻은 상정액을 Sep-Pak C18 cartridge로 여과시킨 10ml를 양이온 교환수지 (Dowex 50W-X8, 50~100mesh, H⁺)에 통과시켜 증류수로 세척하여 전체의 양을 50ml로 하였다¹⁶⁾. HPLC에 주입하기 전에 0.2µm membrane filter로 여과하고 기포를 제거하였으며, 분석조건은 Waters associate HPLC, Bondapak C18 column (3.9mm i.d. × 30cm), 용매 0.5% KH₂PO₄ (pH 2.4, H₃PO₄로 조절), 유속 1.0ml/min, 주입량 5µl로 하였다.

핵산관련 물질

갓김치 100g에 10% 냉과염소산용액 25ml를 첨가하여 30분간 마쇄하고 원심분리하였다. 상징액을 취한 후 다시 같은 방법으로 추출하여 상징액을 합하고 5N-KOH 용액을 가하여 pH 6.5로 조절하여 100ml로 정용하고 30분간 방치한 후, 원심분리하여 상징액을 0.25 μ m membrane filter로 여과 후 20 μ l를 HPLC에 주입하였다¹⁶⁾. 분석조건은 유기산과 동일하게 하였고 용매만 1% triethylamine-H₃PO₄ buffer (pH 6.5)로 변경하였다.

결과 및 고찰

pH 및 적정산도의 변화

갓김치의 숙성중 경시적인 pH 변화를 조사한 결과 (Table 1), 김치의 육질은 숙성 6일 이후부터 10일째 구간에서 pH 감소현상이 현저하게 나타났으며, 국물은 전체적으로 김치의 육질 보다 크게 감소되었으나, 배추, 무, 동치미 김치 등에 비하여 pH 저하의 폭은 낮은 것으로 생각된다¹⁷⁾.

일반적으로 맛과 pH 및 젖산 함량의 관계에서 가장 맛이 좋은 상태의 김치는 pH 4.2~4.6 사이로서, 젖산 함량은 0.5~0.75%로 보고되어 있으며¹⁸⁾, 김치재료 및 부재료의 첨가와 숙성온도 등 여러 가지 인자에 따라 영향을 받는다. 갓김치의 맛은 저온 숙성조건에서 pH가 4.6~4.8(김치), 4.2~4.4(국물)범위인 10~14일째가 바람직할 것으로 생각된다. Vijay¹⁹⁾는 carrot juice 발효에서 mustard 0.5~1% 첨가하였을 때, pH 강하가 대조구에 비하여 낮았다고 보고한 바 있는데, 갓김치의 경우는 찹쌀풀과 부재료가 많이 첨가되어 젖산균 증식이 촉진되므로써 다른 김치에 비하여 약간 pH가 낮고 산도가 높은 경향이었다. 발효시작 3~4일 후 휘발성 메운 맛 성분의 전구물질인 sinigrin이 갓자체의 myrosinase 작용을 받아 분해되어 생기는 ally isothiocyanate 및 그

분해산물과 각종 유기산 등이 계속 김치의 육질 세포막 외부로 유출되어 김치내의 microflora에 지속적인 정균작용을 부여하므로써 상당한 젖산 생성이 억제된 것으로 판단된다. 한편 이 등²⁰⁾은 단백질을 첨가하면 산생성은 촉진되나 단백질 고유의 완충작용(특히 유리아미노산)으로 pH 저하는 완만해진다고 하였으므로 pH값만으로 김치의 최적 숙성시기를 결정한다는 것은 어렵다. 갓김치의 숙성 중 적정산도의 변화는 발효 10일을 전후하여 산도의 급격한 증가를 보였으며, 대체로 10일 이전과 32일 이후에는 pH와 마찬가지로 산도의 증가가 완만하였다. 국물은 육질 보다 10일 이후 큰 폭으로 상승하였으며 32일 경우에는 1.54%로서 초기에 비하여 2배 이상 증가하였는데, 다른 보고자들의 배추김치는 대개 3~6배 증가하는 것에 비하여 증가속도가 낮았다.

안²¹⁾의 보고에 의하면 김치 중의 산도변화를 3% 이하의 소금농도, 마늘, 고추 및 멸치 등은 촉진시키지만, 파와 생강은 발효에 큰 영향이 없다고 한 점 등을 고려하여 볼 때, 갓김치에 있어서 갓재료 자체는 김치숙성 중의 산도상승을 상당히 억제하는 것으로 판단되나 찹쌀풀 등의 탄소원과 기타 부재료에 의한 촉진효과 때문에 다소 산도가 증가한 것으로 생각된다.

당 함량의 변화

갓김치 숙성 중 총당 및 유리당의 변화는 Table 2와 같다. 총당은 경시적으로 높은 비율로 감소하였는데 그 이유는 찹쌀풀 등 발효성 당이 될 수 있는 탄수화물의 첨가로 젖산균 등 microflora의 증식촉진에 의한 소비 때문인 것으로 생각된다. 24일 후 0.13% 까지 감소되었으며 전체 총당 중의 80% 이상이 미생물 증식 및 젖산을 포함한 각종 유기산발효에 이용된 것으로 판단된다. 대체로 당의 함량변화와 pH·산도와는 상관관계가 많이 있는데, 이것은 김치 중의 각종 젖산생성 미생물에 의해 당이 소모된 만큼 유기산 생성으로 인한 이유 때문

Table 1. Changes in pH and acidity of leaf mustard-Kimchi during fermentation

pH and Acidity	Fermentation period (days)							
	0	2	6	10	14	18	24	32
pH								
Vegetable	6.60	6.61	5.80	4.82	4.61	4.45	4.36	4.23
Soup	6.10	5.80	5.15	4.42	4.22	4.02	3.97	3.94
Acidity*								
Vegetable	0.53	0.59	0.65	0.78	0.90	0.94	1.12	1.28
Soup	0.62	0.63	0.74	0.86	1.25	1.32	1.40	1.54

* Titratable acidity, as % (w/v) lactic acid

Table 2. Changes in sugar contents of leaf mustard-Kimchi during fermentation (%)

Sugars	Fermentation period (days)							
	0	2	6	10	14	18	24	32
Total sugar*	0.51	0.49	0.35	0.24	0.18	0.14	0.13	0.10
Free sugar**								
Glucose	0.13	0.14	0.18	0.17	0.13	0.10	0.07	0.04
Fructose	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	-	-	-
Maltose	0.42	0.36	0.11	0.09	0.06	0.04	0.04	0.03
Sucrose	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	-	-

*Phenol-sulfuric acid method

**HPLC method

인 것으로 생각된다. 유리당은 부재료의 영향으로 glucose, fructose, maltose, sucrose 등이 확인되었다. Maltose는 초기에 0.42%의 함량이 발효가 진행됨에 따라 급속히 낮아졌으며, glucose는 찹쌀풀 등의 분해로 발효 6일째까지는 함량이 증가되다가 그 이후는 서서히 감소되었으며 32일 경에도 0.04%가 잔존하였다.

유기산 함량의 변화

김치류는 숙성 중 침채류에 포함된 발효성 당류가 젖산균에 의하여 젖산이나 기타 유기산으로 변하여 김치에 신선한 맛을 부여하게 된다. 갯김치의 숙성 중 주요 비휘발성 유기산의 변화는 Table 3과 같다. 박 등⁴⁾은 갯에는 malic, oxalic, citric acid 등의 순으로 함량이 많았으며 그 외 5가지의 유기산이 존재한다고 보고한 바 있는데, 갯김치의 경우는 lactic, malic, oxalic, citric 및 succinic acid가 주요한 유기산이었다. 특히 lactic

acid는 숙성기간이 경과함에 따라 계속 상승하였는데 특히 10일 이후에 급격한 변화를 나타내었으며 32일째에는 초기의 10배 이상 많은 함량을 나타내었다. Malic acid는 초기 약 70mg%에서 10일 이후 부터 감소되어 24일경에는 36.34mg%로 초기의 약 50% 정도 까지 감소되었으며 oxalic acid는 6일 까지 일정한 상태로 유지되었다가 10~14일 사이에 함량의 증가폭이 크게 나타났다. Citric acid는 6일 까지 증가되다가 그 후 감소되는 경향이였으며, succinic acid는 oxalic acid와 마찬가지로 발효과정 중 점진적인 증가현상을 나타내었다.

유 등²⁰⁾은 배추김치의 경우 고추, 마늘, 파가 첨가된 경우 lactic acid가 많았고, 마늘이 첨가된 경우 acetic acid가 많게 발효를 촉진한다고 하였으며, 김 등²¹⁾은 6~7°C에서 김치숙성을 했을 때는 20°C에 비하여 lactic, succinic acid 생성량이 많아진다고 하므로 발효온도와 부재료의 종류 및 배합비율에 따라 유기산 조성이 상

Table 3. Changes in non-volatile organic acids of leaf mustard-Kimchi during fermentation

(mg%)

Organic acids	Fermentation period (days)							
	0	2	6	10	14	18	24	32
Lactic acid	11.87	12.34	20.13	30.52	86.01	102.76	117.14	119.32
Oxalic acid	26.70	27.29	28.22	39.65	44.96	44.25	49.20	53.14
Malic acid	69.36	67.67	67.78	69.17	44.53	39.23	36.34	35.22
Citric acid	18.79	20.13	33.29	28.71	22.58	20.43	19.62	19.27
Succinic acid	6.21	8.24	9.25	9.12	10.37	11.54	13.81	13.42
Total	132.93	135.67	158.67	177.17	208.45	218.21	236.11	240.37

Table 4. Changes in free amino acid contents of leaf mustard-Kimchi during fermentation

(mg%)

Amino acids	Fermentation period (days)							
	0	2	6	10	18	24	32	
Aspartic acid	16.83	17.13	19.65	16.34	25.68	26.71	25.13	
Threonine	8.61	8.86	9.37	13.75	11.32	13.43	10.59	
Serine	10.27	11.83	13.25	13.48	19.35	20.05	16.62	
Glutamic acid	29.15	28.29	30.42	36.26	50.17	61.74	68.16	
Proline	36.64	38.57	37.36	43.21	46.32	43.12	40.47	
Glycine	6.87	7.82	9.47	8.90	11.47	10.64	9.31	
Alanine	26.69	26.76	27.90	30.42	35.82	39.68	38.58	
Cystine	9.43	10.27	12.45	14.10	15.08	14.76	13.49	
Valine	14.15	15.93	19.67	18.38	24.65	24.41	23.76	
Methionine	5.32	7.91	9.59	11.27	13.04	13.75	11.83	
Isoleucine	10.14	11.32	13.18	13.06	12.57	11.34	9.08	
Leucine	15.79	13.97	16.24	17.93	16.92	17.98	12.62	
Tyrosine	2.65	4.68	3.24	6.82	7.11	6.14	7.85	
Phenylalanine	9.28	14.45	12.36	14.21	16.28	17.46	14.36	
Histidine	26.53	28.63	30.03	29.84	39.32	36.61	37.54	
Lysine	12.47	12.23	13.71	16.64	20.45	27.04	24.79	
Arginine	3.96	4.17	5.67	6.19	9.76	12.37	11.43	
TAA*	244.78	262.82	283.56	310.80	375.31	397.23	371.61	

* TAA, total amino acid

이함을 나타내었다. 갓김치의 경우도 타 침채류 발효에 비하여 유기산의 조성에 있어 약간 상이하였으며, 특히 succinic acid가 다른 유기산에 비하여 적은 함량이었다.

유리아미노산 함량의 변화

갓김치 숙성 중 유리아미노산의 변화를 조사한 결과 (Table 4), 대부분의 유리아미노산은 18~24일경 까지 증가하다가 그 이후는 약간씩 감소하는 경향이었고, 발효 32일째의 주요 유리아미노산 (30mg% 이상)은 glutamic acid > proline > alanine > histidine였으며 전체 유리아미노산의 49.7%를 차지하였다. 한편, 초기의 미량 유리아미노산 (10mg% 이하)으로는 cystine > phenylalanine > threonine > glycine > methionine > arginine > tyrosine 등이었으며 전체 유리아미노산의 0.2% 정도에 불과하였다. 숙성 중 유리아미노산 함량의 증가는 glutamic acid, methionine, tyrosine, lysine, arginine에서 비교적 크게 나타났으며, isoleucine, leucine, proline 등은 큰 변화없이 일정한 수준을 유지하였다. 필수아미노산의 함량도 숙성기간 중 약간씩 증가하는 경향을 나타내었으나, 총 유리아미노산에 대한 비율 (38.9~43.7%)은 시간이 경과함에 따라 약간씩 감소하는 경향이였다. 갓김치 숙성 중의 유리아미노산 함량변화는 허 등²⁴⁾과 강 등²⁵⁾은 배추김치 및 고들빼기 저장 중의 총 유리아미노산이 2~5배로 증가하였다는 보고와는 유사하였으나, 조와 이²⁶⁾의 배추김치 숙성 중 전체의 유리아미노산 양이 감소하였다는 보고와는 상이한 결과를 나타내었다.

핵산관련 물질 함량의 변화

갓김치 숙성 중의 핵산관련 물질의 변화를 조사한 결과 (Table 5), hypoxanthine (Hx), IMP, GMP순으로 함량이 많았으며, 저장기간 중 조금씩 감소하는 경향을 나타내었다. 감소의 폭은 GMP, IMP, Hx순으로 크게 나타났

다. 전체적으로 보면 저장 18일 이후가 Hx, IMP, GMP 모두 약간의 변화가 나타났지만 큰 차이는 없었다.

요 약

갓김치를 갓 4kg, 마늘 120g, 생강 80g, 멸치젓장 540ml, 쪽파 1kg, 고추가루 200g, 통고추 200g, 통깨 60g, 찹쌀풀 600ml로 하여 담근 후, 저온 (5~7°C) 숙성시킬 때 당, 유기산, 유리아미노산 및 핵산관련 물질 함량의 변화를 측정·검토하였다. pH 및 산도는 완만한 변화를 나타내었으며, 숙성 초기의 유리당은 glucose (0.13%)와 maltose (0.42%)가 대부분이었으며, 32일 이후에도 잔존하는 당이 존재하였다 (0.03~0.04%). 주요 유리아미노산 (26.5mg% 이상)은 proline, glutamic acid, alanine, histidine였으며, 총 유리아미노산은 숙성 24일 까지 증가되었다 (244.8 → 397.2mg%). 비휘발성 유기산으로는 lactic acid가 가장 많았고 (119.3mg%), 총 유기산 함량은 숙성 10일 이후 급격한 증가를 나타내었으며, 그 외 malic, oxalic 및 citric acid가 확인되었다 (53.1mg% 이하). 핵산관련 물질은 hypoxanthine (22.8mg%), IMP (8.3mg%), GMP (6.9mg%)순으로 많았고, 숙성중 점진적으로 감소하였으며, hypoxanthine은 10일 까지 점진적인 증가를 나타내었다 (27.3mg%).

감사의 글

본 연구는 (주)미원 부설 한국음식문화연구원의 연구지원 (1992년) 사업에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 조영숙, 박석규, 전순실, 박정로 : 들산갓의 isothiocyanate류의 분석. 한국식문화학회지, 8, 147 (1993)
2. 조영숙, 박석규 : 갓김치 숙성중 매운 맛 성분변화에

Table 5. Changes in the contents of nucleic acid-related compounds of leaf mustard-Kimchi during fermentation (mg%)

Nucleotides	Fermentation period (days)							
	0	2	6	10	14	18	24	32
ATP	1.64	1.57	1.34	1.23	1.10	0.94	0.81	0.76
ADP	3.99	3.92	3.65	3.42	3.17	2.94	2.48	2.13
AMP	2.30	2.21	2.18	1.93	1.95	1.73	1.36	1.25
Inosine	4.29	4.21	4.13	3.96	3.75	3.27	3.16	2.82
IMP	8.26	8.15	6.52	5.06	6.22	5.02	5.48	4.15
GMP	6.85	6.74	5.61	3.82	5.26	4.19	2.16	2.15
Hypoxanthine	22.78	23.59	24.87	27.31	25.86	19.79	17.11	18.02

- 관한 연구. 학술진흥재단 연구비 보고서, p.1 (1994)
3. 조영숙, 박석규, 전순실, 문주석, 하봉석 : 돌산갓의 일반성분, 당 및 아미노산 조성. *한국영양식량학회지*, **22**, 48 (1993)
 4. 박석규, 조영숙, 박정로, 전순실, 문주석 : 돌산갓의 비휘발성 유기산, 무기질, 지방산 및 섬유소 조성. *한국영양식량학회지*, **22**, 53 (1993)
 5. 조영숙, 하봉석, 박석규, 전순실 : 돌산갓의 carotenoids 및 chlorophyll 함량. *한국식품화학학회지*, **8**, 153 (1993)
 6. 여천균청 : 명품 돌산갓 및 갓김치의 생산 현황. p.2 (1994)
 7. 박정로, 박석규, 조영숙, 전순실 : 돌산갓의 myrosinase 분리·정제 및 갓김치 숙성중 myrosinase 활성도의 변화. *한국식품생활문화학회지*, **9**, 137 (1994)
 8. 강성구, 성낙계, 김용두, 신수철, 서제신, 최갑성, 박석규 : 갓(*Brassica juncea*) 추출물의 항균활성 검색. *한국영양식량학회지*, **23**, 1008 (1994)
 9. 한용봉, 김미라, 한명훈, 한용남 : 갓과 겨자의 항산화 활성성분에 관한 연구. *생약학회지*, **18**, 41 (1987)
 10. 조영숙, 박정로, 박석규, 전순실, 정승용, 하봉석 : 갓의 급이가 환위의 cholesterol 대사에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **26**, 13 (1993)
 11. Uda, Y., Ikawa, H., Ishibashi, O. and Meada, Y. : Changes of volatile components and flavor during freeze storage. *Nippon Nogeigakaku Kaishi*, **31**, 114 (1984)
 12. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, T. K., Robers, D. A. and Smith, F. : Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350 (1956)
 13. Macrae, R. : HPLC in food and analysis. 2nd ed., Academic Press, N. Y., p.71 (1988)
 14. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화 : 김치의 저장중 향미성분의 변화. *한국식품과학회지*, **20**, 511 (1988)
 15. Andrew, P. M. and Anthon, K. T. : Analysis of sugars and organic acids in ripening mango fruits by high performance liquid chromatography. *J. Sci. Food Agric.*, **36**, 561 (1985)
 16. 이용호, 구재근, 안창범, 차용준, 오광수 : HPLC에 의한 시판수산물들의 ATP분해생성물의 신속정량법. *한국수산물학회지*, **17**, 368 (1984)
 17. 한국식품과학회 : 채소류. *한국식품문헌총람* 1, p. 134 (1975)
 18. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. *한국식품과학회지*, **16**, 443 (1984)
 19. Vijay, S. : Lactic fermentation of black carrot juice for spiced beverage. *Indian Food Packer*, **39**, 7 (1985)
 20. 이희순, 고영태, 임숙자 : 단백질 급원식품이 김치의 발효와 ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **17**, 101 (1984)
 21. 안승요 : 김치제조에 관한 연구(제1보). 조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과. *국립공업시험원 연구보고*, **20**, 61 (1970)
 22. 유제연, 이혜성, 이혜수 : 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미성분의 변화. *한국식품과학회지*, **16**, 169 (1984)
 23. 김덕순, 조의순, 이근배 : 김치의 유기산 및 비타민 함량. *대한생화학회잡지*, **1**, 111 (1967)
 24. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화 : 김치의 저장 중 향미성분의 변화. *한국식품과학회지*, **20**, 511 (1988)
 25. 강용희, 우영숙, 이영경, 정승용 : 고들빼기 김치의 유기성분 (I), 유리아미노산. *한국식품과학회지*, **12**, 225 (1983)
 26. 조영, 이혜수 : 김치의 맛성분에 관한 연구, 유리아미노산. *한국식품과학회지*, **11**, 26 (1979)

(1994년 10월 29일 접수)