

숙성온도를 달리한 김치의 발효 및 관능특성

최신양 · 이명기 · 최광식* · 구영조 · 박완수
한국식품개발연구원, *(주)쉐라톤 워커힐

Changes of Fermentation Characteristics and Sensory Evaluation of Kimchi on Different Storage Temperature

Shin-Yang Choi, Myoung-Ki Lee, Kwang-Sik Choi*, Young-Jo Koo and Wan-Soo Park
Korea Food Research Institute, *Sheraton Walker Hill

Abstract

To investigate the fermentation characteristics of Kimchi which was made at $12\pm 1^\circ\text{C}$ and stored at $17\pm 1^\circ\text{C}$ and $4\pm 1^\circ\text{C}$, pH, total acid, total microbes, lactic acid bacteria cell count, dissolved CO_2 content, reducing sugars and temperature at the center of Kimchi jar were measured and to know how much Japanese like to have Korean traditional Kimchi, Kimchi samples with 1.0, 2.0 and 3.0% salt contents were prepared and served to panelist at $4\pm 1^\circ\text{C}$. Sensory evaluation of Kimchi in terms of appearance, texture, carbonated mouthfeel, salty taste, sour taste, peppery taste and overall acceptability was done by scoring system with maximum 7 points and was analyzed statistically by SAS program. The results of fermentation of Kimchi which was made at $12\pm 1^\circ\text{C}$ and stored at $17\pm 1^\circ\text{C}$ and $4\pm 1^\circ\text{C}$ were as follows: pH and total acid content of Kimchi which was stored at $17\pm 1^\circ\text{C}$ for 4 days were almost same as those of Kimchi at $4\pm 1^\circ\text{C}$ for 48 days. Cell counts of total microbes and lactic acid bacteria in Kimchi which was stored at $17\pm 1^\circ\text{C}$ for 2 days and at $4\pm 1^\circ\text{C}$ for 9 days were 1.5×10^9 cells/mL and 6.3×10^8 cells/mL, 2.0×10^8 cells/mL and 8.7×10^7 cells/mL, respectively. Time and temperature at the center of Kimchi jar during fermentation was took 25 and 35 hours to get to 17°C and 4°C from initial temperature, respectively. Japanese who had experiences in eating Kimchi liked Korean traditional Kimchi with 2.0% of salt content. Sensory evaluation of Japanese consumer on peppery taste and overall acceptability of Kimchi showed significant difference ($P<0.05$).

Key words: Kimchi, fermentation characteristics, sensory evaluation

서 론

한국인의 식생활에 있어서 일년내내 빠질 수 없는 김치는 절인 배추나 무, 오이 등의 주원료에 각종 양념을 혼합하여 일정기간 발효, 숙성시킨 채소발효식품으로서 여러가지 맛이 조화를 이뤄 독특한 맛을 내는 한국의 중요한 전통발효식품 중의 하나이다. 김치는 지금까지 각 가정에서 자가제조하여 소비되어 왔으나, 최근에는 경제, 사회적 변화와 88서울올림픽 이후 일본 등 외국에서의 김치 선호도 증가 등 국내외적인 요인에 의해 산업적인 김치생산이 크게 요구되고 있다.

김치소비량은 연간 150만톤으로 추정되며, 기업적

생산은 18만톤으로 약 12% 수준으로 시장규모가 1,300억원 정도이나 상품김치의 최근 국내수요 증가율이 연간 10~15%로 나타나 그 수요가 증가될 것으로 전망되고 있다. 김치수출은 꾸준히 증가하고 있으며 김치수출업체들은 주로 일본인의 입맛에 맞는 김치를 만들어서 수출하고 있으나 이들 제품은 우리나라의 전통적인 김치맛과는 많은 차이가 있다. 김치산업의 발전과 함께 김치중주국으로서의 위치를 확고하게 하기 위해서는 김치에 대한 과학적 연구가 절실히 필요하다고 생각되며 전통적 김치의 품질균일화, 보존성 향상, 제품다양화 및 기호성 증진 등을 통한다면 김치의 수출증가 및 수출지역이 다변화될 수 있다고 생각된다.

김치에 관한 연구는 진우현의 朝鮮漬物の 세균학적 연구(1939년)를 비롯한 미생물학적, 식품화학적 연구가 진행되어 왔지만 우리의 식생활에서 김치가 차지

Corresponding author: Shin-Yang Choi, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

하는 비중에 비한다면 연구실적은 그다지 많은 편이 아니다. 김치의 기업적생산을 위한 연구는 1967년 파월 국군에게 김치를 공급하기 위하여 저장성이 높은 김치통조림이 제조되면서부터 본격화되어 주로 저장성 연장 측면에서 많은 연구가 진행되었다. 유 등(1974)⁽¹⁾은 서울시에 거주하는 전체 세대중 일반주택의 경우 48%, 아파트의 경우 79%가 상품화된 김치를 구매하겠다는 조사보고를 하므로서 어떤 형태로든지 저장성있는 김치의 포장제품에 대한 요구가 상당히 높음을 보여주고 있다. 최 등(1990)은 작업장의 온도를 15°C로 조절한 상태에서 김치를 제조 후 -1±1°C에서 저장하면 3개월 이상 품질상태가 양호함을 보고하였다.⁽²⁾

본 연구에서는 저온에서 제조한 김치의 저장온도에 따른 발효특성과 내부온도의 변화를 보기 위해 12±1°C에서 김치를 제조하여 17±1°C와 4±1°C 저장고에 저장하면서 이들의 경시적인 변화를 pH, 산도, 총균수, 젖산균수, 용존 CO₂ 함량, 환원당, 색도 및 김치독 내부의 온도를 측정하였다. 또한 외국인, 특히 일본인들의 우리나라의 전통적 김치에 대한 관능적 기호도를 조사하기 위해 김치를 3가지 염농도별로 제조하여 4±1°C에서 일본인 관광객에게 제공하고 외관, 조직감, 탄산미, 짠맛, 신맛, 매운맛 및 종합적 기호도를 7점 평점제로 하여 평가하게 하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 김치원료배추 및 부재료들은 서울 가락동소재 농수산물공판장에서 구입하여 사용하였다. 미생물배지는 일반세균(생균수)측정용으로 PCA (Plate Count Agar, Difco) 배지를, 젖산균 측정용으로는 Lactobacilli MRS (Difco) 배지를 사용하였으며 일반분석용 시약은 특급시약을 사용하였다.

김치제조

원료배추(김장배추, 해남 가락)의 불가식부위를 잘 다듬은 후 4등분으로 포기내어 12±1°C에서 12% 소금물에 12시간 침지시켰다. 수도물로 3회 행근 후 물기를 뺀 배추는 미리 정선하여 전처리한 고추가루, 마늘, 생강 등과 함께 생배추를 100으로 기준하였을 때 무 13.7, 파 0.8, 마늘 0.5, 생강 0.2, 고추가루 1.5, 배 3.1, 생새우 0.6, 생굴 0.6, 새우젓 0.8, 육수 0.5, 갓 0.9, 설탕 0.4과 같은 성분조성으로 버무려서 시판독(높이

40 cm, 폭 35 cm)에 25 kg 단위로 담고 실험목적에 맞는 온도에서 발효숙성시켰다.

pH 및 산도의 측정

김치발효 중의 pH는 채취한 포기김치를 무균 Stomacher bag에 넣고 Stomacher Lab-Blender 400 (Seward Medical Uac House, London)에서 2분간 잘 혼합시킨 후 액즙을 취하여 pH meter (Orion Model SA520)로 직접 측정하였다. 젖산량의 측정은 채취한 김치액즙 20 mL에 pH전극이 잠기게 한 후 0.1 N NaOH용액으로 적정하여 pH 8.1이 될 때까지의 소비량을 측정, 아래와 같이 계산하여 젖산량으로 환산하였다.

$$0.1 \text{ N NaOH } 1 \text{ mL} = 0.1 \text{ N lactic acid } 1 \text{ mL}$$

$$\text{Mol. wt. of lactic acid} = 90.08$$

$$\text{NaOH 소비량(mL)} \times 90.08 \text{ (g)} / 1000 \text{ (mL)} \times 0.1 \text{ N} \times \text{factor} = \text{Xg}$$

$$\text{X(g)/sample amount (mL)} \times 100 = \text{Y \% (lactic acid \%)}$$

염도의 측정

염도는 Stomacher Lab-Blender에서 2분간 잘 혼합시켜 취한 액즙을 취하여 NaCl meter (TOA Model SA-10KB)로 직접 측정하였다.

미생물 균수측정

김치의 일반세균수는 Stomacher Blender에서 2분간 잘 혼합시켜 무균적으로 취한 시료 1 mL을 1% peptone 수로 단계별로 희석한 다음 PCA (plate count agar) 배지에 접종하여 30°C 항온기에서 24-48시간 배양 후 형성된 colony를 Quebac colony counter로 계측하였다. 젖산균수는 희석액을 Lactobacilli MRS배지에 접종하여 37°C 항온기에서 24-48시간 배양 후 형성된 colony를 Quebac colony counter로 계측하였다.

환원당 측정

환원당은 채취한 포기김치를 Stomacher bag에 넣고 Stomacher Lab-Blender 400 (Seward Medical Uac House, London)에서 2분간 잘 혼합시킨 후 액즙을 취하여 DNS방법 (Miller, 1958)으로 측정하였으며 표준물질로는 포도당을 사용하였다⁽³⁾.

용존 CO₂ 함량의 측정

용존 CO₂ 함량의 측정은 Stomacher Blender로 균질화시킨 액즙을 취하여 carbon dioxide electrode (Orion Model 95-02)를 액즙에 담고 electrode를 Ion-analyzer

(Orion Model EA940)에 연결하여 측정하였다. 이때의 모든 조작은 4°C에서 행하여 용존 CO₂ 함량의 소실을 최소화하였다.

내부온도 측정

김치발효숙성 중의 내부온도는 Data Log (SAPAC TEMPRECORD)를 김치독의 중앙에 설치하여 발효숙성 중의 온도를 감지케 한 후 computer에 연결시켜 Sapac TempRecord program으로 측정값을 산출하였다.

관능검사

김치의 관능검사는 (주)쉐라톤 위커힐의 한식식당인 “온달”을 이용하는 일본인 관광객을 대상으로 행하였다. 김치를 3가지 염농도별(1.0, 2.0, 3.0%)로 제조하여 pH 3.9~4.3가 되도록 발효시켜 약 100 g을 4±1°C에서 손님에게 제공하였다. 이때의 검사항목은 외관, 조직감, 탄산미, 짠맛, 신맛, 매운맛 및 종합적 기호도를 7점 평점제로하여 평가하게 하였으며 그 결과를 SAS통계프로그램으로 처리하여 유의성을 검사하였다⁽⁴⁾.

결과 및 고찰

pH 및 산도의 변화

최종 염농도가 2.03%되는 김치를 12±1°C에서 제조하여 17±1°C와 4±1°C 저장고에 저장하면서 이들의 pH와 산도의 경시적인 변화를 시험하였다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 17±1°C 저장처리구에서 4일째 pH 4.0을 보인 후 발효말기까지 pH 3.8 부근을 유지하였으며 4±1°C 저장처리구에서는 발효 48일째에 pH 4.0을 나타내어 약 한달반의 발효기간 차이를 보였다. 산도의 변화는 17±1°C 저장처리구에서 4일째 0.8%의 젖산함량을 보였으나 4±1°C 저장처리구에서는 발효 21일째에 0.77%, 27일째에는 최대 0.87%의 젖산함량을 나타내면서 발효 48일까지 0.9%를 넘지 않았다. 민 등⁽⁵⁾은 염농도가 2.25%인 김치를 5°C에서 저장시 37일째 산도가 0.8%로 됨을 보고하였으며 최 등⁽²⁾은 15°C에서 제조한 김치(염농도 2.1%)를 4°C에서 저장시키면 30일째에 pH 4.0 부근을 나타냄을 보고하여 본 결과와는 차이가 있음을 보였으나 이것은 제조작업장의 온도차이와 김치제조시의 조건 등에서 오는 차이로 해석되었다.

미생물의 변화

김치를 12±1°C에서 제조하여 17±1°C와 4±1°C

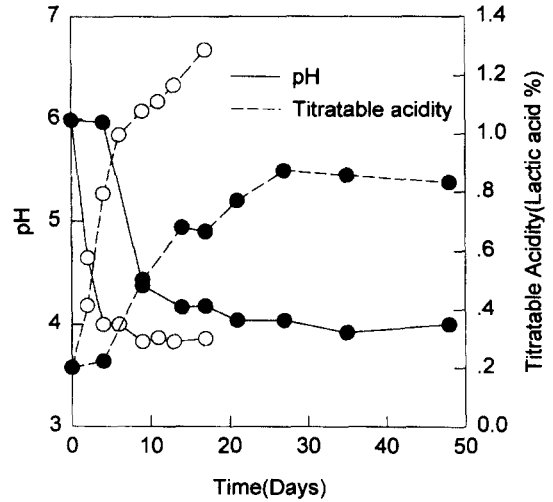


Fig. 1. Changes of pH and titratable acidity on the Kimchi fermentation at 17±1, 4±1°C. ○—○: 17±1°C, ●—●: 4±1°C

저장고에 저장하면서 이들의 일반세균과 젖산균의 변화를 살펴본 결과 Fig. 2와 같았다. Fig. 2에서 보듯이 총균수와 젖산균수의 변화 모두 17±1°C 저장구에서는 2일째 1.5×10⁹ cells/mL과 6.3×10⁸ cells/mL로 최대를, 4±1°C에서는 저장 9일째 2.0×10⁸ cells/mL과 8.7×10⁷ cells/mL로 최대를 나타내어 저온에서의 미생물생육이 낮음을 알 수 있었다. 민 등⁽⁵⁾은 염농도가 2.25%인 김치의 경우 4°C에서 발효시 27일만에 최대 균수를 보여 본 결과와 차이가 있었으나 이 역시 본

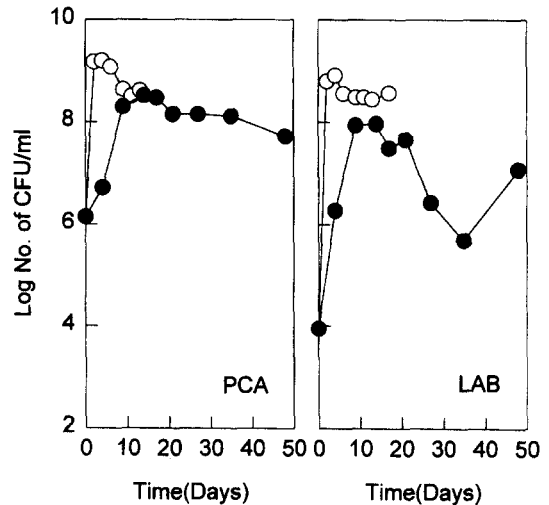


Fig. 2. Changes of PCA and LAB on the Kimchi fermentation at 17±1, 4±1°C. ○—○: 17±1°C, ●—●: 4±1°C

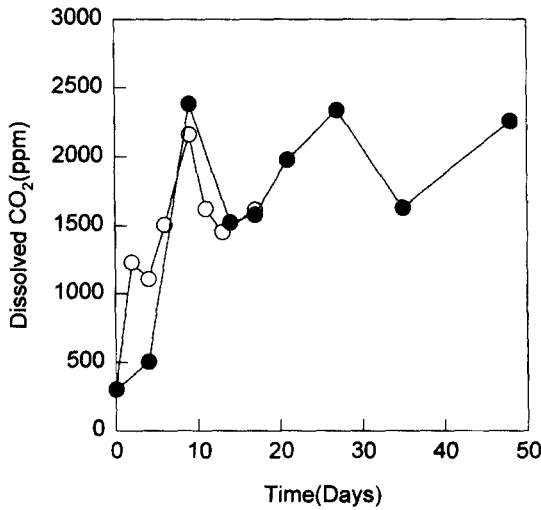


Fig. 3. Production of dissolved carbon dioxide during Kimchi fermentation at 17±1, 4±1°C. ○-○: 17±1°C, ●-●: 4±1°C

실험에서는 미생물이 이용할 수 있는 여러 가지 김치 재료가 다량 함유되어 있는 것이 차이의 원인인 것으로 사료되었다.

용존 CO₂ 함량의 변화

김치발효숙성 중의 용존 CO₂ 함량 변화는 두 처리구 모두에서 9일째 2,200~2,400 ppm 정도의 최고치를 보인 후 감소하다가 다시 약간 증가하는 것을 관찰하였다(Fig. 3). 발효후반기에 용존 CO₂ 함량이 다시 약간 증가하는 것은 젖산균 이외의 호기성균에 의한 증가로 사료된다.

환원당의 변화

김치발효숙성 중 환원당의 변화는 Fig. 4에 나타난 바와 같이 17±1°C 저장처리구에서는 6일째 21.9 mg/g 을 보였으나 4±1°C 저장처리구에서는 발효 48일째에 20.6 mg/g을 보여 pH의 경우와 같은 경향을 보였다.

내부온도의 변화

김치를 12±1°C에서 제조하여 17±1°C와 4±1°C 저장고에 저장하면서 이들의 내부온도 측정을 위해 Data log를 독의 중앙에 위치토록 하고 변화를 살펴보았다. 김치를 12±1°C에서 제조하여 17±1°C에서 발효숙성시킬 때의 내부온도의 변화는 Fig. 5(a)와 같았으며 초기 17°C에 도달하기 위해서는 약 25시간이 소요되었으며 김치를 12±1°C에서 제조하여 4±1°C에

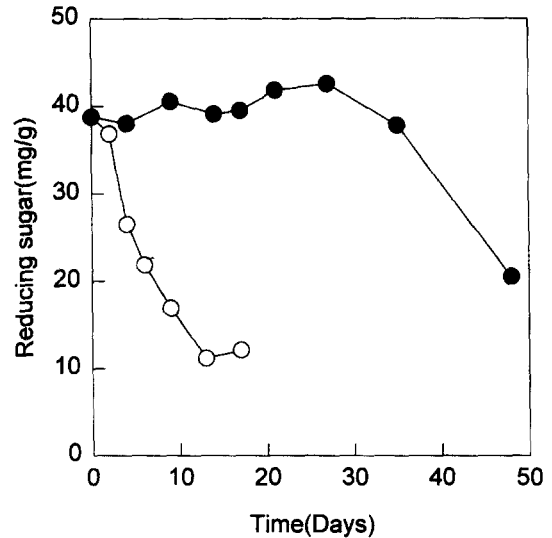


Fig. 4. Changes of reducing sugar on the Kimchi fermentation at 17±1, 4±1°C. ○-○: 17±1°C, ●-●: 4±1°C

서 발효숙성시는 내부온도의 변화가 Fig. 5(b)와 같이 4°C에 도달하기 위해서는 약 35시간이 소요되었다. 이 등⁽⁶⁾은 김치를 2 kg용 polypropylene 사각형 그릇에 넣고 25°C에서 발효시킨 후 저장온도인 0°C로 온도를 내릴 때의 소요되는 시간을 살펴 본 결과 한 시간내 16°C로 빨리 떨어졌으나 그 후로는 서서히 낮아져 0°C에 도달되는 시간은 약 25시간 정도로서 이때의

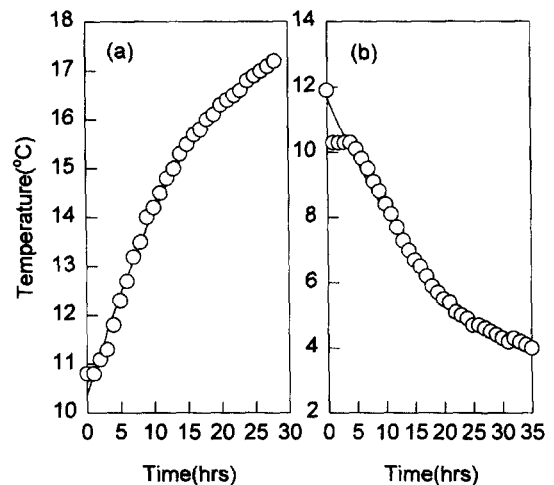


Fig. 5. Changes of temperature at center during bulk fermentation of Kimchi in a diatomaceous jar (H 40× D 35 cm) at higher (a) and lower (b) than initial temperature.

관계식은 $\log h = -0.09t + 1.396$ 으로 보고하였다.

염농도에 따른 김치의 관능적 특성 시험

외국인, 특히 일본인들이 우리나라의 전통적 김치에 대한 관능적 기호도를 조사하기 위해 김장배추(해남 가락)를 사용하여 전통적인 방법으로 김치를 염농도별(1.07%, 2.03%, 2.63%)로 담가 (주)쉐라톤 워커힐의 한식식당인 "온달"을 이용하는 일본인 관광객을 대상으로 관능검사를 행하였다. 관능검사를 하기 전에 이들 일본인의 김치를 먹어본 경험과 나이를 조사한 결과, 검사요원 21명 모두 김치를 먹어 본 경험이 있으며 그중 김치를 좋아하는 사람이 19명으로 21세에서 40세사이의 관능요원이 12명, 41세이상 60세 미만이 9명이었다.

김치를 3가지 염농도별로 제조하여 pH 3.9~4.3 되었을 때 약 100 g을 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 관능요원에게 제공하고 외관, 조직감, 탄산미, 짠맛, 신맛, 매운맛 및 종합적 기호도를 7점 평점제로하여 평가하게 하였으며 그 결과를 SAS통계프로그램으로 처리하여 유의성을 검사하였다. Table 1에 나타난 바와 같이 염농도가 2.03%인 김치가 1.07%, 2.63%의 김치보다 높은 평가치를 나타내어 외관, 조직감, 매운맛 및 종합적 기호도 모두가 약간 좋아한다(5점)를 보였으며 탄산미, 짠맛 및 신맛은 보통(4점)보다 높았다. 외관, 조직감, 탄산미, 짠맛 및 신맛은 유의성이 없었으나 매운맛과 종합적 기호도는 $P=0.05$ 수준에서 유의차가 있었다. 일본인의 우리나라 전통적인 김치에 대한 종합적인 기호도는 염농도 2.03%, 2.63%, 1.07%의 김치순으로 아주 싱거운 김치는 선호하지 않음을 알 수 있었다. Choi 등⁷⁾은 젖산함량 0.43%의 배추김치를 미국인들을 대상으로 관능검사한 결과 짠맛, 신맛, 쓴맛, 매운맛, 조직감 및 종합적 기호도에서 유의성을 나타내지는 않았으나 매운맛에 강한 반응을 보여 일본인이나 미국인 모두 고추, 마늘 등에서 유래되는 매운 맛에는 강

한 거부감을 갖고 있음을 알 수 있었다.

요 약

저온에서 제조한 김치의 저장온도에 따른 발효특성과 내부온도의 변화를 보기 위해 $12 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 김치를 제조하여 $17 \pm 1^\circ\text{C}$ 와 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 저장고에 저장하면서 이들의 경시적인 변화를 시험한 결과 $17 \pm 1^\circ\text{C}$ 저장처리구에서 4일째의 품질이 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 저장처리구에서는 48일만에 같은 수치를 보였으며 총균수와 젖산균수의 변화는 $17 \pm 1^\circ\text{C}$ 저장구에서 2일째 1.5×10^9 cells/mL과 6.3×10^8 cells/mL로 최대를, $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서는 저장 9일째 2.0×10^8 cells/mL과 8.7×10^7 cells/mL로 최대를 나타내었다. 김치의 용존 CO_2 함량은 두 처리구 모두에서 9일째 2,200~2,400 ppm 정도의 최고치를 보인 후 감소하다가 다시 약간 증가하는 것을 관찰하였다. 내부온도는 초기 17°C 및 4°C 에 도달하기 위해 각기 25, 35시간이 소요되었다. 외국인, 특히 일본인들이 우리나라의 전통적 김치에 대한 관능적 기호도를 조사하기 위해 김치를 3가지 염농도별로 제조하여 pH가 3.9~4.3 되었을 때 약 100 g을 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 관능요원에게 제공하고 외관, 조직감, 탄산미, 짠맛, 신맛, 매운맛 및 종합적 기호도를 7점 평점제로하여 평가하게 하였으며 그 결과를 SAS통계프로그램으로 처리하여 유의성을 검사하였다. 염농도가 2.03%인 김치가 1.07%, 2.63%의 김치보다 높은 평가치를 나타내었으며 외관, 조직감, 탄산미, 짠맛 및 신맛은 유의성이 없었으나 매운맛과 종합적 기호도는 $P=0.05$ 수준에서 유의차가 있었다. 일본인의 우리나라 전통적인 김치에 대한 종합적인 기호도는 염농도 2.03%, 2.63%, 1.07%의 김치순으로 아주 싱거운 김치는 선호하지 않음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술처 특정연구개발과제의 일부(과제번호 N-1035-2)이며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Yu, T.J. and Chung, D.H.: Studies on Kimchi for its standardization for the industrial production (in Korean). *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **6**, 116-123 (1974)
2. Choi, S.Y., Kim, Y.B., Yoo, J.Y., Lee, I.S., Chung, K.S. and Koo, Y.J.: Effect of temperature and salts concentration of Kimchi manufacturing on storage (in Korean). *J. Food Sci. Technol.*, **22**, 707-710 (1990)

Table 1. Sensory scores¹⁾ of Kimchi made by different salt concentration

	1%	2%	3%
Appearance	5.58±1.12	5.58±1.26	5.53±1.12
Texture	5.00±1.65	5.50±1.20	5.17±1.38
Carbonated mouthfeel	4.06±1.64	4.77±1.03	4.59±1.58
Salty taste	4.00±1.32	4.81±0.98	4.44±1.36
Sour taste	3.90±1.56	4.84±1.34	4.68±1.63
Peppery taste ²⁾	3.79±1.75 ^b	5.21±1.13 ^a	4.95±1.68 ^a
Overall acceptability ²⁾	4.21±1.78 ^b	5.74±1.19 ^a	5.00±1.56 ^a

¹⁾Mean values of 19 Japanese consumers.

²⁾Significantly different at $P=0.05$.

3. Miller, G.L.: Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, **31**, 426-428 (1958)
4. SAS: User's Guide to Statistics. Version 6.03(ed), SAS Institute Inc., Cary NC (1988)
5. Mheen, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation (in Korean). *J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443-450 (1984)
6. 이현중, 백지호, 양 문, 한홍의, 고용덕, 김홍재: 온도강화에 의한 김치발효의 유산균 군집의 특징. *한국미생물학회지*, **31**, 346-353 (1993)
7. Choi, S.Y., Beuchat, L.R., Perkins, L.M. and Nakayama, T.: Fermentation and sensory characteristics of Kimchi containing KCl as a partial replacement for NaCl. *Intl. J. Food Microbiol.*, **21**, 335-340 (1994)

(1998년 1월 27일 접수)