KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 26, No. 3, pp. 324~330(1994)

젓갈의 종류 및 첨가수준에 따른 배추 김치의 발효기간 중 특성변화

김광옥 · 김원희
이화여자대학교 식품영양학과

Changes in Properties of *Kimchi* Prepared with Different Kinds and Levels of Salted and Fermented Seafoods during Fermentation

Kwang Ok Kim and Won-Hee Kim
Department of Foods and Nutrition, Ewha Womans University

Abstract

This study was conducted to examine the effects of the kinds and the levels of salted and fermented seafoods, shrimp and juice of anchovy, on the properties of *kimchi* during fermentation. There were no significant differences in pH and contents of total acid, reducing sugar, and organic acid examined except lactic acid contents among the *kimchi* samples at the same fermentation period. Until four days of fermentation, *kimchi* containing higher level of salted and fermented anchovy juice tended to have greater number of total microorganisms and of *Leuconostoc* genus microorganisms than the other *kimchi* samples. Sensory characteristics were not significantly different among the samples at the same fermentation period. Significant decrease in pH and in reducing sugar content, and increase in total acid content were noticed in all the *kimchi* samples during fermentation. This was more marked in *kimchi* samples containg salted and fermented seafoods. Contents of malic and succinic acids decreased while those of lactic and acetic acids increased with longer fermentation. There were significant changes in the numbers of microorganisms during fermentation. Carbonic mouthfeel, salty taste, sour taste and staled flavor of all the *kimchi* samples increased while firmness and crispness decreased with extended fermentation.

Key words: *kimchi*, salted and fermented seafoods, sensory characteristics, organic acids, microorganisms

서 론

김치는 배추나 무우를 주원료로 하고 소금, 고추가루, 파, 마늘, 생강, 젓갈 등 여러가지 조미 향신료를 첨가하여 만드는 우리나라 고유의 산발효식품이다. 과거에는 김치가 가정에서 제조되어 소비되었으나, 오늘날에는 핵가족화와 여성의 사회진출 뿐 아니라 국외적으로도 김치에 대한 관심이 고조되어 김치를 상품화 할 필요성이 증가되고 있다. 이에 따라 재료, 제조조건 또는 환경적인 요소의 변화에 의해 많은 영향을 받게 되는 김치에 대해 많은 관심이 모아졌다.

현재까지 김치에 대한 문헌을 살펴보면 김치의 물리, 화학적 변화에 관한 연구로 유리아미노산[1], 휘발성 및 비휘발성 유기산과 향미성분[2,3], 펙틴 질[4], 당분[5,6], 텍스쳐[7]에 대한 연구 등이 있으며, 김치발효에 영향을 미치는 인자에 관한 연구에는 향신료[2,8], 온도 및 염도의 효과[9,10]에 관한 연구가 있다. 김치의 숙성에 관여하는 미생물에 관한 연구[11-15]와 김치 보존성에 관한 연구로는 가열[16], pH 조정제 첨가[17], chitosan 첨가[18] 등의 효과를 조사하고 포장방법의 변화[19], 감압 처리[20], 더 나아가 발효성 당을 조절하여 산패를 방지하는 방법[6] 등의 연구가 보고되었다.

위에서와 같이 다양한 연구가 이루어졌음에도 불구하고 김치 발효에 여러가지 영향을 미친다고 알려져 있는 젓갈에 관한 연구는 젓갈 각각의 숙성중 단백질, 지질 및 향미성분의 변화 양상[21-23]에 대한 연구와 젓갈이 김치 발효시 pH와 적정산도에 미치는 영향[23]이나 조직감 변화[24] 등과 같은 단편적인 연구가 있을 뿐 김치내 젓갈 첨가에 따른 이화학적 특성과 관능적 특성 및 미생물학적 특성을 종합적으로 조사한 연구는 찾아볼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 현재 김치제조시 가장 많이 사용되는 새우젓과 멸치액젓을 택하여 이들의 유무, 종류 그리고 첨가수준에 따른 배추 김치의 발효중에 일어나는 여러가지 물리 화학적 특성과 미생물 그리고 관능적 특성의 변화 양상에 대해 알아보았다.

Corresponding author: Kwang Ok Kim, Department of Food & Nutrition, Ewha Womans University, Seodaemun-gu, Seoul 120-750, Korea

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 배추는 1993년도에 생산된 겨울 통배추로써 서울시 아현시장에서 김치를 제조하는 당일에 구입하였다. 고추가루는 건조된 영양고추를 모두 한 번에 구입하여 가루로 만들어 냉동실에 보관하면서 사용하였으며, 파, 마늘 및 생강은 김치제조 당일에 신선한 것을 구입하여 사용하였다. 새우젓은 광천 새우젓을 그리고 멸치액젓은 충무 멸치액젓을 필요한 양을 모두 한번에 구입하여 냉장고(4℃)에 보관하면서 사용하였으며, 소금은 99% 정제염(주식회사 한주)을 사용하였다.

김치의 제조

젓갈의 유무, 종류 및 첨가수준에 따른 효과를 관찰하기 위하여 젓갈을 첨가하지 않고 소금만으로 짠맛을 낸 김치(이하 대조군이라 칭함)와 새우젓과 멸치액젓을 각각 고수준과 저수준으로 김치에 첨가하기 위하여 소금의 수준을 대조군(2%)의 1/3과 2/3로 낮추고 나머지 염의 농도를 각 젓갈을 첨가하여 보충한 김치(이하 젓갈군이라 칭함)를 제조하였다. 김치는 겨울용 결구 배추를 3×4 cm^2의 크기로 썰어서 배추 무게의 1.5배에 해당하는 소금물(8% w/w)에 넣어 20℃에서 2시간 절인 후, 건져서 배추 무게의 1.5배에 해당하는 1% 소금물[9]에서 2회 헹구고 30분간 물기를 뺀 후(소금농도 1%, Mohr의 방법[25]) 양념을 첨가하였다. 김치제조에 사용되는 재료와 그 양은 하 등[5]의 방법을 예비실험을 통해 약간 수정하여 사용하였다. 즉, 다듬은 원료 배추 300g에 고추가루 4.5g, 파 4.5g, 마늘 4.5g, 생강 1.5g, 2% 소금물 30g 그리고 최종염의 농도가 2%가 되도록 처리군에 따라 소금 및 젓갈을 각각 Table 1과 같이 더 첨가하였다. 이와 같은 재료를 모두 혼합한 후, 유리병(700 cc)에 담아 가열한 뚜껑을 덮어 20℃에서 2, 4, 6 그리고 8일간 저장하였다. 관능검사용 김치와 분석용 김치는 따로 제조하였으며 일부 분석용 김치는 살균된 거어즈로 걸러서 그 액을 냉동고에서 얼렸다가 사용하였다.

pH 및 총산함량 측정

김치의 pH와 총산함량을 측정하기 위하여 위와 같은 방법으로 제조한 김치 시료 한 병을 전부 Waring blender로 마쇄한 후 20g을 취하여 증류수 180 ml로 희석하고 여과지(Whatman fiiter paper No.2)로 걸러 그 여액을 사용하였다[17]. 시료액의 pH를 pH meter(Corning pH meter 120)로 실온에서 측정하였다. 총산함량은 시료액 50 ml를 취하여 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가한 후 0.05 N NaOH로 적정하였으며, 소요된 NaOH 용액을 lactic acid(%, w/w)로 환산하였다.

환원당 함량 측정

환원당 함량은 얼렸던 시료액 1 ml를 냉장고에서 30분간 방치하여 해동한 후 Somogyi-Nelson법[26]을 이용하여 정량하였다. 즉 시료액을 적절히 희석한 후, Somogyi 시약과 Nelson 시약을 일정한 간격으로 가한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며 이 측정치들을 glucose standard curve에 적용하여 glucose의 양으로 계산하고 이것을 김치에 대한 환원당 함량(mg/ml)으로 나타내었다.

Table 1. Levels of NaCl and salted and fermented seafoods added to brined cabbage

Treatments	Souce of salt	NaCl (%)	Salted and fermented shrimp or anchovy juice (%)
CO		1.00	0.00
SL		0.67	1.39
SH		0.34	2.77
AL		0.67	1.45
AH		0.34	2.90

CO: Control kimchi containing only NaCl. SL, SH: Kimchi samples containing NaCl and salted and fermented shrimp at two levels, low and high. AL, AH: Kimchi samples containing NaCl and salted and fermented anchovy juice at two leveis, low and high.

유기산 함량 측정

위에서와 같이 냉장고에서 해동한 김치 시료액 100 μl, 3차 증류수 100 μl 및 acetonitrile 400 μl를 1.5 ml tube에 넣은 후 1분간 흔들었다. 이것을 7,000×g에서 5분간 원심분리시킨 다음 Millipore filter(0.45 um)로 여과시켜 HPLC(LKB, Sweden)를 사용하여[27] Table 2와 같은 조건으로 분석하였다. 이 때 표준 유기산으로 malic acid, succinic acid, lactic acid, acetic acid, propionic acid를 사용하였다.

균총 변화 측정

유리용기에 담긴 김치 시료에서 즙액 1 ml씩을 무균적으로 취해 적절히 희석한 후 희석액 50 μl를 취해, 총균수의 경우는 TGY(tryptone-glucose-yeast extract) 고체배지[28]에 그리고 *Leuconostoc*속 미생물의 경우는 sodium azide sucrose 고체배지[29]에 평판주가법에 의해 접종하고 30℃에서 48시간 배양한 후, plate count agar 방법을 이용하여 균수를 측정하였다. *Lactobacillus plantarum*의 수는 Rogosa SL 액체배지에 에탄올 함량이 7% (v/v) 포함된 Modified Rogosa SL 액체배지[30][31]를 이용하여 30~37℃에서 2~3일간 배양하고 최확수(MPN)법으로 측정하였다.

관능적 특성 평가

대조군와 젓갈의 종류(2) 및 수준(2)을 달리하고, 저장기간(4)이 다른 20종류의 김치를 관능검사원들이 한 번에 평가하는데 수반되는 둔화현상을 방지하기 위하여

불완전 블럭법을 사용하여 관능검사를 실시하였다. 이에 따라 관능검사원에게 한번에 2종류의 김치를 평가하도록 하였다. 김치 시료를 투명한 유리용기에 3조각씩 담고 10 ml 정도의 국물을 부은 후 관능검사요원에게 제공하였다. 각 용기에는 무작위로 추출한 3가리 숫자를 표시하고 동일 숫자에 의한 편견을 방지하기 위하여 매 평가시마다 시료의 숫자를 변화시켰다. 관능검사패널은 평가특성에 대해 6개월간의 훈련을 시킨 식품학 전공 대학원생 10명으로 구성되었으며, 평가특성은 경도, 아삭아삭한 정도, 탄산감, 짠맛, 신맛 그리고 군덕내였다. 각 특성평가는 9점 척도를 이용하였으며, 1점으로 갈수록 특성의 강도가 약하고 9점으로 갈수록 강해지는 것을 표시하도록 하였다.

Table 2. Conditions for HPLC analysis of organic acids

Column	Aminex HPX-87H (300 mm×7.8 mm, Biorad, Richmond. CA. U.S.A.)
Mobile phase	0.009 N H_2SO_4
Flow rate	0.7 ml/min
Detector	UV detector (at 220 nm)
Temperature	35℃

통계분석

pH, 적정산도, 환원당, 유기산 및 균총 변화에 대해서는 김치 제조부터 측정까지의 전과정을 3회 반복 한 후 분산분석을 하고, Duncan의 방법[32]으로 평균간의 다중비교를 실시하였다. 또한 관능검사의 경우에는 4번 반복 평가한 후 위와 동일한 방법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

pH 및 적정산도

발효기간에 따라 pH(Table 3)는 모든 김치군에서 유

Table 3. Values[1] of pH, total acid content, reducing sugar (mg/ml) and organic acids (mg/ml) of various *kimchi* samples during fermentation at 20°C

Treatments[2]	pH	Total acid content	Reducing sugar	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Propionic acid
CO-0	5.85^{c}	0.24^{g}	17.35^{a}	0.85^{ab}	1.24^{abcd}	0.41^{i}	—	—
SL-0	6.15^{b}	0.24^{g}	15.87^{a}	0.74^{b}	1.51^{ab}	0.47^{i}	—	—
SH-0	6.38^{a}	0.27^{g}	16.17^{a}	1.04^{a}	1.71^{a}	0.59^{i}	—	—
AL-0	5.85^{c}	0.26^{g}	16.24^{a}	0.82^{ab}	1.26^{abcd}	0.43^{i}	—	—
AH-0	5.86^{c}	0.29^{g}	15.99^{a}	0.83^{ab}	1.29^{abc}	0.44^{i}	—	—
C0-2	4.22^{d}	0.56^{f}	10.66^{b}	0.33^{cde}	0.97^{abcde}	3.26^{h}	0.70^{cd}	—
SL-2	4.15^{d}	0.62^{f}	9.51^{b}	0.25^{cde}	0.79^{abcde}	3.94^{h}	0.75^{bcd}	—
SH-2	4.17^{d}	0.64^{f}	8.71^{b}	0.39^{e}	0.69^{bcde}	4.28^{h}	0.63^{d}	—
AL-2	4.20^{d}	0.58^{f}	9.70^{b}	0.34^{cd}	0.98^{abcde}	3.23^{h}	0.66^{cd}	—
AH-2	4.16^{d}	0.61^{f}	8.58^{b}	0.31^{cde}	0.88^{abcde}	3.87^{h}	0.73^{bcd}	—
CO-4	3.90^{e}	0.84^{e}	5.01^{c}	0.11^{de}	0.51^{cde}	6.21^{fg}	1.46^{a}	—
SL-4	3.88^{ef}	0.88^{de}	4.77^{c}	0.08^{de}	0.49^{cde}	7.75^{cdef}	1.39^{a}	—
SH-4	3.89^{e}	0.89^{de}	3.87^{c}	0.14^{cde}	0.50^{cde}	7.08^{defg}	1.37^{a}	—
AL-4	3.85^{efg}	0.91^{cde}	4.73^{c}	0.05^{e}	0.38^{cde}	5.99^{g}	1.27^{abc}	—
AH-4	3.87^{ef}	0.92^{cde}	4.39^{c}	0.06^{e}	0.44^{cde}	6.80^{efg}	1.38^{a}	
CO-6	3.77^{fghi}	0.92^{cde}	4.14^{c}	0.10^{de}	0.39^{cde}	8.10^{cde}	1.59^{a}	—
SL-6	3.76^{ghi}	0.96^{bcde}	3.56^{c}	0.08^{de}	0.35^{cde}	8.68^{bcd}	1.61^{a}	—
SH-6	3.79^{efgh}	1.01^{abcde}	3.66^{c}	0.08^{de}	0.30^{de}	8.61^{bcd}	1.33^{ab}	—
AL-6	3.76^{ghi}	0.97^{bcde}	3.25^{c}	0.16^{cde}	0.43^{cde}	8.72^{bcd}	1.63^{a}	—
AH-6	3.74^{ghi}	0.97^{bcde}	3.28^{c}	0.08^{de}	0.32^{cde}	8.73^{bcd}	1.50^{a}	—
CO-8	3.69^{hi}	1.05^{abcd}	3.28^{c}	0.05^{e}	0.24^{e}	9.13^{bc}	1.79^{a}	—
SL-8	3.69^{hi}	1.12^{ab}	2.50^{c}	0.07^{de}	0.43^{cde}	10.16^{ab}	1.85^{a}	—
SH-8	3.71^{hi}	1.16^{a}	2.46^{c}	0.15^{cde}	0.43^{cde}	11.53^{a}	1.85^{a}	—
AL-8	3.67^{i}	1.11^{ab}	2.62^{c}	0.07^{de}	0.38^{cde}	10.87^{a}	1.91^{a}	—
AH-8	3.68^{hi}	1.09^{abc}	2.47^{c}	0.06^{e}	0.34^{cde}	10.23^{ab}	1.63^{a}	—

[1]Means of 3 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p<0.05$).

[2]CO: Control *kimchi* containing only NaCl. SL, SH: *Kimchi* samples containing NaCl and salted and fermented shrimp at levels, low and high. AL, AH: *Kimchi* samples containing NaCl and salted and fermented anchovy juice at levels, low and high. Numbers following treatment abbreviations are the days of fermentation.

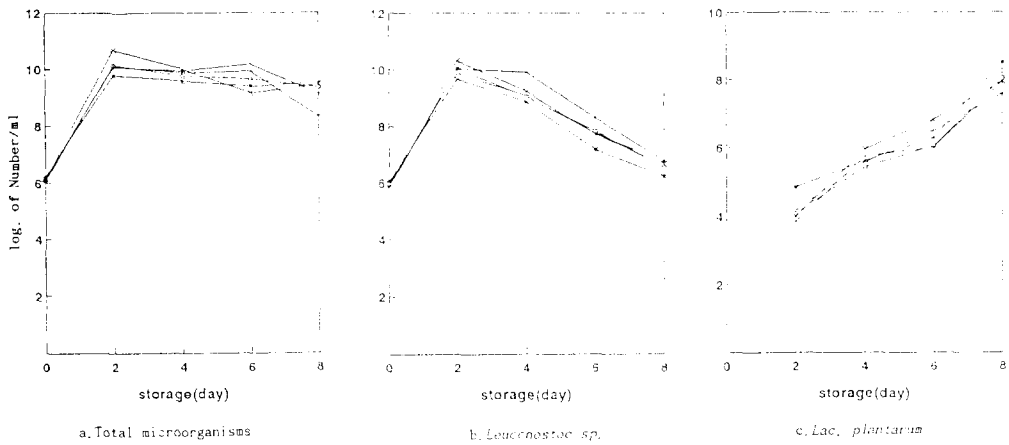
의적으로 감소하였으며 특히 초기에 현저하게 감소하였다. 제조 당일의 높았던 pH가 4.0정도가 될 때까지는 매우 빠른 속도로 감소하다가 그 이후에는 느린 속도로 감소하였다. 이러한 초기의 현저한 감소 현상은 제조당일에 pH값이 높았던 새우젓을 첨가한 김치(이하 새우젓군으로 칭함)에서 더욱 뚜렷하였다. 총산함량(Table 3)의 경우는 전 발효기간 동안 젓갈군이 대조군에 비해 약간 높게 나타났으며 발효기간이 길어질수록 모든 처리군에서 현저하게 증가하였다. 이러한 산함량의 증가 속도는 pH의 감소 속도와 유사하게 나타나 특히 4일까지는 증가속도가 빨랐으나 그 이후에는 느려졌다. 이 경향은 민과 권[9]의 결과에서도 찾아 볼 수 있다. 일반적으로 알려진 김치 적숙기의 산도는 0.75%로, 본 실험에서는 2일과 4일 사이로 추정되며 8일째는 그 값이 1%를 넘어서 식용으로 부적합하다고 알려진 수준에 이르렀다. 한편 젓갈군은 대조군에 비해 총산함량이 높은 경향을 나타내었으며, pH에서는 대조군과 젓갈군의 차이가 거의 나타나지 않았다.

환원당 함량

발효기간이 길어질수록 모든 처리군에서 환원당 함량(Table 3)이 크게 감소하였다. 특히 발효 4일째까지는 발효기간이 길어짐에 따라 환원당 함량이 유의적으로 감소하였으며 그 이후에는 감소 속도가 둔화되었다. 환원당의 이러한 감소 속도 둔화 시기는 기대한 바와 같이 pH의 감소나 총산함량의 증가가 서서히 일어나는 시기와 일치하였다. 환원당 함량은 전 발효기간을 통해 대조군에서 가장 많았으며 대체로 젓갈이 적게 함유된 김치(이하 저젓갈군으로 칭함), 젓갈이 많이 함유된 김치(이하 고젓갈군으로 칭함)의 순서로 감소하였다. 이것은 젓갈 첨가시 김치에서 더 많은 당이 유기산, alcohol 및 이산화탄소로 전환하기 때문으로 보여진다[7].

유기산 함량

발효기간 중 김치의 유기산 함량은 Table 3과 같다. Malic acid 함량은 전 발효기간 동안 대체로 고새우젓군에서 가장 높았다. Malic acid는 발효기간이 길어짐에 따라서 모든 김치시료에서 감소하였으며 특히 발효 2일째에 크게 감소하였다. 이러한 감소 현상은 김치중의 lactic acid bacteria에 의해 malic acid가 lactic acid와 acetic acid로 전환되기 때문으로 보여진다[33]. Succinic acid는 새우젓군이 멸치액젓을 함유한 김치(이하 멸치젓군으로 칭함)보다 높은 경향을 보였고, 8일째의 새우젓군에서 특이한 증가현상을 제외하고는 발효기간이 길어짐에 따라 대체로 추정치가 감소하였으며 특히 4일까지는 빠른 속도로 감소하였다. 또한 대조군은 발효 8일째에 현저히 적은 함량을 나타냈다. Lactic acid는 발효기간 전반에 걸쳐 대체로 새우젓군, 멸치젓군, 대조군의 순서로 추정치가 낮았으며, 발효 4일째까지는 현저한 증가를 보였으나 그 이후에는 증가속도가 둔화되었다. 또한 저멸치젓군에서는 발효 후기에 lactic acid의 현저한 증가현상이 나타났다. Acetic acid는 김치제조 당일에는 그 양이 적어서 감지되지 않았지만 발효기간이 길어짐에 따라 계속적으로 증가하였는데 이것은 이상 젖산발효균에 의한 glucose의 분해 작용에 의한 것[7]과 위에서 언급한 바와 같이 김치내의 미생물에 의한 malic acid의 전환에 기인한 것[33]으로 보인다. Acetic acid의 증가속도는 4일을 정점으로 점차 느려졌다. 발효 기간에 따라 malic acid가



a. Total microorganisms b. *Leuconostoc sp.* c. *Lac. plantarum*

Fig. 1. Changes in number of microorganisms of various *kimchi* samples during fermentation at 20°C. CO: Control *kimchi* containing only NaCl. SL, SH: *Kimchi* samples containing NaCl and salted and fermented shrimp at levels, low and high. AL, AH: *Kimchi* samples containing NaCl and salted and fermented anchovy juice at levels, low and high.

■—■; CO, +—+; SL, *—*; SH, ▲—▲; AL, ×—×; AH

Table 4. Sensory scores[1] of various *kimchi* samples during fermentation at 20°C

Treatments[2]	Firmness	Crispness	Carbonated mouthfeel	Salty taste	Sour taste	Staled flavor
CO-2	6.75^{ab}	6.75^{ab}	2.50^{bc}	3.50^{e}	3.25^{g}	1.50^{e}
SL-2	6.75^{ab}	6.50^{ab}	2.00^{c}	4.25^{abc}	3.25^{g}	2.00^{de}
SH-2	6.50^{ab}	6.75^{ab}	2.75^{abc}	5.00^{abc}	3.00^{g}	2.00^{de}
AL-2	7.00^{a}	7.00^{a}	2.50^{bc}	4.50^{abc}	3.00^{g}	2.00^{de}
AH-2	7.00^{a}	7.00^{a}	3.50^{abc}	5.25^{abc}	3.25^{g}	1.50^{e}
CO-4	5.25^{cd}	5.25^{de}	3.00^{abc}	5.00^{bc}	4.50^{f}	2.25^{cde}
SL-4	5.25^{cd}	5.00^{de}	3.50^{abc}	4.50^{abc}	5.00^{ef}	2.75^{bcde}
SH-4	5.25^{cd}	5.50^{cde}	2.00^{c}	4.75^{abc}	5.25^{ef}	2.00^{de}
AL-4	6.00^{bc}	5.25^{de}	4.25^{abc}	4.25^{abc}	4.75^{f}	2.75^{bcde}
AH-4	6.00^{bc}	5.75^{bcd}	2.75^{abc}	5.00^{abc}	5.00^{ef}	2.25^{cde}
CO-6	5.50^{cd}	4.75^{def}	4.50^{ab}	5.50^{ab}	6.00^{de}	2.50^{bcde}
SL-6	5.00^{de}	4.50^{ef}	3.25^{abc}	5.00^{abc}	6.50^{cd}	2.50^{bcde}
SH-6	4.75^{def}	4.50^{ef}	4.00^{abc}	5.25^{abc}	7.25^{abcd}	3.75^{abc}
AL-6	4.00^{fgh}	3.75^{fg}	4.25^{abc}	4.75^{abc}	6.50^{cd}	3.50^{abcd}
AH-6	4.25^{efg}	3.75^{fg}	4.75^{a}	4.25^{abc}	6.75^{bcd}	3.75^{abc}
CO-8	3.25^{hi}	3.00^{g}	4.75^{ab}	5.00^{abc}	7.25^{abcd}	3.50^{abcd}
SL-8	3.25^{hi}	3.00^{g}	3.75^{abc}	5.25^{abc}	8.00^{ab}	4.00^{ab}
SH-8	3.00^{i}	3.00^{g}	3.50^{abc}	6.00^{a}	8.25^{a}	3.25^{abcd}
AL-8	3.50^{ghi}	3.25^{g}	4.00^{abc}	5.00^{abc}	7.75^{abc}	3.75^{abc}
AH-8	3.75^{ghi}	3.00^{g}	5.00^{a}	4.50^{abc}	7.75^{abc}	4.50^{a}

[1]Means of 4 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p<0.05$). As the value increase from 1 to 9, the intensity of sensory characteristics increases. [2]CO: Control *kimchi* containing only NaCl. SL, SH : *Kimchi* samples containing NaCl and salted and fermented shrimp at levels, low and high. AL, AH: *Kimchi* samples containing NaCl and salted and fermented anchovy juice at levels, low and high. Numbers following treatment abbreviations are the days of fermentation.

감소하고 lactic acid 및 acetic acid가 증가하는 경향은 유 등[2]의 결과와 일치하였다. 이상발효 결과 생성되는 것으로 알려진 propionic acid[34]는 전 저장기간을 통하여 나타나지 않았다.

균총 변화

발효기간에 따른 김치의 균수(Fig. 1)를 살펴보면, 총균수의 경우 발효 2일째까지는 미생물의 수가 급격히 증가하였지만 그 이후에는 천천히 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 김치 발효중 나타나는 일반적인 경향으로 발효 후기에 총균수가 감소하는 것은 산도의 증가와 관련이 있는 것으로 보인다. 민과 권[10]도 20C 에서 김치를 발효시킨 결과 총균수가 3일째에 최대치에 도달하였으며 그 이후에는 감소하였다고 보고하였다. 총균수의 최대치 도달시기는 젓갈군이 대조군에 비해 더 빨랐는데 이는 젓갈의 첨가로 균체 생육이 촉진되었기 때문으로 생각된다. *Leuconostoc*속 미생물 수는 총균수의 측정 결과와 비슷한 경향을 보였지만 4일 이후에는 감소되는 속도가 급격하다는 점이 달랐다. 이것은 *Leuconostoc*속 미생물의 수가 김치의 최적숙기(총산함량 0.75%)에 최대치에 도달했다가 김치가 보다 산성화가 되면 감소하기 때문으로 보인다. *Lac. plantarum*은 김치 제조 당일에는 나타나지 않았지만 그 이후에는 전 기간을 통해 계속적으로 증가하였다. 이것은 *Leuconostoc*속 미생물에 의한 김치의 산성화로 강한 내산성균인 *Lac. plantarum*이 발효가 진행되면서 계속적으로 증가하기 때문으로 보인다. 그러나 본 실험에서 사용한 7% 에탄올을 보강한 Rogosa SL 액체배지에서는 *Lac. plantarum* 뿐 아니라 *Lac. brevis*도 번식이 가능하기 때문에 *Lac. plantarum*의 실제수는 Fig. 1에서 나타난 것보다 적을 것으로 예상된다.

관능적 특성

Table 4에서 나타난 바와 같이, 경도와 아삭아삭한 정도는 모든 김치군에서 발효기간이 길어짐에 따라 현저하게 감소하는 경향을 보였으며, 대체로 멸치젓군이 대조군이나 새우젓군보다 높은 점수를 나타냈다. 탄산미의 정우는 유의적인 차이는 없었지만 모든 김치군에서 발효기간에 따라 증가하는 경향을 보였으며 멸치젓군이 새우젓군보다 전반적으로 더 강했다. 짠맛은 대조군에서만 발효기간에 따라 유의적으로 증가하였으며, 새우젓군은 유의적인 차이는 보이지 않았지만 대조군과 같은 증가 경향을 보였다. 그러나 멸치젓군에 있어서는 발효기간에 따른 효과가 잘 나타나지 않았다. 발효 초기의 짠맛은 젓갈군이 대조군에 비해 강한 경향을 보였지만

그 이후 이러한 경향이 반대로 되었다가 실험 말기에는 고새우젓군이 약간 더 짠것을 제외하고 비슷해졌다. 신맛은 모든 특성중 발효기간에 따라 가장 현저한 차이를 보이는 항목으로 모든 시료군에서 그 값이 크게 증가하였으며 이 결과는 총산함량 측정 결과와 일치하였다. 그리고 전 발효기간을 통해 유의적 차이는 없었지만 모든 젖갈군이 대조군보다 더 신 경향이 있었으며, 특히 고새우젓군이 저새우젓군이나 멸치젓군에 비해 신맛이 더 강하게 나타났는데 이는 젖갈 성분에 따른 차이로 사료된다. 위에서와 같이 젖갈의 첨가가 김치의 숙성에 미친 영향은 황 등[24] 및 박과 김[8]의 결과와 유사하다. 조 등[35]은 김치 제조시 부재료로서 아미노산과 vitamin의 공급원인 젓갈류의 첨가시 김치 발효숙성균인 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus plantarum*의 생육이 촉진되어 김치 발효가 더 빨라졌다고 보고하였는데 본 연구의 대조군과 젓갈군의 신맛도 이러한 이유에 기인하는 것으로 생각된다. 군덕내의 경우도 시간이 지남에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였으며, 특히 고새우젓군에서 발효 중반기에 유의적인 차이가 나타났다.

요 약

소금만으로 짠맛을 낸 김치를 대조군으로 하고 염도가 동일하도록 소금과 새우젓 또는 멸치액젓을 각각 두 수준으로 첨가하여 배추 김치를 제조하여 20℃에서 발효하는 동안 일어나는 변화를 관찰한 결과는 다음과 같다. 발효기간이 길어짐에 따라 모든 김치군의 pH는 감소하고 총산함량은 증가하다가 후기에는 그 정도가 완화되었다. 특히 발효 초기에 새우젓군의 pH 감소가 현저하였다. 환원당 함량은 전 발효기간을 통해 대조군이 가장 높았으며, 고젓갈군, 저젓갈군의 순서로 감소되었고, 발효기간이 길어짐에 따라 모든 김치군에서 현저한 감소를 보였다. 발효기간이 연장됨에 따라 malic acid와 succinic acid는 서서히 감소하였으며, lactic acid와 acetic acid는 증가하였다. 전 발효기간을 통하여 lactic acid는 젓갈군이 대조군보다, 고젓갈군이 저젓갈군보다 그리고 새우젓군이 멸치젓군보다 측정치가 높은 경향을 나타냈다. 총균수와 *Leuconostoc*속 미생물 수는 발효가 계속될수록 증가하다가 4일 이후에는 감소하였으며, *Lactobacillus plantarum*의 수는 계속적으로 증가하였다. 관능적 특성 중 탄산미, 짠맛, 신맛, 군덕내는 발효기간이 길어짐에 따라 모든 김치군이 점점 더 강하고 경도와 아삭아삭한 정도는 점점 더 약하게 평가되었으며, 젓갈군의 신맛이 대조군에 비해 전반적으로 약간 강한 경향이 있었다.

감사의 말

본 연구는 동양제과 수해연구비에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 조 영, 이혜수 : 김치의 맛성분에 관한 연구. 유리아미노산에 관하여. 한국식품과학회지, 11(1), 26(1979)
2. 유재연, 이혜성, 이혜수 : 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미 성분의 변화. 한국식품과학회지, 16(2), 169(1984)
3. 김한옥, 이혜수 : 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구. 한국식품과학회지, 7(2), 74(1975)
4. 이윤호, 이혜수 : 김치의 숙성과정에 따른 pectin질의 변화. 한국조리과학회지, 2(1), 54(1985)
5. 하재호, 허우덕, 김영진, 남영중 : 김치 숙성중 유리당의 변화. 한국식품과학회지, 21(5), 633(1989)
6. 김경제, 경규향, 명원경, 심선택, 김현구 : 김치류의 저장기간 연장을 위한 무우 품종선발에 있어서 발효성 당함량의 역할. 한국식품과학회지, 21(1), 100(1989)
7. 김우정, 구경형, 조한옥 : 김치의 절임 및 숙성과정중의 물리적 변화. 한국식품과학회지, 20(4), 483(1988)
8. 박우포, 김재욱 : 조미료, 젓갈 등이 김치 발효에 미치는 영향. 한국농화학회지, 34(3), 242(1991)
9. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16(4), 443(1984)
10. 박우포, 김재욱 : 소금 농도가 김치발효에 미치는 영향. 한국농화학회지, 34(3), 295(1991)
11. 심선택, 경규향, 유양자 : 김치에서 젖산균의 분리 및 이 세균들의 배추즙액 발효. 한국식품과학회지, 22(1), 27(1990)
12. 박영희, 권정주, 조도현, 김수일 : 김치에서 분리한 젖산균의 미생물 생육저해. 한국농화학회지, 26(1), 35(1983)
13. 한홍의, 임종락, 박현근 : 김치발효의 지표로서 미생물군집의 측정. 한국식품과학회지, 22(1), 27(1990)
14. 임종락, 박현근, 한홍의 : 김치에서 서식하는 Gram양성세균의 분리 및 동정의 재평가. 한국미생물학회지, 27(4), 404(1989)
15. 안숙자 : 김치에서 분리한 유산균의 생육에 미치는 식염과 식품보존료의 영향. 한국조리과학회지, 4(2), 39(1988)
16. 이남진, 전재근 : 김치의 순간살균방법, 배추김치의 순간살균 조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학회지, 25(4), 197(1982)
17. 박경자, 우순자 : Na-acetate 및 Na-malate와 K-sorbate가 김치발효중 pH, 산도 및 산미에 미치는 효과. 한국식품과학회지, 20(1), 40(1988)
18. 이성철 : 김치의 보존기간 연장방법. 특허공보 91-11140.
19. 변유량, 신승규, 김주봉, 조우정 : Retort pouch 김치의 살균특성과 살균 조건에 관한 연구. 한국식품과학회지, 15(4), 414(1983)
20. 김순동, 윤수홍, 강명수, 박남숙 : 깍두기의 숙성에 미치는 감압 및 polyethylene film 포장처리 효과. 한국영양식량학회지, 15(1), 39(1986)
21. 김병묵 : 새우젓 숙성중의 단백질 특성 변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, 20(6), 883(1988)
22. 송영옥, 변대석, 변재형 : 멸치젓갈 숙성중 지질의 산화와 단백질의 분해. 한국영양식량학회지, 11(1), 1(1982)
23. 이우호, 김세권, 정종군, 김서학, 김정균 : 멸치젓의 향미성분. 부산수대연보, 22(1), 13(1982)
24. 황인주, 유의정, 황성연, 이철호 : 보존료, 젓갈, $CaCl_2$ 첨가가 김치 발효중 배추잎의 조직감변화에 미치는 영향. 한국식문화학회지, 3(3), 309(1988)

25. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.(1970)
26. Nelson, N.: A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, **153**, 375(1944)
27. Marsili, R.T., Ostapenco, R.E. and Green, D.E.: High performance liquid chromatographic determination of organic acid in dairy products. *J. Food Sci.*, **46**, 52 (1981)
28. Pederson, C.S. and Albury, M.H.: New York State Agr. Exp. Station, Geneva, Cornell Univ. Bulletin No. 824 (1961)
29. Mayeux, J.V. and Colmer, J.R.: Selective medium for *Leuconostoc* detection. *J. Bacteriol.*, 81, 1009(1961)
30. Mundt, J.O. and Hamer, J.L.: Suppression of *Leuconostoc mesenteroides* during of *latobacilli*. *Appl. Microbiol.*, **14**, 1044(1966)
31. Mundt, J.O. and Hamer, J.L.: *Lactobacilli* on plants. *Appl. Microbiol.*, **16**, 1326(1968)
32. Jerrold, H. Zar: *Biostatistic analysis*, 2nd edition., Prentice-Hall International Edition, p188(1984)
33. Butler, J.P.: *Bergey's manual of systematic bacteriology*, 2nd vol., Willam & Wilkins company, p1073(1986)
34. Frazier, W.C. and Westhoff, D.C.: *Food Microbiology*. McGraw-Hill Book Co., p369(1978)
35. 조남철, 전덕영, 신말식, 홍윤호, 임현숙 : 마늘의 농도가 김치 미생물에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **20**(2), 231(1988)

(1994년 2월 28일 접수)