

오존처리 청정재료와 *L. acidophilus*를 이용한 배추김치의 숙성

김미정 · 오영애 · 김미향 · 김미경 · 김순동[†]

효성여자대학교 식품가공학과

Fermentation of Chinese Cabbage Kimchi Soaked with *L. acidophilus* and Cleaned Materials by Ozone

Mee-Jung Kim, Young-Ae Oh, Mee-Hyang Kim, Mee-Kyung Kim and Soon-Dong Kim[†]

Dept. of Food Science and Technology, Hyosung Women's University, Kyungsan 713-702, Korea

Abstract

This work was conducted to study the use of *L. acidophilus*, which exists in human intestine for the fermentation of Chinese cabbage kimchi. The changes in vitamins, the number of microflora and sensory quality were observed during fermentation after the microflora which was not related to kimchi fermentation was eliminated by treatment with ozone water or ozone gas. The growth rate of *L. acidophilus* in the cabbage juice was higher than that in MRS broth. The growth of *L. acidophilus* was slightly promoted by adding 1~2% hot pepper powder while that was inhibited by ginger and garlic. Therefore, it was shown that the regulation of fermentation was possible by addition of spices. The result of treating spice with ozone gas and ozone water 6mg/L/sec for 1 hour was that the survival ratio of total microflora was 6~20%. When *L. acidophilus* was added to materials after ozone treatment, the fermentation rate was improved and the polysaccharides in the cell wall were used when the usable free sugar was all consumed. The contents of vitamin B₁ and C in the ozone treated kimchi was higher than in the control.

Key words : kimchi, ozone treatment, *L. acidophilus* addition

서 론

우리나라의 전통배추김치는 3가지의 중요한 기능을 가진다. 즉 채소류의 저장 기능, 영양제공 기능 및 독특한 맛과 향을 제공하는 기능이 그것이다. 그러나 실제 저장성에서 문제가 되고 있을 뿐만 아니라¹⁻⁵⁾ 김치에 존재하고 있는 수많은 살아있는 젖산균이 인체에 아무런 효과를 주지 못하고 있는데 더 큰 개선의 필요성이 있다 하겠다⁶⁾. 배추김치에서는 효모, 세균 등 많은 종류의 미생물이 번식하고 있으나⁷⁾ 김치의 숙성과 관련이 있는 것은 *Lactobacillus* 속의 *brevis*, *plantarum*, *fermentum* 등과 *Leuc. mesenteroides*, *P. cerevisiae* 등 혐기적 이상젖산균들이다⁸⁻¹⁰⁾. 이들 젖산균 중에서도 *L. brevis*와 *Leuc. mesenteroides*는 김치숙성 초기에서부터 번식하며 김치의 맛과 밀접한 관련이 있는 것은 후

자로 보고되어 있으며¹¹⁾, *P. cerevisiae* 와 *L. plantarum*, *L. fermentum* 등은 중기나 숙성후기에 나타나는 균들로서 *P. cerevisiae*를 제외하고는 오히려 품질을 저하시키는 것으로 알려져 있다⁹⁾. 그러나 이와같은 젖산균은 장내에서 서식할 수 없어 인체에서의 역할은 미미한 것으로 보고⁶⁾되고 있다. 우리나라의 전통김치에 존재하는 젖산균이 인체에서 중요한 역할을 기대할 수 있다면 세계적 식품으로서의 가치성이 더욱 크다 할 것이다. 이러한 측면에서 정¹²⁾은 인체내 생육가능한 젖산균인 *L. acidophilus*를 이용한 재현성있는 김치의 제조와 숙성기간을 단축시킬 목적으로 김치용 속양조미료 제조방법에 관한 특허를 얻은 바 있으나 저장성과 품질 등 후속적인 연구의 미비로 인하여 실용화 되지 못하고 있는 실정이다.

*L. acidophilus*는 인체장관의 상재균¹³⁾으로서 특히 정장을 목적으로 식품첨가물로서 광범위하게 이용되고 있다¹⁴⁾. 그러나 이 균을 배추김치제조에 활용하기

[†] To whom all correspondence should be addressed

위해서는 배추를 비롯한 각종 부재료에 오염되어 있는 미생물을 김치의 물성에 변화를 주지 않는 범위내에서 청정화시키는 방안의 모색이 중요한 과제이다.

오존처리에 의한 식재료의 청정화 연구로 Baranovskaya 등¹⁵⁾은 감자와 채소류의 저장성 향상을 위하여, Berger와 Hansen¹⁶⁾은 오존이 함유된 공기중에 딸기를 저장함으로써 변질방지에 효과를 보았으며, Blogoslowski 등¹⁷⁾은 오존을 함유하는 얼음을 사용할 경우 오징어의 선도유지가 효과적임을 보고 하였다. Ewell¹⁸⁾은 계란, 야채, 육류에 오존을 처리한 결과를 보고하였으며, Gibson 등¹⁹⁾은 사과저장시 곰팡이 번식억제를 위하여, Maito 등²⁰⁾은 식품의 보존을 위한 오존처리를 농도별, 시간별로 처리한 바 있으며, 김과 김²¹⁾은 신선 계속의 유통을 위하여 오존을 처리한 바 있다.

본 연구에서는 배추김치 담금재료를 오존으로 처리하여 청정화시킨 후 *L. acidophilus*를 starter로 하여 담금하였을 때 숙성과 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

담금 재료

실험재료는 1992년 6월 20일에서 7월 20일 사이에 시판되는 결구배추(품종 : 장수)를, 그리고 고추가루, 생강, 마늘, 파, 부추는 시판의 것을 구입하였고, 멸치액젓은 하선정 종합식품사의 식염 20% 멸치액 70%를 함유하는 것을, 소금은 한주소금, 설탕은 백설탕을 각각 사용하였다.

균주와 starter배양

본 실험에 사용된 균주는 종균협회에서 분양받은 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3140이었으며 pH 6.4의 살균 MRS배지²²⁾에 접종, 37°C에서 계대배양하여 사용하였으며, starter는 살균처리한 배추즙액에 균주를 ml 당 10⁸cell로 조정하여 배추즙액의 2%되게 접종하여 37°C에서 48시간 배양하여 사용하였다.

배추즙액에서의 온도별 생육실험

배추를 mixer로 갈아서 착즙, autoclave에서 살균하

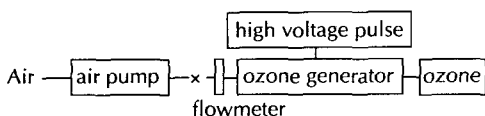


Fig. 1. Schematic diagram of experimental ozone disinfection system.

고 starter를 2% 접종시킨 후 온도별(20, 30, 37°C)로 배양하면서 4시간 간격으로 48시간까지 pH의 감소정도를 측정하는 한편 균수의 변화를 조사하였다.

균주의 생육에 미치는 부재료의 영향

배추즙액에 김치부재료인 고추가루, 마늘, 생강을 2, 4 및 6% 범위로 첨가시켜 살균처리한 후 starter를 2%되게 접종하여 25°C에서 배양하면서 8시간 간격으로 균수를 조사하였다.

실험재료의 청정화

배추, 파 및 부추는 김치담금시와 같은 크기로 자른 후 Fig. 1의 오존발생장치와 Fig. 2의 오존수 제조장치를 연결하여 오존농도 6mg/L/sec의 조건에서 세척하였으며, 마늘, 생강 및 고추가루는 Fig. 1의 장치와 Fig. 3의 장치를 연결하여 동일농도의 개스상으로 각각 1

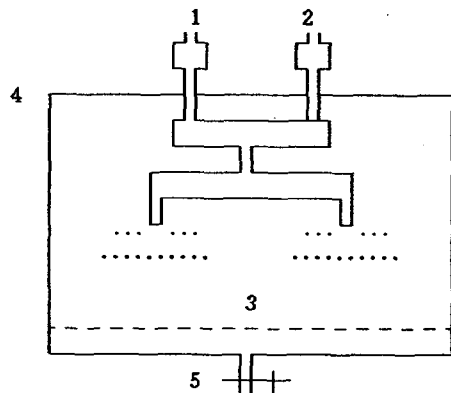


Fig. 2. Cleaning apparatus by ozone water. (1) ; entrance of ozone, (2) ; entrance of tap water, (3) ; sample, (4) ; incubator, (5) ; eliminator

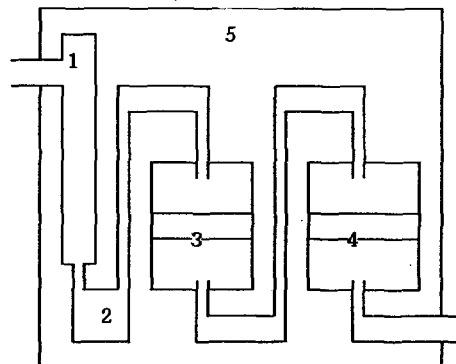


Fig. 3. Apparatus of ozone gas treatment. 1 ; air filter, 2 ; high voltage pulse and ozone generator, 3, 4 ; sample, 5 ; incubator

시간씩 처리하였다. 또 멸치액젓은 120°C에서 20분간 autoclave하였으며, 소금물은 가열 살균하였다.

오존농도의 측정²³⁾은 오존을 pH 7.0의 0.1M phosphate buffer-1% KI용액에 흡수시킨 후 생성된 I₂의 흡광도를 352nm에서 측정하여 검량선 $ozone \mu g/10ml = OD_{352} \times 395.26 - 46.46$, $r = 0.9780$ 에 의하여 산출하였다.

청정정도의 측정

오존처리한 재료를 살균처리한 polytron homogenizer로써 파쇄하여 즙액을 얻고 이것을 0.1% peptone 수로 희석한 후 세균은 표준한천배지(yeast extract 2.5g, peptone 5g, glucose 1g, agar 15g, dis-water 1L, pH 6.8)²⁴⁾에, 효모와 곰팡이는 YM배지(glucose 10g, peptone 5g, yeast extract 3g, malt extract 3g, agar 15g, dis-water 1L, pH 6.5)²⁵⁾를 사용하여 30~35°C에서 48시간 배양, 나타난 colony를 계측하였다. 또 필요에 따라서 검정하였다.

김치담금과 숙성

배추를 20분간 끓인 후 20°C로 조절한 10% 소금물에 5시간 담구어 절인후 살균수로 세척, 소금농도가 3%가 되게 조절한 후 Table 1에서와 같은 비율로 담금하였다. 이때 배추는 2×3cm로 세절하였고, 파와 부추는 2cm로 잘라서 사용하였으며 나머지 재료는 plastic 절구에서 빻으면서 잘 버무려 1L들이 bio-ceramic 김치통에 배추량으로 500g씩 담금하였다. 대주구는 starter를 첨가시키지 않은 것으로 다같이 25°C에서 숙성시켰다.

Vitamin B₁의 함량측정

AOAC²⁶⁾의 방법에 준하여 동결건조하여 파쇄한 김치 시료 500mg을 0.1N HCl 소량으로 충분히 마쇄, 동일 용매로 씻어 전체부피 50ml, pH 5.0이 되도록 하였다.

Table 1. Mixing ratio of major and minor ingredients for preparation of kimchi

Soaking materials	Ratio
Salted cabbage	100
Hot pepper	2.24
Ginger	0.92
Garlic	1.70
Green onion	2.98
Leek	4.00
Fermented anchovy juice	4.69
Sugar	1.16
Starter	2.00

100ml 삼각 플라스크에 이것을 취해 boiling water bath 상에서 20분간 가열한 후 냉각하여 5% amylase 10ml를 가하였다. 다음에 37°C의 incubator내에서 24시간 처리하고, TCA를 가하여 제단백, 여과하였으며 여액 5ml를 취한 후 0.04% K₃Fe(CN)₆ 5ml를 넣고 iso-butanol 10ml를 즉시 가하면서 1분간 vortex상에서 혼합한 후 iso-butanol층을 취하여 형광도를 측정, 동일조건에서 얻은 표준의 검량선 (thiamine $\mu g/10ml = fluorescence\% \times 31$, 25-10.63, $r = 0.9998$)에 의하여 함량을 산출하였다.

Vitamin C 함량 측정

2,4-dinitrophenyl hydrazine(DNP) 비색법²⁷⁾으로 다음과 같이 측정하였다. 동결건조시킨 김치조직 0.5g을 2% meta-phosphoric acid 용액 50ml로 추출한 후 추출액 2ml에 indophenol 0.2ml, meta-phosphoric acid 혼액 2ml를 넣어 충분히 혼합하고 여기에 DNP 1ml를 가하여 60°C에서 90분간 반응시켜 즉시 방냉한 후 85% H₂SO₄ 용액 5ml를 vortex상에서 가하여 20°C에서 30분간 방치, 540nm에서 흡광도를 측정하여 검량선 ($\mu g/1ml = OD_{540} / 30.21 - 0.45$, $r = 0.9995$)에 의하여 그 함량을 산출하였다.

환원당 함량 측정

김치국물을 제거시킨 조직만을 파쇄, 여과한 후 그 즙액을 시료로 하여 Somogyi-Nelson법²⁸⁾으로 측정하였다. 환원당 함량은 glucose의 검량선 ($\mu g/0.5ml = OD_{520} \times 125.94 - 1.01$, $r = 0.9999$)에 의하여 산출하였다.

즙액내 유리당류의 분석

김치국물을 20,000rpm에서 냉동원심분리한 후 상정액을 시료로 하여 pentose는 orcinol법²⁹⁾, uronic acid는 carbazole법³⁰⁾으로 측정하였다.

총균수 및 젖산균수의 측정

총균수의 측정은 nutrient agar²⁴⁾ plate에, 그리고 젖산균수는 0.1% BCP(bromocresol purple)와 sodium azide를 함유하는 MRS agar²²⁾ plate에 시료희석액을 혼합, 37°C에서 48시간 배양, 황색으로 변한 colony를 계측하였으며, ml당 CFU(colony forming unit)로 나타내었다.

관능적 품질변화

김치의 관능적 품질평가를 위한 항목으로 신맛, 감칠맛, 시원한 맛, 신내, 이취미로 하였고 각 항목의 묘사강도는 7점법으로 하였으며, 1점; 아주 약하다, 2점; 보

통 약하다, 3점; 약하다, 4점; 보통이다, 5점; 좀 강하다, 6점; 강하다, 7점; 아주 강하다로 하여 평가하였으며, 종합적인 맛은(1점; 아주 나쁘다, 2점; 나쁘다, 3점; 보통 나쁘다, 4점; 보통이다, 5점; 약간 좋다, 6점; 좋다, 7점; 아주 좋다로 하여 잘 훈련된 15명의 panels에 의하여 7점법으로 측정하고 컴퓨터의 SAS 프로그램 패키지의 Duncan's multiple range test를 이용하여 데타상호간의 유의성정도를 검정하였다.

결과 및 고찰

배추즙액에서의 온도별 생육상태

*L. acidophilus*를 이용하여 배추김치를 제조할 경우 이 균의 배추에서의 생육상태를 조사해 볼 목적으로 배추즙액을 사용하여 온도별로 균의 생육상태를 조사해 보았다 (Fig. 4). 그 결과 온도가 높을수록 더욱 높은 생육도를 나타내었으며, 37°C에서는 20°C에서보다 5

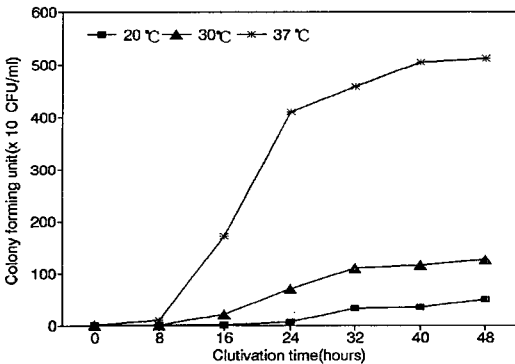


Fig. 4. Growth rate of *L. acidophilus* in the Chinese cabbage juice during fermentation.
 *The colony forming unit (CFU) at 0 time of cultivation was 2×10^6 /ml.

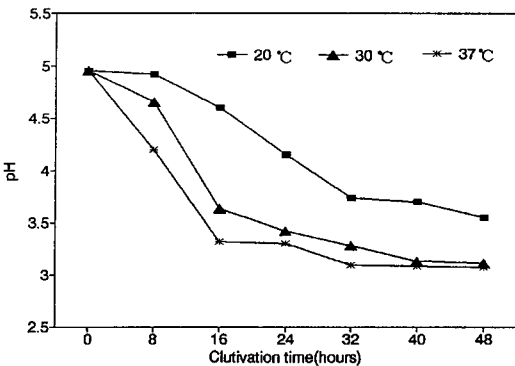


Fig. 5. Changes in pH of the Chinese cabbage juice during fermentation at various temperatures.

배이상의 높은 균수를 나타내었다. 이러한 결과는 본 균을 사용한 김치의 제조가 가능하다는 것과 또한 온도조절을 통하여 김치의 속도조절이 가능함을 나타내고 있다.

pH의 결과 (Fig. 5)에서도 균의 생육상태와 같은 경향으로 온도가 높을수록 감소율이 높았다. 김치가 가장 맛있을 때의 pH가 4.2부근으로 알려져 있는 바 이 pH까지 도달하는 시간은 20°C에서는 24시간, 30°C에서는 10~12시간, 37°C에서는 8시간이었다. 그러나 이 시간은 실제 김치를 담글 때처럼 배추를 조직형태로 담금하지 않고 완전히 파쇄하여 착즙한 즙액으로 사용한 점과 부재료를 사용하지 않은 점을 감안한다면 이 시간이 곧 김치숙성 소요시간으로 단정하기는 어렵다 하겠다. 정¹²⁾은 *L. acidophilus*를 이용한 속양김치제조를 위하여 이 균을 고추가루에 번식시킨 결과 그 생육이 양호하였다고 보고하였다.

부재료가 생육에 미치는 영향

김치에 첨가하는 부재료는 그 종류나 사용량이 구체적으로 정해진 것이 아니며 지역이나 계절 또는 기호에 따라서 다양하게 사용되고 있다³¹⁾. 김치관련 문헌에서도 연구자마다 기준없이 고추의 경우는 최저 1.2%에서 최고 8%까지, 마늘과 생강의 경우는 1%에서 6%범위로 그리고 기타 재료의 경우도 0~10%범위로 사용되고 있다³²⁾. 개략적인 평균사용량은 고추 2.24%, 마늘 1.70%, 생강 0.92%, 파 2.98%, 부추 4%, 멸치젓 4.69% 정도이다³²⁾. 사용 빈도 면에서는 고추, 마늘, 생강은 95~100%로 높고 파, 부추, 젓갈 등은 15~70%범위이다³²⁾. *L. acidophilus*를 이용한 김치를 제조할 경우 부재료가 이 균의 생육에 미치는 영향을 살펴 볼 목적으로 김치제조시에 사용빈도가 높은 고추, 마늘, 생강

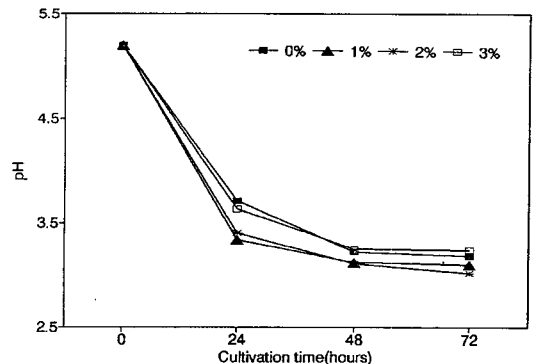


Fig. 6. Effect of hot pepper concentration on the pH of the Chinese cabbage juice inoculated with *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

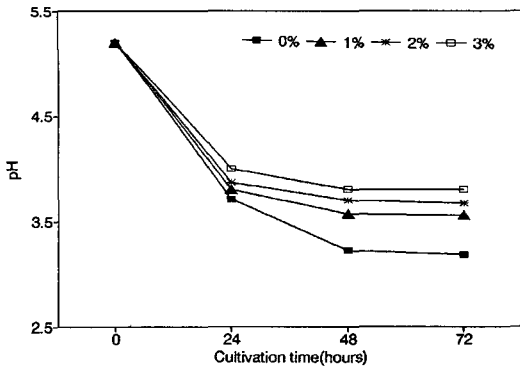


Fig. 7. Effect of garlic concentration on the pH of the Chinese cabbage juice inoculated with *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

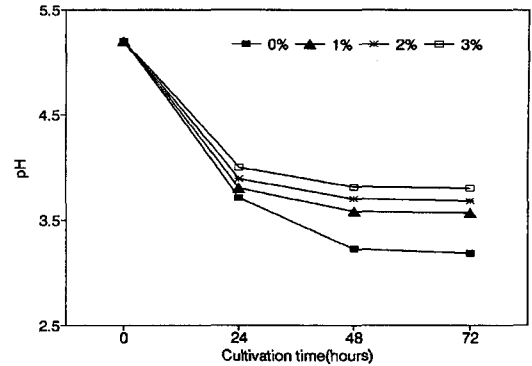


Fig. 8. Effect of ginger concentration on the pH of the Chinese cabbage juice inoculated with *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

에 대하여 농도별에 따른 pH 변화를 조사해 보았다.

고추의 경우 (Fig. 6) 농도별에 따른 뚜렷한 차이는 볼 수 없으나 1~2%에서는 pH의 감소가 무첨가에 비하여 큰 것으로 나타나 균의 생육을 다소 촉진함을 볼 수 있으나 1%와 2%의 차이는 크지 않았다. 3% 첨가에서는 무첨가 경우와 비슷한 양상을 보였다. 일반 배추김치 숙성중 고추를 2%정도 첨가하였을 때 김치숙성관련 미생물의 생육을 촉진하는 것으로 알려져 있다³³⁾.

일반적으로 마늘은 김치의 숙성을 촉진^{2,34)}하는 것으로 알려져 있다. 그러나 배추즙액에 마늘을 1~3%의 농도범위로 첨가한 배양액에 *L. acidophilus*를 접종하여 25°C에서 발효시킨 결과 (Fig. 7) 마늘의 첨가농도가 높아짐에 비례하여 pH감소가 억제되는 현상을 보여 균의 생육이 다소 억제되는 현상을 나타내었다. 조와 전³⁵⁾은 김치숙성 중 미생물의 생육에 미치는 마늘의 영향을 조사한 결과 마늘농도가 높을수록 호기성 세균의 생육은 저해되는 반면 젖산균의 생육은 촉진시킨다고 하였다.

생강의 경우 (Fig. 8)도 마늘에서와 같이 1% 첨가로 pH의 감소현상이 나타났으며, 첨가농도가 높아짐에 따라서 이러한 현상이 뚜렷하였다. 이와 김³¹⁾은 생강첨가에 의해 김치 관련미생물의 성장이 억제되며 동일 농도일 경우 생강이 마늘보다 젖산균의 성장억제효과가 크다고 하였다.

오존처리 재료의 청정화 정도

인체에 유용한 젖산균의 하나인 *L. acidophilus*를 이용하여 김치를 숙성시키면서 재래의 김치와 대등한 물성과 품질을 유지케하고 또한 살아있는 균이 풍부하게 함유하는 김치를 제조하기 위해서는 여타의 불필요한 미생물을 가능한 많이 제거시키는 것이 무엇보다도 중

Table 2. Total microbial counts remained after ozone treatment

	Nontreatment (CFU × 10 ⁴ /g-f.w.)	Treatment (CFU × 10 ⁴ /g-f.w.)
Chinese cabbage ¹⁾	199.56 (100) ³⁾	35.92 (18)
Hot pepper powder ²⁾	68.95 (100)	13.79 (20)
Garlic ²⁾	92.58 (100)	19.44 (21)
Ginger ²⁾	90.32 (100)	5.42 (6)
Green onion ¹⁾	65.45 (100)	8.51 (13)
Leek ¹⁾	84.07 (100)	12.61 (15)

¹⁾The materials were cleaned by ozone water

²⁾The materials were cleaned by gassy ozone

³⁾Parenthesis denotes percent of nontreatment

요하다. 김치숙성시 관여 미생물은 그 대부분이 담금재료로부터 유래된다³⁶⁾. 전보³⁷⁾에서는 재료에 부착된 미생물을 제거시킬 수 있는 방안으로 오존처리 효과를 조사하였다. 본 실험에서는 전보³⁷⁾에서 얻은 결과중 종합적인 면에서 가장 바람직하였던 ozone 6mg/L/sec의 조건으로 김치 담금재료를 처리하였다 (Table 2). 이때 배추와 파 및 부추는 같은 농도의 오존수로써 세척하였으며, 기타재료는 개스상의 오존을 사용하였다.

배추를 흐르는 수돗물로써 세척할 경우 재료에 존재하는 미생물의 40~50%는 제거시킬 수 있으나 계속적인 세척으로도 그 이상은 제거되지 않았다³⁷⁾. 그러나 강력한 살균력을 가진 개스상의 오존을 처리한 결과 재료에 따라서 차이는 있으나 전반적으로 오염 총균수의 80~94%의 제거율을 나타내었다. 김치의 담금비율에 준하여 재료를 혼합하였을 때의 총 제거율은 재료중 배추의 첨가량이 가장 많으므로 총균의 80% 이상이 제거되었다.

오존을 더욱 높은 농도로 처리할 경우 미생물의 제거율은 향상될 것이나 강한 산화력을 나타내기 때문에

재료에 손상을 주지 않는 처리조건이 중요하다. 본 처리에 있어서는 재료에 함유된 산화성 물질을 구체적으로 조사하지는 않았으나 배추에서는 chlorophyll, 고추에서는 carotenoid, 그리고 생강, 마늘 등에는 각종 변색하기쉬운 polyphenol성 물질이 함유되어 있어 타물질이 산화되기 전에 먼저 산화, 변색되는 점을 육안적인 indicator로 하여 관능적인 평가기준으로 하였으며 본 실험 조건은 예비실험의 결과, 변색을 가져오지 않는 조건이다.

숙성중 품질변화

비타민 B₁의 함량변화

김치는 영양적인 면에서 볼 때 각종 비타민류의 급원식품으로 중요한 위치를 차지하며, 또 이들 성분은 맛이 가장 좋은 시기에 최대값을 나타내는 것으로 알려져 있다³⁸⁾. Fig. 9에서는 오존을 처리한 재료와 *L. acidophilus*를 사용하여 담근 김치의 숙성중 비타민 B₁

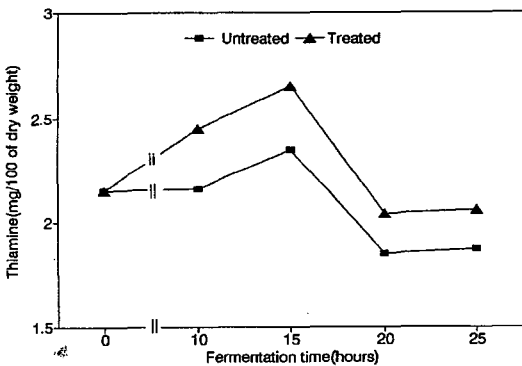


Fig. 9. Changes in the thiamine content of kimchi prepared with ozone treated cabbage and inoculation of *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

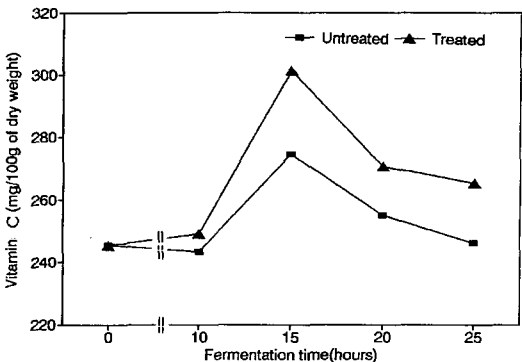


Fig. 10. Changes in the vitamin C content of kimchi prepared with ozone treated cabbage and inoculation of *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

의 함량 변화를 일반김치와 비교조사한 결과이다.

숙성 10시간째부터 25시간까지의 숙성기간을 통해서 오존처리한 경우가 무처리에 비하여 9~14% 정도 높은 함량을 나타내었으며, 숙성과 함께 증가하다가 다시 감소하는 즉 김치가 잘 숙성되었을 때 함량이 가장 높은 일반 배추김치의 경우에서 볼 수 있는 것과 비슷한 양상을 보였다. 또 일반배추김치에서의 최대함량은 생체당 80μg% 정도로 보고³⁹⁾ 되고 있는데 비하여 본 실험에서의 함량은 무처리, 처리 다같이 생체당으로 환산하였을 때 2~3배의 높은 함량을 나타내었다. 이러한 현상은 부재료 첨가량의 차이에 기인한 결과라 생각된다.

비타민 C의 함량변화

Fig. 10은 김치의 숙성중 비타민 C의 함량 변화를 조사한 것으로 숙성 10시간까지는 처리와 무처리의 차이를 보이지 않았으나 그 이후 25시간까지는 처리김치에서 6~9%범위로 높은 함량을 나타내었다. 비타민 C의 경우도 일반 배추김치에서 볼 수 있는 최적숙성기에 최대함량을 나타내는 것과 동일한 현상을 보였다⁴⁰⁾.

미생물 수의 변화

김치의 숙성중 호기성균과 혐기성균으로 구분하여 생육상태를 조사한 결과는 Fig. 11, 12와 같다.

무처리김치의 경우 담금일의 호기성균수는 젖산균수의 10배정도로써 숙성 10시간부터 급격한 증가를 나타내었으며 숙성 25시간째는 처리김치보다 7배나 높은 수를 나타내었다. 이러한 현상은 일반김치는 재료로부터 혼입된 호기성 미생물의 번식이 왕성하게 이루어지고 있음을 나타내는 것으로 김치본래의 젖산발효가 원만하지 못함을 뜻한다 하겠다. 무처리의 경우

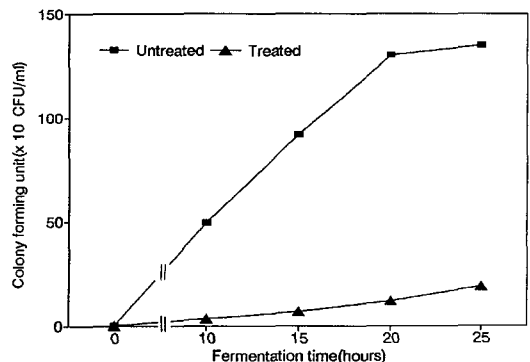


Fig. 11. Changes in the number of aerobic bacteria in the kimchi prepared with ozone treated cabbage and inoculation of *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

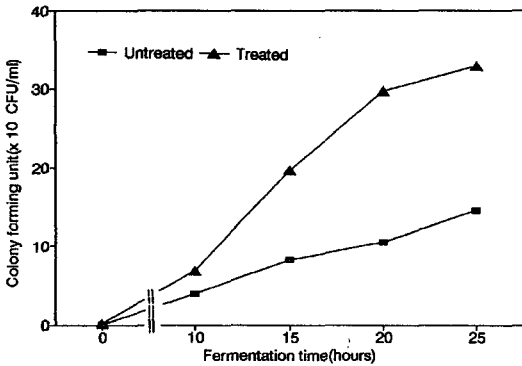


Fig. 12. Changes in the number of lactic acid bacteria in the kimchi prepared with ozone treated cabbage and inoculation of *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

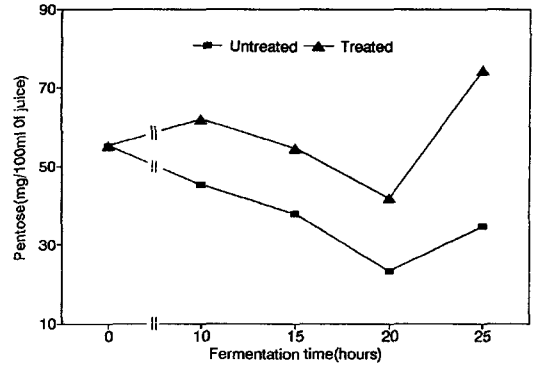


Fig. 14. Changes in the pentose content of kimchi juice prepared with ozone treated cabbage and inoculation of *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

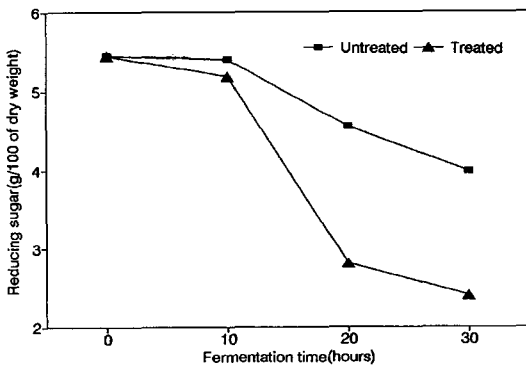


Fig. 13. Changes in the reducing sugar content of the kimchi tissue prepared with ozone treated cabbage and inoculation of *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

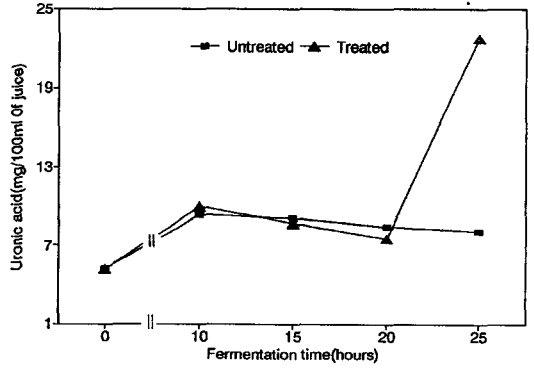


Fig. 15. Changes in the uronic acid content of kimchi juice prepared with ozone treated cabbage and inoculation of *L. acidophilus* during fermentation at 25°C.

25시간 숙성시의 젖산균수는 호기성균수의 1/9정도를 나타내고 있다. 반면에 처리김치의 경우는 호기성균수가 무처리의 20%수준으로 현저하게 적으면서 혐기성균의 수는 무처리의 2배로 나타나 젖산발효가 왕성하게 이루어짐을 볼 수 있다. 뿐만아니라 일반김치의 젖산균은 인체에서 서식이 불가능한데 비하여 처리김치의 경우는 대부분이 *L. acidophilus*로서 큰 질적개선이 이루어진 것으로 판단된다. 노 등⁴¹⁾의 보고에 의하면 적숙기 김치의 호기성균은 10⁴이고 젖산균수는 10⁷정도라 하여 본 실험에서의 젖산균 호기성균 비율과 차이를 보이고 있는데 이러한 현상은 재료에 부착한 미생물수와 관련이 있는 것으로 사료된다.

조직내의 환원당 및 즙액내의 세포벽 구성당의 변화

김치의 품질을 평가하는 하나의 지표로서 김치조직이 물러지는 즉 연화현상을 들 수 있다^{39,42)}. 이러한 현상이 전혀 이루어 지지 않았을 때는 미숙된 맛을 지니나,

지나치게 진행되면 과숙으로 평가되어 품질에 나쁜 영향을 끼친다. 유 등⁴³⁾은 김치의 과숙현상을 방지하는 방안으로 미생물의 영양이 될 수 있는 당류의 함량을 조절하는 방안을 제시하였고 이들 성분이 낮은 재료로 김치를 담금할 경우 산패는 물론 과숙현상을 지연시킬 수 있는 것으로 보고하였다. 그러나 담금재료 또는 미생물로부터 유래되는 세포벽분해효소인 polygalacturonase나 β -galactosidase 등의 효소작용에 의하여 세포벽다당류가 분해되며 이들이 영양원이 되어 김치의 숙성은 계속적으로 진행될 수 있다⁴⁴⁾. 세포벽 다당류의 구성당류로는 xylose, arabinose와 같은 pentose와 glucose, galactose, mannose 등과 같은 hexose, uronic acid와 같은 산성당류들이 포함된다⁴⁵⁾. *L. acidophilus*를 이용한 배추김치를 제조할 경우 김치즙액속에 김치 조직 세포벽 다당류의 분해로부터 생성된 미생물의 영양원으로 가능한 당류의 함량을 측정함으로써 이 균주를 이용한 김치의 품질 및 저장성을 짐작할 수 있다.

*L. acidophilus*를 starter로 하여 김치를 숙성시킬 경

Table 3. Sensory quality of the kimchi prepared with ozone treated cabbage and inoculation of *L. acidophilus* during fermentation at 25°C

Recipes		Fermentation time (hours)				
		0	10	15	20	25
Sour taste	untreated	1.11 ^h	2.76 ^a	3.25 ^f	4.50 ^d	5.42 ^b
	treated	1.13 ^b	2.92 ^a	3.64 ^e	4.94 ^c	5.73 ^a
Fresh taste	untreated	2.82 ^f	3.93 ^e	4.24 ^f	4.56 ^c	5.93 ^a
	treated	2.81 ^f	3.98 ^e	4.65 ^e	5.45 ^b	5.95 ^a
Palatable taste	untreated	2.93 ^e	3.40 ^e	3.63 ^{bc}	4.90 ^a	4.92 ^a
	treated	2.61 ^f	3.03 ^d	3.51 ^{bc}	4.92 ^a	5.91 ^b
Acidic odor	untreated	1.12 ⁱ	1.91 ^h	3.94 ^f	4.83 ^d	5.13 ^c
	treated	1.22 ⁱ	2.13 ^g	4.23 ^e	5.90 ^b	6.80 ^a
Off-flavor	untreated	4.60 ^a	4.54 ^a	3.74 ^b	3.35 ^c	3.24 ^d
	treated	4.52 ^a	4.57 ^a	3.55 ^b	3.27 ^{cd}	3.20 ^d
Overall quality	untreated	3.12 ^g	4.61 ^e	4.92 ^d	5.55 ^b	5.80 ^b
	treated	2.90 ^h	4.14 ^f	5.13 ^c	5.75 ^b	6.15 ^a

¹⁾ The score of sensory evaluation were 1; very light, 2; moderate light, 3; light, 4; proper, 5; moderate strong, 6; strong, 7; very strong. The score of overall quality were 1; very bad, 2; bad, 3; moderate bad, 4; proper, 5; moderate good, 6; good, 7; very good

²⁾ The values are significantly different at 0.05% level of significance as determined by Duncan's multiple range test

³⁾ Different superscripts within a row indicate significant different at 5% level by Duncan's multiple range test

우 숙성상태와 김치조직내의 당 이용정도를 조사해 볼 목적으로 김치조직내의 환원당 함량을 조사해 보았다 (Fig. 13). 그 결과 김치 숙성중 배추조직내의 환원당 함량은 오존을 처리한 후 *L. acidophilus*로 starter로 첨가한 김치에서 숙성전반에 걸쳐 낮은 함량을 나타내었다. 숙성 20시간째는 담금시의 50%수준을 나타내었다. 그러나 국물속에 들어 나온 pentose와 uronic acid의 함량 (Fig. 14, 15)은 *L. acidophilus*를 사용한 경우, 숙성 20시간 후에 급격히 증가하였다. 25°C에서의 20시간은 김치의 숙성정도가 과숙기로 들어간 기간이며 미생물이 이용할 수 있는 유리당은 거의 없어진 상태이나 이시기에 즙액속에 세포벽 구성당류의 구성성분으로 판단되는 pentose의 함량이 급증하는 현상은 김치의 담금재료중 당의 영양원이 감소될 경우 세포벽 성분을 분해하여 영양원으로 이용한다는 것을 의미한다. 전보^{46,47)}에서도 이미 밝힌 바와 같이 *L. acidophilus*는 김치조직의 연화에 관여하는 β -galactosidase와 polygalacturonase의 활성도가 상당히 높게 나타나고 있는 점으로도 입증된다.

이와같이 *L. acidophilus*를 이용하여 김치를 숙성시킬 경우 과숙 또는 조직의 연화현상 등 김치의 보존성이 문제가 되며, 이러한 문제점은 앞으로의 더욱 깊은 연구를 필요로 한다 하겠다.

관능적 품질변화

오존을 처리하여 청정화시킨 재료에 *Lactobacillus*

*acidophilus*를 starter로 하여 담근김치의 관능적 품질을 조사하기 위하여 맛과 냄새 및 종합적 품질을 조사한 결과는 Table 3와 같다.

신맛은 숙성 10시간째부터 처리구에서 높은 값을 나타내었으나 신선한 맛은 처리구에서 숙성 15시간에서 20시간사이에 보다 높은 값을 나타내었다. 감칠맛은 숙성초기에는 무처리에서 높은 값을 보였으나 숙성후기에는 대등한 값을 보였다. 산취는 숙성 10시간째부터 높은 값을 나타내었으나 off-flavor는 처리와 무처리 사이의 뚜렷한 차이가 없었다. 종합적인 품질은 숙성 10시간 이후 전 숙성기간 동안 처리구에서 높은 값을 나타내었다.

요 약

장내젖산균인 *L. acidophilus*를 이용한 배추김치를 제조할 목적으로 이균의 배추김치제조에의 이용성 조사, 부재료가 균의 생육에 미치는 영향을 조사하고, 김치담금재료에 부착한 김치숙성과 관련이 없는 각종 미생물을 오존수 또는 개스상의 오존을 처리하여 제거시킨 후 숙성에 따른 비타민류의 변화, 조직 및 즙액내의 당류의 변화, 균수의 변화 및 관능적 품질을 조사하였다. *L. acidophilus*는 배추즙액에서의 생육도로 보아 김치제조에의 이용성이 양호하였다. 또 부재료인 고추는 김치에서의 사용범위인 1~2%첨가로 생육을 다소 촉진하였으며, 생강과 마늘의 경우는 상당히 저해하여 부재

료의 사용으로 속도조절 가능성이 인정되었다. 김치부 재료에 6mg/L/sec의 오존 및 오존수를 1시간동안 처리한 결과 재료에 부착한 총균의 잔존율은 6~20%범위였으며, 김치담금비에 준하여 재료를 혼합할 경우의 잔존율은 80~90%수준 이었다. 재료를 오존을 처리한 후 *L. acidophilus*를 첨가하여 김치를 숙성시킨 결과 숙성이 촉진되었으며, 이용가능한 당류가 없어질 경우 세포벽다당류를 분해하여 이용하였으며, 숙성과정중 비타민 B₁과 C의 함량이 일반김치에서 보다 높았다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 연구비의 지원(과제번호 : 911-1508-091-2)으로 이루어진 연구결과의 일부이며 지원당국에 감사를 드립니다.

문헌

- 이남진, 전재근 : 김치의 순간살균법(제 2보), 배추김치의 순간살균 조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학회지, **25**(4), 197(1982)
- 남궁석, 조종후 : 김치류의 저장중 pH 및 질산염과 아질산염 함량의 변화. 한국영양식량학회지, **15**(1), 39(1982)
- 김순동 : 김치숙성에 미치는 pH조정제의 영향. 한국영양식량학회지, **14**(3), 259(1985)
- 김종만, 이인숙, 양희천 : 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구, 배추의 간절임시 일어나는 이화학적 및 미생물학적 변화. 한국영양식량학회지, **16**(2), 75(1987)
- 윤진숙, 이해수 : 김치의 휘발성 향미성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, **9**(2), 116(1977)
- 이성우 : 김치의 문화, 식품과학, **21**(1), 40(1988)
- 노원변 : 한국산 침채류의 발효숙성에 관여하는 효모에 관한 연구. 동국대학교 석사학위논문(1981)
- 김호식, 전재근 : 김치발효 중 세균의 동적변화에 관한 연구. 원자력논문집, **6**, 112(1966)
- 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, **16**, 443(1984)
- 김호식, 황규찬 : 김치의 미생물학적연구(제 1보), 혐기성 세균의 분리과 동정. 과연취보, **5**, 51(1959)
- 조영, 이해수 : 젖산균과 온도가 김치발효에 미치는 영향(1). 한국식품과학회지, **7**(1), 15(1991)
- 정성구 : 김치숙양 혼합 조미료의 제조방법. 특허공보 제 754호, 21(1982)
- Steck, M. L. : *Lactobacilli* as dietary supplements and manifestations of their functions in the intestine. In "Nutrition and intestine flora", Hallgren, B. O.(ed.), Almqvist and Wiksell Int., Stockholm, p.93(1981)
- 유주현, 진효상, 류인덕 : *Lactobacillus acidophilus*와 *Saccharomyces uvarum*의 혼합배양에 의한 대두유의 젖산발효. 한국음식문화원논문집, p.469(1989)
- Baranovskaya, V. A., Zapolskii, O. B., Ovrutskaya, I. Y., Oshenichnaya, E. E. and Yushkevoch, O. I. : Use of ozone gas sterilization during storage of potatoes and vegetables. *Kohservnaya i Ovoshchesushhif naya Prom.*, **4**, 10(1979)
- Berger, A. and Hansen, H. : Storage of strawberries in ozone-containing air. *Die industrielle obst-und gemuseverwertung*, **15**, 5(1965)
- Blogoslowski, W. J., Brown, C., Rhodes, E. W. and Broadhurst, M. : Ozone disinfection of a seawater supply system. In "Proc. first intl. symp. on ozone for water and wastewater treatment", Rice, R. G. and Browning, M. E. (eds.), Vienna, VA : Intl. Ozone Assoc., p.674(1976)
- Ewell, A. W. : *Ozone and its applications in food preservation*. Am. Soc. Refrigeration Engrs., Refrigeration Engrg. Applic. Data Sept.(1950)
- Gibson, C. A., Elliott, J. A. and Beckett, D. C. : Ozone for controlling mold on Cheddar cheese. *Can. Dairy Ice Cream J.*, Dec. p.50(1960)
- Maito, S., Teramoto, Y. and Yamaguchi, N. : Studies on utilization of ozone in food preservation(XII), Effect of ozone treatment on storage of packaged "Nama kiri Mochi" rice cake. *J. Antibact. Antifung. Agents*, **15**(5), 225(1987)
- 김일두, 김순동 : 신선계육의 유통을 위한 오존처리 효과. 한국영양식량학회지, **20**(5), 483(1991)
- Harrigan, W. F. and McCance, M. E. : *Laboratory methods in food and dairy microbiology*. Academic Press, London, N. Y., p.347(1976)
- 岡離奇幸子, 小駒益弘, 杉光英俊 : オソンの測定方法. 日本静電気學會誌, **10**, 773(1983)
- Harrigan, W. F. and McCance, M. E. : *Laboratory methods in food and dairy microbiology*. Academic Press, London, N. Y., p.361(1976)
- Kreger Van Gij, N. J. W(ed) : *The yeasts ; a taxonomic study*. 3rd ed., Elsevier, p.51(1984)
- A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. Association of official analytical chemists. Washington, D. C., p. 771(1970)
- A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. Association of official analytical chemists. Washington, D. C., p. 774(1970)
- Nelson, N. : A photometric adaptation of the somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, **153**, 375(1944)
- Bitter, T. and Muir, H. M. : A modified uronic acid carbazole reaction. *Analysis Biochem.*, **4**, 330(1962)
- Spiro, R. C. : Analysis of sugar found in glycoprotein. In "Methods in enzymology." Newfeld, E. F. and Ginsburg, V. (eds.), Academic Press, N. Y., **8**, 4(1966)
- 이신호, 김순동 : 김치의 부재료가 김치숙성에 미치는 효과. 한국영양식량학회지, **17**(3), 249(1988)
- Jang, K. S., Kim, M. J., Oh, Y. A., Kim, I. D., No, H. G. and Kim, S. D. : Effects of various sub-ingredients on sensory quality of Korean cabbage kimchi. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **20**(3), 233(1991)
- 신선영 : 김장김치와 양념사용. 식품과 영양, **5**(4),

- 27(1984)
34. 유은주, 신말식, 전덕영, 홍윤호, 임현숙 : 마늘첨가량을 달리한 김치의 펙틴질의 변화. 한국조리과학회지, **4**(1), 59(1988)
 35. 조남철, 전덕영 : 김치에서 분리한 호기성세균의 생육에 대한 마늘의 영향. 한국식품과학회지, **20**(3), 357(1988)
 36. 菅林昭, 菊池久壽郎 : 浸漬製造時の オソンの 利用. 新潟食品研究報, **21**, 17(1986)
 37. 김미정, 김미경, 오영애, 김미향, 김순동 : 김치담금재료의 미생물 오염상태와 오존처리효과. 효성여자대학교 식품과학지, **4**, 61(1992)
 38. 이춘녕, 조재선 : 김치제조 및 연구사. 한국음식문화연구논총, **1**, 193(1988)
 39. 박희옥, 김기현, 윤선 : 김치재료에 존재하는 pectin esterase, polygalacturonase 및 peroxidase 특성에 관한 연구. 한국식품과학회지, **7**(4), 443(1990)
 40. 이태영, 김점식, 정동효, 김호식 : 김치의 성분에 관한 연구. 제 2보 김치숙성과정에 있어서의 비타민 함량의 변화. 고연회보, **5**(1), 43(1960)
 41. 노완섭, 허유행, 오형근 : 김치의 발효숙성에 관여하는 미생물의 소장에 관한연구. 서울보건전문대 논문집, **1**, 15(1981)
 42. 정귀화, 이혜수 : 숙성기간에 따른 무우김치의 텍스처와 섬유소, 헤미셀룰로오스, 펙틴질의 함량변화. 한국조리과학회지, **2**(2), 68(1986)
 43. 유형근, 김기현, 윤선 : 김치의 저장성에 미치는 발효성 당의 영향과 shelf-life 예측모델. 한국식품과학회지, **24**(2), 107(1992)
 44. 신승렬, 하유덕, 김진구, 김순동, 김광수 : 감과실의 성숙과 추종의 β -galactosidase 활성변화 및 특성. 한국영양식량학회지, **9**(6), 605(1990)
 45. 김순동, 윤수홍, 강명수, 박남숙 : 고추과실 세포벽 다당류의 연화에 따른 변화. 한국영양식량학회지, **15**(2), 165(1986)
 46. 김순동, 장경숙, 오영애, 김미정, 강명수, 이명숙, 김미향 : *Lactobacillus acidophilus*가 생성하는 β -galactosidase의 성질. 한국영양식량학회지, **21**(1), 54(1992)
 47. 김순동, 장경숙, 오영애, 김미정, 정용진 : *Lactobacillus acidophilus*가 생성하는 polygalacturonase의 성질. 한국영양식량학회지, **20**(5), 488(1991)

(1992년 12월 26일 접수)