

김치 유산균 Starter를 이용한 저염김치의 발효 특성

황영 · [†]이유나 · 이보라 · 김미영

(주) 아워홈 식품연구원

Fermentation Characteristics of Low-sodium Kimchi by Kimchi Lactic Acid Bacteria Starters

Ying Huang, [†]Yoona Lee, Bora Lee and Mi Young Kim

Food Research Institute, OURHOME Co., Ltd., Seongnam 13403, Korea

Abstract

In Western countries, kimchi, the Korean traditional fermented cabbage, is considered to be a healthy. However, it is one of the main sources of the high sodium content of the Korean diet. In order to decrease the sodium content, we manufactured a low-sodium kimchi (LK, salinity 1.0%) and 4 additional low-sodium kimchi starters in which each of 4 lactic acid bacteria (*Lb. sakei* 1, *Lb. sakei* 2, *Lb. palntarum* and *W. koreensis*) were added. The LKL1 to LKL4 samples were prepared by adding 4 single LAB starters, each with an inoculum size of 10^6 CFU/g, when the cabbage was mixed with kimchi sauce. The kimchi starters were fermented at 10°C until reaching 0.5% acidity, and then stored at -1.5°C until reaching 0.75% acidity. The pH and acidity of the starter kimchi changed more rapidly in the early phase of fermentation (up to 0.75% acidity) than control low-sodium kimchi. After the acidity of the kimchi starters reached 0.75% it remained constant. As the fermentation progressed, the total aerobic and lactic acid bacteria concentrations in the kimchi starter with added *Lb. sakei* 1 were the same as in the control low-sodium kimchi. The low-sodium kimchi fermentation of the kimchi starter with added *Lb. palntarum* progressed differently due to a difference in acid resistance. The kimchi starter with added *Lb. sakei* 2 had an overall liking score that was slightly higher than that of the control low-sodium kimchi due to a lower off-flavor.

Key words: low-sodium kimchi, lactic acid bacteria, starter

서 론

전통식품 김치는 배추, 무 등 여러 가지 채소들을 소금에 절인 후 고춧가루, 마늘, 생강 등 부재료를 첨가하여 숙성시켜서 만든 한국의 대표적인 발효식품이다(Kim 등 2013). 김치의 품종이 매우 다양하여, 총 200~300종 있는 것으로 알려져 있으며, 그 중에 배추김치는 김치 섭취량의 70% 이상을 차지하여 여러 김치의 대표라 할 수 있다. 또한, 김치는 대표적인 저열량 식품이며, 식이섬유소, 비타민 및 무기질 함량이 풍부하며 특히 비타민 C와 베타 카로틴이 많고 당뇨병 예방, 항산화, 항암 효과가 있는 것으로 보고되었으며(Ku 등 2007;

Min SH 2014), 칼슘, 철, 인 등이 많아 뼈 건강 및 빈혈예방에 좋은 식품인 것으로 볼 수 있다.

김치는 다양한 기능성 성분을 함유하여 건강식품으로 인식되어 있음도 불구하고, 세계김치연구소에 따르면 국내 시판 배추김치 50개를 대상으로 소금 함량을 조사한 결과, 평균 소금 함량은 1.87%였고, 50개 제품에 36.8개의 소금 함량은 1.5~2.0% 범위로 소금 함량 매우 높은 것으로 조사되었다. 또한 '2015년 김치 산업동향'에 따른 우리나라 국민의 하루 평균 김치 섭취량 62.9 g을 고려해볼 때, 우리나라 국민은 평균 1,176 mg의 소금을 김치로부터 섭취하는 것이며, 그 중 나트륨은 470.4 mg을 김치로부터 섭취하게 되는 것으로 나타나

[†] Corresponding author: Yoona Lee, Food Research Institute, OURHOME Co., Ltd., Seongnam 13403, Korea. Tel: +85-31-5170-5104, Fax: +82-31-720-5460, E-mail: yn4853.lee@ourhome.co.kr

한국 국민의 평균 나트륨 섭취량은 3,890 mg(2014 Korea National Health and Nutrition Examination Survey)으로 WHO 권고량 2,000 mg의 약 2배 정도 높았고, 그 중 12.1%를 김치로부터 섭취하고 있는 것으로 추정되었다. 또한, 최근 10여 년간 김치는 나트륨 섭취량에 가장 많이 기여하는 급원 음식으로 (22.8~31.7%) 조사되는 연구가 있어(Song 등 2013) 김치의 섭취는 나트륨의 과잉 섭취의 문제점으로 지적되고 있다.

김치에 함유된 나트륨 과다 섭취로 인한 문제점이 대두됨에 따라 김치에서 다양한 방법으로 나트륨을 저감화시키는 연구가 수행되고 있다. 김치에 첨가된 NaCl의 양을 줄이고, 미삼과 오미자즙(Cho 등 2005), 가시오가피와 감초 추출물(Yu 등 2012) 및 함초(Kim SM 2013)를 첨가하거나, 소금의 일부를 다른 염으로 대체하는 연구(Hahn 등 2002; Yu & Hwang 2011)가 수행되었다. 그러나, 혼합 종균을 첨가한 저염김치의 발효온도 및 소금농도에 따른 발효 특성을 조사한 연구(Moon 등 2014)와 같이 starter를 첨가하여 김치의 저염화를 이루고자 한 연구는 미비하였다.

본 연구에서는 유산균을 starter로 첨가하여 김치의 저염화를 달성하기 위해 선행 연구를 통해 저염김치의 짠맛 증진에 기여할 수 있는 유산균 4종을 starter로 선발하였고, 김치의 소금 농도를 감소시키고, starter를 첨가한 저염김치의 이화학적 특성, 발효 특성 및 관능적 특성을 분석하여 starter 종류에 따른 효과를 연구하였다.

재료 및 방법

1. 유산균 Starter 선정 및 준비

연구에 사용한 유산균은 선행연구(Kim MY 2014~2016)에서 선정한 유리아미노산 및 유기산과 같은 짠맛 인지 상승 지표물질의 생성능력이 높아 짠맛 인지 상승 효과가 있으며 이미가 비교적 약한 4가지 유산균을 사용하였다. 4가지 유산균은 모두 김치에서 분리 및 동정된 균종이며, 발효동안 글루탐산을 많이 생성하는 동형발효 종균 *Lactobacillus sakei* 2종(이하 L1, L2)과 초산을 많이 생성하는 *Lactobacillus plantarum* 1종(이하 L3) 및 이형발효 종균 *Weissella koreensis* 1종(이하 L4)으로 구성되었다. 각 균주는 MRS broth(Difco Laboratories Inc.)에 접종하여 37°C 배양기(WTH, DAIHAN-Scientific, Korea)에서 24시간 동안 배양하여 활성화시킨 후, 9,000 rpm에서 25분간 원심분리(VS-24SMTI, VISION SCIENTIFIC, USA)하여 배지를 제거하였다. 생성된 pellet은 PBS 용액(Phosphate buffer saline)으로 2회 세척하여 김치 중량에 대하여 1×10^6 CFU/g 되도록 양념에 섞어 첨가하였다.

2. 저염김치 제조

1) 김치 재료

본 실험에 사용된 배추는 2016년 강원도에 수확한 봄 배추를 구매하여 하루 동안 냉장실에 보관하여 품온을 5°C 내외로 조절한 후 사용하였으며 배추 절임에 사용된 소금은 정제염(Hanjusalt, Korea)을 사용하였다. 양념에 사용한 정백당은 백설탕 하안설탕(CJ, Korea), 고춧가루는 굵은 고춧가루(10 mesh, Taeyang, Korea), 소금은 정제염(Hanjusalt, Korea)이었다.

2) 저염김치 배합비

본 연구에서는 Starter 유산균의 짠맛 인지 증진 효과가 잘 드러낼 수 있도록 김치의 재료를 단순화하였다. 기존 시판 김치를 토대로 재료를 최소한으로 사용하면서, 김치 고유의 맛은 유지시킬 수 있는 실험용 모델 김치를 개발하였다. 모델 김치의 배합비를 기반으로 starter 첨가된 염도 1.0%인 저염김치의 배합비(Table 1)를 개발하였다.

Table 1. Recipe of low-salinity kimchi

Ingredient	Weight ratio (%)
Salted nappa cabbage	83.03
Radish	4.00
Red pepper powder	3.20
Garlic	2.00
Ginger	0.30
Sugar	1.00
Leeks	2.30
Salt	0.17
Water	4.00
Total	100.00
Starter inoculation	1×10^6 CFU/g

3) 저염김치 제조

저염김치를 Table 2의 공정에 따라 제조하였다. 배추의 경우 40×50 mm의 크기로 균일하게 절단하여 절이는 공정으로 절임편차를 최소화 하고, 최종 절임 배추의 염도는 NaCl 1.0%가 되도록 하였다. 양념의 경우 편차를 줄이기 위하여 원재료를 비율에 맞춰 혼합한 뒤 배합비에 5개로 맞춰 소분하고, starter 유산균을 첨가하여 양념을 제조하였다.

이번 연구에서 저염김치 대조군(LK), starter 김치 4종(LK1~LK4), 총 5종을 제조하였다. 제조된 김치는 김치냉장고(10°C)에서 발효시키고 적정 산도 0.5%에 도달한 시점부터 김치냉장고(R-D573GQZW, LG, Korea)에서 -1.5°C로 유지하면서 보관하여 실험을 진행하였다.

Table 2. Production process of kimchi

No.	Process step	Process	Condition
1	Cutting Chinese cabbage	Remove 3 outer leaves which are not eaten and cut a 40×50 mm	Cutting size: 40×50 mm
2	Salting	Put Chinese cabbage cut into salt solution (NaCl 8%) whose weight is 1.5 times of Chinese cabbage for 2 hours.	Salt solution: 1.5 times of Chinese cabbage NaCl concentration: 8%(w/w) Salting time: 2 hours
3	Washing and dehydrating salted Chinese cabbage	Put salted Chinese cabbage to washing area and remove the salt solution by washing 3 times. Dehydrate washed Chinese cabbage for 2~4 hours.	Washing water: refined water Number of washing: 3 times Washing time: 90 seconds Dehydrating time: 2~4 hours
4	Cutting sub ingredients	Remove parts which are not eaten of agricultural products and wash 3 times by clean water. Process each sub ingredients in proper size.	Number of washing: 3 times Radish: 10 mm Chopping garlic: 10 mm Chopping ginger: 5 mm Chopping leek: 3 mm cutting
5	Mixing seasoning	Mix sub ingredients, powder and liquid and add starter lactic acid.	Mixing time: 5 minutes
6	Mixing Chinese cabbage and seasoning	Mix dehydrated salted Chinese cabbage and seasoning in proper ratio.	Mixing time: 5 minutes

3. pH 및 산도 측정

제조된 5종의 김치들의 저장과정 중에 pH 및 산도를 측정하였다. 보관 중인 저염김치에서 동량의 줄기와 잎(각 15 g)을 채취하여 blender(UCW-2600, Estar, Korea)로 분쇄하여 추출한 즙 10 g을 털어내어 pH meter(Seven easy, Mettler toledo, Switzerland)로 pH값을 측정하였다. 추출한 즙 1 g을 털어서 증류수 39 mL에 희석하여 적정기계(Compact Titrator G20, Mettler toledo, Switzerland)를 이용하여 산도를 측정하였으며, 측정된 원리는 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 소비된 NaOH량을 젯산산도로 계산하였다.

4. 염도 측정

보관 중인 저염김치에서 동량의 줄기와 잎(각 15 g)을 채취하여 blender(UCW-2600, ESTAR)로 분쇄하여 추출한 즙 1 g을 털어서 증류수 39mL에 희석하여 Mohr법(AOAC 1990)에 따라 적정기계(Compact Titrator G20, Mettler toledo, Switzerland)를 이용하여 염도를 측정하였다.

5. 총호기성 세균 및 유산균 수

총호기성 세균수의 측정은 평판계수법(plate count technique)을 이용하여 측정하였다. 각 김치 시료 20 g을 멸균한 saline에 순차적으로 희석한 후 plate count agar(Difco, Becton, Dickinson and company, USA) plate 1 mL를 분주하여 골고루 섞은 후 30°C에서 72시간 배양기에서 호기 배양하고, 생성 colony 개

수(colony forming units per gram, CFU/g)로 총균수를 측정하였다. 유산균수의 측정은 총균수 측정과 동일한 방법으로 *Lactobacilli* MRS agar(Difco, Becton, Dickinson and company, USA)을 사용하여 37°C에서 48시간 평판 배양하여 나타난 colony 수를 계수하였다.

6. 저염김치의 전반적 기호도 및 관능적 특성 조사

저염김치와 starter 4종을 첨가한 저염김치에 대한 기호도 조사를 위해 평소 김치를 자주 섭취하는 아워홈 식품연구원의 연구원 50명을 대상으로 검사를 실시하였으며 패널은 남자 29명, 여자 21명으로 구성하였다. 검사에 사용된 시료의 산도는 $0.6\% \pm 0.05$ 였으며, 잎사귀 없이 줄기만 있는 부분(약 3×2.5 cm)을 3조각씩 골라 흰색 플라스틱 용기(70 mL)에 각각 담아 뚜껑을 덮어 4°C 냉장고에 보관하였다가 평가 직전에 랜덤하게 제시하였다. 또한 입을 가실 수 있도록 정수를 함께 제시하였다.

검사원들에게 김치를 쌀밥과 함께 섭취한 후 김치에 대한 전반적 기호도(overall liking), 짠맛 적합도(saltiness just-about-right), 신맛 적합도(sourness just-about-right) 및 이미 강도(off-flavor)를 15점 항목척도에 표시하도록 지시하였다. 시료 평가는 한 시료의 평가가 끝난 뒤 다음 시료를 평가하는 monadic 절차를 사용하였다.

소비자 검사 평가 항목에 있어서 시료 간에 유의적인 차이가 있는지 알아보기 위하여 분산분석(analysis of variance,

ANOVA)을 수행하였고, 결과에 따른 사후분석으로 Duncan's multiple range test를 수행하였다($\alpha=0.05$). 또한, 짠맛과 신맛의 적합도 항목의 경우 8점과 유의적 차이가 있는지 알아보기 위하여 t -검정(one-sample t -test)를 수행하였다. 모든 분산분석 및 t -검정은 SPSS for window 18.0(SPSS Inc., Chicago, IL., USA) 통계패키지를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. PH 및 산도 변화

김치 숙성 중 pH 및 산도의 변화는 Fig. 1과 같다. Starter 종류와 첨가 여부에 상관 없이 김치가 숙성함에 따라 pH는 저하되고 산도는 증가하는 양상을 보였다. 저염김치의 pH는 48시간까지 급격히 감소하고 그 이후에는 서서히 감소되며 유지되는 경향을 나타내었고, 저염김치 간 큰 차이를 보이지 않았다.

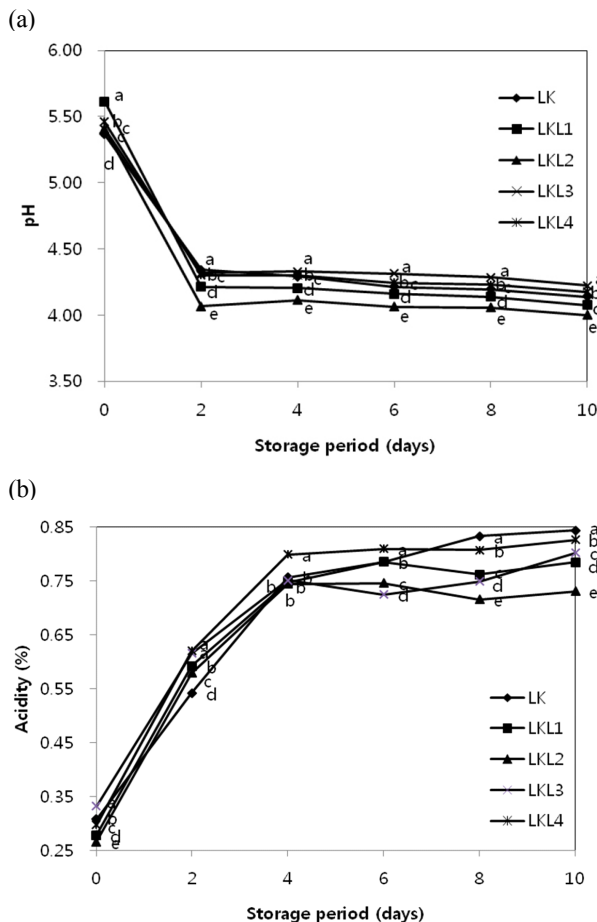


Fig. 1. Changes of (a) pH and (b) acidity during low-sodium kimchi fermentation

산도의 경우 모든 저염김치는 전반적으로 산도 약 0.75%까지 급격하게 산도가 증가되다가 그 이후로는 서서히 증가하며 산도가 유지되는 경향을 보였다. 그러나, 발효 초기에 starter를 첨가한 저염김치가 그렇지 않은 저염김치보다 산도가 급격히 증가하였고, 특히 L4를 첨가한 저염김치의 발효속도가 가장 빠르게 나타났다. 이는 *W. koreensis*가 *Lactobacillus* 속에 비하여 저온에서 더 잘 생육한다고 보고한 연구(Cheigh 등 1994)와 일치한다. 산도가 약 0.75%에 도달한 이후에는 LK보다 starter를 첨가한 저염김치의 산도가 잘 유지되는 것으로 나타났으며, 이는 starter의 접종이 김치의 숙성 소요시간을 단축시키지만, 적속기 이후 김치의 산패현상을 촉진하지는 않는다고 보고한 연구(So 등 1996) 결과와 일치한다. LKL3의 경우 발효 후기에 산도 증가 속도가 비교적 높게 나타났는데, 이는 김치 발효 후기에 *L. plantarum*이 다량의 젖산을 생산한다고 보고한 연구(Lee & Lee 2010)에 의해 설명된다. 일반적으로 PH와 산도는 김치의 숙성 정도를 나타내는 지표로 사용되고 있어 본 실험에서 starter의 첨가가 저염김치의 숙성에 영향을 준 것으로 사료된다.

2. 염도 변화

실험결과(Fig. 2) 제조 당일 저염김치 샘플의 염도는 0.88~1.03%로 측정되었으며, L1, L2 및 L3을 첨가한 저염김치의 염도가 LK보다 높게 나타났다. 발효 초기에는 염농도가 경향이 없이 변화하다가 저장기간 4일 이후에는 비교적 일정한 염도로 유지되고 10일 째에는 모든 저염김치가 0.96±0.01% 염도로 나타났다. 따라서 starter의 첨가가 저염김치의 염도 증감에 영향을 미치지 않는 것으로 사료되며, 발효 초기의 저염김치 간의 염도 차이는 발효 초기 절임배추와 부재료 간에 염 평형이 이루어지는 과정에서 나타난 현상으로 사료된다 (Moon 등 2014).

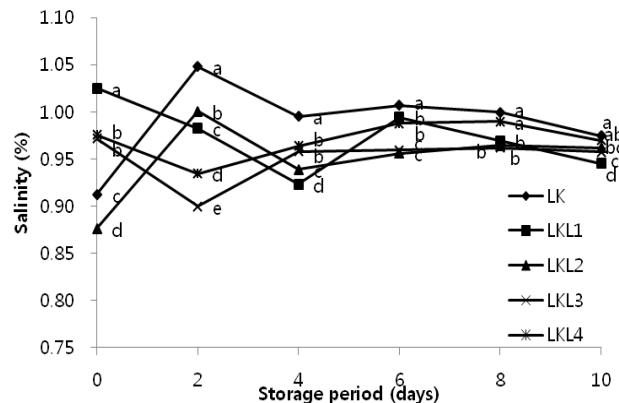


Fig. 2. Changes of salinity during low-sodium kimchi fermentation

3. 총호기성 세균 및 유산균 수 변화

각 김치의 발효일수 경과에 따른 총호기성 세균 및 유산균 수의 변화를 조사하여 Fig. 3에 나타내었다. 전반적으로 총호기성 세균은 발효초기에 starter를 첨가한 김치에서 자연발효 김치보다 높은 것으로 나타났으나 이후 자연발효 김치에서 빠른 증가율을 보이며 발효 2일째에는 starter 첨가 김치와 유사한 총호기성 균수를 보였다. 그러나 최대 균수 도달 시기에 있어 starter 첨가 여부에 의한 영향이 보여졌다. LK의 경우 5.5 log CFU/g에서 8.6 log CFU/g으로 급격히 증가하여 발효 6일에 최대균수(9.0 log CFU/g)를 나타내었으며 이후 약간 감소하면서 균수가 유지되었다. 그러나 starter를 첨가한 저염김치의 경우, LK보다 높은 총호기성 세균수(평균 6.6 log CFU/g)에서 시작하였다. 이는 starter 첨가 시 유입된 균에 의한 것으로 생각되며, Bong 등(2013)의 연구에서도 보고된 바 있다. LKL1의 경우, 초기 균수는 LK보다 높게 나타났지만 저장기간 4일부터는 LK와 비슷한 균수 변화 양상을 보여 L1은 저염김치의 발효에 뚜렷한 영향을 주지 못한 것으로 사료된다. 이는 *Lactobacillus*를 starter로 첨가한 김치가 그렇지 않은 김치

와 발효 2일차부터는 큰 차이를 보이지 않았다고 보고한 연구(Bong 등 2013) 결과와 일치한다. L3와 L4를 첨가한 저염김치는 LK, LKL1 및 LKL2보다 비교적 빨리(LKL3: 4일, LKL4: 2일) 최대 균수에 도달한 뒤 산도가 0.75% 이상인 발효기간 4일 이후 부터 그 값이 감소하는 양상을 보였다. 따라서, 산도가 0.75% 이상에서는 총호기성 세균의 생장이 저해된 것으로 추측되며, 이는 *Weissella* 속의 생육이 김치의 발효 초기에 활발하게 일어나며, *W. koreensis*은 산에 대한 내구성이 낮다고 보고한 연구(Kim EJ 2014)에 의해 뒷받침된다.

유산균수는 전반적으로 총호기성 세균수와 비슷한 양상으로 나타났으나, starter의 종류에 따라 총호기성 세균수와 차이가 나타났다. LKL1의 경우, 총호기성 세균수와 같이 LK와 비슷한 발효 양상을 보였다. 그러나 LKL2의 경우, 총호기성 세균수는 발효 8일째에 최대 균수에 도달한 반면, 유산균 수는 LKL4와 함께 산도 0.75% 이상에서 생육이 저해된 것으로 보여졌다. 따라서, LKL2의 경우, L2 외에 다른 호기성 세균이 비교적 많이 증식된 것으로 사료된다. 또한, LKL3의 경우, 총호기성 세균은 산도 0.75% 이상에서 생육이 저해된 것으로 보여졌으나, 유산균수는 발효 8일째에 최대 균수에 도달하였다. 따라서, 총호기성 세균수는 다른 저염김치보다 적었지만, 유산균이 많은 비율을 차지했던 것으로 추측되며 L3의 내산성이 강하여 높은 산도에서 증식이 잘 된 것으로 보여진다. 이는 유산균 9종 중 *Lb. plantarum*의 산에 대한 내구성이 가장 높게 평가된 연구(Kim EJ 2014) 결과에 의해 설명된다.

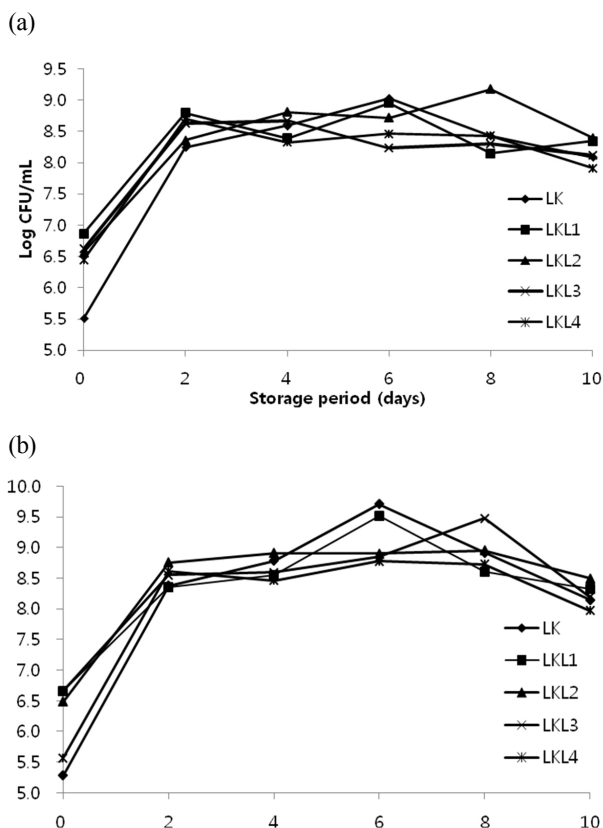


Fig. 3. Microbial changes during low-sodium kimchi fermentation of the number of (a) total aerobic bacteria and (b) lactic acid bacteria

4. 저염김치의 전반적 기호도 및 관능적 특성

전반적 기호도, 짠맛 및 신맛 강도의 적합도, 그리고 이미 강도에 대한 응답 점수들에 대해 분산 분석을 수행하고 사후 검정한 결과(Table 3), 모든 평가항목에서 시료 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p>0.05$). 유의적 차이는 없지만 전반적 기호도를 살펴보면 starter를 첨가한 저염김치 중 LKL2만 1.00% NaCl이 첨가된 LK보다 기호도가 높게 나타났다. 이는 LKL2가 LK와 짠맛은 비슷하지만 이미가 가장 약하기 때문으로 사료된다.

짠맛과 신맛 강도의 적합도 결과를 가장 적합한 수준인 8 점과 비교하였을 때 소비자들은 모든 저염김치를 싱겁고, 신맛이 부족하다고 평가하였다. 이는 starter 첨가가 저염김치의 짠맛 증진에 큰 영향을 주지 못했기 때문으로 생각된다. 또한, 신맛의 경우 신맛이 짠맛의 감지에 미치는 영향을 줄이기 위해 김치의 최적 산도 범위(0.5~0.8%)(Mheen & Kwon 1984; Choi 등 1998; Noh 등 2007)에서 비교적 낮은 산도의 시료를 제시하였기 때문으로 사료되며, 시료 간의 유의차가 나타나지 않았기 때문에 신맛이 짠맛에 영향을 미치지 않았을 것으로 추측된다.

Table 3. Consumer test scores¹⁾ for low-sodium kimchi samples

Sample	Overall liking	Saltiness ¹⁾	Sourness ¹⁾	Off-flavor
LK	6.0±3.2	5.4±3.0	5.4±3.4	7.6±3.1
LKL1	5.3±2.5	4.4±2.2	4.5±2.4	7.5±3.1
LKL2	6.5±2.7	5.3±2.6	5.3±2.7	6.9±3.3
LKL3	5.5±2.9	4.7±2.7	4.7±2.5	7.0±2.8
LKL4	5.7±2.8	5.4±2.8	5.0±2.8	7.4±3.1

¹⁾ JAR scale: 15-point category scale (1='much too weak' and 15='much too strong')

이미 강도의 경우, LK의 이미가 가장 높게 나타났는데, 이는 일반김치 보다 짠맛 강도가 약하여 배추에서 느껴지는 이미가 부각된 것으로 사료된다. 반면에 LKL2와 LKL3의 이미 강도가 LK보다 비교적 낮게 나타났는데, 이는 starter를 첨가한 김치의 군덕맛의 점수가 첨가하지 않은 김치보다 낮게 나타난 연구(Bong 등 2013) 결과와 일치한다. 따라서, starter를 첨가한 저염김치 중 L2를 첨가한 저염김치가 LK보다 비교적 이미가 약하게 나타나 전반적 기호도에 긍정적인 영향을 준 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 김치 유산균 starter의 사용이 김치의 발효 특성과 관능적 특성에 미치는 영향을 확인하고자 starter 첨가 김치(*Lb. sakei* 1, *Lb. sakei* 2, *Lb. palntarum* 및 *W. koreensis*)를 제조하여 10°C에서 산도가 0.5%에 도달할 때까지 저장한 후 -1.5°C에서 10일까지 발효시키며 실험하였다. pH 및 산도는 starter를 첨가한 저염김치가 그렇지 않은 김치보다 발효초기에 발효 속도가 빠르게 나타났지만, 산도가 0.75%에 도달한 이후에는 산도가 유지되어 저염김치의 발효 속도를 감소시키는 것으로 보여졌다. Starter 종류에 따른 저염김치의 염도 변화는 나타나지 않았다. 총호기성 세균 및 유산균수는 starter 첨가 여부와 종류에 따라 차이를 보였다. *Lb. sakei* 1의 경우, starter를 첨가하지 않은 저염김치와 가장 유사한 발효 양상을 보였다. 그러나 *Lb. sakei* 2는 일반 저염김치와 다르게 산도 0.75% 이상에서 총호기성 세균수는 증가하였고 유산균의 생장은 억제되었으며, *Lb. palntarum*은 반대의 양상을 띠었다. 또한, *W. koreensis*은 총호기성 세균과 유산균 수 모두 산도 0.75% 이상에서 생장이 저해되었다. 따라서, starter 3종(*Lb. sakei* 2, *Lb. palntarum* 및 *W. koreensis*)은 저염김치의 발효에 영향을 주었다. Starter 첨가 여부 및 종류에 따라 저염김치의 짠맛 증진 효과는 나타나지 않았지만, 다른 발효 패턴으로 인해 *Lb. sakei* 2를 첨가한 저염김치의 이미가 비교적 약하게 나

타나 starter를 첨가하지 않은 저염김치보다 전반적 기호도가 높은 경향을 보였다. 이상의 결과로 starter 4종 중 *Lb. sakei* 2 첨가를 통한 김치의 나트륨 저감화에 대한 가능성이 보이며, 추후 starter 이용에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 2014~2016년도 농림수산식품기술기획평가원의 고부가가치식품기술개발사업과제인 <NaCl 대체제 및 김치 유래 짠맛 증진제를 이용한 고품질 저염김치의 개발> 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부로, 이에 깊은 감사를 드립니다.

References

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. p.844
- Bong YJ, Jeong JK, Park KY. 2013. Fermentation properties and increased health functionality of kimchi by kimchi lactic acid bacteria starters. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1717-1726
- Cheigh HS, Park KY, Lee CY. 1994. Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of kimchi (Korean fermented vegetable products). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 34:175-203
- Cho IY, Lee HR, Lee JM. 2005. The quality changes of less salty kimchi prepared with extract powder of fine root of ginseng and *Schinandra chinensis* juice. *Korean J Food Culture* 20:305-314
- Choi SY, Lee MK, Choi KS, Koo YJ, Park WS. 1998. Changes of fermentation characteristics and sensory evaluation of kimchi on different storage temperature. *Korean J Food Sci Technol* 30:644-649
- Hahn YS, Oh JY, Kim YJ. 2002. Characteristics of low-salt kimchi prepared with salt replacement during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 34:647-651
- Kim EJ. 2014. Characterization of *Weissella* sp., *Leuconostoc* sp., and *Lactobacillus* sp. isolated from kimchi. MS Thesis, Chosun Univ. Gwangju. Korea
- Kim HJ, Shin HK, Yang EJ. 2013. Production and fermentation characteristics of *Mukeunji* with a mixed starter. *J Koorean Soc Food Sci Nutr* 42:1467-1474
- Kim MY. 2014~2016. Development of high end low-sodium kimchi using NaCl replacers and saltiness-enhancers derived from kimchi. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

- (114016-2)
- Kim SM. 2013. Quality characteristics of low-salt kimchi with salt replaced by *Salicornia gerbacea* L. powder. *Korean J Food Culture* 28:674-683
- Ku HS, Noh JS, Kim HJ, Cheigh HS, Song YO. 2007. Anti-oxidant effects of sea tangle added Korean cabbage kimchi *in vitro* and *in vivo*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1497-1502
- Lee KE, Lee YH. 2010. Effect of *Lactobacillus plantarum* as a starter on the food quality and microbiota of kimchi. *Food Sci Biotechnol* 19:641-646
- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16:443-450
- Min SH. 2014. Perceptions and acceptances related to kimchi among elementary school students in Jecheon area. *J East Asian Soc Dietary Life* 24:564-571
- Moon SW, Park SH, Kang BS, Lee MK. 2014. Fermentation characteristics of low-salt kimchi with starters on fermentation temperature and salt concentration. *Korean J Food & Nutr* 27:785-795
- Noh JS, Seo HJ, Oh JH, Lee MJ, Kim MH, Cheigh HS, Song YO. 2007. Development of auto-aging system built in kimchi refrigerator for optimal fermentation and storage of Korean cabbage kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 39:432-437
- So MH, Shin MY, Kim YB. 1996. Effects of psychrotrophic lactic acid bacterial starter on kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci Technol* 28:806-813
- Song DY, Park JE, Shim JE, Lee JE. 2013. Trends in the major dish groups and food groups contributing to sodium intake in the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 1998-2010. *Korean Journal of Nutrition* 46:72-85
- Yu KW, Hwang JH. 2011. Fermentative characteristics of low-sodium kimchi prepared with salt replacement. *Korean J Food & Nutr* 24:753-760
- Yu KW, Suh HJ, Hwang JH. 2012. Fermentative properties and immunomodulating activity of low-sodium kimchi supplemented with *Acanthopanax senticosus* and *Glycyrrhizae uralensis* extracts. *Korean J Food & Nutr* 25:878-887

Received 29 September, 2016

Revised 17 October, 2016

Accepted 24 October, 2016