

비피도박테리아 김치 발효에 대한 시판 올리고과당의 영향

채명희 · 전덕영*

전남대학교 생활과학대학 식품영양학과, 전남대학교 생활과학연구소

Effects of Commercial Fructooligosaccharides on Bifidobacteria Kimchi Fermentation

Myoung-Hee Chae and Deok-Young Jhon*

Department of Food and Nutrition and Human Ecology Research Institute, Chonnam National University

Abstract In order to extend the viability of aerotolerant *Bifidobacterium animalis* DY-64, fructooligosaccharide was added to kimchi containing the bifidobacteria. *Baechu-kimchi* made with Chinese cabbage was prepared with *B. animalis* DY-64 and fructooligosaccharide. Physicochemical and microbial changes of the kimchi were evaluated during fermentation at 4°C. Bifidobacteria survived longer in kimchi containing fructooligosaccharide than in kimchi not containing the oligosaccharide. The viable cell counts of *Lactobacillus* spp. and *Leuconostoc* spp. and the organic acid content of fructooligosaccharide-added kimchi were higher than those of bifidobacteria or conventional kimchi. The sour taste and sourness of fructooligosaccharide-added kimchi were as high as that of conventional kimchi. These results show that the addition of prebiotic fructooligosaccharide in kimchi enhanced the viability of bifidobacteria during functional kimchi fermentation.

Key words: *Bifidobacterium animalis* DY-64, fructooligosaccharide, kimchi

서 론

인체의 장내에는 400여종의 세균이 존재한다. 이중 비피도박테리아는 인체 외부로부터 병원성균에 의한 장의 감염을 예방하여 장내 균총의 균형을 유지하고, 발암 억제, 콜레스테롤 감소, 면역력 증강 등의 효능이 있어 유익한 균으로 알려져 있다(1-4). 따라서 장 건강을 유지하기 위해서는 비피도박테리아를 식품을 통해 공급해 주거나 증식시킬 수 있는 물질을 섭취하여 장내에 비피도박테리아를 많이 보유하는 것이 바람직하다.

Lactulose, 펩타이드, 비타민, 올리고당 등과 같은 물질은 장내에서 특히 비피도박테리아의 생육을 증가시킴으로 bifidogenic factor라고 하며 이와 같은 기능성 식이 소재를 찾는 연구가 활발히 진행되고 있다. 올리고당은 3-10개 당이 glycosidic bond로 구성된 대표적인 prebiotics이며 올리고과당, 말토올리고당, 자일로올리고당 등이 존재한다. 올리고과당은 β -(2,1)-linked fructose unit으로 구성되며 치커리나 돼지감자에서 추출되거나 transfructosylation 반응으로 설탕에서 효소적으로 합성된다. 올리고과당은 중합도, 결합형태에 따라 여러 형태로 자연계에 존재한다. Linear, branched β -(2,6)-linked 올리고과당은 양파, 마늘, 바나나 등에 널리 존재하여 매일 섭취된다. 또한 올리고과당은 장내 비피도스균의 증식 및 유해균을 억제하고, 배변촉진, 갈습 흡수 촉진 효과가 있어 고시형 건강기능식품으로 인정되었다(5-7).

김치는 젖산균에 의해 발효되는 대표적인 채소 발효 식품이다. 김치에 probiotics인 비피도박테리아를 적용하여 김치의 기능성을 향상시키려는 연구가 있다(8-9). 그러나 비피도박테리아는 편성 혐기성 미생물이며 김치의 염장 조건, 산성 pH 조건으로 김치 발효과정 중 비피도박테리아는 생존성이 약하다. 따라서 이를 극복하기 위해 내산소성, 내염성 균주의 이용, 김치 발효 조건의 변형 등이 연구되고 있다(10-11). 본 연구의 저자들은 장수벨트인 전남 담양에서 거주하는 95세 이상의 장수노인에서 *Bifidobacterium animalis* DY-64를 분리하였다. 분리된 균주가 김치 발효에 적합한 내산성, 내염성이 있음을 확인하고 이를 probiotics로서 김치 제조에 이용하였다. 그러나 김치의 발효 조건은 비피도박테리아의 생장에 필요한 혐기적 조건과 영양학적 요구도가 바람직하지 않아 김치 발효 15일 이후에 비피도박테리아는 10% 만이 존재하였다(10).

이에 본 연구에서는 비피도박테리아의 증식 효과가 있는 올리고과당을 김치 제조시 첨가하여 김치 발효과정 중 비피도박테리아의 생육과 증식을 촉진하고 probiotics의 효능을 지속시키고자 하였다. 비피도박테리아는 장내건강을 위해서 최소 $10^{8.9}$ cfu/day를 섭취해야 효과가 있으므로 김치 제조시 10^8 cfu/g으로 첨가하였다(12). 비피도박테리아가 함유된 기능성 김치를 제조하고 프락토 올리고당을 첨가하였다. 발효 과정 중 올리고과당 첨가 김치의 이화학적 특성, 비피도박테리아 생육 및 발효 관련 미생물에 미치는 영향을 조사하고 이를 관능평가하였다.

실험 재료 및 방법

재료

올리고과당은 썬 올리고 G(Genex Company, Korea)를 사용하였다. 썬 올리고 G는 GF₂ 21%(w/w), GF₃ 26.3%(w/w), GF_{4,5}

*Corresponding author: Deok-Young Jhon, Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, 300 Yongbongdong, Buk-gu, Gwangju 500-757, Korea
Tel: 82-62-530-1335
Fax: 82-62-530-1339
E-mail: dyjhon@chonnam.ac.kr
Received August 24, 2006; accepted December 28, 2006

4.8%(w/w), dextrin 45%, sucrose 1.9%, glucose, fructose 0.8%로 구성되었다. 본 실험에 사용된 각종 배지는 Difco사(Detroit, MI, USA)에서 구입하였으며 김치 제조용 재료는 시판되는 것을 사용하였다.

비피도박테리아를 함유한 올리고과당 김치의 제조

Chae와 Jhon(10)의 방법에 따라 김치를 제조하였다. 절인 배추 100 g당 무 10 g, 고춧가루 3 g, 마늘 1.4 g, 양파 1.5 g, 파 2 g, 생강 0.6 g, 멸치젓 2 g, 새우젓 1 g, 찹쌀 풀 0.5 g, 설탕 0.5 g의 비율로 제조하였다. *B. animalis* DY-64는 0.05% L-cystein·HCl을 0.05% 함유한 MRS 액체 배지에서 48시간 배양하여 원심분리(10,000 rpm, 15 min)하였다. 회수된 균체를 생리 식염수(0.85% NaCl)로 2회 세척하고 김치 1 g당 10^8 cfu/g 수준으로 양념에 배합하여 절인 배추와 함께 혼합하여 비피도박테리아 함유 김치를 제조하였다. 올리고과당 함유 김치는 비피도박테리아 김치에 올리고과당을 1% 농도로 첨가하여 제조하였다. 김치는 대조군(C 군), 비피도박테리아 첨가군(B 군), 비피도박테리아와 올리고과당 첨가군(BO 군)으로 분류하고 200 g씩 밀폐용기에 넣은 후 4°C에 보관하면서 실험하였다.

김치의 이화학적 분석

김치의 pH는 pH meter를 사용하여 측정하였다. 적정산도는 시료 용액 10 mL을 0.1 M NaOH로 적정하여 젖산 함량으로 나타내었다.

HPLC를 이용한 유기산의 정량을 위하여 균질화된 김치 국물을 원심분리(12,000 rpm, 1 hr)하여 상층액만을 회수하고 멸균된 filter로 여과하고 C₁₈ Sep-Pak cartridge(Millipore Co., USA)를 통과한 후 분석용 시료로 사용하였다. 유기산은 HPLC(컬럼: Aminex HPX-87H(300 mm × 7.8 mm, Bio-Rad, 용매: 4 mM sulfuric acid, 유속: 0.6 mL/min, 검지기: UV detector-206 nm)로 분석하여 젖산과 초산의 생성량을 조사하였다.

김치의 미생물학적 분석

김치를 담근 후 미생물 변화를 관찰하기 위하여 김치를 Stomacher(Seward, stomacher 400, USA)으로 60초 동안 균질화하여 국물을 취하였다. 생리적 식염수에 십진희석한 후 총균수는 plate count agar 배지, *Lactobacillus* spp.의 경우는 lactobacillus selection agar, *Leuconostoc* spp.은 phenyl ethyl alcohol sucrose agar 평판배지에 37°C, 호기조건에서 배양하여 colony를 계수하였다.

비피도박테리아는 혐기성 희석액(0.45% KH₂PO₄, 0.6% Na₂HPO₄, 0.05% L-cysteine·HCl, 0.05% Tween 80, 0.1% Bacto agar)에 십진희석하고 BS(bifidobacteria selective) 배지에 도말하여 가스 팽형기성 발효조(Gas Pak anaerobic jar, BBL, USA)를 이용하여 37°C에서 48시간 동안 배양하여 생균수를 측정하였으며 비피도박테리아의 확인은 colony PCR 방법을 사용하였다. 즉, genus-specific PCR primers, Bif164 and Bif 662를 이용하였으며 콜로니 PCR 반응액은 25 pmole의 각 프라이머, premix 2 μL(Bioneer, Daejeon, Korea), 멸균 2차 증류수 5 μL를 사용하였다. PCR 증폭 조건은 Venema와 Mathius(13)의 조건으로 실시하였다. PCR 반응 후 생성된 PCR 산물은 에티딤 브로마이드가 포함된 아가로즈 젤 상에서 전기영동을 실시하고 자외선을 조사하여 확인하였다.

관능평가

김치 발효 10일 및 15일째에 훈련된 대학원생 15명을 대상으로 관능평가를 실시하였다. 김치의 색, 냄새, 맛, 질감의 항목은

매우 낮음(1점), 보통(5점), 매우 높음(9점)으로, 전체적인 기호도는 매우 싫음(1점), 보통(5점), 매우 좋음(9점)으로 평가하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복 측정하였으며 결과는 평균 ± 표준편차로 나타내었다. 자료 분석은 SPSS 프로그램의 Duncan's multiple range test(SPSS 10.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 실시하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

올리고과당 김치의 pH 및 산도의 변화

내산소성의 비피도박테리아를 함유한 김치에 올리고과당을 첨가했을 때 김치의 발효 속도의 차이를 확인하기 위하여 보통김치와 함께 각 김치를 발효하는 동안 pH와 산도의 변화를 측정하였다. 담금 직후 김치의 pH는 5.6이었다가 점차 감소하여 대조군은 20일 이후에 최저 pH를 나타냈다. B군, BO군은 발효 15일 만에 최저 pH를 나타냈으며 pH의 감소가 급격하였다. 비피도박테리아 김치에 올리고과당을 첨가한 김치의 pH는 비피도박테리아 김치의 pH와 유의적인 차이가 없었다.

적정 산도는 김치 담금 직후 0.2%이었다가 대조군을 제외한 실험군에서 초기에 급격하게 증가하였으며 발효 20일 이후에는 0.8-0.9%로 일정하게 유지되었다(Fig. 1). BO군의 적정산도가 전반적으로 높았으며 이는 pH 측정결과와 일치하였다.

올리고과당 김치의 유기산 분석

올리고과당의 첨가가 김치의 유기산 생산 양상에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각각의 김치를 발효하는 동안 젖산과 초산의 생성량을 측정하였다. 세 종류 김치의 젖산 함량은 초기에 70 mg%였다가 발효 20일째까지 직선적으로 급격하게 증가하였다(Fig. 2). 발효 20일째에 대조군의 젖산 함량은 초기의 6.5배, B군과 BO군은 약 7.5배까지 증가하였다. 비피도박테리아와 올리고과당 첨가군에서 대조군보다 젖산 생성이 유의적으로 높고 생성 속도가 빨랐다.

초산 함량은 김치의 발효과정동안 발효 20일까지 지속적으로 증가하였다. 발효 20일째에 대조군의 초산 함량은 발효 초기(35 mg%)보다 8배(280 mg%)로 증가하였고, B군은 9배(310 mg%), BO군은 9.5배(330 mg%)로 증가하였다. B군과 BO군의 초산 생성속도는 대조군보다 높았다.

비피도박테리아의 첨가는 김치의 발효 속도를 촉진시켰다. 김치의 숙성 속도가 빨라진 것은 첫째 첨가한 비피도박테리아의 산생성에 의한 것으로 비피도박테리아는 균체의 증식과 관련없이 정지기에도 산을 생성한다(14). 둘째, 비피도박테리아 첨가로 김치의 초기 발효에 있어서 중요한 *Leuconostoc*과 중기 및 후기에 주요 역할을 하는 *Lactobacillus* spp.의 생육이 촉진된 것에 따르며(15-16) 이러한 현상은 올리고과당의 첨가로 더욱 촉진되었다. 또한 따라서 4°C에서 보다 빠른 김치 숙성을 위해서는 올리고과당을 사용하는 것이 김치제조에서 이용될 수 있을 것이다.

올리고과당 김치의 미생물학적 분석

세 종류의 김치가 저온에서 발효되는 동안 주요 미생물의 생육 양상을 검토하기 위하여 *Leuconostoc* spp., *Lactobacillus* spp. 그리고 *B. animalis* DY-64의 생균수를 측정하였다. *Leuconostoc*은 발효 초기에 3.0×10^4 cfu/g였고 모든 실험군에서 발효 5일까지 급속하게 증가하였고 이후 점차 감소하였다(Fig. 3). 대조군과 B

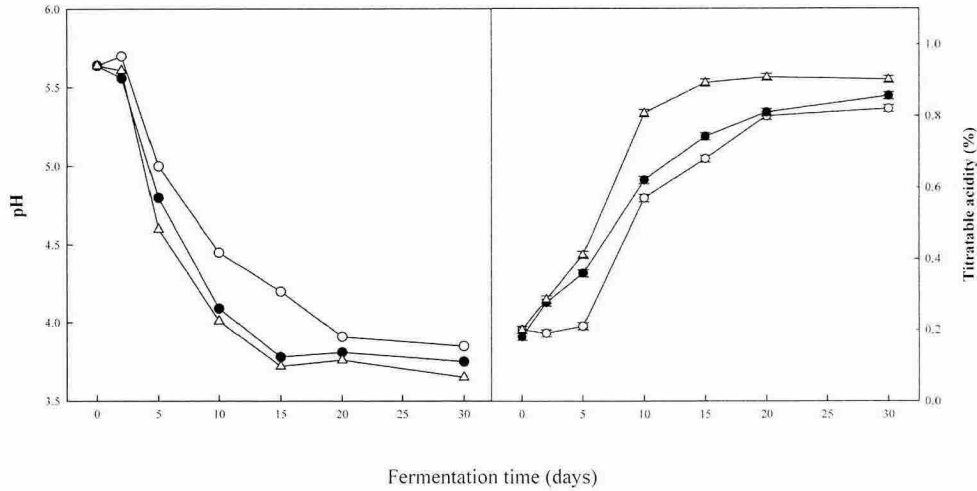


Fig. 1. Changes in pH and titratable acidity of kimchi during fermentation at 4°C. Symbols: ○, conventional kimchi; ●, kimchi containing *Bifidobacterium animalis* DY-64; △, kimchi containing *B. animalis* DY-64 and fructooligosaccharide.

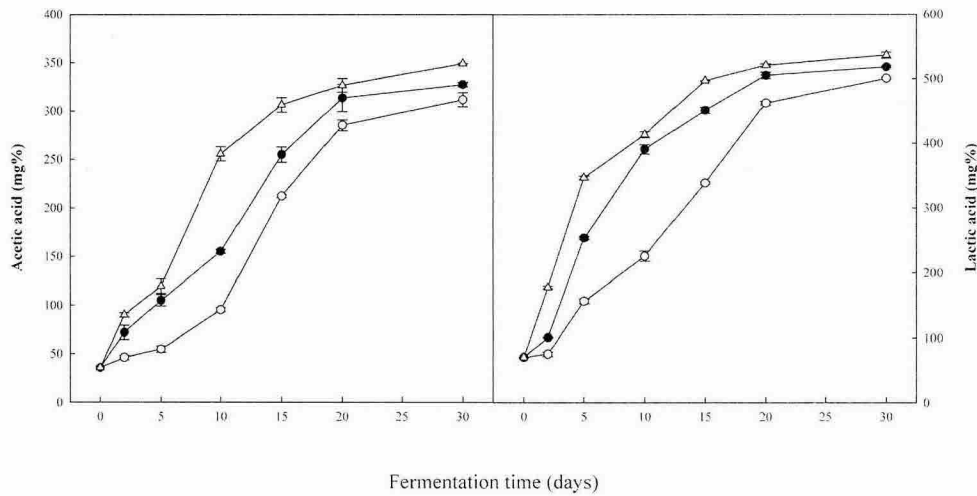


Fig. 2. Changes in lactic acid and acetic acid in kimchi during fermentation at 4°C. Symbols: ○, conventional kimchi; ●, kimchi containing *Bifidobacterium animalis* DY-64; △, kimchi containing *B. animalis* DY-64 and fructooligosaccharide.

균은 5일째에 10^8 cfu/g으로 증가하였고 BO균은 8×10^8 cfu/g으로 증가하여 전체 발효기간동안 가장 많은 생균수를 나타냈다. 발효 30일째의 leuconostoc 생균수는 BO균(10^7 cfu/g)이 대조군(10^6 cfu/g)보다 약 1 log cycle이 더 많았다.

담금 직후 김치의 *Lactobacillus* spp.은 1.0×10^5 cfu/g였다. 대조군은 발효 15일째에 4.7×10^8 cfu/g였고 발효 30일까지 비슷한 수준으로 유지되었다. B군, BO군에서 *Lactobacillus* spp.는 발효 초기에 급속하게 증가하였다가 발효 15일 이후에는 10^8 cfu/g 수준으로 일정하게 유지되었다. 발효 중기 이후에는 모든 실험군에서 유의적인 차이가 없었으며 leuconostoc의 결과와는 상이하였다.

B. animalis DY-64는 김치 제조시 10^8 cfu/g으로 첨가되었다. 비피도박테리아 생균수는 발효 전기간동안 점점 감소하는 양상이었다. B군에서는 발효 10일까지 약 1 log cycle이 감소하였고 이후에는 일정하게 유지되었다. BO군에서도 발효 10일까지 비피도박테리아의 감소가 나타났으나 B군보다 비피도박테리아가 유의적으로 높게 유지되었다.

B. animalis DY-64는 4°C 발효 중의 배추 김치에서 30일동안 최초 첨가량의 10% 수준으로 우수하게 생존한다는 것을 확인할

수 있었고(10), 올리고과당을 첨가하게 되면 비피도박테리아의 생존성을 50%까지 높일 수 있음을 알 수 있었다. 올리고과당은 비피도박테리아의 성장을 촉진하는 bifidogenic factor로 여러 연구에서 비피도박테리아의 증식을 촉진시켰다고 보고되었다(5). 그러나 김치와 같이 여러 미생물이 혼합된 발효 식품에서 올리고과당이 비피도박테리아의 생존성을 높인다는 연구결과는 아직까지 보고된 바 없으며 이에 대하여는 앞으로 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

비피도박테리아는 4°C에서는 생육하지 않은 것으로 알려져 있다(17). 올리고과당 첨가 김치에서 비피도박테리아의 생존성이 증가하고 젖산과 초산의 생성이 증가되는 현상은 4°C 김치중에서 *Leuconostoc* spp. 및 *Lactobacillus* spp. 미생물이 발효하는 동안 생성되는 발열에 의하여 비피도박테리아가 부분적으로 생육할 수 있었을 것으로 생각한다(18). 또한 올리고당은 비피도박테리아의 에너지원으로 이용되어 균의 성장을 촉진할 수 있으며, 낮은 pH와 많은 유기산이 존재하는 김치 조건에서 균체를 보호하여(19) 사멸 속도를 늦추었을 것으로 생각된다.

특히 올리고과당의 첨가는 김치의 발효 중기 및 후기에 *Leu-*

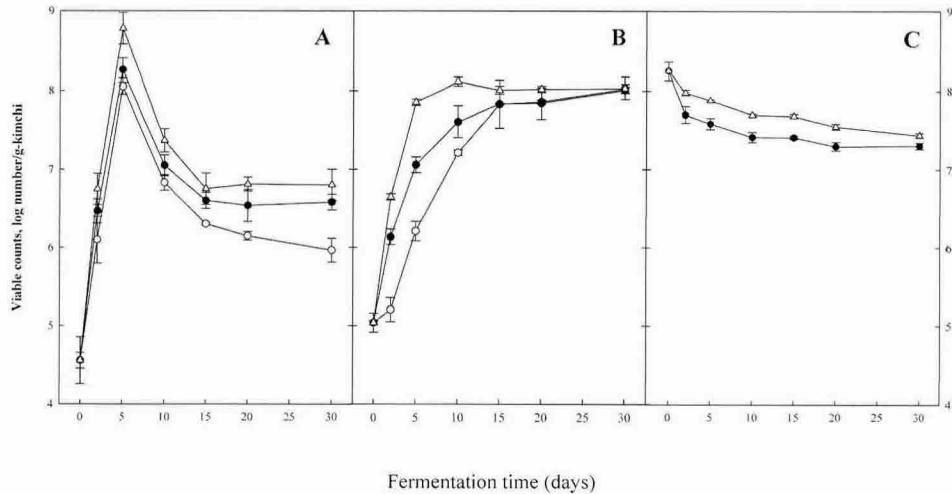


Fig. 3. Changes in microorganisms of kimchi during fermentation at 4°C. A: *Leuconostoc* spp., B: *Lactobacillus* spp., and C: *Bifidobacterium* spp. Symbols: ○, conventional kimchi; ●, kimchi containing *Bifidobacterium animalis* DY-64; △, kimchi containing *B. animalis* DY-64 and fructooligosaccharide.

conostoc spp.의 생존성에 크게 기여하였다. *Leuconostoc* spp.은 이 상발효 젖산균으로 젖산과 함께 CO₂ 및 초산을 생산한다. 올리고과당 첨가 김치는 발효말기까지 초산의 생성이 직선적으로 증가하는데 이 현상은 올리고과당의 첨가에 따른 *Leuconostoc* spp.의 생존성에 기인한 것으로 보인다.

올리고과당 김치의 관능평가

올리고과당이 비피도박테리아를 함유한 김치의 맛에 어떠한 영향을 미치는지 확인하기 위하여 김치를 발효하는 동안 측정된 관능평가 결과는 Table 1과 같다. 관능평가는 발효 적숙기라고 판단되는 발효 10일과 15일째 김치에 대하여 실시하였다. 발효 10일후에 B, BO군은 신내, 신맛, 아삭아삭함이 대조군보다 유의적으로 높았다. 김치의 색과 매운맛은 실험군간에 유의적인 차이가 없었다.

발효 15일째에 김치의 신내, 신맛, 연함은 BO군에서 유의적으로 높았고, 사각사각함은 대조군에서 유의적으로 높았다. 전체적인 기호도는 발효 10일째에는 BO군에서, 발효 15일째에는 대조군에서 유의적으로 우수하게 평가되었다.

일반 김치의 최적 발효 기간은 담금 후 15일 전후이며(20), 당, 젖산균 등의 첨가물이 더해지는 경우는 발효 속도가 빨라진다.

따라서 올리고당이나 젖산균등의 첨가물이 더해지는 경우 발효가 빠르게 진행되어 최적의 가식기간은 발효 10일째임을 알 수 있다. 이는 젖산균과 생균수의 증가를 통하여 젖산과 초산의 산생성이 많아지고 배추김치의 조직이 연해지는 등 발효가 촉진되는 점이 있으나 종합적인 맛에 있어서는 우수한 평가를 받아 비피도박테리아를 함유한 김치의 제조에 긍정적인 효과를 주는 것을 알 수 있다.

요 약

김치의 기능성 향상을 위해 내산소성의 *Bifidobacterium animalis* DY-64와 올리고과당을 첨가한 김치를 제조하고 발효과정동안 이 화학적, 미생물학적 특성에 대해 조사하였다. 4°C, 30일간의 김치 발효과정 중 비피도박테리아는 1 log cycle이 감소되었으며 올리고과당을 함께 첨가한 군에서는 비피도박테리아의 생존률이 높게 유지되었다. 또한 *Lactobacillus* spp.와 *Leuconostoc* spp.의 생육 및 생존률이 더욱 증가되었다. 발효과정동안 비피도박테리아와 올리고과당 첨가 김치는 유기산(젖산과 초산)의 생성이 대조군보다 유의적으로 높았다. 올리고과당 김치는 일반 김치보다 신내, 신맛, 아삭아삭함이 더 높았다. 이러한 결과로 비피도박테리

Table 1. Sensory scores of kimchi added with *Bifidobacterium animalis* DY-64 and fructooligosaccharide

Attributes	10 day			15 day		
	C	B ²⁾	BO	C	B	BO
Color	5.2 ± 0.8	5.1 ± 1.0	5.2 ± 0.9	6.0 ± 0.9	6.1 ± 1.1	6.1 ± 0.7
Sour flavor	5.1 ± 0.7 ^{a1)}	5.7 ± 0.76 ^b	6.4 ± 0.5 ^c	5.5 ± 1.6 ^a	6.0 ± 1.3 ^{ab}	6.9 ± 0.7 ^b
Taste						
Hot taste	4.6 ± 0.5	4.5 ± 1.2	4.6 ± 1.0	5.2 ± 0.8	5.5 ± 1.0	5.3 ± 0.8
Sourness	4.7 ± 1.1 ^a	5.8 ± 0.9 ^b	6.3 ± 0.7 ^b	5.4 ± 1.3 ^a	6.9 ± 0.7 ^{ab}	7.2 ± 1.2 ^b
Texture						
Softness	5.1 ± 0.6 ^a	5.3 ± 0.8 ^{ab}	5.8 ± 0.7 ^b	5.7 ± 1.1 ^a	6.4 ± 1.4 ^a	7.4 ± 0.8 ^b
Crispness	5.4 ± 1.7 ^a	5.9 ± 1.7 ^{ab}	6.2 ± 1.2 ^b	7.2 ± 1.4 ^b	6.6 ± 1.5 ^{ab}	5.6 ± 1.3 ^a
Overall acceptability	5.0 ± 1.3 ^a	5.5 ± 0.6 ^a	6.3 ± 0.5 ^b	7.2 ± 1.1 ^b	6.5 ± 0.7 ^{ab}	5.6 ± 1.1 ^a

¹⁾Mean ± SD, Different superscripts within a row of same fermentation day indicate significant (*p* < 0.05) difference by Duncan's multiple range test.

²⁾C, conventional kimchi; B, kimchi containing *B. animalis* DY-64; BO, kimchi containing *B. animalis* DY-64 and fructooligosaccharide.

아 김치 제조시 시판 올리고과당을 첨가하면 비피도박테리아의 생존성을 증가시키며 장내에서는 prebiotics로서 이용되어 김치의 기능성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림부의 연구지원(2020-03-3-HD110)에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문헌

- Gomes AMP, Malcata, FX. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. Trends Food Sci. Technol. 10: 139-157 (1999)
- Kim HY, Yang JO, Ji GE. Effect of bifidobacteria on production of allergy-related cytokines from mouse spleen cells. J. Microbiol. Biotechnol. 15: 265-268 (2005)
- Om AS, Park SY, Hwang IK, Ji GE. Comparison of nitric oxide, hydrogen peroxide, and cytokine production in RAW 264.7 cells by *Bifidobacterium* and other intestinal bacteria. J. Microbiol. Biotechnol. 9: 98-105 (1999)
- O'Sullivan D, Kullen MJ. Tracking of probiotic bifidobacteria in the intestine. Int. Dairy J. 8: 513-525 (1998)
- Sangeetha PT, Ramesh MN, Prapulla SG. Recent trends in the microbial production, analysis and application of fructooligosaccharides. Trends Food Sci. Technol. 16: 442-457 (2005)
- KFDA. The Standard of Health-functional Foods. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (2004)
- Choi EH, Kim HY, Kim YH, Kim WK, Oh SJ, Kim SH. Effects of selected oligosaccharides on fecal microflora and lipid constitution in rats. Korean J. Nutr. 32: 221-229 (1999)
- Lee KE, Choi UH, Ji GE. Effects of kimchi intake on the composition of human large intestinal bacteria. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 981-986 (1996)
- Kim TW, Park AK, Kim GR, Lee JM, Chung DK, Kim HY. Characterization of functional kimchi using *Bifidobacterium lactis*. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 924-927 (2003)
- Chae MH, Jhon DY. Preparation of kimchi containing *Bifidobacterium animalis* DY-64. J. Microbiol. Biotechnol. 16: 431-437 (2006)
- Chae MH, Park EJ, Oh TK, Jhon DY. Preparation of kimchi containing *Bifidobacterium longum* BO-11. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 232-236 (2006)
- Kurmann JA, Rasic JL. The health potential of products containing bifidobacteria. pp. 117-157. In: Therapeutic Properties of Fermented Milks. Robinson, R (ed). Elsevier, London, England (1991)
- Venema K, Mathuis AJH. A PCR-based method for identification of bifidobacteria from the human alimentary tract at the species level. FEMS Microbiol. 224: 143-149 (2003)
- Chou CC, Hou JW. Growth of bifidobacteria in soymilk and their survival in the fermented soymilk drink during storage. Int. J. Food Microbiol. 56: 113-121 (2000)
- Wang YC, Yu RC, Chou CC. Growth and survival of bifidobacteria and lactic acid bacteria during the fermentation and storage of cultured soymilk drinks. Food Microbiol. 19: 501-508 (2002)
- Murti TW, Bouillanne C, Landon M, Desmazeaud MJ. Bacterial growth and volatile compounds in yogurt-type products from soymilk containing *Bifidobacterium* spp. J. Food Sci. 58: 153-156 (1993)
- Jones D, Collins MD. Irregular non-sporing Gram-positive rods. Vol. 2, pp. 1261-1434. In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JG (eds). The Williams & Wilkins, Baltimore, MD, USA (1986)
- Brock TD. Brock biology of microorganisms. pp. 118-128. In: Nutrition and Metabolism. Madigan MT, Martinko JM, Parker J (eds). Prentice Hall, NJ, USA (2000)
- Doleyres Y, Lacroix C. Technologies with free and immobilised cells for probiotic bifidobacteria production and protection. Int. Dairy J. 15: 973-988 (2005)
- Cheigh HS, Park KY. Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of Kimchi (Korean fermented vegetable products). Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 34: 175-203 (1994)