

발효 조건과 저장기간에 따른 나박김치의 특성 변화

임수연 · 이혜란 · 이종미
이화여자대학교 식품영양학과
(2005년 6월 30일 접수)

Quality Changes of Nabak Kimchi During Storage with Different Levels of Fermentation

Su Youn Lim, Hye Ran Lee, and Jong Mee Lee

Department of Food and Nutrition, Ewha Womans University

(Received June 30, 2005)

Abstract

To determine the effect of different fermentation level on the quality of Nabak Kimchi during storage, this study was carried by analysing the result of physico-chemical properties, microbiological characteristics and sensory evaluation of Nabak Kimchi stored up to 24 days. For the physico-chemical properties, pH, total acidity, reducing sugar, carbon dioxide contents, color values were investigated while for the microbiological characteristics, total microbial counts and lactic acid bacteria were studied. Nabak Kimchi products were fermented at six different level of temperature and time and stored in Kimchi refrigerator at 4°C for 24 days. As the storage period increased, the pH values of LF15, SF25 and LF25 decreased rapidly after initial fermentation and the pH values of SF4, LF4 and SF15 increased slightly in the beginning and then decreased. total acidity increased as storage period proceeded. the amount of reducing sugar was 4.92 mg/ml before fermentation and increased significantly and reached its maximum values then decreased. lightness and redness of Nabak Kimchi decreased as storage period became longer, but yellow of Nabak Kimchi increased during storage. Total microbial counts of SF25 and LF25 reached to the highest at the 6th day and total microbial counts of LF15 reached to the highest at the 12th day and then significantly decreased. However, total microbial counts of SF4, LF4 and SF15 continuously increased up to the 24th day. The number of lactic acid bacteria was similar to the phase of the change of total microbial counts.

Key Words : Nabak Kimchi, carbon dioxide contents

1. 서론

우리나라의 김치 발달 형태를 보면 삼국시대까지 무, 가지, 죽순 등을 소금, 소금과 누룩 또는 술지게미에 절이던 장아찌 형태의 것에 머물던 김치류가 신라, 고려에서 전대의 장아찌 형태와 동치미, 나박김치류로 분화, 발달되었다¹⁾. 무김치는 조선시대에 들어와서 나박김치, 동치미, 총각김치, 무청김치 등의 형태로 등장하는데 그 가운데 나박김치나 동치미는 오늘날의 국물김치로 더욱 발달된 것으로 보인다²⁾. 김치는 발효 숙성 과정에서 성분의 변화가 pH, 산도, 환원당 등의 이화학적 변화와 미생물학적 변화를 일으키고, 이러한 변화를 통해서 김치의 숙성도를 알아 볼 수 있다^{3),4)}. 강⁵⁾과 신⁶⁾은 김치의 적숙기는 발효정도와 관계가 있고, 발효온도와 발효 시간에 따라 관여하는 균이 달라지며 발효 양상과 김치의 맛도 염도보다는 발효온도와 저장온도

에 따라 더 영향을 받는다고 보고하였다. 김⁷⁾은 김치의 숙성에 영향을 미치는 인자 중 식염의 종류와 농도보다는 숙성온도가 더욱 큰 영향을 끼친다고 하였다. 현재까지 발효 온도와 발효 시간에 따른 김치의 변화를 본 최⁸⁾의 연구에서 열무 물김치를 4, 15, 30°C에서 24시간 초기 발효 시킨 후 4, 15, 30°C에서 각각 저장하였을 때, 15, 30°C에서 24시간 숙성 후 4°C에서 저장시키는 것이 맛있는 김치를 오랜 기간 먹을 수 있다고 하였다. 김⁹⁾은 깍두기를 20°C에서 12, 24, 36시간 초기 발효 시킨 후 각각 4°C에서 저장했을 때, 20°C에서 36시간 숙성시킨 후 4°C에서 발효 시킨 처리구가 품질이 우수하였다고 보고한 바 있다. 그러나 나박김치의 경우 맛에 영향을 미치는 발효 시간과 발효 온도를 달리하여 초기 발효, 숙성 시킨 후 저장 중의 이화학적, 미생물학적 및 관능적 변화를 본 연구는 아직 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 나박김치의 발효조건을 달리하여 숙성

시킨 후 저장하면서 그 특성의 변화를 살펴보았다. 이를 위하여 발효온도는 우리나라 봄·가을 평균온도(15℃), 여름 평균온도(25℃), 겨울 평균온도(4℃)로 하였으며, 발효 시간은 12시간, 24시간으로 달리하여 숙성시킨 나박김치를 4℃에서 24일간 저장하면서 각 처리군의 pH, 산도, 환원당, CO₂, 색도 및 미생물학적 특성과 관능적 특성 변화를 조사하였고, 이 결과를 통해 나박김치의 적합한 초기 발효 온도와 시간을 확립하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 나박김치 재료 중 무, 배추, 쪽파, 홍고추, 풋고추, 마늘, 생강은 2004년 8월 서울 대현동 소재 농협 하나로 마트에서 실험 당일 구입하여 사용하였다. 부재료인 고춧가루는 안동일직농업협동조합제품, 소금은 99% 정제염(주식회사 한주)을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 실험 설계

본 연구는 초기 발효 시간과 발효 온도를 달리하여 제조한 나박김치의 초기 발효 조건에 따른 변화를 알아보고자, 실험 처리군을 4℃-12시간 발효군(SF4, 이하 SF4 라 함), 4℃-24시간 발효군(LF4, 이하 LF4 라 함), 15℃-12시간 발효군(SF15, 이하 SF15 라 함), 15℃-24시간 발효군(LF15, 이하 LF15 라 함), 25℃-12시간 발효군(SF25, 이하 SF25 라 함), 25℃-24시간 발효군(LF25, 이하 LF25 라 함)으로 설정하였고(Table 1), 각각의 실험 처리군은 4℃ 김치 전용냉장고에 저장하면서 이화학적, 미생물학적 및 관능적 특성 변화를 살펴보았다.

<Table 1> Different level of fermentation temperature and time of Nabak Kimchi

Fermentation time	Fermentation temperature		
	4℃	15℃	25℃
12h	SF4 ¹⁾	SF15 ²⁾	SF25 ³⁾
24h	LF4 ⁴⁾	LF15 ⁵⁾	LF25 ⁶⁾

- 1) SF4 (Short period Fermentation 4℃)
: Nabak Kimchi fermented at 4℃ for 12hours
- 2) SF15 (Short period Fermentation 15℃)
: Nabak Kimchi fermented at 15℃ for 12hours
- 3) SF25 (Short period Fermentation 25℃)
: Nabak Kimchi fermented at 25℃ for 12hours
- 4) LF4 (Long period Fermentation 4℃)
: Nabak Kimchi fermented at 4℃ for 24hours
- 5) LF15 (Long period Fermentation 15℃)
: Nabak Kimchi fermented at 15℃ for 24hours
- 6) LF25 (Long period Fermentation 25℃)
: Nabak Kimchi fermented at 25℃ for 24hours

2) 시료 제조

나박김치의 제조를 위한 재료 배합과 담금 공정은 강¹⁰⁾, 강¹¹⁾과 장¹²⁾의 방법을 예비실험을 통해 변형하여 사용하였다. 이때 염 농도는 2%, 담금물 온도는 25℃로 결정하였다.

무는 깨끗이 씻어 사방 3cm, 두께 2mm의 크기로 썰어서 사용하였다. 배추는 겉잎의 4~5번째까지 떼어내어 흰 부분만 사방 3cm 크기로 썰어서 사용하였다. 홍고추, 풋고추는 반을 갈라 씨를 빼고 3cm의 길이로 채를 썰어 사용하였다. 쪽파는 3~4cm 길이로 썰었다. 마늘, 생강은 얇게 저며서 사용하였다. 나박김치는 물 4L에 고춧가루 5g을 멸균한 2겹의 gauze 로 짜서 고춧가루 물을 내리고, 소금 86g을 잘 녹이고, 홍고추 즙과 무즙을 첨가하여 나박김치 국물을 만들었다. 여기에 준비한 재료를 <Table 2>와 같은 비율로 하여 나박김치를 담그고 유리병에 담았다.

3) 이화학적 특성 분석

(1) pH 및 총산도

pH는 pH meter(Mettler delta 320, Mettler Toledo Ltd, Halstead, Co 9, 2DX, England)를 사용하여 측정하였다. 이때 나박김치 국물 50ml를 이용하였고, pH는 실온에서 측정하였다. 총산도는 나박김치 국물 50ml를 취하여 pH 8.3이 될 때까지 0.1N-NaOH로 적정하였다. 이때 소요된 0.1N-NaOH의 양을 다음의 식에 따라 젖산(% lactic acid)으로 환산하여 총산도를 나타내었다¹³⁾.

$$\text{Acidity (\%)} = \frac{\text{mL of 0.1N NaOH} \times \text{NaOH factor} \times 0.009}{\text{Weight of sample (ml)}} \times 100$$

(2) 환원당

환원당은 표준곡선 안에 당농도가 들어오게 희석한 후 DNS(dinitro salicylic acid)방법¹⁴⁾으로 분석하였다. 이때 표준물질로 glucose를 사용하였다.

(3) 용존 CO₂함량

A.O.A.C. 방법¹⁵⁾을 약간 개량하여 사용하였다¹⁶⁾. 즉 500ml 증류 flask에 나박김치 국물 100g을 담고 분액깔때기에는 acid-

<Table 2> Ingredients of Nabak Kimchi

Ingredients	Quantity(g)
Radish	1200
Korean cabbage	500
Red pepper	30
Green pepper	20
Green onion	100
Galic	50
Ginger	10
NaCl	86
Powdered red pepper	5
Water	4000
Radish juice	250
Red pepper juice	250

phosphate 용액 60ml를 넣었다. Acid-phosphate 용액은 20g의 $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 를 물에 녹이고 3ml의 H_3PO_4 를 가한 다음 100ml로 정용한 것이다. 처음 두개의 receiver에는 각각 0.25M NaOH 50ml 씩을 넣고 마지막 receiver에는 0.25M NaOH 25ml와 0.1M BaCl_2 용액 25ml를 넣었다. Vacuum line을 천천히 열고 acid-phosphate 용액을 flask에 한 방울씩 떨어뜨리면서 acid와 시료가 잘 섞이도록 흔들어 주었다. 1시간 정도 가열하여 첫 receiver의 윗부분이 따뜻해졌을 때 용액이 역류하지 않도록 주의하면서 vacuum line을 잠기고 CO_2 가 흡수된 receiver와 tube 안의 용액을 모두 삼각 flask에 옮겼다. 여기에 BaCl_2 용액 50ml를 첨가하여 BaCO_3 의 흰 침전을 만들고 이것을 정량용 여과지(Whatman No.4)로 여과한 후 50°C oven에서 24시간 말려 그 무게를 측정하고 다음의 식에 의해 계산하였다. 그리고 바탕실험(blank test)을 행하여 결과를 보정하였다.

$$\text{CO}_2(\text{mg/시료 } 100\text{g}) = \text{BaCO}_3\text{중량}(\text{mg}) \times 44.01 / 197.35$$

(4) 색도

나박김치 국물의 색도는 시료를 여과지(Whatman No.4)를 사용하여 그 여액을 투명한 cell(5.5cm × 5.5cm × 2.5cm)에 담아 색도계(Colorimeter, Color QUEST II, Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, U.S.A.)를 이용하여, L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다.

4) 미생물학적 특성 분석

총균수는 무균적으로 나박김치 국물을 1ml를 취하여 0.85% saline으로 단계 희석하여 시료로 사용하였다. 시료를 PCA(Plate Count Agar Difco co. USA)배지에 1ml씩 pouring culture method로 접종한 다음 30°C에서 72시간 배양하여 형성된 colony를 계수하였다^{17,18)}. 젖산균수는 무균적으로 나박김치 국물을 1ml를 취하여 0.85% saline으로 단계 희석하여 시료로 사용하였다. 시료를 젖산균 분리용 배지(MRS Agar, Difco co. USA)에 1ml씩 pouring culture method로 접종한 다음 30°C에서 72시간 배양하여 형성된 colony를 계수하였다^{17,18)}.

5) 관능적 특성 평가

발효 온도 및 발효시간을 달리하여 숙성시킨 나박김치를 4°C에서 24일간 저장하면서 6회에 걸쳐 이화여자대학교 식품영양학과 대학원생으로 구성된 8명의 훈련된 관능검사원을 통하여 나박김치의 풋내(Green flavor), 짠맛(Saltiness), 신맛(Sourness), 탄산미(Carbonated flavor), 이취(Off flavor)의 5가지 특성에 대하여 관능 특성 평가를 실시하였다. 각 특성 평가는 15점 척도법을 사용하여 특성의 강도가 약한 것을 1, 특성의 강도가 강한 것을 15로 하여 평가하도록 하였다.

6) 통계 처리

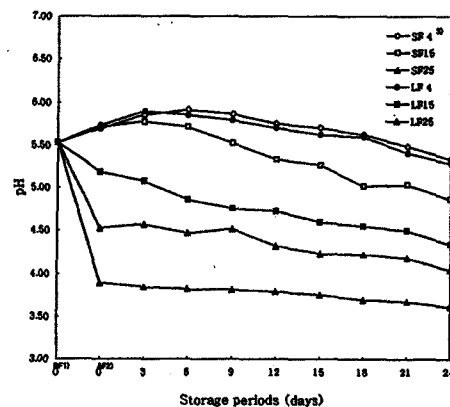
모든 이화학적 및 미생물학적 실험은 3회 반복을 하였으며, 나박김치 시료간의 이화학적, 미생물학적 및 관능적 특성 차이

를 검증하기 위하여 SAS package (Version 8.0, 1999 Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA)¹⁹⁾를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 시료간의 유의적인 차이를 검증하기 위하여 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

II. 결과 및 고찰

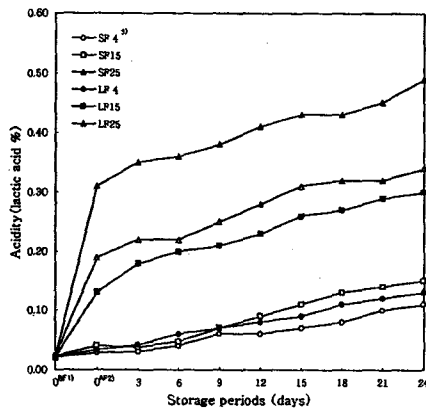
1) pH 및 총산도

나박김치의 pH는 (Fig. 1)에 나타난 것과 같이 초기 발효 직후 SF4, LF4, SF15의 pH는 처리군 간의 유의적인 차이가 없었고, 다른 세 처리군 중 LF25의 pH가 유의적으로 가장 낮았고 SF25, LF15 순으로 pH가 낮았다. 저장 24일 동안 SF25, LF25, LF15의 pH는 감소하였고, SF4, LF4, SF15의 pH는 초기에 상승하다가 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하였다. 이는 오²⁰⁾의 염농도 2%로 제조한 물김치를 4°C에서 발효, 숙성한 결과, 물김치의 pH가 발효 초기에 약간 상승하였다가 발효가 진행됨에 따라 점차 감소하였다는 보고와 유사한 경향이였다. 저장 초기에 pH의 상승은 삼투현상에 의해 재료로부터 수분이 용출되어 나박김치 국물에 들어있는 H⁺ 이온의 농도가 낮아져 pH가 상승한 것으로 보인다. 저장 24일 동안 SF4, LF4, SF15의 pH는 숙성 시의 적정 pH인 4.3~4.5 부근²¹⁾에 도달하지 못하였고, LF25는 발효직후 이미 적숙기의 pH보다 낮아져서 과발효되었음을 알 수 있었다. SF25는 저장 6일, SF15는 저장 21일에 숙성 시의 적정 pH에 도달하였다. 나박김치의 총산도는 (Fig. 2)에 나타난 것과 같이 초기 발효 직후 SF4, LF4, SF15의 세 처리군 간에 유의적인 차이는 없었고, LF25의 총산도가 처리군 중에 유의적으로 가장 높았으며 SF25, LF15 순으로 유의적으로 높았다. 총산도의 변화는 저장 24일 동안 모든 처리군에서 증가하는 경향을 나타내었다. 저장 24일 동안 SF4, LF4, SF15의 총산도 변화량은 LF15, SF25, LF25의 총산도 변화량보다



<Fig. 1> Changes of pH in Nabak Kimchi fermented at different level of temperature and time

1) 0^{BF} : Before Fermentation
 2) 0^{AF} : After Fermentation
 3) Abbreviations: See Table 1.



<Fig. 2> Changes of acidity in Nabak Kimchi fermented at different level of temperature and time

- 1) 0^{BF} : Before Fermentation
- 2) 0^{AF} : After Fermentation
- 3) Abbreviations: See Table 1.

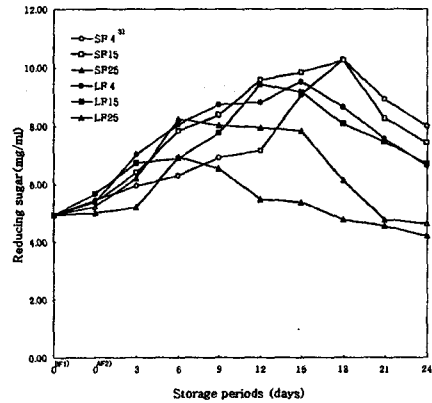
적었다. 이는 저온 발효 처리군인 SF4, LF4, SF15가 고온 발효 처리군인 LF15, SF25, LF25에 비해 발효가 충분히 이루어지지 않아 숙성 초기에 젖산균이 증식하지 못하고 그 결과 산의 생성이 적었으며, 배추나 무로부터 수분이 용출되어 산도가 완만하게 증가한 것으로 사료된다. 이는 낮은 온도에서 발효시켰을 때 산도가 완만하게 증가하였다는 류²²⁾의 결과와도 일치하였다. 김²³⁾의 연구결과에서와 같이 김치 발효 중에 총산도가 증가하는 현상은 모든 유기산이 생성되어 증가하기 때문이며, 이 때 생성된 유기산이 김치의 맛에 영향을 주게 되는 것으로 보인다.

2) 환원당의 변화

나박김치의 환원당 함량의 변화는 <Fig. 3>에 나타난 것과 같이 담금 직후 나박김치의 환원당 함량은 4.92mg/ml 이었고, 초기 발효 직후 LF15가 유의적으로 가장 많았으며 SF4, LF4, SF15 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았고, LF25의 환원당 함량이 유의적으로 가장 적었다. 환원당 함량은 모든 처리군에서 저장 기간에 따라 유의적으로 증가하다가 최대치를 보이고 감소하였다. 조²⁴⁾는 김치 발효 중 젖산발효균 등 미생물의 작용으로 lactic acid, acetic acid, alcohol, carbon dioxide 및 그 외 여러 가지 물질들로 변하기 때문에 김치가 익어감에 따라 환원당 함량이 적어진다고 하였다. 그러므로 환원당 함량은 최종산도와 반비례하는 결과를 보이는 것이라 하였다^{25),26)}. 저장 중 나박김치의 환원당이 증가하였다가 감소하는 것은 무와 배추의 펙틴질이 자가 효소에 의해 분해되어 당을 형성하기 때문에 증가하다가 발효가 진행되면서 미생물이 번식하여 생성된 당을 영양원으로 이용하기 때문에 당이 감소하는 것으로 생각된다²⁷⁾. 즉, 환원당 함량의 차이는 발효 숙성 중의 미생물의 생성에 의한 차이로 생각된다.

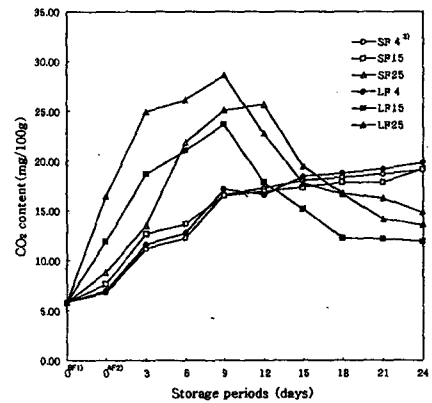
3) 용존 CO₂ 함량의 변화

나박김치의 용존 CO₂ 함량은 <Fig. 4>에 나타난 것과 같이



<Fig. 3> Changes of reducing sugar in Nabak Kimchi fermented at different level of temperature and time

- 1) 0^{BF} : Before Fermentation
- 2) 0^{AF} : After Fermentation
- 3) Abbreviations: See Table 1.



<Fig. 4> Changes of CO₂ content in Nabak Kimchi fermented at different level of temperature and time

- 1) 0^{BF} : Before Fermentation
- 2) 0^{AF} : After Fermentation
- 3) Abbreviations: See Table 1.

초기 발효 직후 LF25의 값이 유의적으로 가장 많았으며, SF4, LF4, SF15는 처리군 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. SF25와 LF25의 용존 CO₂ 함량은 각각 저장 12일, 저장 9일에 최대치를 나타낸 후에 유의적으로 감소하였고, LF15의 용존 CO₂ 함량은 저장 9일에 최대치를 나타낸 후에 감소하였고, 저장 초기에 빠르게 증가하였다. 반면 SF4, LF4, SF15의 용존 CO₂ 함량은 저장 24일까지 계속하여 증가하는 경향을 나타내었다. 이^{28), 29)}에 의하면 젖산균에 의한 혐기적 발효로 생성되는 탄산가스가 탄산이 되어 국물과 조식 내로 스며들어 발효 과정 중 생성되는 저분자 물질들과 함께 시원한 맛을 주는 근원을 이루게 된다고 하였다. 본 실험에 의하면 발효온도가 높고 발효시간이 긴 처리군의 용존 CO₂ 함량이 발효온도가 낮고 발효시간이 짧은 처리군에 비하여 더 빠른 기간에 최대치에 달해 시원한 맛을 빠른 기일 내에 제공할 수 있는 것으로 나타났다. 반면 발효

온도가 낮고 발효 시간이 짧은 처리군은 저장기간이 길어질수록 용존 CO₂ 함량이 증가하여 장기간 저장시 시원한 맛을 제공할 수 있을 것이라 생각된다. 25℃에서 초기 발효 시킨 처리군은 환원당이 6일경에 최대였다가 감소하였으며, 용존 CO₂ 함량은 저장 9일경부터 최대였다가 감소하는 경향을 보였고, 이는 발효가 진행되면서 미생물이 번식하여 생성된 당을 영양원으로 이용하기 때문에 당은 감소하면서 미생물군의 성장과 관계가 있는 용존 CO₂ 함량은 증가한 것³⁰⁾으로 생각되고, 발효 적숙기를 지나면 미생물의 수가 감소하고 환원당 함량의 감소와 더불어 용존 CO₂ 함량이 감소하는 것으로 생각된다.

4) 색도의 변화

나박김치의 색도 변화는 <Table 3>에서 초기 발효 후 SF4와

SF15의 명도는 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 다른 처리군에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 적색도는 초기 발효 후 모든 처리군들이 유의적으로 차이를 나타내었다. 황색도는 SF25와 LF25가 다른 처리군에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 모든 처리군에서 명도와 적색도는 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하고, 황색도는 증가하였다. 이는 담금 직후의 나박김치는 투명한 상태로 명도가 높으나 발효가 진행됨에 따라 미생물의 작용으로 가용성 물질들이 생성되어 이들이 빛의 투과를 방해하여 명도가 감소하는 것으로 생각된다. 나박김치의 적색도는 저장 기간 동안 소금이 무로 침투되고 무에서 나오는 수분이 용출되어 담금 직후보다 점차 적색도가 감소하는 것으로 생각되며, 발효가 진행되면서 총산도의 증가로 인해 엷록소가 황색으로 변하여 황색도가 증가한 것으로 생각된다.

<Table 3> Changes of Hunter color values¹⁾ (L, a, b) in Nabak kimchi juice fermented at different combination of temperature and time, and stored at 4°C for 25days

Color values	Days	Treatments					
		SF4 ⁶⁾	SF15	SF25	LF4	LF15	LF25
L ²⁾	N.F.5)	86.06 ^A	86.06 ^A	86.06 ^A	86.06 ^A	86.06 ^A	86.06 ^A
	0	85.18 ^{aB}	85.62 ^{aB}	82.61 ^{bcB}	82.94 ^{bB}	83.12 ^{bB}	82.09 ^{cB}
	3	83.25 ^{aC}	82.90 ^{abcB}	82.54 ^{abcB}	82.50 ^{abcB}	81.70 ^{cC}	82.08 ^{bcB}
	6	82.83 ^{aD}	82.90 ^{abd}	81.04 ^{cC}	82.78 ^{aB}	81.05 ^{cC}	81.05 ^{cC}
	9	81.60 ^{aE}	82.27 ^{bE}	80.57 ^{bD}	81.63 ^{aC}	81.07 ^{abcC}	80.51 ^{bD}
	12	80.91 ^{aF}	80.44 ^{aF}	78.97 ^{bE}	80.63 ^{aD}	79.60 ^{bD}	78.82 ^{bE}
	15	79.61 ^{aG}	79.47 ^{bG}	78.07 ^{dF}	79.27 ^{cE}	79.18 ^{cD}	76.88 ^{eF}
	18	79.51 ^{aH}	79.07 ^{bH}	77.60 ^{dG}	78.07 ^{cF}	77.78 ^{cdE}	76.66 ^{eFG}
	21	78.92 ^{aI}	78.08 ^{bI}	77.09 ^{dH}	77.70 ^{bcF}	77.45 ^{cdE}	76.14 ^{eG}
24	78.04 ^{aJ}	77.83 ^{bcJ}	76.10 ^{dI}	78.03 ^{abF}	77.65 ^{cE}	76.12 ^{dG}	
a ³⁾	N.F.	10.93 ^A	10.93 ^A	10.93 ^A	10.93 ^A	10.93 ^A	10.93 ^A
	0	10.72 ^{bB}	10.55 ^{cB}	9.58 ^{eB}	10.89 ^{aB}	10.07 ^{dB}	9.03 ^{fB}
	3	10.69 ^{aBC}	10.22 ^{bc}	8.93 ^{dDE}	10.63 ^{aC}	9.89 ^{cBCD}	8.88 ^{dB}
	6	10.62 ^{aCD}	10.18 ^{abcd}	9.55 ^{cB}	10.60 ^{aC}	9.94 ^{bcBC}	8.89 ^{dB}
	9	10.60 ^{aD}	10.01 ^{bDE}	9.35 ^{cBC}	10.50 ^{aC}	9.93 ^{bcBC}	8.78 ^{dB}
	12	10.57 ^{aD}	9.93 ^{bEF}	9.25 ^{bcBCD}	10.50 ^{aC}	9.33 ^{bcEF}	8.79 ^{cBC}
	15	10.57 ^{aD}	9.92 ^{bEF}	9.10 ^{cDE}	10.51 ^{aC}	9.69 ^{bCDE}	8.72 ^{dCD}
	18	10.35 ^{aE}	9.80 ^{bFG}	9.25 ^{dBCD}	10.27 ^{aD}	9.49 ^{cDE}	8.84 ^{dB}
	21	10.26 ^{aF}	9.71 ^{bG}	9.06 ^{cDE}	10.25 ^{aD}	9.51 ^{bcDE}	8.48 ^{dD}
24	10.21 ^{aF}	9.35 ^{bH}	8.85 ^{cC}	10.20 ^{aD}	9.05 ^{cF}	7.85 ^{dE}	
b ⁴⁾	N.F.	6.54 ^G	6.54 ^I	6.54 ^I	6.54 ^H	6.54 ^G	6.54 ^H
	0	7.98 ^{eF}	8.15 ^{cdH}	8.40 ^{bH}	8.04 ^{deG}	8.27 ^{bcF}	8.61 ^{aG}
	3	8.05 ^{dF}	8.17 ^{cdH}	8.47 ^{abH}	8.18 ^{cdF}	8.33 ^{bcF}	8.65 ^{aG}
	6	8.24 ^{eE}	8.47 ^{dG}	8.83 ^{cG}	9.25 ^{aA}	8.50 ^{dF}	8.94 ^{bE}
	9	8.36 ^{dE}	8.62 ^{cF}	9.27 ^{aF}	8.35 ^{dE}	8.81 ^{bE}	9.27 ^{aD}
	12	8.55 ^{dD}	8.78 ^{cE}	9.59 ^{aE}	8.52 ^{dD}	9.27 ^{bD}	9.60 ^{aD}
	15	8.85 ^{dC}	9.27 ^{cD}	9.83 ^{bD}	8.81 ^{dC}	9.27 ^{cD}	10.15 ^{aC}
	18	9.03 ^{dB}	9.70 ^{cC}	10.08 ^{bC}	9.06 ^{dB}	9.70 ^{cC}	10.29 ^{aBC}
	21	9.08 ^{cB}	9.84 ^{bB}	10.23 ^{aB}	9.19 ^{cA}	10.17 ^{bB}	10.34 ^{aB}
24	9.26 ^{dA}	10.10 ^{cA}	10.48 ^{abA}	9.31 ^{dA}	10.45 ^{bA}	10.59 ^{aA}	

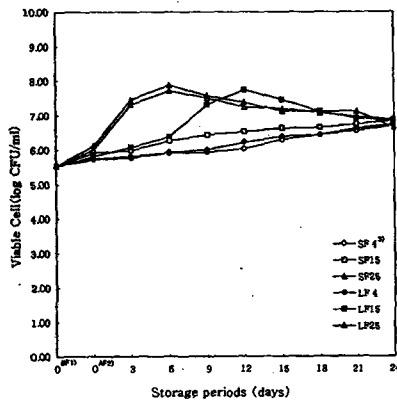
1) Means of 3 replications, respectively. Values represent mean
 2) L : lightness (1 ↔ 100)
 3) a : (+) redness / (-) greenness (-60 ↔ +60)
 4) b : (+) yellowness / (-) blueness (-60 ↔ +60)
 5) N.F. : Not fermented
 6) Abbreviations: See Table 1.
 7) a~e Means with the same superscript in a row are not significantly different at p <0.05.
 8) A~I Means with the same superscript in a column are not significantly different at p <0.05.

5) 총균수와 젖산균수의 변화

나박김치의 총균수와 젖산균수는 <Fig. 5, 6>에 나타난 것과 같이 초기 발효 직후 LF25가 유의적으로 가장 많았으며 SF4와 LF4는 두 처리군 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았고, SF4와 LF4는 처리군 중에 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다. SF25와 LF25의 총균수는 저장 6일에 최대치를 나타내었고, LF15의 총균수는 저장 12일 최대치를 나타낸 후에 유의적으로 감소하였다. 반면, SF4, LF4, SF15의 총균수는 저장 24일까지 계속해서 증가하는 경향을 나타내었으며 이는 총균수가 최대치까지 도달하지 못했기 때문이라고 생각된다. 젖산균수는 총균수의 변화 양상과 유사하였으며 젖산균수의 증가가 총균수 증가의 주원인으로 생각된다.

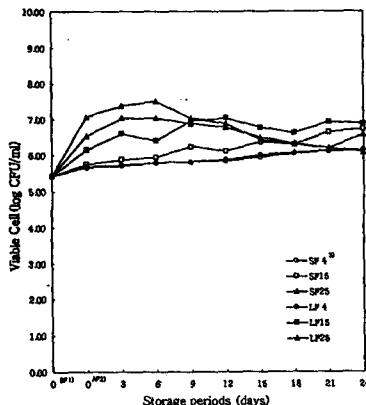
6) 관능적 특성변화

나박김치의 관능적 특성 분석 결과는 <Table 4>와 같다. 초



<Fig. 5> Changes of total microbial counts in Nabak kimchi fermented at different level of temperature and time

- 1) 0^{BF} : Before Fermentation
- 2) 0^{AF} : After Fermentation
- 3) Abbreviations: See Table 1.



<Fig. 6> Changes of lactic acid bacteria in Nabak kimchi fermented at different level of temperature and time

- 1) 0^{BF} : Before Fermentation
- 2) 0^{AF} : After Fermentation
- 3) Abbreviations: See Table 1.

기 발효 직후 SF4, LF4, SF15의 풋내(Green flavor)는 처리군 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았고, LF25가 가장 낮게 평가되었다. 짠맛(Saltiness)은 초기 발효 직후 SF4, LF4, SF15와 LF15의 네 처리군 간에 유의적인 차이가 없었고, SF25와 LF25는 유의적으로 다른 처리군에 비해 낮게 평가되었다. 신맛(Sourness)과 탄산미(Carbonated flavor)는 초기 발효 직후 LF25가 유의적으로 다른 처리군에 비해 가장 높게 평가되었고, SF4, LF4, SF15는 처리군 간에 유의적인 차이가 없었다. 초기 발효 직후 SF25와 LF25의 이취(Off flavor)는 다른 처리군에 비해 유의적으로 높게 평가되었고, SF4, LF4, SF15와 LF15의 이취(Off flavor)는 처리군 간에 유의적인 차이가 없었다. 풋내(Green flavor)와 짠맛(Saltiness)은 전 처리군에서 저장기간에 따라 유의적으로 낮게 평가되었다. 신맛(Sourness)은 풋내, 짠맛이 저장기간이 길어짐에 따라 감소한 것과는 달리 저장 기간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 탄산미(Carbonated flavor)는 발효초기에는 강한 풋내와 덜 익은 맛으로 인하여 낮게 나타나지만, 저장 기간이 길어질수록 유의적으로 증가하였다. 이취(Off flavor)는 신맛과 같은 경향으로 저장 기간이 길어질수록 높게 평가되었다. 발효초기에는 풋내가 강하여 다른 냄새들이 가려지는 것으로 생각되며, LF25는 저장 0일부터 적숙기가 지나 신맛과 이취가 다른 처리군에 비하여 유의적으로 높았다. SF4, LF4, SF15는 저장 기간 동안 적숙기에 도달하지 못하여 풋내는 높고 탄산미는 낮게 나왔고 SF25, LF15는 저장 기간 동안 풋내, 이취는 낮은 수준을 유지하면서 탄산미는 높게 나타났다. 관능적 특성 결과에서 초기 발효 조건으로 25℃에서 24시간 발효시킨 나박김치(LF25)의 경우 과숙을 일으키며, 4℃에서 12시간, 24시간 발효시킨 나박김치(SF4, LF4)와 15℃에서 12시간 발효시킨 나박김치(SF15)의 경우 적숙기에 도달하는데 오랜 시간이 소요되며 최적 상태의 발효에 다다르기 전에 이상 발효취를 보였다.

IV. 요약

본 연구는 나박김치를 초기 발효 시킨 후 김치 냉장고에 저장하면서 먹을 경우 가장 적합한 초기 발효 조건을 결정하기 위하여 수행되었다. 이를 위하여 발효 온도는 4℃, 15℃, 25℃로, 발효 시간은 12시간, 24시간으로 달리하여 초기 발효시킨 나박김치를 4℃에서 저장하면서 이화학적, 미생물학적 및 관능적 특성 변화를 조사하였다.

저장 24일 동안 SF25, LF25, LF15의 pH는 감소하는 경향을 나타내었고, SF4, LF4, SF15의 pH는 초기에 상승하다가 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 적숙기의 pH 4.3~4.5 부근에 도달하는데 SF25는 저장 6일, LF15는 저장 21일 정도 소요되었다. 총산도는 초기 발효 직후 SF4, LF4, SF15의 세 처리군 간에 유의적인 차이는 없었고, 다른 처리군인 LF25의 총산도가 처리군 중에 유의적으로 가장 높았으며 SF25, LF15 순으로 유의적으로 높았다. 환원당 함량은 모든

<Table 4> Sensory evaluation scores of Nabak Kimchi fermented at different level of temperature and time¹⁾

Storage periods (days)	Green flavor					
	SF4 ⁴⁾	SF15	SF25	LF4	LF15	LF25
0BF ²⁾	13.38 ± 1.19 ^A	13.38 ± 1.19 ^A	13.38 ± 1.19 ^A	13.38 ± 1.19 ^A	13.38 ± 1.19 ^A	13.38 ± 1.19 ^A
0AF ³⁾	12.00 ± 1.41 ^{aB}	10.00 ± 0.76 ^{bB}	3.25 ± 1.04 ^{dB}	11.00 ± 1.07 ^{abB}	7.00 ± 0.76 ^{cB}	2.63 ± 0.74 ^{dB}
6	11.38 ± 1.41 ^{aBC}	9.75 ± 1.91 ^{bB}	3.13 ± 0.99 ^{dBC}	10.38 ± 1.51 ^{abBC}	6.38 ± 1.74 ^{cBC}	2.38 ± 1.06 ^{dB}
12	10.50 ± 1.51 ^{aC}	9.13 ± 1.25 ^{bB}	3.00 ± 0.93 ^{dBC}	9.50 ± 1.51 ^{abC}	5.88 ± 1.13 ^{cd}	1.38 ± 0.52 ^{cC}
18	7.88 ± 1.25 ^{aC}	7.50 ± 0.89 ^{aC}	2.13 ± 1.25 ^{cd}	7.63 ± 0.74 ^{aD}	4.88 ± 1.55 ^{bD}	1.13 ± 0.35 ^{dC}
24	6.25 ± 1.04 ^{aE}	6.38 ± 1.06 ^{aC}	1.25 ± 1.46 ^{cd}	6.88 ± 1.64 ^{aD}	3.63 ± 0.74 ^{bE}	1.13 ± 0.35 ^{cC}
Storage periods (days)	Saltiness					
	SF4 ⁴⁾	SF15	SF25	LF4	LF15	LF25
0BF ²⁾	12.25 ± 1.89 ^A	12.25 ± 1.89 ^A	12.25 ± 1.89 ^A	12.25 ± 1.89 ^A	12.25 ± 1.89 ^A	12.25 ± 1.89 ^A
0AF ³⁾	10.75 ± 1.04 ^{abB}	10.38 ± 0.92 ^{bB}	6.75 ± 1.71 ^{cB}	11.50 ± 1.20 ^{aA}	10.00 ± 1.76 ^{bB}	5.75 ± 0.71 ^{cB}
6	10.50 ± 0.93 ^{abB}	10.25 ± 1.58 ^{bB}	6.00 ± 1.31 ^{cBC}	11.38 ± 1.77 ^{aA}	9.88 ± 1.25 ^{bB}	5.13 ± 2.10 ^{cB}
12	8.75 ± 0.89 ^{abC}	7.36 ± 1.19 ^{bcC}	5.39 ± 1.85 ^{cC}	9.00 ± 1.20 ^{ab}	7.38 ± 1.30 ^{cC}	4.75 ± 0.89 ^{dBC}
18	7.75 ± 1.60 ^{abc}	7.25 ± 1.41 ^{abcd}	5.13 ± 2.45 ^{cC}	8.00 ± 1.60 ^{ab}	6.63 ± 2.07 ^{bc}	3.75 ± 1.31 ^{dCD}
24	6.5 ± 0.93 ^{aD}	6.25 ± 1.04 ^{aD}	4.88 ± 1.83 ^{bc}	6.75 ± 1.71 ^{ab}	5.25 ± 1.71 ^{bD}	3.14 ± 0.69 ^{cD}
Storage periods (days)	Soumess					
	SF4 ⁴⁾	SF15	SF25	LF4	LF15	LF25
0BF ²⁾	1.00 ± 0.00 ^B	1.00 ± 0.00 ^C	1.00 ± 0.00 ^D	1.00 ± 0.00 ^C	1.00 ± 0.00 ^D	1.00 ± 0.00 ^E
0AF ³⁾	1.13 ± 0.35 ^{cB}	1.13 ± 0.46 ^{cC}	4.25 ± 0.52 ^{bC}	1.13 ± 0.46 ^{cC}	4.00 ± 1.76 ^{bC}	8.88 ± 0.64 ^{aD}
6	1.50 ± 0.53 ^{cB}	2.13 ± 0.99 ^{cB}	4.88 ± 1.13 ^{bC}	1.50 ± 0.53 ^{cBC}	4.13 ± 1.13 ^{bC}	9.88 ± 0.83 ^{aCD}
12	3.00 ± 0.93 ^{dA}	2.88 ± 1.13 ^{dAB}	6.75 ± 1.98 ^{bB}	2.63 ± 1.92 ^{dAB}	4.63 ± 1.41 ^{cBC}	10.25 ± 1.17 ^{aBC}
18	3.38 ± 1.60 ^{dA}	3.38 ± 1.41 ^{dA}	8.63 ± 2.45 ^{bA}	3.36 ± 1.60 ^{dA}	5.50 ± 2.07 ^{cAB}	11.00 ± 1.31 ^{aB}
24	3.75 ± 0.71 ^{dA}	3.75 ± 0.71 ^{dA}	9.25 ± 1.04 ^{bA}	3.75 ± 1.71 ^{dA}	6.13 ± 1.13 ^{cA}	12.25 ± 1.04 ^{aA}
Storage periods (days)	Carbonated flavor					
	SF4 ⁴⁾	SF15	SF25	LF4	LF15	LF25
0BF ²⁾	1.25 ± 0.46 ^B	1.25 ± 0.46 ^D	1.25 ± 0.46 ^C	1.25 ± 0.46 ^C	1.25 ± 0.46 ^C	1.25 ± 0.46 ^C
0AF ³⁾	1.13 ± 0.35 ^{dB}	1.25 ± 0.46 ^{dD}	4.63 ± 0.52 ^{bB}	1.25 ± 0.46 ^{dC}	3.00 ± 0.76 ^{cB}	7.88 ± 0.71 ^{aB}
6	1.63 ± 0.92 ^{dB}	2.25 ± 1.16 ^{cdCD}	5.63 ± 2.26 ^{bB}	1.63 ± 0.92 ^{dBC}	3.25 ± 2.19 ^{cB}	8.50 ± 2.10 ^{aAB}
12	2.13 ± 0.83 ^{dAB}	2.88 ± 1.25 ^{cdBC}	7.75 ± 1.39 ^{bA}	1.88 ± 0.83 ^{dBC}	3.75 ± 1.28 ^{cAB}	9.38 ± 0.89 ^{aA}
18	2.75 ± 1.58 ^{cA}	3.88 ± 1.36 ^{bcAB}	8.50 ± 1.31 ^{aA}	2.63 ± 1.77 ^{cAB}	5.13 ± 1.96 ^{bA}	8.50 ± 1.31 ^{aAB}
24	3.00 ± 0.76 ^{dA}	4.25 ± 0.71 ^{bA}	7.38 ± 1.51 ^{aA}	3.00 ± 0.76 ^{dA}	5.25 ± 0.71 ^{bA}	7.50 ± 0.69 ^{aB}
Storage periods (days)	Off flavor					
	SF4 ⁴⁾	SF15	SF25	LF4	LF15	LF25
0BF ²⁾	1.00 ± 0.00 ^B	1.00 ± 0.00 ^B	1.00 ± 0.00 ^B	1.00 ± 0.00 ^B	1.00 ± 0.00 ^C	1.00 ± 0.00 ^C
0AF ³⁾	1.00 ± 0.00 ^{bB}	1.00 ± 0.00 ^{bB}	2.13 ± 0.35 ^{aB}	1.00 ± 0.00 ^{bB}	1.00 ± 0.00 ^{bC}	2.13 ± 0.35 ^{aC}
6	1.13 ± 0.35 ^{bB}	1.13 ± 0.35 ^{bB}	2.25 ± 1.28 ^{aB}	1.00 ± 0.00 ^{bB}	1.13 ± 0.35 ^{bC}	2.63 ± 2.33 ^{bC}
12	1.50 ± 0.76 ^{bAB}	1.88 ± 0.99 ^{bB}	4.75 ± 1.98 ^{aA}	1.88 ± 1.73 ^{bAB}	2.38 ± 1.41 ^{bB}	4.50 ± 2.27 ^{aB}
18	1.88 ± 1.13 ^{cAB}	2.88 ± 1.81 ^{cA}	5.00 ± 2.33 ^{bA}	1.75 ± 0.71 ^{cAB}	2.75 ± 1.04 ^{cB}	6.13 ± 1.89 ^{aAB}
24	2.00 ± 0.76 ^{dA}	3.00 ± 0.76 ^{cA}	5.75 ± 1.04 ^{bA}	2.00 ± 0.76 ^{dA}	3.75 ± 1.04 ^{cA}	6.75 ± 1.04 ^{aA}

1) Means ± S.D.

2) 0BF: Before Fermentation

3) 0AF: After Fermentation

4) Abbreviations: See Table 1.

5) a~d Means with the same superscript in a row are not significantly different at p<0.05.

6) A~C Means with the same superscript in a column are not significantly different at p<0.05.

처리군에서 저장 기간에 따라 유의적으로 증가하다가 최대치를 보이고 감소하였다. LF15, SF25 LF25의 용존 CO₂함량은 SF4, LF4, SF15의 용존 CO₂함량에 비하여 더 빠른 기간에 최대치에 달해 시원한 맛을 빠른 기일 내에 제공할 수 있는 것으로 생각된다. 명도와 적색도는 모든 처리군에서 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하고, 황색도는 증가하는 경향을 나타내었다. 총균수와 젖산균수는 초기 발효 직후 LF25가 유의적으로 가장 많았으며 SF4와 LF4는 두 처리군 간에 유의적인 차이를 나타

내지 않았고, SF4와 LF4는 처리군 중에 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 총균수와 젖산균수의 변화는 용존 CO₂함량 변화와 유사한 경향을 나타내었다. SF4, LF4, SF15는 관능검사 결과 발효가 지연되어 풋내와 짠맛이 높게 평가되었고, 탄산미는 낮게 평가되었다. LF25는 관능검사 결과 다른 처리군에 비해 신맛과 이취가 유의적으로 높게 평가되었다. 15℃에서 24시간 발효시킨 나박김치(LF15)와 25℃에서 12시간 발효시킨 나

박김치(SF25)는 탄산미와 관계가 있는 용존 CO₂ 함량이 저장 12일까지 지속적으로 증가하였으며, 관능검사 결과 저장 기간 동안 다른 처리군에 비해 풋내와 이취가 적으면서 탄산미가 높게 평가되어 15℃에서 24시간 발효(LF15)와 25℃에서 12시간 발효(SF25)가 적합한 초기 발효 조건으로 생각된다. 이러한 연구 결과를 통해 물김치류인 동치미나 열무 물김치도 초기 발효 조건에 따라 이화학적, 미생물학적 및 관능적 특성에 많은 차이가 있을 것이므로 이에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

■ 참고문헌

- 1) 이서래. 한국의 발효식품. 이화여자대학교 출판부. 142-155, 1986
- 2) 윤덕인. 김치 加工法에 있어서의 朝鮮初期와 後期の 比較 考察. 중앙대학교 석사학위논문. 1980
- 3) Gi DH. The changes of nonvolatile organic acids in radish Kimchi during fermentation. Seoul National University Masteral thesis. 1986
- 4) 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. 13(3): 364-368, 1997
- 5) Kang JH . Effect of the Combination of Fermentation Temperature and Time on the Properties of Baechu Kimchi. Chonnam National University Masteral thesis. 2004
- 6) Park WS. Kimchi Preparation with Brined Chinese Cabbage and Seasoning Mixture Stored Separately. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. 26(3): 231-238, 1994
- 7) Kim BJ. Seasonal Variations of Lactic Acid Bacterial Community in Kimchi. Inha University Masteral thesis. 2003
- 8) Choi SY. The Changes of Vitamin C Content in Yulmoo Mulkimchi According to the Shift of Fermentation Temperature. Sungshin Womans University Masteral thesis. 1997
- 9) Kim SD. Hawer WD. Effect of Fermentation Temperature on Free Sugar Organic Acid and Volatile Compounds of Kakdugi. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27(1): 16-23, 1998
- 10) 강순의. 한국의 맛 김치. 한국의식정보. p.70. 2001
- 11) 강인희. 한국의 맛 대한교과서. p.280, 1987
- 12) 장선용. 머느리에게 주는 요리책. 증보판 이화여자대학교 출판부. p.143, 1998
- 13) Son YM. The Effect of low molecular weight chitosan and other preservatives on the characteristics of kimchi during fermentation. Ewha Womans University Masteral thesis. 1995
- 14) Miller. G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem., 31: 426, 1985
- 15) AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist, Washington D.O., 365. 1980
- 16) Lee HS. The changes of the content of carbon dioxide, alcohols and volatile organic acids in Kimchis fermented with different ingredients. Seoul National University Masteral thesis. 1984
- 17) Jeong GJ. Effect of Kugija(Lycium chinensis Miller) Extract on the Fermentation of Nabak kimchi. Dongguk University Masteral thesis. 2001
- 18) Sneath, P. H. A., Mair, N. S., Sharpe, M. E. and Holt, J. G. : Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Williams & Wikins, Baltimore. 2: 1043-1234, 1986
- 19) 성내경. PC/SAS 해설. 자유아카데미. 1990
- 20) Oh JY. Effect of NaCl Concentration and Fermentation Temperature on the Quality of Mul-kimchi. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL 31(2): 421-426, 1999
- 21) Rhie SG. The Influence of Temperature on Fermentation of Kimchi. KOREAN J. NUTRITION & FOOD. 11(3): 63-66, 1982
- 22) Yoo MJ. Quality properties of the low temperature and long term-fermented Kimchi during fermentation. Chonnam National University Doctoral thesis. 2002
- 23) Rhee HS. Studies on the Nonvolatile Organic Acids in Kimchis fermented at Different Temperatures. 7(2): 74-81, 1975
- 24) Lee HS. Effect of Lactic Acid Bacteria and Temperature on Kimchi Fermentation. Korean J Soc Food Sci. 7: 15-25, 1991
- 25) Moon YJ. Effect of ethanolic extract of Schizandra chinensis for the delayed ripening Kimchi preparation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 16(1): 7-14, 2003
- 26) Shin DH. Changes of Chemical Composition and Microflora in Commercial Kimchi. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. 28(1): 137-145. 1996
- 27) Park JE. Effect of Wasabi (Wasabia japonico Matsum) on the Physicochemical properties of Dongchimi during Fermentation. Korean J Soc Food Sci. Nutr. 33(2): 392-398, 2004
- 28) Kim MK. Effect of Air Controlled Fermentation on Kimchi Quality. J. Korean Soc Food Nutr. 23(2): 268-273, 1994
- 29) Chyun JH. A study on the volatile acids and carbon dioxide produced in different salt Kimchis. Seoul National University Masteral thesis. 1976
- 30) Lee DS. Lee YS. CO₂ Production in Fermentation of Dongchimi(Pickled Radish Roots, Watery Radish Kimichi). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr 26(6): 1021-1027, 1997