

야콘 첨가 김치의 이화학적 특성과 발효 품질 평가

이동호¹ · 지설희¹ · 한우철¹ · 이재철¹ · 강순아² · 장기효^{1*}

¹강원대학교 식품영양학과, ²서울벤처정보대학원대학교 발효식품학과

Evaluation of Physicochemical Properties and Fermentation Qualities of *Kimchi* Supplemented with Yacon

Dong Ho Lee¹, Seol-Hee Ji¹, Woo-Cheul Han¹, Jae-Cheol Lee¹, Soon Ah Kang² and Ki-Hyo Jang^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Kangwon National University, Samcheok 245-907, Korea

²Dept. of Fermented Food Science, Seoul University of Venture and Information, Seoul 137-070, Korea

Abstract

This study aimed to evaluate the physicochemical properties and fermentation qualities of *kimchi* supplemented with yacon (*Smallanthus sonchifolius*) during fermentation. *Kimchi* supplemented with 0%, 0.1%, 0.5%, 1%, and 5% yacon were investigated. As fermentation proceeded, pH decreased from 5.5~5.7 on the first day to 4.6~4.8 on day 21, whilst total titratable acidity (TTA), lactate levels, and number of microbes increased. The *kimchi* with 5% yacon showed a higher production of lactate concentration at 7 days fermentation than other groups, which is consistent with the observed high numbers of viable *Leuconostoc* sp. cells at 7 days fermentation. These observations demonstrate that 5% yacon stimulates the growth of *kimchi* microbes, particularly of *Leuconostoc* sp..

Key words : Fructooligosaccharides, *kimchi*, *Lactobacillus* sp., *Leuconostoc* sp., yacon.

서 론

야콘(Yacon, *Smallanthus sonchifolius*)은 남미의 안데스지역 원산의 국화과에 속하는 쌍자엽 다년생 덩이뿌리(괴근) 식물이다. 국내에서 야콘은 병해충에 강하고, 유기재배법이 개발에 따른 무농약 재배가 가능해지고, 가격이 감자나 고구마 등의 작물에 비해 비교 우위에 있어 최근 10년 동안 재배면적이 20배 증가하고 있다(Kim SJ 2012). 야콘 괴근에는 100 g 당 수분 83.8%, 열량 57 kcal, 단백질 0.7%, 지질 0.1%, 섬유소 0.5%, 당질 14.7%, 회분 0.7%, 칼슘 5 mg, 인 12 mg, 비타민 A 93 IU, 비타민 B₁ 0.10 mg, 비타민 B₂ 0.02 mg, 나이아신 0.1 mg, 비타민 C 5 mg이 함유되어 있다(National Rural Living Science Institute 2006). 당질 성분은 건물 기준으로 야콘 중량의 60% 이상을 차지하며, 이 중에서 과당이 beta-2,1 결합으로 구성된 올리고당인 fructooligosaccharides와 과당 다당류인 inulin이 대다수를 차지한다. Fructooligosaccharides와 inulin은 인체의 소장에서는 일부 흡수되고, 대부분은 대장에 도달하여 비피더스균과 일부 장내 유산균 등에 의해서 발효되어 장내 세균 균총과 장 건강을 개선한다(Chae &

Jhon 2007). 이들 과당 탄수화물들은 혈중 중성지방을 감소시키고, HDL 콜레스테롤 수준을 증가시켜 지질 대사를 개선한다(Jang & Kang 2003). 또한, 야콘에는 caffeic acid ester, chlorogenic acid, 3,5-dicaffeoylquinic acid 등의 phenolic compounds가 발견되며, 항산화와 항균 효능이 있다(Takanaka et al 2003, Simonovska et al 2003). 따라서, 야콘의 뿌리에는 미생물의 생육을 촉진하는 물질과 반대로 생육을 억제하는 물질들이 함께 존재한다.

김치는 주원료인 절임배추에 여러 가지 양념류를 혼합한 후 저온에서 발효한 제품으로, 영양적인 측면에서 김치는 저열량성이며, 식이섬유소, 비타민, 무기질, 유기산 등이 풍부한 유산균 식품이다(Lee CH 1997, Lee et al 2005, Cheigh & Park 1994). 김치 발효에 관여하는 미생물에는 *Leuconostoc* 속, *Lactobacillus* 속, *Pediococcus* 속 등 다수의 유산균이 포함된다. 적당히 익은 김치는 pH 4.2~4.6 정도이며, 김치의 pH와 밀접한 관련성이 있는 유산균에는 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus plantarum* 등이 있다. 김치 발효 초기에는 주로 *L. mesenteroides*이 우점종을 이루어 유산과 초산을 생산하여 수소이온농도(pH)를 감소시키며, 김치의 관능성을 향상시킨다(Ahn SJ 1985). 하지만, 추가적인 김치의 산성화는 유산만 생산하는 *L. plantarum*의 생육에 적당한 환경을

* Corresponding author : Ki-Hyo Jang, Tel : +82-33-540-3312, Fax : +82-33-540-3319, E-mail : kihyojang@kangwon.ac.kr

제공하여 김치가 시어진다(Cheigh & Park 1994). 많은 선행 연구에서는 김치의 식감이 가장 좋을 때는 *L. mesenteroides*가 우점종을 이루는 시기와 일치하며, *L. plantarum*이 우점종을 이루는 시기는 김치가 시어졌을 때와 일치하므로 *L. mesenteroides*의 생존 기간을 연장하고, *L. plantarum*의 출현을 억제하는 기술이 중요하다(No *et al* 1995). 이와 관련하여, 김치의 최적 숙성 조건과 맛을 만족시키기 위한 온도 제어 기술, 그리고 유산균 생육 조절 기술을 목적으로, 합성보존료 첨가, 천연보존제 사용, 가열에 의한 살균 방법 등이 시도되었으나, 김치냉장고에 의한 저온 숙성 이외에는 실용화된 사례는 없다.

야콘을 이용한 부침개, 샐러드, 김치 등이 알려져 있으나, 구체적으로 야콘을 김치에 첨가하여 과학적으로 분석한 사례는 거의 없는 실정이다(Kim SJ 2012). 단위 면적당 생산할 수 있는 야콘 생산량은 5,506 kg/10 ha으로서 고구마나 감자와 비교시 2~3배로 높다(Kim SJ 2012). 하지만, 야콘은 저장성이 낮아 연중 가격 변동이 10배에 이를 정도로 심하여 김치 등의 가공식품 원료로 사용하여 저장성을 개선하는 노력이 필요하다. 최근 야콘을 재배하는 국내 농가 증가와 비례하여 야콘의 다양한 용도 개발이 필요하므로, 본 연구에서는 야콘을 첨가하여 제조한 김치의 이화학적 특성과 발효와 숙성에 관여하는 김치 유산균의 활성을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

1. 김치 제조

대조군 김치 제조를 위하여 배추(Chinese cabbage) 85.7%, 고추(hot pepper) 5.6%, 마늘(garlic) 2.6%, 파(green onion) 1.7%, 새우젓(salted shrimps) 1.7%, 생강(ginger) 1.3%, 멸치젓(salted anchovies) 1.3%을 혼합비로 사용하였다. 야콘 첨가 김치군의 경우, 300 g인 배추의 중량 기준으로 믹서기(HMF370, Hanil Electronics, Seoul, Korea)로 분쇄한 야콘 0.3, 1.5, 3, 15 g을 추가로 김치 제조시 첨가하여, 이를 각각 0.1%, 0.5%, 1%, 5% 야콘 첨가 김치로 칭하였다. 야콘은 경북 울진에서 재배된 것을 구매하여 냉동 보관하면서 사용하였다. 구체적으로, 배추를 4등분한 후, 20%(w/v) 소금용액에서 2 시간 침지하고, 흐르는 물에서 1분 동안 세척한 후, 상온에서 2시간 동안 탈수하였다. 탈수된 배추에 위의 양념들을 골고루 넣은 후, 무게를 약 300 g으로 조절하였으며, 플라스틱 용기에 김치를 완전하게 채운 상태로 밀봉하여 4°C로 조절된 냉장고(싱싱냉동공사, Gangnung, Korea)에서 21일 동안 발효하였다. 발효 도중 0, 7, 14, 21일에 해당하는 시료를 분석하였다.

2. 김치액 제조

김치 시료를 믹서기(HMF370)로 1분간 마쇄하여, 살균된

거즈로 착즙하여 100~110 mL의 액체를 회수한 후 pH, 산가, 유산 농도, 미생물 생균수 측정에 사용하였다.

3. pH, 당도, 산도 및 유산 농도 측정

김치액의 pH 측정은 Istek(Seoul, Korea)사의 725p pH meter를 사용하였고, 당도 측정에는 refractometer(N-1a, ATAGO Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하였다. 산도(TTA) 측정을 위하여, 김치 시료 5 mL에 페놀프탈레인 용액 2방울을 첨가한 후 계속 혼합하면서 pH가 변하여 8.3으로 되는 시점까지의 첨가된 0.1 N NaOH 양(mL)을 측정하여 유산 함량(%)으로 환산하였다. 유산 농도 측정에 사용한 lactate reagent(Sigma diagnostics Co., St. Louis, USA)는 공급회사가 제안한 방법에 준하여 실시하였다. 효소제가 포함된 lactate reagent solution 1 mL와 김치액 시료 또는 유산 표준용액 10 μ L를 5분 동안 상온에서 반응 후, UV1650 spectrophotometer(Shimadzu Co., Ltd, Kyoto, Japan)를 사용하여 파장 540 nm에서 시료의 흡광도를 측정하였다. 유산 표준 용액의 농도 0.02~0.12% 구간에서 유산 농도와 흡광도 값이 비례적으로 나타났다.

4. 미생물실험

MRS(Lactobacilli MRS Agar), YPD, RSA(Rogosa SL Agar), PEA(Phenylethyl Alcohol Agar) 배지는 각각 유산균, 효모, *Lactobacillus* sp., 그리고 *Leuconostoc* sp.의 생균수 측정 용도로, DIFCO사(MD, USA) 제품을 사용하였다. *L. mesenteroides*는 고체배지에 설탕이 존재할 때, dextransucrase 효소 활성에 의하여 점액질의 dextran을 생성하여 콜로니의 물성이 효소 활성이 없는 콜로니와 쉽게 구별이 되므로, PEA 배지에 최종 농도 1%의 sucrose를 첨가하였다. 미생물 배양 온도와 기간은, MRS 배지는 37°C에서 2일간 배양하였고, PCA, YPD와 RSA 배지는 30°C에서 3일간 배양하였다. PEA 배지는 23~25°C에서 약 5일간 배양하였다. 생균수 측정은 3회 반복하였으며, 평균값으로 나타내었다.

5. 통계처리

자료는 1-way analysis of variance(ANOVA) 방법으로 통계처리 하였다(Albright *et al* 1999).

결과 및 고찰

1. 야콘 첨가가 김치의 pH와 산도에 미치는 영향

Fig. 1은 대조군(야콘 무첨가군)과 야콘 첨가 김치 시료들의 pH 변화를 나타낸다. 대조군의 경우, 담근 직후의 pH는 5.5였으나, 7일 후에는 pH 5.3, 14일 후에는 pH 4.8, 21일 후에는 pH 4.7로 감소하였다. 야콘 첨가군들에서의 pH도 대조

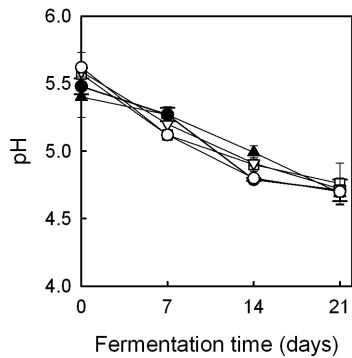


Fig. 1. Effects of yacon addition on pH of kimchi.

●: Control, □: 0.1% yacon, ▲: 0.5% yacon, ▽: 1% yacon, ○: 5% yacon.

군과 유사한 경향을 보여, 김치 담근 직후에 야콘 첨가군의 pH는 5.4~5.6이었으나, 야콘 첨가 농도가 가장 높은 5% 첨가군에서는 7, 14, 21일째 시료에서 pH가 다른 그룹들과 비교 시 가장 낮았다.

다섯 가지 김치 시료들의 산도는 제조 당일에는 0.22~0.27%로 낮았고, 발효 기간이 연장될수록 산도는 증가하여 21일 후에 가장 높은 산도를 보였으며, 대조군은 0.51%, 야콘 첨가군들은 0.42~0.61%의 값을 보였다(Fig. 2A). 발효 7일에서의 산도는 야콘 5% 첨가군에서 가장 높았으나, 발효 14일째에는 대조군에서 가장 높았다.

효소적으로 측정된 5 종류 김치들의 유산 함량은 초기에 0.03~0.04%였으며, 발효 7일째에는 대조군의 유산 함량은 3.9배, 야콘 0.1% 첨가군은 4.0배, 야콘 0.5% 첨가군은 3.5배, 야콘 1% 첨가군은 4.5배, 야콘 5% 첨가군은 7.4배로 증가하였다(Fig. 2B).

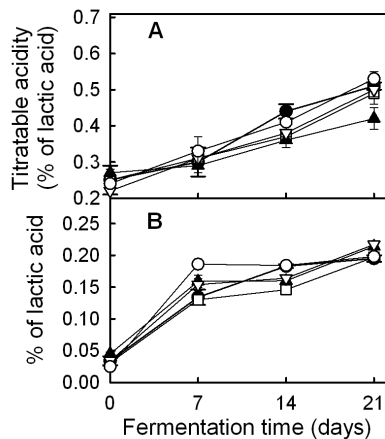


Fig. 2. Effects of yacon addition on titratable acidity (A) and lactic acid concentration (B) of kimchi.

●: Control, □: 0.1% yacon, ▲: 0.5% yacon, ▽: 1% yacon, ○: 5% yacon.

김치에는 6탄당을 발효하여 유산만을 생성하는 정상 발효 유산균과 유산, 초산, 이산화탄소, 에탄올을 함께 생성하는 이상 발효 유산균들이 함께 나타난다. 이들 유산균들은 김치를 발효시켜 각종 유기산을 생성하여 김치의 pH를 낮추고 산도를 높인다. 야콘의 첨가는 김치 발효 초기에 유산을 포함한 각종 유기산 생성을 촉진시켜, 야콘 5% 첨가군에서 대조군보다 유산과 전체 유기산 함량이 높았다. 발효 7일 후에는 유산이 총산 농도에서 차지하는 비율은 대조군에서는 54%, 야콘 0.1% 첨가군은 42%, 야콘 0.5% 첨가군은 55%, 야콘 1% 첨가군은 70%, 야콘 5% 첨가군은 78%로 나타나, 야콘 첨가량이 증가할수록 특히 유산의 양이 증가하였다. 발효 21일 후에는 유산이 총산 농도에서 차지하는 비율은 대조군에서는 38%, 야콘 0.1% 첨가군은 40%, 야콘 0.5% 첨가군은 51%, 야콘 1% 첨가군은 43%, 야콘 5% 첨가군은 37%로 감소하였다. 야콘 첨가량과 발효 기간에 따라 유산 함량이 달라진다는 것은 김치 미생물들의 활성이 이들 요인에 의해 영향을 받는다는 것을 나타낸다. Chae & Jhen(2007)의 연구에 의하면, 김치 담금시 유산균을 첨가하게 되면 유산균을 첨가하지 않은 대조군보다 유산 생성 속도가 증가하여, 유산이 총산 함량에서 차지하는 비율이 57~60%를 보였다. 따라서, 본 연구 결과는 야콘 첨가군에서 유산균의 활성이 증가함을 간접적으로 보여준다. 야콘을 0.1~0.5% 수준으로 첨가 시에는 발효에 미치는 효과는 미비하였으나, 1% 이상 첨가 시에는 초기 김치 발효의 속도를 가속화시키고, 김치 유산균의 생육을 촉진시키는 것으로 나타났다. 농업진흥청의 자료에 따르면, 야콘의 괴근 생체 무게 100 g을 기준으로 fructooligosaccharides가 5.7~10.1 g, glucose 0.3~0.9 g, fructose 0.4~3.3 g, sucrose 0.4~3.3 g이 함유되어 있다(Kim SJ 2012). 따라서, 야콘의 당 성분은 발효성 당(과당, 포도당, 설탕)이 약 13~33%이며, 나머지는 비발효성 당(fructooligosaccharides와 inulin)이다(Graefea *et al* 2004). 본 연구에서 사용된 야콘의 함량은 그룹에 따라 0.1~5% 수준이므로 야콘 첨가량이 가장 높은 야콘 5% 첨가군을 기준시 야콘에서 유래된 발효성 당 함량은 0.33~0.75%이며, 야콘 1% 첨가군에서는 야콘에서 유래된 발효성 당 함량이 0.066~0.15%에 해당한다. 일반적으로, 미생물 배양시 사용하는 배지(MRS, YPD, RSA, PEA 등)들에서 발효성 당 함량이 0.5~1%임을 고려할 때, 야콘 유래 발효성 당이 김치 미생물의 탄소원으로 작용하여 추가적인 미생물 생육 촉진 효과를 보인 것으로 생각된다. 야콘의 비발효성 당 중에서 중합도(degree of polymerization)가 3~5인, GF2(여기서 G는 glucose를 나타내고, F는 fructose를 나타냄)인 1-kestose, GF3인 nystose, GF4인 1-fructofuranosyl-nystose가 비발효성 당의 약 70% 이상을 차지하며, 나머지 30%는 GF5~GF9와, GF10 이상인 inulin으로 구성된다. 야콘은 수확시에는 inulin이 괴근의 생중량 기준으로 7.8%를 차지하지만, 저

장기간이 경과할수록 중합도가 낮은 fructooligosaccharides, 단당류, 이당류로 분해된다(Alvarez *et al* 2008). 야콘의 비발효성 당 함량은 약 8 g/100 g, 생 야콘으로 바나나의 26배, 마늘의 5배, 양파의 5배, 우영의 2배에 해당한다(Kim SJ 2012). 비발효성 당은 대부분의 세균에서는 발효되지 않고 일부 비피더스균과 유산균에 의해서 대사되므로 21일 동안의 발효 후도 김치에는 비발효성 당이 상당량 남아있을 것으로 예상된다. 야콘의 비발효성 당을 추출하여 실시한 선행 연구에서는 중합도가 증가함에 따라 미생물의 이용도가 달라져 유산균인 *Lactobacillus acidophilus* NRRL-1910와 *L. plantarum* NRRL B-4496은 낮은 중합도의 fructooligosaccharides에 대한 대사능이 있는 반면, *Bifidobacterium bifidum* ATCC 15696은 fructooligosaccharides와 높은 중합도의 inulin을 함께 이용하는 결과를 보여준다(Pedreschi *et al* 2003). 비피더스균은 절대혐기성균으로 주로 장내에서 발견되므로 김치에 첨가된 야콘에서 일부 당류는 유산균 등의 김치미생물에 의하여 대사되고, 발효되지 않은 중합도가 큰 inulin은 김치 섭취시 장내에서 prebiotics로 작용할 것으로 예상된다. 식품공전에서 김치의 허용 산도를 1% 이내로 규정하고 있으며, 관능성이 가장 좋은 김치는 일반적으로 pH 4.2~4.6로 알려져 있다(Lee *et al* 1992). 따라서, 야콘 첨가 김치의 적숙기는 4°C에서 최소 21일 이상으로 판단된다.

2. 야콘 첨가 김치의 주요 미생물의 발효에 미치는 영향

김치 담근 후 7~21일 사이에는, 효모는 $10^6 \sim 10^7$ colony forming unit(CFU)/mL, 유산균은 $10^7 \sim 10^9$ CFU/mL로 나타났다(Fig. 3). 실험 기간 동안 유산균 수는 효모 수 보다 약 10 배 정도 높게 나타났다. 총 유산균 수의 경우, 7일, 14일 째에는 야콘 5% 첨가군에서 가장 높았다. Fig. 2B의 유산 함량 결

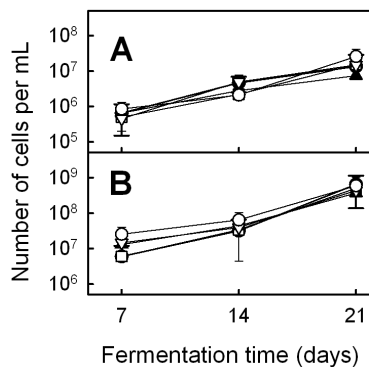


Fig. 3. Changes in yeast (A) and lactic acid bacteria number (B) of kimchi containing yacon during fermentation at 4°C. ●: control, □: 0.1% yacon, ▲: 0.5% yacon, ▽: 1% yacon, ○: 5% yacon.

과와 유사한 결과를 보였다. *Leuconostoc* sp.의 생균수는 발효기간 동안 $10^6 \sim 10^7$ CFU/mL를 보였다(Fig. 4A). 대조군의 경우 *Leuconostoc* sp.의 생균수는 5가지 군들 중에서 가장 낮게 나타났으며, 대조군과 비교시 야콘 5% 첨가군에서 전체 발효 기간 동안 4~5배 높은 수를 보였다. 발효 7일째에는, 야콘 5% 첨가군 > 야콘 1% 첨가군 > 기타 3가지 군들의 순으로 *Leuconostoc* sp.의 생균수가 높게 나타났으며, 14일, 21일의 결과에서도 유사한 결과가 나타났다. 이러한 결과는 1% 이상의 야콘 첨가가 김치의 유산균, 그중에서도 *Leuconostoc* sp.의 생육을 촉진시키는 것으로 생각된다. 한편, *Lactobacillus* sp.의 선택배지인 RSA에는 김치 담근 후 7~21일 사이의 발효 기간 동안 $10^7 \sim 10^8$ CFU/mL를 보였으며, 14일에서 대조군이 야콘 첨가군들보다 높게 낮으며, 발효 7일과 21일에서는 차이를 없었다(Fig. 4B). 이러한 결과는 첨가된 야콘이 *Lactobacillus* sp.의 생육에는 큰 영향을 주지 않았거나, 0~21일의 발효조건에서는 낮은 pH를 선호하는 *Lactobacillus* sp.에게 유리한 생육환경이 조성되지 않은 결과로 예상된다. Yun *et al*(1996)은 fructooligosaccharides를 2.5~5% 농도로 김치 제조 시에 첨가 시, 4°C에서 21일 동안 발효한 김치에서는 초기의 fructooligosaccharides 농도가 발효기간 내에 유지되었으며, 25°C에서는 발효가 진행되면서 서서히 감소되어 21일 후에는 약 40%가 감소하였다고 보고하였다. 이러한 결과를 바탕으로 저자들은 fructooligosaccharides의 김치미생물에 의한 발효가 온도와 시간에 의존적이라고 결론을 짓고, 김치미생물에 의하여 발효가 안 된 fructooligosaccharides는 김치 섭취 시 인체 내에서 비피더스 활성인자로 이용되어 기능성을 나타낼 수 있다고 평가하였다. 한편, fructooligosaccharides

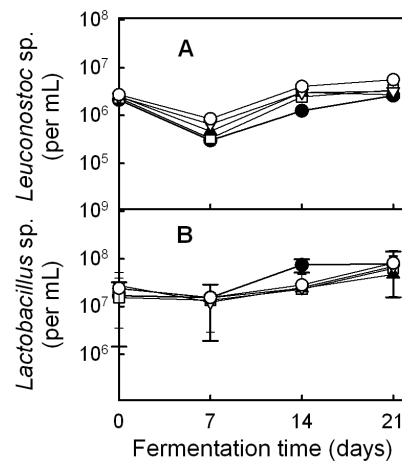


Fig. 4. Changes in *Leuconostoc* sp. (A) and *Lactobacillus* sp. (B) number of kimchi containing yacon during fermentation at 4°C. ●: Control, □: 0.1% yacon, ▲: 0.5% yacon, ▽: 1% yacon, ○: 5% yacon.

1%와 비피더스균을 함께 첨가하여 4°C에서 30일 동안 김치 발효시에 무첨가균과 비피더스균을 단독으로 첨가한 군보다 pH 및 총산도의 변화가 크고, 유산균 수가 증가하였다(Chae & Jhon 2007). 본 연구에서는 5% 야콘 첨가가 김치발효, 특히 초기의 발효에 영향을 주어서 김치 발효 속도를 촉진하는 것으로 예상된다. 야콘 첨가는 *Leuconostoc* sp.를 포함한 유산균 수에 영향을 주어서 pH를 낮추고 산도를 증가시켰는데, 이러한 결과는 야콘의 발효성 당에 의하여 촉진되는 것으로 판단된다. 한편, 비발효성 당들은 본 연구에서 사용한 발효와 숙성 조건에서는 김치 미생물들에게 대사되지 않고 남아서 야콘 첨가 김치를 섭취 시 야콘의 기능성 성분들이 체내에서 소화 흡수되거나, 대장에서 장내미생물에 의해서 발효되거나, 또는 식이섬유소로 작용할 수 있을 것으로 예상된다. 비록, 야콘 첨가 김치를 이용한 인체 실험은 진행되지 않았지만, 야콘의 주성분인 fructooligosaccharides와 inulin의 선행연구 결과들로부터 유추해 볼 때, 야콘 첨가 김치 또한 체내에서 유사한 경로로 대사되는 것으로 예상된다. 야콘에 다량 함유된 inulin은 변비 개선, 혈중 콜레스테롤 감소, 혈중 지질 개선 효과, 장 질환 예방, 당분 강하 효과가 있다고 알려져 있다(Kim SJ 2012, Roberfroid *et al* 1998). 이외에도, 야콘은 전분이 없고, 식이섬유가 2.6%로 해조류보다는 적으나, 감자의 2.3배, 쌀 가공품의 5배 이상이다(Tsukihashi *et al* 1989). 우리나라 사람들의 식이섬유 섭취량이 권장량인 20~25 g 미만이므로 야콘 김치는 섭취 시 다양한 생리적 기능이 예상된다. 야콘은 수확 후 저장 기간 도중 비발효성 당과 발효성 당 함량이 변하므로 저장 기간을 달리한 야콘을 사용 시 김치 발효 특성과 조직감 개선 및 맛의 개선 효과, 항산화 효과 등 관능적인 측면이 달라질 수 있다. 또한, 본 연구에서는 김치의 염도, 비발효성당 함량 분석과 인체 실험을 수행하지 않았으므로 기전적인 이해를 위해서는 야콘 김치를 이용한 장내 발효 특성 이해를 위한 인체 실험, 항산화 효능 실험, 조직감과 맛 등의 관능실험 연구가 추가로 필요하다.

요 약

본 연구는 김치에 첨가되는 야콘(*Smallanthus sonchifolius*) 이 김치 발효 중에 김치의 이화학적 특성과 발효 품질에 미치는 효능을 관찰하였다. 5개의 다른 야콘 농도, 즉 0.1%, 0.5%, 1%, 및 5% 농도의 야콘을 김치에 첨가하였고, 야콘을 첨가하지 않은 김치를 대조군으로 비교하였다. 발효가 진행됨에 따라, 전체 산도와 유산농도, 미생물의 수가 증가하는 반면에, pH는 김치를 담근 직후 5.5~5.7에서 21일간 발효 후에는 4.6~4.8으로 감소하였다. 야콘을 5%로 첨가한 군에서는 발효 7일째의 유산 함량이 다른 군들보다 높게 나타나 *Leuconostoc* 생균수 증가와 연관성을 보여준다. 이러한 결과는 5%

야콘을 김치에 첨가시 *Leuconostoc* sp. 등의 김치 미생물들의 생육을 촉진시키는 것을 보여준다.

문 헌

- Ahn SJ (1985) The effect of sorbic acid on the kimchi fermentation and stability of ascorbic acid. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 1: 18-26.
- Albright SC, Winston WL, Zappe C (1999) Data analysis and decision making with Microsoft Excel. Pacific Grove, Brooks/Cole Publishing Co. CA, USA. pp 945-999.
- Alvarez FPP, Jurado TB, Calixto CM, Incio VN, Silva AJ (2008) Prebiotic inulin/oligofructose in yacon root (*Smallanthus sonchifolius*) phytochemistry and standardization as basis for clinical and pre-clinical research. *Rev Gastroenterol Peru* 28: 22-27.
- Chae MH, Jhon DY (2007) Effects of commercial fructooligosaccharides on Bifidobacteria kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 39: 61-65.
- Cheigh HS, Park KY (1994) Biochemical, microbiological and nutritional aspects of kimchi (Korean fermented vegetable products). *Crit Rev Food Sci Nutr* 34: 175-203.
- Graefe S, Hermann M, Manrique I, Golombek S, Buerkert A (2004) Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. *Field Crops Research* 86: 157-165.
- Jang KH, Kang SA (2003) Research and market trends in levan. *Food Sci Ind* 36: 85-91.
- Kim SJ (2012) Yacon story. Rural Development Administration: National Institute of Crop Science, Korea. pp 8-30.
- Lee CH (1997) Lactic acid fermentation foods and their benefits in Asia. *Food Control* 8: 259-269.
- Lee JH, Lee KT, Kim MR (2005) Effect of gamma-irradiated red pepper powder on the chemical and volatile characteristics of *kakdugi*, a Korean traditional fermented radish kimchi. *J Food Sci* 70: 441-447.
- National Rural Living Science Institute (2006) Food composition tables. Seven revision. Rural Development Administration, Korea. pp 140-141.
- No HK, Lee SH, Kim SD (1995) Effects of ingredients on fermentation of Chinese cabbage kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 642-650.
- Pedreschi R, Campos D, Noratto G, Chirinos R, Cisneros-Zevallos L (2003) Andean yacon root (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. Endl) fructooligosaccharides as a potential novel source of

- prebiotics. *J Agric Food Chem* 51: 5278-5284.
- Roberfroid MB, Van LJ, Gilson GR (1998) The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J Nutr* 128: 11-29.
- Simonovska B, Vovk I, Andresek S, Valentova K, Ulrichova J (2003) Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. *J Chromatogr A* 1016: 89-98.
- Takaneka M, Yan X, Ono H, Yoshida M, Nagata T, Nakanishi T (2003) Caffeic acid derivatives in the roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *J Agric Food Chem* 51: 793-796.
- Tsukihashi T, Yoshida T, Miyamoto M, Suzuki N (1989) Studies on the cultivation of yacon. I. Influence of different planting densities on the tuber yield. *Japan J Farm Work Res* 24: 32-38.
- Yun JW, Ro TW, Kang SC (1996) Stability of oligosaccharides during fermentation of kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 28: 203-206.

접 수: 2012년 4월 29일
최종수정: 2012년 6월 23일
채 택: 2012년 6월 24일