

파김치와 배추김치의 발효양상

이헌주 · 주운정 · 박찬선 · 이정숙* · 박용하* · 안중석 · 민태익
생명공학연구소 세포반응조절 R.U., *유전자은행사업실

Fermentation Patterns of Green Onion *Kimchi* and Chinese Cabbage *Kimchi*

Hun-Joo Lee, Yun-Jung Joo, Chan-Sun Park, Jung-Sook Lee*,
Yong-Ha Park*, Jong-Seog Ahn and Tae-Ick Mheen

Cellular Response Modifier Research Unit, *Korean Collection for Type Cultures,
Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

Abstract

Changes of lactic acid bacteria and fermentation patterns were investigated during fermentation of Green Onion *Kimchi* and Chinese Cabbage *Kimchi* at 10 and 20°C. Fermentation of Green Onion *Kimchi* proceeded more slowly than Chinese Cabbage *Kimchi* in point of changes of pH, total acidity and total viable cell number. Maximum number of total viable cell, *Leuconostoc*, and *Lactobacillus* in Green Onion *Kimchi* were smaller than in Chinese Cabbage *Kimchi*. And these differences were larger in fermentation at 10°C. Total sugar content of Green Onion *Kimchi* was higher than Chinese Cabbage *Kimchi* not only at the beginning of fermentation but also at the end of fermentation. Therefore, the reason for the slow fermentation of Green Onion *Kimchi* was not low sugar content. Major lactic acid bacteria of properly fermented Green Onion *Kimchi* were identified as *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* which had been reported to be major lactic acid bacteria isolated from Chinese Cabbage *Kimchi*.

Key words: green onion *Kimchi*, chinese cabbage *Kimchi*, fermentation, lactic acid bacteria

서 론

김치는 각종 야채를 소금에 절인 후 적절한 양념을 혼합하여 숙성시킴으로서 여러 젖산균들의 생육에 의한 혼합발효가 일어나 독특한 향미와 질감을 내는 우리 나라 고유의 전통 발효 식품으로 사용하는 재료와 계절 및 제조 방법에 따라 그 종류는 매우 다양하다. 최근 국제적으로도 관심이 높아져 수출 품목으로 유망시 되고 있으며 국내에서도 시장 판매와 단체급식용 김치 수요가 증가되면서 공장에서 공급되는 김치의 양이 증가되고 있다. 이에 따라 공장 김치의 대량 생산을 위한 기초적인 연구들이 추진되고 있으나 좀더 깊이 있고 근원적인 연구가 아직도 필요한 실정이다.

김치의 주 발효균은 *Leuconostoc* 속의 젖산균으로 김치를 숙성시키며 적숙기 이후에는 *Lactobacillus* 속

의 젖산균이 주로 관여한다고 알려져 있다⁽¹⁾. Mheen과 Kwon⁽²⁾은 김치가 맛있을 때에 *Leuconostoc mesenteroides*가 많이 출현하기 때문에 김치의 주 발효균은 *Leuconostoc* 속의 젖산균이며 *Lactobacillus plantarum*은 김치가 시어졌을 때 많이 나타나기 때문에 김치의 산패에 관여할 것이라고 주장한 바 있다.

이러한 김치 젖산균의 증식 양상은 배추의 품종, 발효 온도, 소금농도 등 여러 환경 요인에 의해 영향을 받는 것으로 알려지고 있는데 일반적으로 소금 농도가 낮고 온도가 높을수록 빨리 진행된다. 또한 김치 부재료의 성분은 젖산균의 생육을 촉진시키기도 하고 억제하기도 한다^(3,5). 김치 부재료로 널리 쓰이는 파는 자극 성분인 황화 allyl을 함유하고 있어 살균, 살충의 효과가 있으며 칼슘, 인, 철분이 많고 비타민이 많은 것이 특색이다. 김치의 부재료로서 파의 농도를 달리 하여 첨가했을 때 발효속도, pH 및 적정 산도가 대조구와 큰 차이가 없었다는 보고가 있으며⁽⁶⁾, 배추에 파만을 첨가하여 12~16°C에서 7일간 숙성한 경우 숙성 초기에는 산도가 낮았으나 숙성 4일 째에 산도가 급격

Corresponding author: Jong-Seog Ahn, Cellular Response Modifier Research Unit R.U. Korea, Research Institute of Bioscience and Biotechnology, P.O. Box 115, Yusong, Teajon, 305-600, Korea

히 증가한 것으로 보아 파가 숙성 촉진 효과와 연관이 있으리라는 연구 결과도 있다⁷⁾.

그러나 이러한 연구는 대부분 배추를 주원료로 하는 배추김치의 경우로 부재료로서 파가 김치발효에 미치는 영향에 관한 연구였고 파를 주재료로 하는 파김치의 경우 연구된 바가 없었다. 따라서 본 연구에서는 김치의 주재료로서 파를 사용하였을 때 발효 시간에 따른 젖산균의 변화와 발효 양상을 조사하여 배추김치와 비교해 보고자 하였다.

실험방법

김치의 제조

본 실험에서 사용한 배추, 파, 쪽파, 마늘, 생강, 고춧가루는 대전 유성 재래시장에서 구입하여 사용하였고 소금은 정제염을 사용하였으며 젓갈은 (주)하선정 종합식품에서 제조한 멸치 액젓을 사용하였다. 파김치 제조는 참고문헌⁸⁾을 참조하였고 쪽파 100 g당 10 g의 젓갈을 부어 3시간 절인 후 Table 1의 나머지 부 재료를 넣고 버무려 파김치를 제조하였다. 배추는 흐르는 물에 깨끗이 씻어 3×4 cm 정도의 크기로 썰어 배추 100 g당 10% 소금물 150 mL에 2시간 절인 후 흐르는 물에 행구어 체에 15분간 받쳐 물기를 빼고 부 재료를 넣고 버무렸다. 김치 제조시 각 재료의 사용 비율은 Table 1과 같다. 담근 김치는 100 g당 10% 소금물 10 mL의 양을 가하여 유리병에 150 g 씩 담아 10°C, 20°C의 항온기에 저장하여 발효시키면서 일정 시간마다 시료로 채취하였다.

젖산균의 계수

총균수는 MRS 배지⁹⁾ (Difco)를 사용하여 계수하였고, Miyao와 Ogawa¹⁰⁾의 방법에 따라 *Leuconostoc* 속은 phenylethyl alcohol sucrose (PES) 배지 [trypticase peptone 5 g/L, yeast extract 0.5 g/L, sucrose 20 g/L,

MgSO₄·7H₂O 0.244 g/L, (NH₄)₂SO₄ 2 g/L, KH₂PO₄ 1 g/L, phenylethyl alcohol 2.5 g/L, agar 15 g/L, pH 6.8], *Lactobacillus* 속은 modified Lactobacillus selection (m-LBS) 배지(trypticase pepton 10 g/L, yeast extract 5 g/L, dextrose 20 g/L, ammonium citrate 2 g/L, sodium acetate 15 g/L, MgSO₄·7H₂O 0.575 g/L, MnSO₄ 0.12 g/L, KH₂PO₄ 6 g/L, FeSO₄ 0.034 g/L, sorbitan monooleate 1 g/L, acetic acid 2.5 g/L, agar 15 g/L, pH 5.5)를 사용하여 계수하였다. 김치 시료액 1 mL를 멸균 생리 식염수로 10배수로 단계 희석하여 0.1 mL씩 각각의 배지에 평판 도말한 후 MRS와 m-LBS배지는 30°C 항온기에서 2일간 배양하였고 PES배지는 20°C 항온기에서 5일간 배양하여 나타난 집락을 계수하였다.

pH, 염도 및 총 산도 측정

김치 시료액의 pH는 pH/ion meter (Fisher Scientific, model 25, Denver Instrument Co., Arvada, U.S.A.)로 측정하였고, 염도는 염도계(NS-3P, Merbabu Trading Co., Japan)로 측정하였다. 총 산도는 시료액 5 mL를 취하여 10배 희석한 다음 이중에서 10 mL를 취하여 0.5% (W/V) phenolphthalein 지시약을 사용하여 0.1 N NaOH 용액으로 시료가 분홍빛으로 변하는 점까지 중화적정한 후 lactic acid를 기준으로 환산하여 산도(%)로 나타내었다¹¹⁾.

총 당 측정

Dinitrosalicylic acid (DNS) reagent에 의한 비색법¹²⁾으로 시료 중의 sucrose를 포함한 총 환원당을 측정하여 총 당 함량으로 계산하였다. 원심분리(6,000×g, 10 min)한 김치액을 0.45 µm microfilter로 여과한 용액을 0.5 mL씩 각각 시험관에 취하여 5 N H₂SO₄ 0.1 mL를 넣고 20분간 끓는 수조에서 가열한 후 상온으로 냉각하여 5 N NaOH 0.1 mL로 중화하고 DNS reagent 3 mL를 가하여 잘 교반한 후 끓는 물에서 5분간 반응시키고 상온까지 냉각하였다. 발색된 용액을 UV Spectrophotometer (Beckman DU-64, Beckman Instruments, Inc., Fullerton, U.S.A.)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 glucose 양으로 환산하였다.

주 발효 젖산균의 분리 및 동정

파김치와 배추김치의 발효에 관여하는 주요 젖산균을 비교하기 위해 적숙기(pH 4~4.5)의 파김치를 시료로 하여 평판 배양한 m-LBS 배지와 PES 배지에서 colony 형태상 가장 빈도수가 많은 균주를 각각 순수 분리하여 Bergey's manual of systematic bacteriology¹³⁾

Table 1. Composition of Chinese Cabbage Kimchi and Green Onion Kimchi (Unit: g)

Ingredients	Chinese Cabbage Kimchi	Green Onion Kimchi
Raw chinese cabbage	100	-
Sugar	1	1
Green onion	4	100
Garlic	2	10
Ginger	1	-
Red pepper powder	2	8
Fermented anchovy sauce	1.4	10

와 Bergey's manual of determinative bacteriology⁽¹⁴⁾를 따라 동정하였다.

결과 및 고찰

총균수의 변화

Fig. 1과 2에서 보는 바와 같이 발효 온도에 관계없이 배추김치가 파김치보다 균의 증식이 더 빠른 것으로 보아 발효가 빨리 진행됨을 알 수 있다. 발효 온도 20°C의 경우 배추김치는 발효 3일 후 약 2.6×10^9 CFU/mL으로 최대에 달하나 파김치는 발효 8일 후 최대에 도달하여 2.3×10^9 CFU/mL에 이른다. 발효 온도 10°C일 때, 최대에 이르는 기간과 이때의 총균수는 배추김치의 경우 발효 12일에 2.6×10^9 CFU/mL이나 파김치의 경우 20일에 2.5×10^8 CFU/mL으로 최대 균수에서도 차이를 보였다. 일반적으로 총균수는 김치의 발효가 진행됨에 따라 최대에 이른 후 생성된 산에 의해 급격히 감소한다. 이러한 총균수 감소가 파김치를 10°C에서 발효시킨 경우 뚜렷이 관찰되지 않아 34일 후에도 발효가 여전히 진행중임을

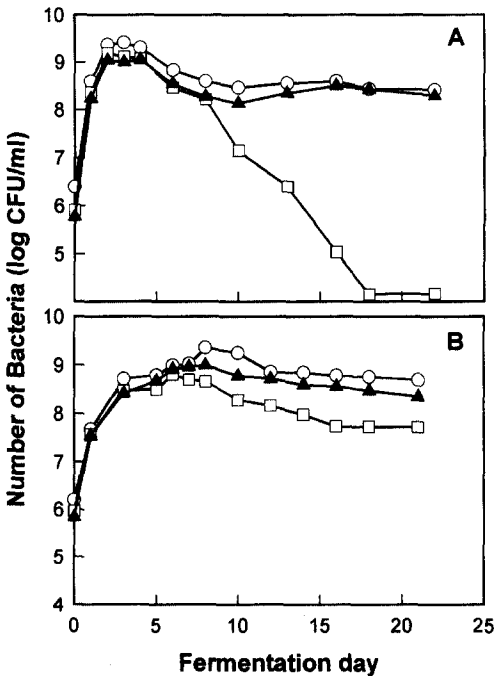


Fig. 1. Changes of total viable cells, *Lactobacillus* species, and *Leuconostoc* species in Chinese Cabbage Kimchi (A) and Green Onion Kimchi (B) during fermentation at 20°C. Symbols: ○, total viable cells; ▲, *Lactobacillus* sp.; □, *Leuconostoc* sp.

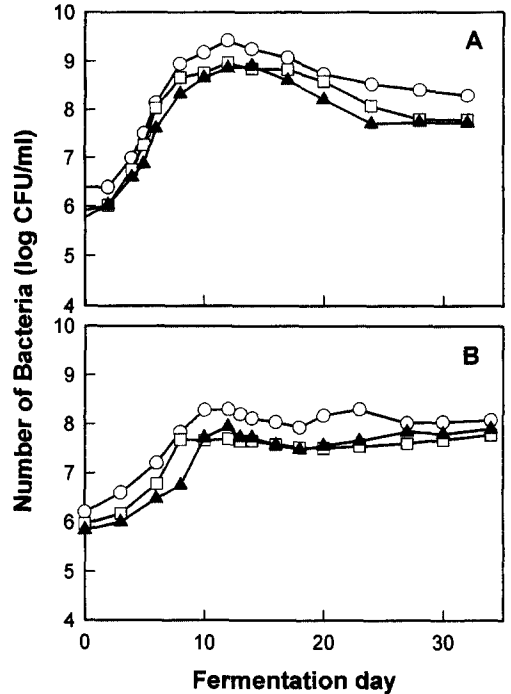


Fig. 2. Changes of total viable cells, *Lactobacillus* species, and *Leuconostoc* species in Chinese Cabbage Kimchi (A) and Green Onion Kimchi (B) during fermentation at 10°C. Symbols: ○, total viable cells; ▲, *Lactobacillus* sp.; □, *Leuconostoc* sp.

알 수 있다.

발효 중 *Leuconostoc* 속과 *Lactobacillus* 속 젖산균 수의 변화

선택배지 PES 배지와 m-LBS 배지를 사용하여 발효 기간 중 *Leuconostoc* 속과 *Lactobacillus* 속 젖산균의 증식 변화를 살펴보았다(Fig. 1, 2). *Leuconostoc* 속과 *Lactobacillus* 속 젖산균은 발효 초기부터 같이 증식을 시작하여 *Leuconostoc* 속 젖산균이 먼저 최대치에 도달한 후 감소하기 시작하면 *Lactobacillus* 속이 뒤이어 최대치를 나타낸 후 감소하였다. 이는 김치발효가 *Leuconostoc mesenteroides*에 의해 주도되고, 발효 말기에 *Lactobacillus plantarum*에 의해 산패가 일어난다는 Mheen과 Kwon⁽²⁾의 보고를 비롯한 일련의 보고^(1,15)들과 일치하는 결과이다. 김치와 유사한 sauerkraut 발효에 관한 연구에서 Stamer 등⁽¹⁶⁾은 sauerkraut 발효와 관련지어 *Leuconostoc mesenteroides*가 가장 짧은 유도기를 가짐은 물론 세대 기간도 짧기 때문에 초기의 우세균으로 증식하지만 산에 대한 내성이 적기 때문에 도태 속도 또한 빠르다고 하였으며, 이 세균에 이

어 *Lactobacillus plantarum*과 *Lactobacillus brevis*가 나타난다고 보고하였다.

발효 온도 20°C의 경우 발효 후반기 *Leuconostoc* 속이 *Lactobacillus* 속보다 급격한 감소를 보였고 이러한 현상은 배추김치가 파김치에서보다 더 현저했다. 10°C 발효의 경우는 20°C 발효에서 보다 발효가 느리게 진행되었고 *Leuconostoc* 속의 급격한 감소가 보이지 않았다. 이는 20°C의 경우보다 10°C에서 젖산균의 생육이 느리고 따라서 젖산균에 의한 산 생성이 적어 *Leuconostoc* 속이 생육저해를 덜 받았기 때문으로 생각되어진다. 같은 발효 온도의 경우에서는 파김치가 배추김치보다 발효가 느리게 진행되었으며 *Leuconostoc* 속과 *Lactobacillus* 속의 최대 균수 역시 적었다. 이러한 현상은 Mheen과 Kwon⁽²⁾의 염도가 높을수록 발효 속도 및 최대 균수가 감소한다는 보고와 일치하였다.

pH 및 산도의 변화

배추김치와 파김치 발효 시 온도에 따른 pH 및 산도의 변화는 Fig. 3과 4에 나타내었다. 발효온도 20°C의 경우 배추김치는 5일 후에 적숙기 김치의 pH인 4.2 부근에 도달하나 파김치는 27일이 소요되었다. 10°C의 경우 배추김치는 12일 후 pH 4.2이었으나 파김치는 34일 후에 pH 4.2로 되었다. 또한 적숙기 김치의 pH (pH 4.2~4.4)와 산도(0.6% 근처)를 고려한 김치의 가식 기간은 파김치의 경우가 배추김치보다 길었고 발효 온도 10°C의 경우가 20°C의 경우보다 길어 파김치가 배추김치보다 발효가 늦게 진행됨을 알 수 있었다.

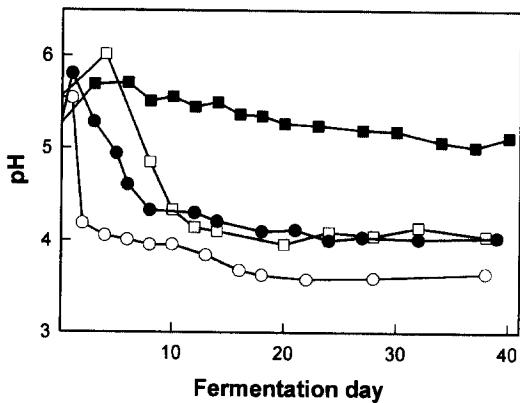


Fig. 3. Changes of pH in Chinese Cabbage Kimchi and Green Onion Kimchi during fermentation at 20°C and 10°C. Symbols: ○, Chinese Cabbage Kimchi at 20°C; ●, Green Onion Kimchi at 20°C; □, Chinese Cabbage Kimchi at 10°C; ■, Green Onion Kimchi at 10°C.

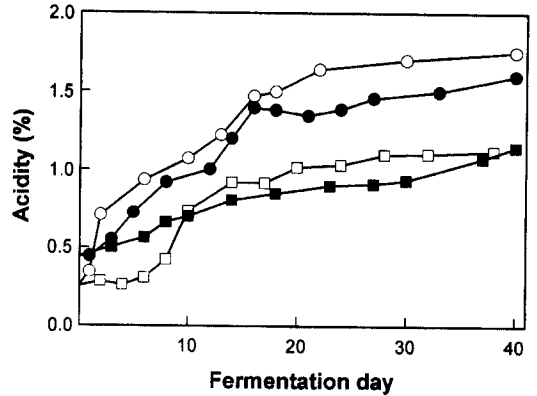


Fig. 4. Changes of acidity in Chinese Cabbage Kimchi and Green Onion Kimchi during fermentation at 20°C and 10°C. Symbols: ○, Chinese Cabbage Kimchi at 20°C; ●, Green Onion Kimchi at 20°C; □, Chinese Cabbage Kimchi at 10°C; ■, Green Onion Kimchi at 10°C.

총 당 함량의 변화

발효 기간에 따른 총 환원당의 함량 변화는 Fig. 5와 같다. 김치 제조 즉시 배추김치의 당 함량은 40 mg/mL이었고 파김치는 75 mg/mL이었던 것이 발효가 진행됨에 따라 계속적으로 감소하였는데 이는 발효가 진행되면서 발효에 관여하는 여러 젖산균들의 생육으로 당이 젖산을 비롯해 초산, 알코올, CO₂ 등으로 변하기 때문이다. pH 및 총 산도의 변화 속도가 빠른 시료들은 총 환원당의 변화 속도도 같이 빠르게 나타났고, pH 및 총 산도의 변화 속도가 느려 발효가 늦게

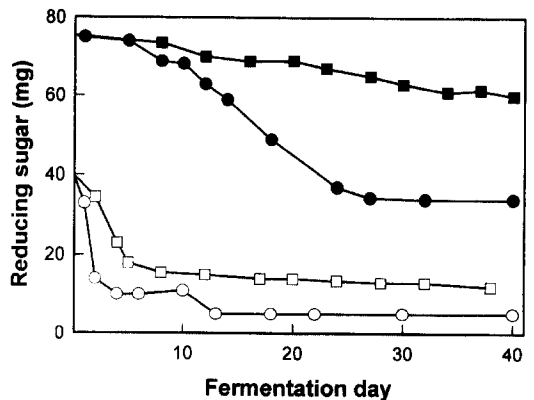


Fig. 5. Changes of reducing sugar content in Chinese Cabbage Kimchi and Green Onion Kimchi during fermentation at 20°C and 10°C. Symbols: ○, Chinese Cabbage Kimchi at 20°C; ●, Green Onion Kimchi at 20°C; □, Chinese Cabbage Kimchi at 10°C; ■, Green Onion Kimchi at 10°C.

진행되는 시료들은 그 변화 속도가 느려 서로 일치하는 경향을 보였다. 김 등⁽¹⁷⁾과 유 등⁽¹⁸⁾은 김치가 시어지는 현상을 재료 중의 발효성 당을 젖산균이 이용하여 과다하게 산을 생성하기 때문이라고 설명하였다. 그리고 최종적으로 도달하는 산도는 대체적으로 원료에 함유된 당 함량과 비례하며, 당 함량이 낮을수록 미생물의 활동에 제한을 주므로 김치 제조 초기 당 함량이 낮을수록 산 생성량이 적다고 보고하였다. 본 실험에서 김치 제조 초기 뿐 아니라 실험 종료시의 총 환원 당 함량이 파김치가 배추김치보다 높았으므로 당 함량 부족으로 인해 젖산균의 생육에 지장을 주어 파김치가 배추김치보다 발효가 느리게 진행되고 산 생성량도 적었다고는 볼 수 없다.

발효에 영향을 주는 요인 중 하나인 염도 측정결과 배추김치는 2%, 파김치는 2.5%이었다. 고 등⁽¹⁹⁾은 식염농도 2%와 3%의 김치가 적숙기인 pH 4.5에 이르는 데 약 1일 정도 차이가 난다고 보고하였다. 따라서 배추김치와 파김치의 0.5% 염도 차이는 발효속도에 큰 영향을 주지 않을 것으로 생각된다. 실제로 배추김치와 파김치의 20°C 발효 시 적숙기인 pH 4.5에 이르는 데 각각 2~3일과 6~7일이 소요되었고, 10°C 발효 시에는 배추김치는 약 9일이 소요되었으나 파김치는 40일 경과 시에도 pH 5.1이었다. 그러므로 배추김치와 파김치의 발효속도 차이는 이 두 김치의 염도 차이만으로는 설명할 수 없음을 알 수 있다. 두 김치의 부재료 중 첨가량이 다른 것갈과 고춧가루는 김치의 발효를 촉

Table 2. Identification of lactic acid bacteria most frequently isolated from green onion Kimchi using PES and m-LBS media

Characteristics	<i>Lactobacillus plantarum</i> ⁽¹²⁾	Isolate strain from m-LBS media	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> ⁽¹²⁾	Isolate strain from PES media
Shape	rod	rod	cocci	cocci
Motility	- ¹⁾	-	-	-
Catalase	-	-	-	-
Oxidase	-	-	-	-
Glucose (acid)	+ ²⁾	+	+	+
Growth at 15°C	+	+	+	+
Growth at 45°C	-	-	NT ⁵⁾	-
Gas from glucose	-	-	+	+
Carbohydrates, acid from:				
arabinose	d ³⁾	+	+	+
galactose	+	+	+	+
lactose	+	+	d	+
maltose	+	+	+	+
mannitol	+	+	d	-
melezitose	+	+	NT	-
melibiose	+	+	+	+
raffinose	+	+	d	+
salicin	+	+	(-) ⁴⁾	+
sorbitol	+	+	NT	-
trehalose	+	+	+	+
mannose	+	+	+	+
fructose	+	+	+	+
Esculin hydrolysis	+	+	d	-
Nitrate reduction	-	-	NT	-
Arginine hydrolysis	-	-	-	-
Dextran formed from sucrose	-	-	+	+
Mol% G+C	44~45	45	37~41	41.2

¹⁾90% or more of strains negative.

²⁾90% or more of strains positive.

³⁾Different reactions in different strains.

⁴⁾11~20% of strains are positive.

⁵⁾Not testable.

진시키며 그 배합 비율의 증가에 따라 김치의 숙성도 촉진되는 것으로 보고되고 있다⁽²⁰⁻²³⁾. 그리고 마늘도 배추김치보다 파김치에 더 많이 첨가되었는데 마늘 역시 김치의 숙성을 촉진한다는 연구 결과가 많이 보고되고 있고^(21,24,25) 조 등⁽²⁶⁾은 김치에 마늘의 농도를 증가시켰을 때 호기성 세균은 감소한 반면 젖산균의 생성은 오히려 증가했다고 보고하여 두 김치의 발효속도 차이에 이들 부재료의 영향은 없었을 것으로 생각된다. 따라서 배추김치와 파김치의 발효속도 차이는 주재료인 배추와 파의 성분 차이, 부재료 혼합비율 및 담금방법의 차이 등이 복합적으로 작용한 결과로 판단되므로 이들 각각의 요인들이 발효에 미치는 영향을 규명하는 추가적인 연구가 필요하다.

주 발효 젖산균의 동정

복합 발효 식품인 김치의 발효 초기에는 *Leuconostoc mesenteroides*가 많이 증식하는데 이들 균이 생산하는 젖산과 CO₂는 김치의 내용물을 산성화하여 혐기성 상태를 만들어 줌으로써 호기성 균의 생육을 억제하는 중요한 역할을 하며 중기 이후에 관여하는 *Lactobacillus plantarum*은 산패에 관여한다고 보고되었다. 그러나 이들은 배추김치를 대상으로 한 연구들이었고 파김치의 발효에 관여하는 젖산균에 대한 보고는 없었다. 또한 앞의 실험결과 배추김치와 파김치의 발효 양상이 다르게 나타났는데 이것이 발효에 관여하는 젖산균의 차이 때문인지를 알아보기로 파김치의 적숙기에 선택 배지인 PES와 m-LBS 배지를 사용하여 주된 *Leuconostoc* 속과 *Lactobacillus* 속 균주를 분리한 후 동정하였다(Table 2). 그 결과 적숙기에 가장 높은 빈도로 나타나는 *Leuconostoc* 속 젖산균은 *Leuconostoc mesenteroides*이었고 *Lactobacillus* 속 젖산균은 *Lactobacillus plantarum*으로 동정되어서 배추김치의 발효에 관여하는 주된 젖산균들과 차이가 없는 것으로 생각된다. 그러나 본 실험에서는 발효에 관여하는 모든 젖산균의 변화를 살펴본 것이 아니므로 두 김치의 발효시 나타나는 다양한 젖산균의 변화를 살펴보고 이들 젖산균들을 동정하여 각 균주의 출현 빈도를 조사하며 확인하는 연구가 필요하다.

요 약

파김치와 배추김치를 제조하여 10°C와 20°C로 발효시키면서 시간에 따른 젖산균의 변화와 발효 양상을 비교 조사하였다. pH, 총 산도 및 총 균수의 변화를 조사한 결과 파김치가 배추김치보다 발효가 늦게 진행

됨을 알 수 있었다. 또한 총 균수, *Leuconostoc* 속 젖산균의 최대 균수 및 *Lactobacillus* 속 젖산균의 최대 균수도 배추김치보다 파김치에서 적었고 이러한 차이는 발효 온도가 낮은 10°C의 경우 더욱 크게 나타났다. 파김치를 10°C에서 발효시킨 경우 34일 경과 후에도 발효가 여전히 진행 중이었다. 총 당 함량을 조사한 결과 담금 직후 파김치가 배추김치보다 높았고 발효가 진행됨에 따라 감소하였으나 실험 종료 시점에서 여전히 파김치가 높은 당 함량을 보여 파김치의 발효가 배추김치보다 느리게 진행되는 것이 총 당 함량이 낮았기 때문이 아님을 알 수 있었다. 적숙기 파김치에서 분리한 주된 젖산균은 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus plantarum*으로 동정되어 배추김치 발효의 주된 젖산균과 차이가 없는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림부의 농림기술개발사업과 과학기술부의 생명공학기술개발사업의 연구비 지원에 의하여 수행된 연구결과와 일부임을 밝히며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Lee, C.W., Ko, C.Y. and Ha, D.M.: Microfloral changes of the lactic acid bacteria during *Kimchi* fermentation and identification of the isolates (in Korean). *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **20**, 102-109 (1992)
2. Mheen, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration on *Kimchi* fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443-450 (1984)
3. Kim, M.H., Shin, M.S., Jhon, D.Y., Hong, Y.H. and Lim, H.S.: Quality characteristics of *Kimchi* with different ingredients (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **16**, 268-277 (1987)
4. Cho, N.C., Jhon, D.Y., Shin, M.S., Hong, Y.H. and Lim, H.S.: Effect of garlic concentrations on growth of microorganisms during *Kimchi* fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 231-235 (1988)
5. Yoo, J.Y., Min, B.Y., Suh, K.B. and Hah, D.M.: Effects of spices on the growth of lactic acid bacteria (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **10**, 124-135 (1978)
6. Park, W.P. and Kim, Z.U.: The effect of spices on the *Kimchi* fermentation (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **34**, 235-241 (1991)
7. Ryu, J.Y., Lee, H.S. and Rhee, H.S.: Changes of organic acids and volatile flavor compounds in *Kimchis* fermented with different ingredients (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 169-174 (1984)
8. Son, K.H.: Kind and utilization of *Kimchis*. *Korean J. Dietary Culture*, **6**, 503-520 (1991)

9. De Man, J.C., Rogosa, M. and Sharpe, M.E.: A medium for the cultivation of lactobacilli, *J. Appl. Bacteriol.*, **23**, 130-135 (1960)
10. Miyao, S. and Ogawa, T.: Selective media for enumerating lactic acid bacteria groups from fermented pickles (in Japanese). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **35**, 610-617 (1998)
11. Yi, J.H. and Rhee, H.S.: Effect of onion on *Kimchi* fermentation (I). *Korean J. Soc. Food Sci.*, **8**, 27-30 (1992)
12. Miller, G.L.: Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, **31**, 426-428 (1959)
13. Sneath, P.H.A., Mair, N.S., Sharpe, M.E. and Holt, J.G.: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* Vol. 2, Williams & Wilkins, Baltimore, MD., p.1071-1074 (1986)
14. Halt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T. and Williams, S.T.: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th ed., Williams & Wilkins, Baltimore, MD. p. 529, 566 (1994)
15. Shin, D.H., Kim, M.S., Han, J.S., Lim, D.K. and Bak, W.S.: Changes of chemical composition and microflora in commercial *Kimchi* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 137-145 (1996)
16. Stamer, F.R., Stoyla, B.O. and Dunckel, B.B.: Growth rates and fermentation patterns of lactic acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation. *J. Milk Food Technol.*, **34**, 521-527 (1971)
17. Kim, K.J., Kyung, K.H., Myung, W.K., Shim, S.T. and Kim, H.K.: Selection scheme of radish varieties to improve storage stabilities of fermented pickled radish cubes with special reference to sugar content (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 100-108 (1989)
18. Yu, H.G., Kim, K.H. and Yoon, S.: Effects of fermentable sugar on storage stability and modeling prediction of shelf-life in *Kimchi* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 107-110 (1992)
19. Ko, Y.D., Kim, H.J., Chun, S.S. and Sung, N.K.: Development of control system for *Kimchi* fermentation and storage using refrigerator (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 199-203 (1994)
20. Kim, M.H., Shin, M.S., Jhon, D.Y., Hong, Y.H. and Lim, H.S.: Quality characteristic of *Kimchis* with different ingredients (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **16**, 268-277 (1987)
21. Park, W.P. and Kim, Z.U.: The effect of seasoning and salted-fermented fish on *Kimchi* fermentation (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **34**, 242-248 (1991)
22. Yi, J.H., Cho, Y. and Hwang, I.K.: Fermentative characteristic of *Kimchi* prepared by addition of different kinds of minor ingredients (in Korean). *Korean J. Soc. Food Sci.*, **14**, 1-8 (1998)
23. Kim, K.O. and Kim, W.H.: Changes in properties of *Kimchi* prepared with different kinds and levels of salted and fermented seafoods during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 324-330 (1994)
24. Ryu, J.Y., Lee, H.S. and Rhee, H.S.: Changes of organic acids and volatile flavor compounds in *Kimchis* fermented with different ingredients (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 169-174 (1984)
25. Lee, S.W. and Woo, S.J.: Effect of some materials on the content of nitrate, nitrite and vitamin C in *Kimchi* during fermentation (in Korean). *Korean J. Dietary Culture*, **4**, 161-166 (1989)
26. Cho, N.C., Jhon, D.Y., Shin, M.S., Hong, Y.H. and Lim, H.S.: Effect of garlic concentrations on growth of microorganisms during *Kimchi* fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**, 231-235 (1988)

(1998년 8월 6일 접수)