KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 21, No. 1, pp 68~74(1989)

마늘 첨가량을 달리한 김치의 숙성에 따른 변화

이상금 · 신말식 · 전덕영 · 홍윤호 · 임현숙
전남대학교 식품영양학과

Changes of *Kimchis* Contained Different Garlic Contents During Fermentation

Sang-Keum Lee, Mal-Shik Shin, Deok-Young Jhong, Youn-Ho Hong and Hyun-Sook Lim
Department of Food Science and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju

Abstract

The changes of the contents of chemical components and sensory evaluation of *Kimchis* which were prepared by addition of different amounts of garlic were investigated during fermentation at 21℃ for 8 days. The range of salinity of *Kimchis* was 1.8-2.0%. The titratable acidity of *Kimchis* was rapidly increased with garlic contents during fermentation. Ascorbic acid was decreased with fermentation but increased with more addition of garlic. Total sugar content was decreased until third day and the free sugar content decreased to 0.8-1.1g/100g at the 8th day fermentation. It was found that lactic acid and succinic acid were relatively high among the nonvolatile organic acids. The lactic acid content increased with the addition of garlic while succinic acid was not certain. During the whole fermentation, the result of sensory evaluation suggested that *Kimchis* contained more than 2g garlic were more palatable and desirable than eliminated garlic.

Key words: Kimchi, garlic content, sugar, acids.

서 론

김치는 사용되는 재료나 염의 종류, 절이는 방법, 염도 및 숙성조건에 따라 맛과 품질이 달라진다[1]. 김치는 유산균들이 재료에 함유된 탄수화물을 주로 이용하고 그 결과 생성되는 여러가지 저분자 물질이 조화를 이루어 독특한 맛을 낸다[2-6].

김치제조에 있어서 필수적으로 첨가되는 재료인 마늘은 독특한 풍미를 내므로 식생활에서 중요한 조미료로 오랫동안 사용되고 있다[7]. 마늘은 많은 양의 유기황이 함유되어 있으며 이러한 황화합물들은 특정 미생물에 대하여 항생작용을 나타내어 연부현상을 지연시키는 효과를 가지고 있으며[8], 마늘의 정유(garlic oil) 성분은 방부효과를 가진다고 보고된 바 있다[9]. 이러한 마늘은 김치 발효에 있어서도 미생물의 생육에 영향을 미치며, 그 영향은 생육저해 정도가 매우 낮은 농도에서 10%까지 다양하며, 미생물의 종류에 따라서도 차이가 있다고 한다[10]. 유 등[3]은 김치의 재료를 하나씩 사용했을 때 김치의 숙성중에 마늘이 중요한 부 재료임을 확인하였다. 김치 재료를 달리하여 담근 김치에서 김 등[1]과 나 등[11]은 재료중에 고추가루나 마늘이 김치 품질에 큰 영향을 주며 고추가루는 외관에 마늘은 이취, 텍스쳐와 종합적인 맛에 영향을 준다고 하였다.

그러므로 본 연구에서는 김치의 맛을 좌우하는 중요한 재료인 마늘의 첨가량을 달리하여 담근 김치를 숙성시키면서 일반성분의 변화를 측정하였고 관능검사를 병행 실시하였다.

Corresponding author: Sang-Keum Lee, Department of Food Science and Nutrition, Chonnam National University, 300, Yongbong-dong, Buk-gu, Kwangju. 500-757

재료 및 방법

김치의 제조 및 재료

배추와 양념은 1987년 광주 시중에서 구입하여 사용하였다. 먼저 배추를 깨끗이 씻은 다음 물기를 빼고 2×2 cm 크기로 자른후 100g 씩 측정하여 용기에 담고 정제염

용액 100m*l* 로 1시간 30분 동안 절였다. 이것은 수도물로 행군 다음 물기를 제거하고 양념을 섞어 Table 1과 같은 조성으로 김치를 제조하였다. 제조된 김치는 일정한 크기의 병에 눌러 담고 마개를 막은 후 21±1℃에서 숙성시켰다. 시료는 김치를 제조한 날과 숙성 1, 2, 3, 8일째 등 5회에 걸쳐 채취하였다.

Table 1. Ingredient ratios of various Kimchis.

(unit: g)

Chinese cabbage	100
Red pepper powder	2
Green onion	2
Ginger	1
Garlic	0, 1, 2, 4, 6

염도 및 적정 산도의 측정

염도는 질산은 적정법[2], 산도는 유 등[3]의 방법에 따라 실시하였다.

아스코르브산의 측정

아스코르브산은 2, 6-dichloroindophenol 방법[12]을 약간 수정하여 사용하였다. 김치 100g에 HPO_3-HOAC 100m*l* 를 가하여 마쇄한 후 Büchner funnel 상에서 흡인 여과한 다음, 여과액을 HPO_3-HOAC를 첨가하여 250m*l* 로 정용하고 10m*l* 를 취하여 DPIP로 적정하였다.

총당의 정량

총당은 시료의 80% ethanol 추출액을 희석하여 phenol-sulfuric acid 방법[13,14]으로 실시하였으며 함량은 glucose로 나타내었다.

유리당의 정량

유리당은 80% ethanol 추출액을 millipore를 사용하여 여과시킨 후 HPLC 주입용 시료액으로 하였다. HPLC 측정 조건은 Table 2와 같으며 함량은 각 표준용액이 나타내는 peak의 면적으로부터 시료액중 당류가 나타내는 peak의 면적을 계산하였다.

비 휘발성 유기산의 분석

시료는 유 등[3]의 방법에 따라 추출하였고, silyating reagent를 사용하여 trimethylsilyl 유도체를 만든 다음 Table 3의 조건에서 가스크로마토그래프로 분석하였다. 각 유기산은 표준 유기산과의 머무름 시간의 비교에 의하여 확인하였고 함량은 GC에 의해 분리된 각 peak 면적을 내부 표준 물질인 glutaric acid의 peak 면적에 대한 상대 면적비로 부터 계산하였다.

Table 2. Instrumental conditions of HPLC

Instrument	Analytical HPLC/M 6000 A (Waters associates Inc., U.S.A.)
Detector	RID
Column	μ-Bondapak NH_2 column
Mobil phase	85% acetonitrile (HPLC grade)
Flow rate	1.5 ml/min.
Chart speed	0.5 cm/min.
Attenuation	8X

관능검사

김치제조 후 1, 2, 3, 8일째에 관능검사를 실시하였다. 관능검사법은 다시료 비교법으로서 평가원은 전남대학교 식품영양학과 대학원생과 교수 12명으로 구성하였으며, 관능검사의 평가 항목은 외관, 신맛, 이취, 텍스쳐, 종합적인 맛 등 다섯가지 내용이며, 평가 항목은 5점 채점법을 실시하였다. 자료의 분석은 SPSS 컴퓨터 프로그램의 일원변량 분석(oneway ANOVA) 방법에 의해 통계처리 하였다[15].

Table 3. Condition of gas chromatograph for trimethylsilyl derivatives

Instrument	PYE UNICAM PU 4500 chromatograph
Column	100-120 Chromosorb W glass column Length: 2m I.D.: 4mm Packing material: 1% OV-1
Column temp.	80-240°C, programmed rate: 4°C/min
Detector type	FID
Detector temp.	260°C
Injector temp.	240°C
Injection vol.	2μl
Chart speed	0.25cm/min.
Carrier gas	N_2
Flow rate	30ml/min.

결과 및 고찰

염도 및 산도

김치의 염도는 1.8~2.0%(w/v) 이었으며 적정 산도

의 변화는 Fig. 1과 같다. 김치를 제조한 후 산도의 변화는 3.3~3.8mEq로 1일까지는 변화가 거의 적었고, 숙성 2일에 5.0~6.9mEq로 급격히 증가하여 계속 완만한 증가를 보였다. 마늘 양에 따른 산도의 변화는 숙성 1일까지는 뚜렷한 차이가 없었으나 숙성 1일에서 2일째로 넘어가면서 마늘 양이 많아짐에 따라 산도의 급격한 증가를 보였다. 그후 숙성 8일에는 7.3mEq로 거의 비슷한 산도를 유지하였다. 마늘 양이 많을 수록 산도가 빠르게 증가된 것은 마늘이 김치의 숙성을 촉진한다는 보고와 일치하였다[16]. 또한 조 등은 마늘 첨가량이 많으면 호기성 미생물의 성장저해 효과가 뚜렷하다고 하였는데[10] 이는 상대적으로 유산균의 생장을 유리하게 하여 그 결과 산도가 증가되었으리라고 생각된다.

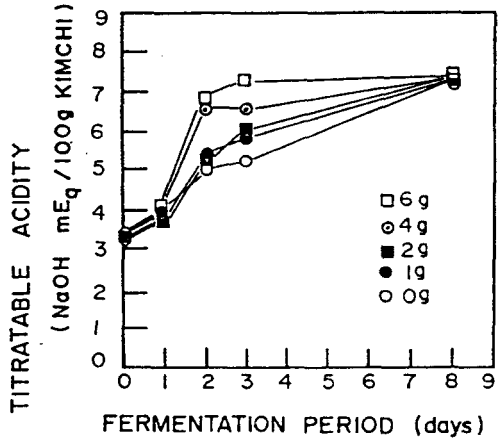

Fig. 1. Changes of titratable acidity in *Kimchi* contained different garlic contents during fermentation. Numbers(0, 1, 2, 4, 6g) indicate the content of garlic.

아스코르브산의 변화

아스코르브산의 함량 변화는 Fig. 2와 같다. 김치가 숙성이 됨에 따라서 환원형 아스코르브산의 함량은 8.1~13.0mg에서 3.1~8.9mg으로 감소되었으며 숙성 초기와 숙성 적기 이후에 급격한 감소를 보였다. 안 등[17]이 측정한 숙성 초기 김치중의 환원형 아스코르브산의 함량은 배추 80g당 마늘 1.1g 첨가시에 10.3mg/100g으로서 본 실험에서 측정된 숙성 0일째 마늘 1g 김치에서의 10.33mg, 2g 김치에서의 10.71mg과 유사하였다. 마늘 양이 증가하면 환원형 아스코르브산의 함량이 높게 유지되었다. 마늘을 첨가하지 않는 김치와 1g을 첨가한 것에서는 숙성 3일까지 김치 100g당 4.0~4.5mg 감소하였

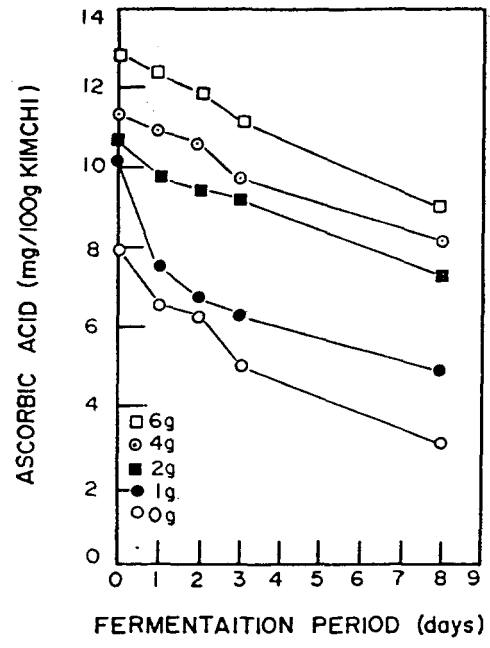

Fig. 2. Changes of ascorbic acid content in *Kimchi* contained different garlic contents during fermentation. Numbers(0, 1, 2, 4, 6g) indicate the content of garlic.

으나 마늘 2~6g이 첨가된 김치는 1.0~1.7mg 만이 감소되었다. 김치중의 아스코르브산의 보존효과는 마늘이 2g 이상 첨가된 경우에는 비슷한 효과를 유지하였다. 마늘의 첨가량이 증가할 수록 아스코르브산 함량이 증가함은 마늘의 함황화합물 성분이 L-아스코르브산의 산화를 어느 정도 보호해 준다는 이 등[8]의 실험결과와 관련이 있다고 생각된다.

총당의 변화

김치의 숙성중 총당량의 변화는 Fig. 3과 같다. 김치 제조 후 숙성에 따라 총당량은 2.4~3.2g에서 1.2~2.0g으로 감소하였으며 숙성 적기까지의 감소는 컸으나 숙성 3일 이후 부터는 완만한 감소를 보였다. 마늘 첨가량이 많을 수록 총당량은 높았다. 마늘이 0, 1, 2g 첨가된 경우에는 숙성 1일에서 3일까지 급격한 감소를 보였으나 마늘이 4, 6g 첨가된 겨우는 제조 직후에서 숙성 1일까지 감소율이 가장 컸다.

유리당의 변화

표준당과 같은 머무름 시간을 갖는 peak를 chromatogram에서 찾아본 결과 glucose만이 확실하게 분

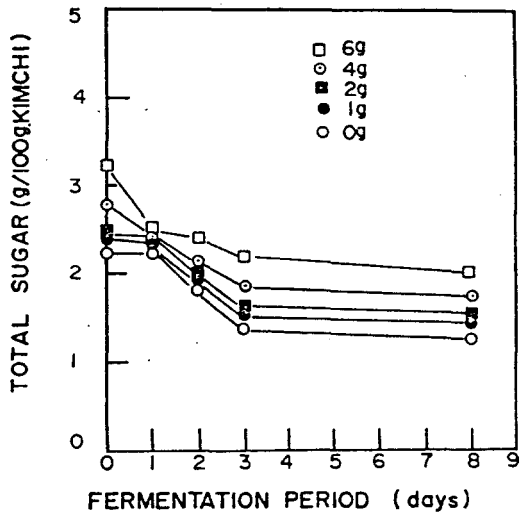

Fig. 3. Changes of total sugar content in *Kimchi* contained different garlic contents during fermentation. Numbers(0, 1, 2, 4, 6g) indicate the content of garlic.

리되었으며 단지 몇몇 시료에서만 fructose가 미량 검출되었다. 분리된 glucose 함량을 나타낸 결과는 Table 4와 같다. 김치가 숙성되면서 점차 glucose 함량이 감소되었다. 김치중의 유리당은 총당중의 48~97%가 glucose 이었으며 유리당이 주로 미생물의 영양원으로서 사용된다고 생각된다. 마늘 양을 0~2g 첨가한 김치에서는 숙성 2일까지 감소량이 0.28~0.42g 이었으나 마늘 양이 4~6g인 김치는 숙성 2일까지의 감소량이 0.65~0.75g으로서 숙성 초기에 glucose가 많이 감소되었다. 이는 숙성 초기에 마늘 양이 많은 김치에서 유산균의 생장이 활발함으로서 산도가 증가하여 김치의 숙성이 촉진되었다는 보고[10]와 관련이 있다고 생각된다.

Table 4. Changes of glucose content in *Kimchi* contained different garlic contents during fermentation

(unit: g/100g Kimchi)

Garlic content	Fermentationperiod (days)				
	0	1	2	3	8
0	2.00	2.00	1.72	1.30	0.80
1	2.25	2.20	1.84	1.48	0.97
2	2.34	2.25	1.92	1.51	1.00
4	2.75	2.28	2.00	1.78	1.05
6	2.88	2.37	2.23	2.05	0.95

비 휘발성 유기산의 변화

마늘 양에 관계없이 김치에서 검출된 비 휘발성 유기산은 주된 lactic acid, succinic acid 외에 fumaric acid, malonic acid, citric acid가 소량 존재하였으며, unknown organic acids도 있었다. 비 휘발성 유기산중 대부분을 차지하는 lactic acid와 succinic acid의 변화는 Fig. 4, Fig. 5와 같다.

Lactic acid는 숙성 2~3일까지는 급격히 증가하였으며 그 후의 변화는 완만하였다. 이는 산도와 같은 경향을 보여 주었으며 유[3]나 지 등[19]이 보고한 lactic acid가 산도와 숙성 정도에 큰 영향을 준다는 결과와 일치하였다. 마늘 양이 증가하면 lactic acid도 증가하여 마늘을 첨가하지 않은 김치와 6g 넣은 김치에서는 현저한 차이를 보였다. Succinic acid는 숙성 2일까지 급격한 증가를 보였으며 숙성 3일째에 빠른 속도로 감소하였고, 그 후는 완만한 감소를 보였다. 마늘 양에 따른 succinic acid의 변화는 뚜렷하지 않으며, 마늘을 첨가하지 않는 김치에서는 숙성 적기인 2일째 감소되는 경향을 보였다. 김치의 숙성 적기에 lactic acid와 succinic acid 함량이 높게 나타나는 것은 lactic acid는 신맛에 succinic acid는 감칠맛에 많은 영향을 줄 것이라는 지[19]의 보고로 미루어 보아 이들 유기산이 김치의 맛에 큰 영향을 미칠 것이라 생각된다. Lactic acid는 마늘 첨가량이 많을

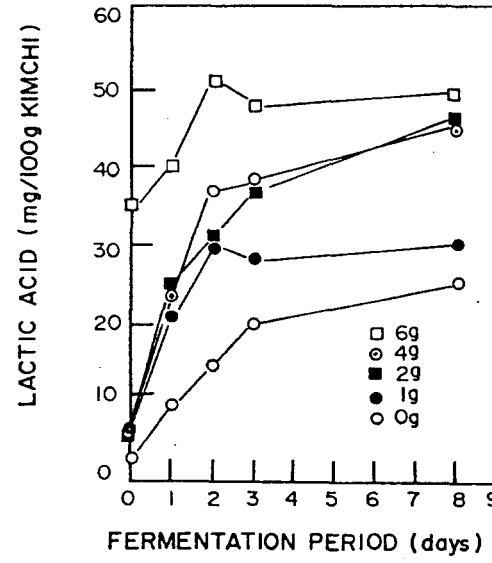

Fig. 4. Changes of lactic acid content in *Kimchi* contained different garlic contents during fermentation. Numbers(0, 1, 2, 4, 6g) indicate the content of garlic.

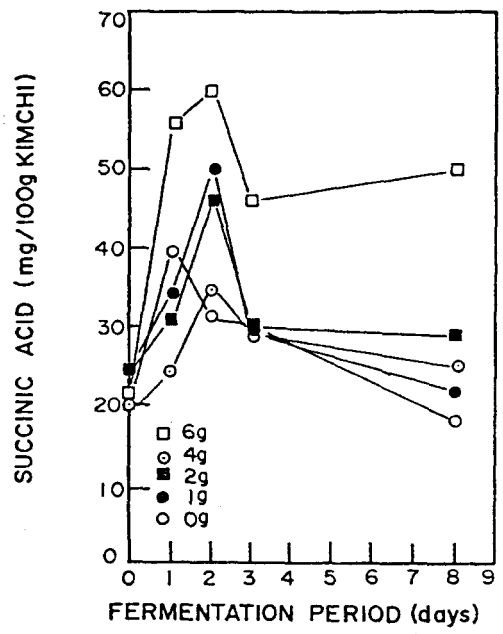

Fig. 5. Changes of succinic acid content in *Kimchi* contained different garlic contents during fermentation. Numbers(0, 1, 2, 4, 6g) indicate the content of garlic.

수록 생성량이 많았고, 마늘 2g과 4g을 첨가한 경우는 숙성 2일째만 약간의 차이가 있을 뿐 거의 비슷한 경향을 보이나 마늘 1g과 2g 첨가한 김치는 숙성 2일까지는 비슷한 경향을 보이다 숙성 3일째 부터는 상당한 차이를 보였다. Succinic acid는 숙성 2일째에 마늘 양이 6g인 김치에서 가장 높았으며 마늘 1g과 2g 김치는 숙성 3일째까지 거의 비슷한 경향을 보이다가 숙성 3일 이후 부터는 마늘 2g 김치에서 훨씬 많은 함량이 검출되었다.

관능검사

숙성기간에 따라 마늘의 첨가량을 달리한 김치가 관능평가 요인에 미치는 영향은 Table 5와 같다. 숙성 1일에는 각 김치의 평가 요인들 간에 유의적인 차이를 보이고 있지 않았다. 숙성 2일에는 마늘을 첨가하지 않는 김치가 외관, 이취, 종합적인 맛에서 마늘을 첨가한 김치와는 다르게 평가되었으며 그 중에서 마늘 2g을 첨가한 김치가 다른 김치에 비해 유의적으로 가장 좋게 평가되었다. 신맛이나 텍스쳐는 마늘 첨가량에 따른 차이는 없었다. 숙성 3일째에서도 외관과 종합적인 맛에서 마늘을 첨가하지 않는 김치가 다른 김치에 비해 유의적으로 좋지 않게 평가되었으며 이는 마늘이 김치의 맛에 중요한 역할을 하고 있음을 시사해 주고 있다. 숙성 8일째는 외관을 제외하고는 마늘 양에 따른 김치간에 유의적인 차이가 없었다.

관능검사 결과를 종합적으로 비교해 보면 Table 6과 같았다. 외관면에서는 마늘을 첨가하지 않는 김치가 타

Table 5. Sensory evaluation in various *Kimchis* in each fermentation

Fermatation periods	Garlic content	Content				Overall-eating quality
		Appearance	Sourness	Off-flavor	Texture	
1	0	3.7±0.9 a)	2.2±1.0	3.5±0.9	3.9±0.9	3.1±1.0
	1	3.9±0.9	2.1±0.7	3.8±0.9	3.9±0.8	2.9±0.6
	2	4.0±0.8	2.4±0.9	3.6±1.1	4.0±0.7	3.4±0.9
	4	3.8±1.1	2.6±0.9	3.5±0.9	4.2±0.7	3.3±1.0
	6	3.9±0.7	2.6±0.8	3.3±1.1	3.8±1.0	3.1±0.7
2	0	A3.3±0.8 b)	3.3±1.1	A3.1±0.8	3.3±1.0	A2.9±0.8
	1	AB3.8±0.4	3.4±1.2	AB3.6±0.9	3.9±0.8	AB3.7±0.6
	2	B4.2±0.6	3.3±0.9	B4.2±0.6	3.9±0.9	B3.8±0.6
	4	B4.2±0.6	3.3±1.1	AB3.6±1.0	3.8±0.6	AB3.8±0.6
	6	AB3.9±0.9	3.4±0.9	AB3.4±1.2	4.0±1.0	AB3.6±0.8
3	0	A3.0±0.9	2.8±0.7	3.0±0.7	3.3±0.8	A2.8±0.8
	1	B4.1±0.9	3.3±0.9	3.4±0.7	3.8±0.6	B3.6±0.5
	2	B4.0±0.6	2.3±1.0	3.3±1.1	3.2±1.1	AB3.5±0.9
	4	B4.1±0.8	2.8±0.9	3.7±0.8	3.9±0.5	B3.1±0.8
	6	AB3.7±0.5	3.3±1.4	3.4±0.9	3.8±0.6	AB3.5±0.9
8	0	A2.7±1.5	1.3±0.5	2.8±1.3	2.8±0.9	2.3±0.8
	1	AB3.5±0.9	1.5±0.7	2.9±0.9	3.1±0.8	2.4±0.5
	2	AB3.1±0.8	1.7±1.0	3.2±1.1	3.3±0.9	3.0±0.8
	4	B4.2±0.8	1.6±1.0	3.3±1.2	3.5±1.1	3.1±0.8
	6	B4.0±0.8	1.3±0.5	3.2±1.2	3.5±1.0	3.0±0.9

a) Values shown are the mean±standard deviation.
b) Values in the same column with different subscript letters are significantly different 1% level.

Table 6. Overall sensory evaluation in various *Kimchis*

Contents	Garlic content (g)				
	0	1	2	4	6
Appearance	A3.2±1.1[a a) b)]	B3.8±0.8[b]	B3.6±0.8[b]	B4.1±0.9[b]	B3.9±0.7[b]
Sourness	2.4±1.1	2.6±1.2	2.4±1.1	2.6±1.1	2.7±1.2
Off-flavor	3.1±0.9[a]	3.4±0.9[ab]	3.6±1.0[ab]	3.5±1.0[ab]	3.3±1.1[ab]
texture	A3.3±0.9[a]	AB3.7±0.8[b]	AB3.7±1.0[ab]	B3.9±0.8[b]	B3.8±0.9[b]
Overall-eating quality	A2.8±0.9[a]	AB3.1±0.8[b]	B3.4±0.8[b]	B3.3±0.9[b]	B3.3±0.8[b]

a) Values are the mean±standard deviation
b) Values shown in the same horizontal row with different subscript letters are significantly different(A, B, C, are 1% level, a, b, c are 5% level)

시료에 비해 가장 나쁘게 평가되었으며, 신맛은 각 김치들 간에 유의적인 차이가 없었고, 이취는 5% 수준에서만 유의적인 차이를 보이고 있는데 마늘을 2g 첨가한 김치에서 가장 좋게 평가되었으며 마늘을 첨가하지 않는 김치에서 가장 낮게 평가되었다. 텍스쳐에서도 마늘을 첨가하지 않는 김치가 가장 나쁘게 평가되었으며 마늘을 4g, 6g 첨가한 김치가 마늘을 1g, 2g 첨가한 김치에 비하여 좋게 평가되었다. 종합적인 맛을 비교해 보면 마늘을 첨가하지 않는 김치가 가장 나쁘게 평가되었고, 마늘을 2g 이상 첨가한 김치가 유의적으로 가장 좋게 평가되었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 마늘을 첨가하지 않는 김치가 모든 관능적인 면에서 1% 유의 수준에서 나쁘게 평가되고 있으며 이는 김 등[1]이 마늘 무첨가군의 김치가 텍스쳐, 이취 그리고 종합적인 맛의 면에서 가장 나쁘게 평가된 결과와 일치됨을 알 수 있었다. 본 실험에서도 마늘을 첨가하지 않는 김치가 화학성분이나 관능검사 결과 유의적으로 나쁘게 평가되었으며 이는 마늘이 김치제조에 있어서 맛을 좌우할 수 있는 중요한 재료임을 시사해 주고 있으며, 그 사용량에 있어서도 마늘 양이 주 재료인 배추에 대해서 2% 수준으로 하는 것이 바람직하다고 생각한다.

요 약

마늘의 함량을 달리하여 담근 김치를 21℃에서 8일간 숙성시키면서 화학성분의 함량변화를 측정하였고 관능검사를 실시하였다.

염도는 1.8~2.0% 이었으며 적정 산도는 마늘의 양이 많을 수록 빠르게 증가하였다. 아스코르브산은 숙성이 진행되면서 감소하였으며 마늘의 함량이 높은 김치에서 높은 값을 보였다. 총 당함량은 김치 제조일에 가장 높은 값을 보였고 마늘 첨가량이 많을 수록 총 당량은 높았으며 숙성이 진행되면서 2.4~3.2g/100g에서 1.2~2.0g/100g으로 점차 감소하였다. 숙성 적기까지의 당함량의 감소는 컸으나 숙성 3일 이후 부터는 완만한 감소를 보였다. 유리당 중 48~97%가 glucose 이었으며 김치가 숙성되면서 glucose의 함량은 감소하였고 숙성 8일째에는 0.8~1.1g/100g 이었다. 비휘발성 유기산은 lactic acid와 succinic acid가 가장 많았고, fumaric acid, malonic acid, citric acid가 소량 존재하였다. 마늘 양이 증가할 수록 lactic acid 양의 증가는 컸으나 succinic acid의 변화는 뚜렷하지 않았다. 관능검사 결과는 마늘을 첨가하지 않는 김치가 모든 관능적인 면에서 유의적으로 나쁘게 평가되었으며 마늘을 2g 이상 첨가한 김치가 유의적으로 좋게 평가되었다.

문 헌

1. 김명희·신말식·전덕영·홍윤호·임현숙 : 재료를 달리한 김치의 품질, 한국영양식량학회지, 16(4), 268(1987)
2. 천종희·이혜수 : 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8(2), 90(1976)
3. 유재연·이혜성·이혜수 : 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미성분의 변화, 한국식품과학회지, 16(2), 169(1984)
4. 이태녕·김정식·정동효·김호식 : 김치 숙성 과정에 있어서의 비타민 함량의 변화, 과연휘보, 5, 43(1960)
5. 김현옥·이혜수 : 숙성 온도에 따른 김치의 비 휘발성 유기산에 관한 연구, 한국식품과학회지, 7, 74(1975)
6. 식품연구소 : 김치 보존성 연구(1987)
7. 김미리 : 마늘 장아찌의 flavor에 관한 연구, 서울대학교 석사학위 논문(1981)
8. 한국식품과학회 : 채소류, 한국식품문헌총람 I, 한국식품과

학회지(1975)
9. 전희정 : 마늘의 유효성분 기능과 약리효과, *J. of Nutrition Management,* 1, 67(1987)
10. 조남철·전덕영·신말식·홍윤호·임현숙 : 마늘의 농도가 김치 미생물에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 20(2), 231(1988)
11. 나안희·신말식·전덕영·홍윤호·임현숙 : 전남대학교 논문집, 32, 121(1987)
12. A.O.A.C. : *Official Methods of Analysis,* 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.746(1980)
13. Southgate, D.A.T. : The analysis of carbohydrates in specific gropus of foods. *In Determination of Food Carbohydrates,* Applied Science Publishers, London, p.89(1976)
14. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebes, D.A. and Smith, F. : Colorimetric method for determination of sugars and related substances, *Anal. Chem.*, 28, 350(1956)
15. SPSS 이용법 : 전남대학교 전자계산소 발행(1985)
16. 안승요 : 김치의 제조에 관한 연구(제 1 보), 조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과, 국립공업연구소보고, 20, 61(1970)
17. 안숙자 : 김치에 당근을 섞었을 때의 Vitamin C의 변화, 대한가정학회지, 8, 793(1970)
18. 이강자 : L-ascorbic acid의 산화에 미치는 식기 및 thiamine, 마늘가루의 영향, 대한가정학회지, 6, 897(1968)
19. 지동현 : 숙성기간중 무우김치의 비휘발성 유기산의 변화, 서울대학교 석사학위 논문(1986)

(1988년 7월 30일 접수)