Korean J. Food & Nutr. Vol. 26. No. 4, 945~951 (2013)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2013.26.4.945

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

배추김치 저장조건에 따른 발효특성 및 오르니틴 함량 변화

박기범[*,**] · 김수곤[*] · 유지현[*] · 김지선[*] · 김은선[*] · 전종인[**] · †오석흥[*]
[*]우석대학교 식품생명공학과, [**]위니아만도㈜ 연구소

Changes in Fermentation Properties and Ornithine Levels of *Baechu Kimchi* by Storage Condition

Ki-Bum Park[*,**], Su-Gon Kim[*], Ji-Hyun Yu[*], Ji-Seon Kim[*], Eun-Seon Kim[*],
Jong-In Jeon[**] and †Suk-Heung Oh[*]
[*]*Dept. of Food and Biotechnology, Woosuk University, Jeonju 565-701, Korea*
[**]*Research and Development Center, WiniaMando Inc., Asan 336-843, Korea*

Abstract

Changes in fermentation properties and ornithine levels of *Baechu Kimchi* by storage conditions were investigated. After making and fermenting *Kimchi* at 15℃ for 32 hr (S1), 36 hr (S2), 40 hr (S3), 44 hr (S4), and 48 hr (S5) during the first 10 days of storage. The *Kimchi* samples are subsequently stored in the −1℃ *Kimchi* refrigerator for up to 60 days. Changes in the pH values and lactic acid contents of S4 and S5 samples are slightly bigger than the S1, S2 and S3 samples which have no significance differences. According to lactic acid bacteria (LAB) number, all samples show the largest augmentation according to the number of *Lactobacilli* during the first 20 days of storage. After 20 days of storage, the S4 and S5 samples show larger accumulations of LAB than S1, S2 and S3 samples. The *Weissella* genus is predominated at the 40 day of storage in the S5 sample. Ornithine levels are increased up to 170 ㎎ per 100 g during the storage period of 40~50 days in the S5 sample. However, the increase of ornithine levels in S1, S2 and S3 samples is smaller than those of the S4 and S5 samples. These results indicate that the conditions of *Kimchi* fermentation, which is 48 hr at 15℃ before storage, is proved to be the most superior for ornithine levels within the *Kimchi* refrigerator.

Key words: *Kimchi*, fermentation, storage, ornithine levels, *Weissella* genus

서 론

한국의 전통발효식품 중 하나인 배추김치는 배추를 주재료로 하고, 마늘, 고추, 양파, 부추, 파, 생강, 젓갈, 소금 등 다양한 부재료를 이용하여 제조한다(Kim 등 2011; Rhee 등 2011). 전통적인 김치는 젖산균의 첨가 없이도 주재료와 부재료에서 유래한 다양한 미생물에 의해서 발효되고, 김치 고유의 맛, 향, 영양소, 생리활성물질 들을 만들어낸다. 김치에는 바타민 B, C 등 각종 비타민류, 식이섬유, 베타-시토스테롤, 클로로필 그리고 풍부한 유산균과 GABA, 오르니틴 등 다양한 발효생성물 등의 기능성 영양소들이 많이 함유되어 있다(Oh 등 2008; Rhee 등 2011; Moon 등 2012; Park 등 2012; Choi 등 2013). 김치가 세계5대 건강식품 중의 하나로 선정되는 데에는 김치에 함유되어 있는 각종 비타민과 풍부한 유산균이 주요 원인으로 알려져 있다(Choi 등 2013). 또한 김치는 항비만, 항암, 항산화, 항당뇨, 섬유소 용해능 등을 포함하는 많은 기능성을 가지고 있음이 그 동안의 연구를 통해 확인된 바 있다(Moon 등 2012; Park 등 2012; Choi 등 2013).

김치는 사용되는 재료와 제조 후 숙성 시간 및 온도 그리고 저장조건에 따라서 유산균의 분포가 크게 달라지는 것으로 알려져 있다(Cho 등 2006; Oh 등 2008; Kim 2012). 따라서 김치에서 주로 발견되는 우점종 *Lactobacillus*, *Weissella*, *Leuconostoc*

† Corresponding author: Suk-Heung Oh, Dept. of Food and Biotechnology, Woosuk University, Jeonju 565-701, Korea. Tel: +82-63-290-1433, Fax: +82-63-290-1429, E-mail: shoh@woosuk.ac.kr

genus 분포도 이들 조건에 따라서 크게 달라질 수 있음을 알 수 있다(Cho 등 2006; Lee 등 2008; Jung 등 2011; Kim 등 2012). 또한 저장기간 중 김치 유산균 species 분포도 크게 달라져, 일반적으로 발효 초기에는 *Leuconostoc citreum*, *Leuconostoc mesenteroides* 등이 주를 이루고, 최적의 맛을 유지하는 pH 4.0~4.3 기간에는 *Weissella koreensis* 등이 주를 이루는 것으로 알려져 있다(Kim & Chun 2005; Cho 등 2006). 김치의 유산균 분포는 김치의 기능성 물질과도 밀접한 관련이 있다. 예를 들면, 김치 유산균 *Weissella koreensis*는 오르니틴을 잘 생성하는 것으로 알려져 있고(Yu 등 2009; Moon 등 2012), 김치유래의 *Weissella koreensis* OK1-6 균주를 스타터로 첨가한 김치는 오르니틴 함량이 유의적으로 증진되는 것으로 조사되었다(Park 등 2012). 또한 오르니틴 생성균주 *Weissella koreensis* OK1-6와 이를 이용하여 제조한 김치의 항비만 효과가 최근 입증되기도 하였다(Park 등 2012).

오르니틴은 비단백태의 의약용 아미노산으로 그 동안 약리적인 연구를 통해서 성장호르몬의 분비 촉진을 통한 항비만 효과를 보여주는 기능이 알려져 있다(Bucci 등 1990, 1992; Elam 등 1989; Moon 등 2012). 또한 간에서 암모니아 해독 등을 통한 간 보호, 피부 재생 등의 기능이 알려져 있다(Muting & Kalk 1992; Shi 등 2002). 지금까지는 조개류나 재첩류에 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있었으나(Uchisawa 등 2004), 최근 김치의 발효과정 중 전구물질인 아르기닌의 감소와 오르니틴의 급격한 생성이 관찰되기도 하였다(Kim 2010; Moon 등 2012). 따라서 본 연구는 김치 제조 후 정해진 온도(15℃)에서 익힘 시간을 달리하여 김치를 숙성 후, 김치냉장고 저장을 통해서 오르니틴의 함량을 극대화 할 수 있는 조건을 찾고자 수행되었다. 이를 통해서 소비자들에게는 오르니틴 생성 유산균과 오르니틴 함량이 증진된 김치를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

재료 및 방법

1. 배추김치 제조, 숙성 및 저장

본 실험에 사용한 배추김치 시료는 김치 제조 후 15℃ 인큐베이터에서 숙성시킨 시간에 따라 구분하였으며(Noh 등 2007; Oh 등 2008), 각 32시간, 36시간, 40시간, 44시간, 48시간 숙성한 것을 S1(32 h), S2(36 h), S3(40 h), S4(44 h), S5(48 h)라 명명하였다. 배추김치 제조에 사용한 원/부재료의 % 비율은 절임 배추 71.0, 무(무채) 11.5, 찹쌀풀 2.0, 설탕 1.0, 다진 마늘 2.0, 쪽파 1.0, 다진 생강 0.5, 다진 양파 2.0, 대파 1.0, 고추가루 3.0, 새우젓 1.5, 멸치액젓 1.5, 다시마 국물 1.5, 부추(갓) 0.5이었다. 배추김치는 위니아만도(주) 김치연구소에서 제조하였으며, 김치는 각 시간 별로 숙성시킨 후 내부온도 −1.4℃, 김치냉장고(DOK224DCS, 위니아만도㈜, Korea)에 60일간 보관하면서 채취하여 시료 조제에 사용하였다.

2. 배추김치 시료 조제

각 배추김치 시료는 제조 직후 및 익힘과 저장 시작 후 10일 간격으로 채취하였고, 채취 후 브랜더(HR-1861, Philip, Netherlands)로 마쇄하여 고형물과 액상 전체를 측정 및 분석 시료로 사용하였다.

3. pH 변화 측정

각 배추김치 시료의 pH 변화는 50 ㎖ tube에 김치 마쇄 시료 25 ㎖ 담아 pH meter(FE20-FiveEasy™, Mettler Toledo, Korea)를 이용하여 측정하였다.

4. 젖산 변화 측정

각 배추김치 시료의 젖산 함량 변화 측정을 위하여 시료 10 g에 증류수를 가하여 50 ㎖로 정용하고, 0.1 N-NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하였다. 젖산 함량은 다음의 식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{산도}(\%)=\frac{\text{NaOH}(1\ \text{㎖})\ \text{유기산량}\ \text{NaOH 소비량}(\text{㎖})\times\text{NaOH 역가}}{\text{시료의 부피}}\times 100$$

5. 유산균 수 변화 측정

각 배추김치 시료는 펩톤 수로 10^{-4}~10^{-6} 범위로 희석하였고, 유산균 선택적으로 분리하기 위하여 DE MAN, ROGOSA and SHARPE(MRS, Difco, USA)에 0.002% bromocresol purple (BCP, Sigma, USA)를 첨가하여 사용하였다. BCP가 첨가된 MRS agar 고체 배지에 희석된 시료 100 ㎕를 도말한 후 25℃ 배양기에 48시간 배양하여 생성된 단일 노란색 colony를 계수하여 시료 ㎖당 colony forming unit(CFU)로 나타내었다(Park & Oh 2006; Yu 등 2009; Yu 등 2011).

6. 유산균 속 변화 측정

배추김치 유산균 속의 변화는 유산균 수 변화 측정 시에 사용된 plate에서 각 시료 군마다 콜로니를 10개씩을 무작위로 채취하여 MRS 액체 배지에 접종 후 25℃ 배양기에서 현탁배양을 하였다. 현탁배양한 시료를 1 ㎖ 채취하여 원심분리를 통해 세포를 수집한 뒤 genomic DNA(gDNA) 추출 키트(Bioneer, Korea)를 이용하여 gDNA를 추출하였다. 추출된 gDNA 농도를 측정한 뒤 Primer(27F:AGAGTTTGATCMTGGCTCAG, 1392R: ACGGGCGGTGTGTRC), Dr. Taq DNA Polymerase(Doctor Potein, Korea) 등을 이용하여 PCR 실시하였으며, 얻어진 PCR 산물을 (주)마크로젠에 의뢰하여 16S rDNA sequence 결과를 얻었으며, 이를 토대로 유산균 속 분포를 분석하였다(Kim & Chun

2005; Kim 등 2012).

7. 오르니틴 함량 분석

오르니틴 함량은 HPLC(ACCQ · Tag™ Amino Acid Analysis System, Waters, USA)를 이용하여 측정하였다. 오르니틴의 형광 유도체화를 위해 AccQ · Fluor Reagent를 사용하였으며, 이들 유도체의 분리를 위해 3.9×150 ㎜ column(For Hydrolysate Amino Acid Analysis, Waters, USA)을 사용하였다. Column으로부터 유도체를 용출시키기 위해서 AccQ · Tag Eluent A (Waters, USA)와 60% acetonitrile을 분당 1 ㎖의 유속으로 흘려 주었다. 오르니틴 함량은 표준 L-Ornithine(MERCK, Germany)의 분석결과와 비교하여 산출하였다(Park and Oh 2006; Yu & Oh 2010).

결과 및 고찰

1. pH 변화 측정

배주김치의 pH 변화를 측정한 결과, Fig. 1에서와 같이 김치 제조 직후인 0 day에서는 pH 5.3~5.5 범위로 측정되었으며, 숙성 및 저장 시간에 따른 pH 변화는 초기 10일까지의 변화가 비교적 큰 것으로 조사되었다. 이 중에서도 김치냉장고 보관 모드로 전환하기 전 15℃에서의 저장 시간을 상대적으로 길게 준 S5(48 h)구는 S1(32 h), S2(36 h)구에 비하여 pH 감소가 좀 더 큰 것으로 나타났으며, 보관 시간이 지남에 따라 pH가 4.3~4.4까지 낮아지는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 김치냉장고 보관 전 숙성 시간을 달리하여 초기 pH 변화 속도를 달리할 수 있음과 S5(48 h)구에서는 보관 30일째부터 김치의 pH가 김치의 최적 맛 조건으로 제안되는 pH인 pH 4.0~4.5(Lee CH 1997; Rhee 등 2011)에 이르렀고, 그 후 60일까지 pH 감소가 매우 완만함을 알 수 있었다. 또한 저장 50일 이후에는 본 실험에 사용한 모든 구의 김치가 최적의 맛을 줄 수 있는 pH 범위에 유지되고 있음을 보여주고 있다. 이와 같은 숙성 시간에 따른 pH 변화 패턴은 김치 숙성 및 김치냉장고 저장 과정 중 일어나는 pH 변화 패턴과 유사한 것이다(Oh 등 2008; Jung 등 2011).

2. 젖산농도 변화 측정

배추김치의 젖산농도 변화를 측정한 결과는 Fig. 2에서와 같이 김치 제조 직후인 0 day 시료에서는 0.23~0.25% 농도 범위에 있었으며, 숙성 및 저장 시간에 따른 젖산농도 변화는 초기 10일까지 비교적 큰 것으로 조사되었다. 이 중에서도 김치냉장고 보관 모드로 전환하기 전 15℃에서의 저장 시간을 상대적으로 길게 준 S5(48 h)구에서 젖산농도 증가가 좀 더 큰 것으로 나타났으며, 보관 시간이 지남에 따라 젖산농도는 0.70~0.74까지 증가하는 것을 알 수 있었다(Fig. 2). 이와 같은 경향은 김치냉장고 보관 전 숙성 시간을 달리하여 초기 젖산농도 변화 속도를 달리할 수 있음과 보관 20일차 이후부터 50일차까지 젖산농도가 김치의 최적 맛 조건으로 제안되는 젖산농도인 0.5~0.7% 범위에 머무르고 있음을 보여주고 있다. 또한 60일차에서도 김치의 젖산농도가 크게 변하지 않은 것으로 보아, 60일 이후에도 김치 맛의 큰 변화가 없을 것으로 판단된다. 김치의 맛 평가에서 최적의 맛을 내는 젖산농도는 0.5~0.7% 범위에 있음이 보고된 바 있다(Lee CH 1997; Rhee 등 2011).

3. 유산균 수 변화 측정

배추김치의 유산균 수 변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같

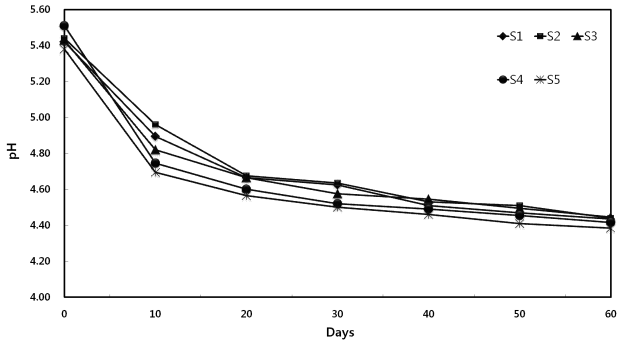

Fig. 1. Changes in pH of *Baechu kimchi* by storage conditions. After making *Kimchi* (0 day samples), the S1, S2, S3, S4, and S5 samples were fermented at 15℃ for 32 h (S1), 36 h (S2), 40 h (S3), 44 h (S4), and 48 h (S5) of the first 10 days and subsequently stored at −1.4℃ up to 60 days.

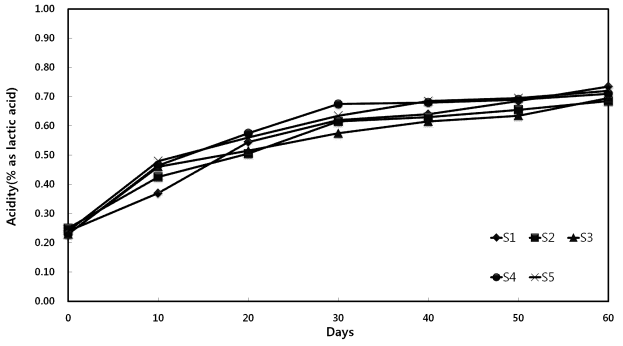

Fig. 2. Changes in acidity of *Baechu kimchi* by storage conditions. After making *Kimchi* (0 day samples), the S1, S2, S3, S4, and S5 samples were fermented at 15℃ for 32 h (S1), 36 h (S2), 40 h (S3), 44 h (S4), and 48 h (S5) of the first 10 days and subsequently stored at −1.4℃ up to 60 days.

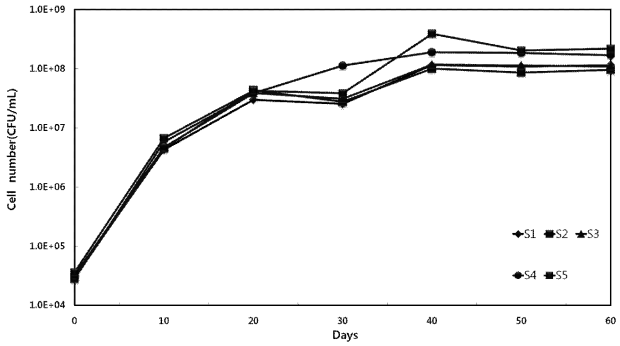

Fig. 3. Changes in lactic acid bacteria number of *Baechu kimchi* by storage conditions. After making *Kimchi* (0 day samples), the S1, S2, S3, S4, and S5 samples were fermented at 15℃ for 32 h (S1), 36 h (S2), 40 h (S3), 44 h (S4), and 48 h (S5) of the first 10 days and subsequently stored at −1.4℃ up to 60 days.

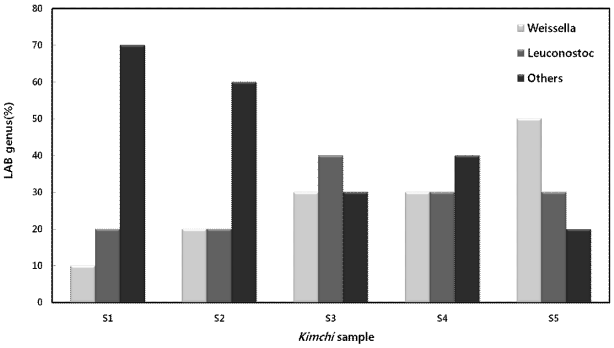

Fig. 4. Changes in lactic acid bacteria genus of *Baechu kimchi* by storage conditions. After making *Kimchi*, the S1, S2, S3, S4, and S5 samples were fermented at 15℃ for 32 h (S1), 36 h (S2), 40 h (S3), 44 h (S4), and 48 h (S5) of the first 10 days and subsequently stored at −1.4℃. *Kimchi* samples were harvested at 40th day of storage.

다. 김치 제조 직후인 0 day 시료에서 유산균 수는 2.8×10^4~3.6×10^4 cfu/㎖ 범위에 있었으며, 숙성 및 저장 시간에 따른 유산균 수 변화는 초기 10일까지가 가장 많았고, 20일까지는 2.7×10^7~4.4×10^7 cfu/㎖로 증가하였으며, 20일 이후부터는 완만한 증가 경향이었다. 이 중에서도 김치냉장고 보관 모드로 전환하기 전 15℃에서의 저장 시간을 상대적으로 길게 준 S5(48 h)구에서 유산균 수 증가가 좀 더 큰 것으로 나타났으며, 보관 시간이 지남에 따라 유산균 수는 3.9×10^8 cfu/㎖까지 증가하는 것을 알 수 있었다(Fig. 3). 일반적으로 김치 유산균 수는 발효 초기에 10^5 cfu/㎖ 범위에서 있으며, 발효가 진행되면서 급격히 증가하여 10^8 cfu/㎖까지 증가하여 그 수준을 유지하는 것으로 알려져 있다(Rhee 등 2011). 본 연구에서도 숙성 시간에 따라 차이가 있기는 하지만, 유산균 수의 변화 경향은 다른 보고(Rhee 등 2011)에서와 유사한 것으로 판단된다. 또한 발효단계별 유산균 종의 변화는 다양한 것으로 보고되고 있다. 예를 들면, 발효 초기에는 *Leuconostoc citreum*, *Leuconostoc mesenteroides* 등이 주를 이루고, pH 4.0~4.3를 유지하는 기간에는 *Weissella koreensis* 등이 주를 이루는 것으로 알려져 있다(Kim & Chun 2005; Cho 등 2006). 그러나 이러한 경향도 김치 제조에 사용하는 부재료의 종류, 젓갈의 사용 여부, 소금의 종류, 숙성 시간, 온도 및 저장 조건 등에 따라서 달라질 수 있음을 알 수 있다(Yu & Oh 2010; Kim 등 2012).

4. 배추김치 유산균 속 패턴 분석

김치 제조 후 익힘(숙성) 시간을 달리하고, 이어 40일간 김치냉장고에 보관한 배추김치의 유산균 속 패턴을 분석한 결과, 아래의 Fig. 4에서와 같다. *Weissella* 속 균의 경우, 15℃에서 48시간 익힘 후 김치냉장고에 보관한 김치에서(S5) 전체 유산균 속의 50%를 차지하고 있었고, 익힘 시간이 줄어들면 *Weissella* 유산균 속의 분포도 줄어드는 것으로 나타났다. *Leuconostoc* 속 균의 경우, 익힘 40시간(S3)까지는 분포도가 점점 증가하여 *Weissella* 속 균을 초과하였고, 44시간부터는 감소하여 48시간에서는 *Weissella* 속의 비율보다 작아지는 경향을 보였다. 최근 김치의 metagenomic 분석에 기초한 김치 유산균 속에 관한 보고에 의하면 김치에는 3대 우점종 유산균 속(*Weissella*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*)이 존재하는 것으로 알려지고 있다(Jung 등 2011). 배추김치는 발효 초기에는 *Leuconostoc* 속이, 적숙기에는 *Weissella* 속이 우점하는 것으로 알려져 있으나(Cho 등 2006), 김치 발효 초기에 *Leuconostoc* 속이 우점하기 시작하여 적숙기에는 *Leuconostoc* 속, *Lactobacillus* 속, *Weissella* 속이 거의 대등하게 분포할 수 있음을 보여주는 경우도 보고되고 있다(Jung 등 2011). 또 다른 김치인 물김치의 경우는 30℃에서 84시간 발효과정 중 발효 초기에 *Weissella* 속이 가장 우점하였고, 중기 이후부터는 *Lactobacillus* 속이 우점하는 것으로 조사되기도 하였다(Kim 등 2012). 이는 김치 제조 시 사용한 재료 및 부재료의 종류와 숙성 조건 및 보관 온도에 따라서 달라질 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 익힘 후 40일간 보관에 따른 유산균 속의 분포가 익힘 시간에 따라 각각 다른 것으로 나타나서 향후 유산균 속의 분포를 조절하는 김치 발효과학 연구가 이루어질 수 있을 것으로 기대되며, 이를 통해 기능성과 맛을 달리하는 맞춤형 김치 개발도 기대된다.

5. 오르니틴 함량 변화

익힘 시간에 따른 배추김치의 오르니틴 함량을 분석한 결과는 Fig. 5와 같다. 조사한 모든 배추김치는 오르니틴을 함유하

고 있었으며, 오르니틴 함량은 익힘과 저장 기간에 따라 점점 증가하다가 저장 50일 이후에는 감소하는 경향을 보였다. 배추김치 제조 후(익힘 전단계)에 각 시료 중의 오르니틴 함유량은 17.22~23.57 ㎎/100 g으로 유사한 함량을 나타내었다. 하지만 익힘 시간 조절 등에 따라서는 오르니틴 함량이 시료 간에 큰 차이를 보였다. 특히 48시간의 익힘 과정을 거친 S5 시료의 오르니틴의 함량이 40~50일차에는 익힘 이전단계인 0일차 시료보다 8배 이상 증가된 오르니틴 함량을 나타냈으며, 60일차까지는 132.70 ㎎/100 g을 유지하고 있어 가장 높은 함량을 나타내었다. 그 다음으로 증가 폭이 큰 시료는 익힘 44시간 시료인 S4 시료로 40~50일차에는 익힘 이전단계인 0일차 시료보다 약 5.6배 이상 증가된 오르니틴 함량을 나타냈으며, S1~S3 시료들도 저장기간 동안 오르니틴 함량이 증가하였지만, S4 및 S5 시료보다는 상대적으로 증가 폭이 크지는 않았다.

오르니틴은 비단백태 아미노산으로서, 재첩 등 조개류, 와인 및 치즈 등 발효식품에서 검출되어 그 생리활성을 이용한 기능성 식품 개발에 관심이 증대되고 있는 물질이다(Uchisawa 등 2004; Arena 등 1999; Liu 등 2003). 최근에는 김치에서 발견되었고, 오르니틴을 주로 생성하는 유산균이 김치의 주요 우점종인 *Weissella* 속 균으로 보고되기도 하였다(Yu 등 2009; Kim 2010). 그리고 김치 유래의 *Weissella koreensis* OK1-6 유산균을 스타터로 첨가한 경우, 발효과정에 따른 오르니틴의 함량이 약 117 ㎎/100 g에 이르는 것으로 보고되기도 하였다(Moon 등 2012). 따라서 본 연구의 결과는 김치냉장고 보관 전 익힘 온도 및 시간을 조절하여 *Weissella* 속과 같은 오르니틴 생산 능력이 우수한 유산균의 분포가 증가하였기 때문이라 판단된다. 더욱이 오르니틴 함량이 증진된 김치는 일반 김치에 비하여 고지방 식이로 유도된 비만 쥐에 대한 항비만 효과가 유의적으로 우수한 것으로 나타났다(Park 등 2012). 일본, 미국 및 유럽에서는 오르니틴이 항비만, 다이어트 등의 기능성 식품 소재 및 근육 강화 등을 위한 식이보조제 등으로 판매되고 있다. 우리나라에서는 아직 식품첨가물 등의 소재로의 사용이 보편화되지 못하고 있어 발효식품 및 자연식품 소재를 통한 섭취 방법이 대안으로 제시되고 있다. 따라서 본 연구결과는 향후 오르니틴 함량을 증진시킨 다른 종류의 발효식품 연구에 도움을 줄 수 있을 뿐 아니라, 식품을 통해 오르니틴을 공급할 수 있는 방안을 제시해 줄 수 있다고 판단된다.

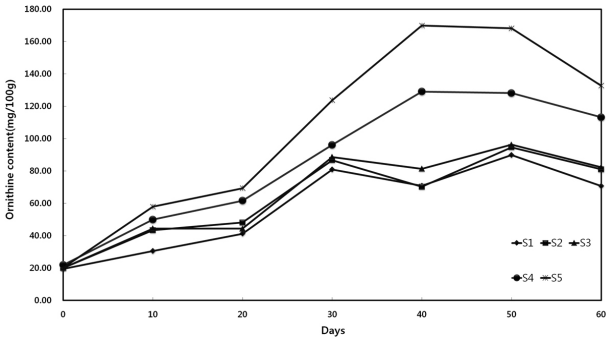

Fig. 5. Changes in ornithine levels of *Baechu kimchi* by storage conditions. After making *Kimchi* (0 day samples), the S1, S2, S3, S4, and S5 samples were fermented at 15℃ for 32 h (S1), 36 h (S2), 40 h (S3), 44 h (S4), and 48 h (S5) of the first 10 days and subsequently stored at −1.4℃ up to 60 days.

요 약

배추김치 제조 후 익힘 시간을 달리한 후 김치냉장고에 저장한 김치의 이화학적 특성과 오르니틴 함량 변화를 조사하기 위하여 익힘 및 저장 기간별 pH, 산도, 유산균 수 변화, 유산균 속 분포 및 오르니틴 함량 변화 패턴을 조사하였다. 배추김치는 조제 후 15℃에서 각 시간 별로 익힘 과정을 거친 후 −1.4℃의 김치냉장고에 60일까지 보관하였다. 본 실험에 사용한 시료는 익힘시간에 따라서 32 hr(S1), 36 hr(S2), 40 hr(S3), 44 hr(S4), 48 hr(S5)라 명명하였다. 김치냉장고 보관 모드로 전환하기 전 15℃에서의 저장 시간을 상대적으로 길게 준 S5구에서 S1, S2구에 비하여 pH 감소가 좀 더 큰 것으로 나타났으며, 보관 시간이 지남에 따라 pH가 4.3~4.4까지 낮아지는 것을 알 수 있었다. 젖산농도의 경우 15℃에서의 저장 시간을 상대적으로 길게 준 S5구에서 젖산농도 증가가 좀 더 큰 것으로 나타났으며, 보관 시간이 지남에 따라 젖산농도는 0.70~0.74까지 증가하는 것을 알 수 있었다. 유산균의 경우 모든 시료가 저장 초기 20일 경과까지 수가 급격히 증가하였고, 20일 이후에는 S4, S5 시료가 S1, S2, S3 시료에 비하여 좀 더 증대되는 경향을 보였다. 유산균 속은 저장 40일 기준으로 S5 시료에서 바이셀라 속 균이 50% 이상 검출되었다. 오르니틴 함량은 모든 시료에서 저장 40~50일차에 최대치를 보였으며, S4, S5 시료의 경우 오르니틴 함량은 100그램당 최대 130 ㎎과 170 ㎎까지 증대되었다. 그러나 S1, S2, S3 시료의 경우는 오르니틴 함량 증대 폭이 상대적으로 적었다. 이들 결과로부터 김치냉장고 조건에서 김치를 저장하기 전 15℃ 조건에서 44~48시간을 발효한 후 김치냉장고에 40~50일 보관하면 김치 100그램 중의 오르니틴 함량을 최대 130~170 ㎎까지 증대시킬 수 있을 것으로 판단되며, 그 중에서도 S5 (48 hr) 조건이 가장 우수한 것으로 조사되었다.

감사의 글

본 연구는 위니아만도(주) 연구비 지원으로 수행되었으며,

연구비 지원에 감사드립니다.

References

Arena ME, Saguir FM, Manca de Nadra MC. 1999. Arginine, citrulline and ornithine metabolism by lactic acid bacteria from wine. *Int J Food Microbiol* 52:155-161

Bucci L, Hickson JF, Pivarnik JM, Woimsky Ira, McMahon JC, Tumer SD. 1990. Ornithine ingestion and growth hormone release in body-builders. *Nutr Res* 10:239-245

Bucci LR, Hickson JF Jr, Wolinsky I, Pivarnik JM. 1992. Ornithine supplementation and insulin release in bodybuilders. *Int J Sport Nutr* 2:287-291

Cho JH, Lee DY, Yang CN, Jeon JI, Kim JH, Han HU. 2006. Microbial population dynamics of *Kimchi*, a fermented cabbage product. *FEMS Microbial Lett* 257:262-267

Choi IH, Noh JS, Han JS, Kim HJ, Han ES, Song YO. 2013. *Kimchi*, a fermented vegetable, improves serum lipid profiles in healthy young adults: randomized clinical trial. *J Med Food* 16:223-229

Elam RP, Hardin DH, Sutton RA, Hagen L. 1989. Effects of arginine and ornithine on strength, lean body mass and urinary hydroxyproline in adult males. *J Sports Med Phys Fitness* 29:52-56

Jung JY, Lee SH, Kim JM, Park MS, Bae JW, Hahn YS, Madsen EL, Jeon JO. 2011. Metagenomic analysis of *Kimchi*, a traditional Korean fermented food. *Appl Environ Microbiol* 77:2264-2274

Kim B, Seo WT, Kim MG, Yun HD, Cho KM. 2012. Metagenomic lactic acid bacterial diversity during *Mulkimchi* fermentation based on 16S rRNA sequence. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 55:787-792

Kim EK, An SY, Lee MS, Kim TH, Lee HK, Hwang WS, Choe SJ, Kim TY, Han SJ, Kim HJ, Kim DJ, Lee KW. 2011. Fermented *Kimchi* reduces body weight and improves metabolic parameters in overweight and obese patients. *Nutr Res* 31:436-443

Kim M, Chun J. 2005. Bacterial community structure in *Kimchi*, a Korean fermented vegetable food, as revealed by 16S rRNA gene analysis. *Int J Food Microbiol* 103:91-96

Kim MJ. 2010. Preparation and characterization of *Kimchi* using lactic acid bacteria having GABA and ornithine producing capacity and its some functional properties. MS Thesis, Chonbuk National Uni, Jeonju, Korea

Lee D, Kim S, Cho J, Kim J. 2008. Microbial population dynamics and temperature changes during fermentation of *Kimjang kimchi*. *J Microbial* 46:590-593

Lee CH. 1997. Lactic acid fermented foods and their benefits in Asia. *Food Control* 9:259-269

Liu SQ, Holland R, Crow VL. 2003. The potential of dairy lactic acid bacteria to metabolise amino acids via non-transaminating reactions and endogenous transamination. *Int J Food Microbiol* 86:257-269

Moon YJ, Soh JR, Yu JJ, Sohn HS, Cha YS, Oh SH. 2012. Intracellular lipid accumulation inhibitory effect of *Weissella koreensis* OK1-6 isolated from *Kimchi* on differentiating adipocyte. *J Applied Microbiology* 113:652-658

Muting D, Kalk JF. 1992. Long-term effectiveness of highdosed ornithine-aspartate on urea synthesis rate and portal hypertension in human liver cirrhosis. *Amino Acids* 3:147-153

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*. *Kor J Foof Sci Technol* 39:432-437

Oh SH, Kim HJ, Kim YH, Yu JJ, Park KB, Jeon JI. 2008. Changes in some physic-chemical properties and γ-aminobutyric acid content of *Kimchi* during fermentation and storage. *J Food Sci Nutr* 13:219-224

Park KB, Oh SH. 2006. Isolation and characterization of *Lactobacillus buchneri* strains with high γ-aminobutyric acid producing capacity from naturally aged cheese. *Food Sci Biotechnol* 15:86-90

Park JA, Tirupathi Pichiah PB, Yu JJ, Oh SH, Daily J. III, Cha YS. 2012. Anti-obesity effect of *Kimchi* fermented with *Weissella koreensis* OK1-6 as starter in high-fat diet-induced obese C57BL/6J mice. *J Applied Microbiology* 113:1507-1516

Rhee SJ, Lee JE, Lee CH. 2011. Importance of lactic acid bacteria in Asian fermented foods. *Microbial Cell Factories* 10(Suppl 1):S5,1-13

Shi HP, Fishel RS, Efron DT, Williams JZ, Fishel MH, Barbul A. 2002. Effect of supplemental ornithine on wound healing. *J Surgical Res* 106:299-302

Uchisawa, H, Sato A, Ichita J, Matsue H, Ono T. 2004. Influence of low-temperature processing of the brackish water bivalve, *Corbicula japonica*, on the ornithine content of its extract. *Biosci Biotechnol Biochem* 68:1228-1234

Yu JJ, Park HJ, Kim SG, Oh SH. 2009. Isolation, identification

and characterization of *Weissella* strains with high ornithine producing capacity from *Kimchi*. *Kor J Microbiol* 45:339-345

Yu JJ, Oh SH. 2010. Isolation and characterization of lactic acid bacteria strains with ornithine producing capacity from natural sea salt. *J Microbiology* 48:467-472

Yu JJ, Kim SG, Seo KY, Oh SH. 2011. Isolation, identification, and characterization of ornithine-producing *Enterococcus faecalis* OA18 from Kefir grain. *Kor J Microbiology* 47:218-224

접 수 : 2013년 11월 6일
최종수정 : 2013년 12월 13일
채 택 : 2013년 12월 20일