

김치 저온젖산균에 대한 아디프산의 항균효과 및 물김치 저장성 연장효과

강경자¹ · 송혁환¹ · 김영배² · 정동호¹ · 이 찬^{1*}

¹중앙대학교 식품공학과

²고려대학교 생명공학원

Effect of Adipic Acid on Growth of Psychrotrophic *Kimchi* Lactic Acid Bacteria and Its Effect on *Mulkimchi* Fermentation

Kyoung-Ja Kang¹, Hyuk-Hwan Song¹, Young-Bae Kim², Dong-Hyo Chung¹ and Chan Lee^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Ansong 456-756, Korea

²Graduate School of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

Abstract

The effects of adipic acid on the growth of psychrotrophic *kimchi* lactic acid bacteria and on the fermentation of *mulkimchi* were investigated. Four *Leuconostoc* and one *Lactobacillus* species were isolated from *kimchi* fermented for 50 days at 6°C. The growth inhibition rate of adipic acid on psychrotrophic *kimchi* lactic acid bacteria and control strain, *Leuconostoc mesenteroides* KCCM 11324, was gradually increased from 0.1% of adipic acid concentration and its growth inhibition rate on selected strains reached 90% at 0.4% addition of adipic acid. On the bases of these results, the preservative effect of adipic acid on the fermentation of *mulkimchi* was investigated for 25 days at 10°C. The pH of *mulkimchi* containing adipic acid was lower than that of control *mulkimchi* at the beginning of fermentation. However, the pH of the control *mulkimchi* decreased rapidly and the pH is lower at the end of fermentation than that of all samples containing adipic acid. The control increased rapidly during fermentation at the acidity. Adipic acid inhibited the growth of several microorganisms in *mulkimchi* including *Lactobacilli*. The number of *Lactobacilli* in control *mulkimchi* increased rapidly at the beginning stage of fermentation and it decreased at the end stage due to lowering of pH. However, that of *mulkimchi* with adipic acid slowly increased. Addition of 0.2% ethyl alcohol showed increase of preservative effect of 0.1% adipic acid in *mulkimchi*.

Key words: adipic acid, *mulkimchi*, lactic acid bacteria, preservative effect

서 론

최근 대량생산김치의 수요가 늘어나고, 김치의 독특한 신선한 맛에 대한 외국인의 관심이 높아지고 있어 국내 소비 및 수출을 위한 김치의 산업화 및 저장방법의 개발이 절실히 요구되고 있다(1). 김치는 가열하지 않고 저장, 유통되어 섭취되므로 일정기간 후에는 시어지고 조직이 연화되며 불쾌취가 생성된다(2). 그러므로 김치의 보존성을 연장시킬 수 있는 방법의 개발이 필요하다. 지금까지 김치의 저장성을 높일 수 있는 방법으로 냉장 및 냉동(3), 방사선 조사(4), 방부제 첨가(5), pH 변화를 억제하는 완충제(6), 염혼합물의 첨가(7), 산초유, 계피유, 호프추출물 등의 항균성 향신료 첨가(8) 등이 연구되어 왔으며, 최근에는 chitosan(9)이 김치의 저장기간 연장방법에 활용되고 있다. 이와 같이 여러 방법이 김치의 맛을 향상시키는데 활용되고 있으며(10-15), 그 적용방법이 더욱 다양해지고 있다.

한편, 아세트산(acetic acid)이나 아디프산(adipic acid)과 같은 유기산은 조미료의 하나로 식품을 보존하기 위한 목적으로도 사용되어 왔으며, 식품에 사용할 때 방부효과 또는 보존 상승효과를 나타낸다고 보고되고 있다. 유기산의 항균력(16)은 다른 산과 마찬가지로 미해리된 산의 이온화에 의한 세포내의 pH의 강하 또는 세포막의 투과성 변화로 비롯되며, 이 변화는 세포막의 물질전달메커니즘에 영향을 미치게 된다. 그리고 유기산 첨가시 pH 저하작용에 의한 미생물 생육저해작용도 유기산의 항균력의 한 원인이 되고 있다. 유기산을 식품보존료로 이용하기 위해서는 용해성, 독성, 그리고 유기산 고유의 냄새와 맛이 식품의 냄새와 맛에 미치는 영향을 고려해서 선택하여야 한다.

유기산중 아세트산 다음으로 강한 항균력을 보이는 아디프산은 분자량 146.14, 산미도 90인 유기산으로(17,18) 낮은 산도를 나타낸다. 식품에서 GRAS로서 사용이 인정된 아디프산은 낮은 pH 영역에서 매우 강한 항균활성을 나타내며,

*Corresponding author. E-mail: chanlee@cau.ac.kr
Phone: 82-31-670-3035, Fax: 82-31-670-3035

각종의 세균에 대해 비교적 저농도로 강한 항균력을 나타내는 것으로 알려져 있다. 즉, 아디프산은 비교적 낮은 농도로 높은 보존성을 나타내며, 산미가 적고 그 신맛이 다른 유기산에 비하여 오랫동안 유지되는 장점이 있다. 식품 중에서 아디프산의 항균력은 식품의 성분조성 혹은 pH의 영향을 받아 배지 중에서의 결과와는 다소 차이가 있으며, 김치에서 아디프산의 첨가와 낮은 온도의 유지로 shelf life가 연장된다는 연구결과도 발표되었다(19).

본 연구에서는 김치의 보존성 향상을 위한 목적으로 유기산의 일종인 아디프산의 이용가능성을 모색하고자 하였다. 이를 위하여 저온 숙성김치에서 직접 분리한 젖산균에 대한 아디프산의 항균력을 농도별로 조사하였다. 그리고 아디프산의 김치내에서의 정확한 작용과 효과를 예측하기 위하여 비교적 실행오차가 적은 물김치를 제조하고, 아디프산을 첨가하고 첨가하지 않은 대조구와 비교하여 물김치 발효에 미치는 아디프산의 효과를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

균주

Leuconostoc mesenteroides subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Leu. lactis*, *Leu. paramesenteroides*, *Lactobacillus bavaricus* 등 5종의 저온성 젖산균은 5~7°C에서 숙성시킨 김치에서 분리 동정된 것으로 고려대 식품미생물 연구실에서 분양받아 사용하였다. 이 균주들 중 *Leu. mesenteroides* 2종은 20일간 발효시켜서 산도 0.65%, pH 4.2일 때 즉, 김치숙성 초기에 분리되었으며, 그 외 3종은 50일간 숙성시켜서 산도 0.89%, pH 3.9일 때 즉, 김치 숙성 말기에 해당하는 시점에서 분리한 것이다. *Leu. mesenteroides* KCCM 11324은 KCCM에서 분양받아 사용하였다. 분리 동정된 김치젖산균을 tomato juice broth와 MRS broth의 등량혼합배지에 접종하여 30°C에서 12~24시간 배양한 후, 60% glycerol을 1:1로 혼합하여 -20°C와 -70°C에서 보관하면서 사용하였다. 김치 젖산균의 주배양을 위하여 같은 배지를 사용하여 30°C에서 24~48시간 동안 3회 반복하여 전배양을 행한 후 접종 균주로 사용하였다.

물김치 제조

비교적 크기와 중량이 비슷한 신선한 배추와 무를 안성농협에서 김치제조 당일에 구입하여 사용하였다. 90% 정제염(주식회사 샘표)을 사용하였으며, 기타 다른 부재료들을 하루 전에 구입하여 10°C 항온실에 보관 후 사용하였다. 적당한 크기로 절단한 무(20%)와 배추(20%)를 3% 소금물에 16시간 절인 후 수세와 탈수를 행한 다음 마늘(2%), 파(1.7%), 생강(1.3%), 고춧가루(1.7%)를 첨가하고 여기에 3% 소금물 4 L를 넣어 물김치를 제조하였다. 0.1% 아디프산, 0.1% 아디프산과 2% ethyl alcohol, 그리고 0.2% 아디프산을 첨가한 세가지 물김치를 제조하였으며, 제조된 물김치를 비닐에 넣어 밀봉

한 후 각각 25 L들이 플라스틱 용기에 담아 10°C 항온실에서 저장하면서 실험하였다.

아디프산의 항균성 측정

Tomato juice broth와 MRS broth의 등량 혼합배지에 아디프산, benzoic acid와 sorbic acid를 최종농도 0.01%에서 1.5%까지 첨가하여 가압살균하여 항균력 측정용 배지를 제조하였다. 제조된 배지에 시험균을 일정량 접종하여(1%, 50 µL/5 mL), 30°C에서 16~24시간 배양한 후, 배양기간 중 660 nm에서 OD(흡광도)를 측정하여 최소생육저지농도(MIC)와 생육저해율을 계산하였다. 무균적으로 채취한 물김치액을 거어지로 여과하고 0.1% 펩톤수에 10배 희석법으로 희석한 후 희석액 100 µL를 plate count agar(Difco)에 도말한 다음 30°C에서 2일 배양한 후 colony수를 계수, 총균수를 산출하였다. 젖산균수는 MRS broth(Difco)에 총균수 실험과 같게 희석한 시료 100 µL를 도말하여 30°C에서 2일 배양한 후 colony수를 계수, 산출하였다.

pH, 산도의 측정

물김치의 pH를 pH meter(Corning, USA)로 직접 측정하였고, 물김치 국물을 0.05 N NaOH용액으로 중화적정하고 그 소비량을 젖산으로 환산하여 산도를 구하였다.

결과 및 고찰

저온성 김치젖산균에 대한 아디프산의 항균성

저온성 김치젖산균에 대하여 아디프산을 0.01%에서 1.5%까지 농도별로 첨가한 배지에서 균중식을 조사한 결과를 Fig. 1(A)에 나타내었다. 아디프산은 0.01% 농도에서는 항균 활성이 거의 나타나지 않았으나 0.1% 농도에서부터 저온성 김치 젖산균의 생육을 상당히 억제하였고, 0.4% 이상의 농도에서는 균의 생육을 완전히 저해하였다. 이 결과는 lactic acid bacteria의 성장에 대한 아디프산의 최소발육저지농도가 0.4%~1.8%였다는 Yamamoto 등(17)이 발표한 연구결과와 일치하였다. 아디프산의 항균작용은 pH저하가 주된 요인이라고 판단되며, pH가 낮은 곳에서는 유산균과 일반 세균에 대하여 대단히 강한 발육저해 작용을 나타낸다. 이는 젖산이 pH에 관계없이 3% 이하의 농도에서 유산균의 생육을 저해하는 것과는 대조적이다. 아디프산의 낮은 pH에서의 항균성은 산성저장식품인 김치의 보존제로 사용할 때 그 장점이 크다고 할 수 있다.

저온성 김치젖산균에 대한 농도별 아디프산의 효과를 생육저해율로 환산한 결과가 Fig. 1(A)에 나타나고 있다. Fig. 1(B)에서 보여지는 것처럼 모든 종류의 김치젖산균에 대하여 0.1% 아디프산 농도까지는 저해율이 천천히 증가하다가 0.2% 이후 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 0.5%, 1%, 1.5%에서는 균생육이 거의 완전히 저해되었으나 이들 농도에서 시험된 균주 모두 저해율의 차이가 크지 않은 것으로 나타났으며, 같은 농도에서 균주에 따른 큰 차이를

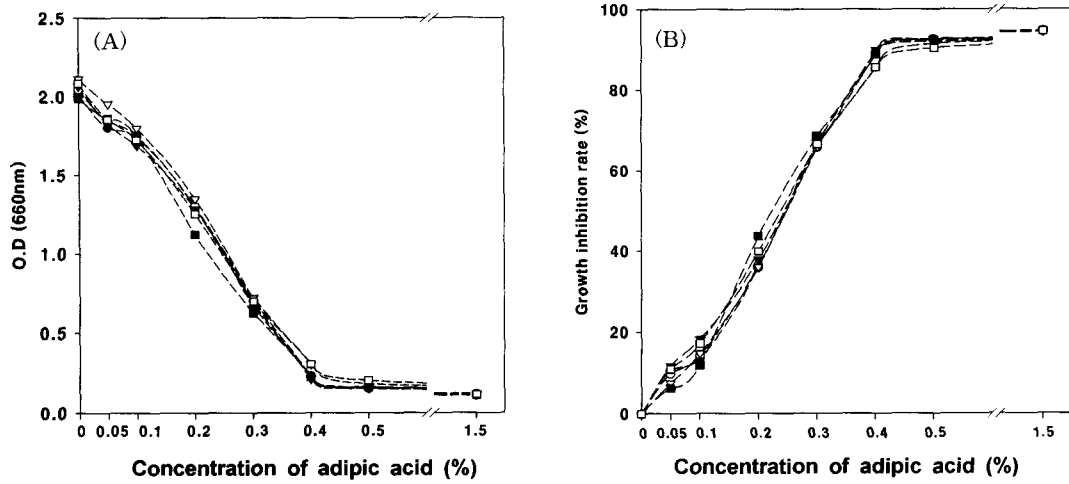


Fig. 1. The growth of the lactic acid bacteria (A) and the growth inhibition rate of the lactic acid bacteria (B) by the addition of adipic acid.

- : *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*.
- ▼—: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*.
- : *Leuconostoc paramesenteroides*.
- : *Lactobacillus bavaricus*.
- ▽—: *Leuconostoc mesenteroides* lactis.
- : *Leuconostoc mesenteroides* KCCM 11324.

보이지 않았다. 각 농도별 저해율을 비교해보면 0.01% 농도에서 10% 이하인 반면 0.2% 농도에서는 약 40%이었고 0.4% 농도에서는 90% 이상이였다. 즉 아디프산 농도의 증가에 따라 항균성이 비례적으로 증가함을 알 수 있었다. 이 결과는 아디프산의 젖산균에 최소발육저지농도가 0.4%~1.8%였다 는 Yamamoto 등(17)이 발표한 연구결과와 일치하였으며, 아디프산의 항균활성이 산성영역에서 우수하다는 보고(20, 21)와 같은 결과를 나타내었다. 이는 아디프산이 김치의 숙성기간의 연장, 향미기간의 연장에 직접적으로 기여할 수 있는 가능성을 제시한 결과이다.

각 농도별 생육저해양상의 조사

배지에 아디프산을 0%~1.5%까지 첨가한 후 *Leu. mes-*

enteroides subsp. *mesenteroides*와 *Lac. bavaricus*를 접종하고 30°C에서 배양하면서 생육을 살펴보았다[Fig. 2(A), (B)]. 두 지시균주의 생육은 모두 아디프산의 첨가로 감소되었으며, 아디프산이 0.5% 이상인 농도에서는 두 균주 모두 생육이 거의 억제되었다. 그리고 접종균의 성장초기에 아디프산의 생육 억제효과가 강하게 나타났다. *Leu. mesenteroides*는 김치 담금 초기에 많이 번식하는데, 이것은 번식과 동시에 이상젖산발효로 젖산과 CO₂를 생성하여 김치내용을 산성화함과 동시에 혐기상태로 해주어서 호기성균의 생육을 억제하여 주는 중요한 역할을 한다(22). 또 다른 젖산균인 *Lac. bavaricus*는 김치 발효시 중기 이후의 발효에 관여하여(22), 이상의 두 가지 균주에 대한 아디프산의 생육억제 효과는 김치 발효시 초기 숙성 및 중기 이후에 급격히 시어지는 현

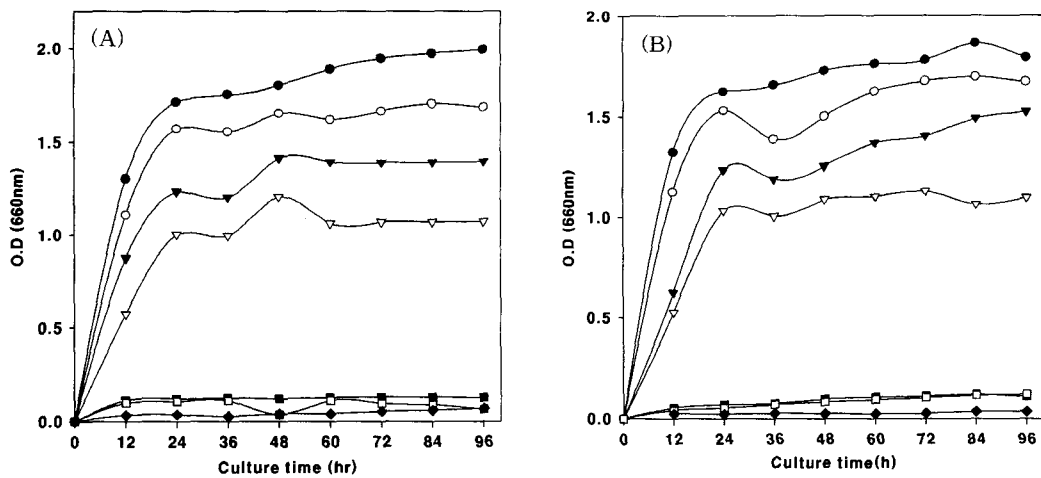


Fig. 2. The growth inhibition of *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* (A) and *Lactobacillus bavaricus* (B) by the addition of adipic acid.

- : 0% adipic acid.
- : 0.01% adipic acid.
- ▼—: 0.05% adipic acid.
- ▽—: 0.1% adipic acid.
- : 0.5% adipic acid.
- : 1.0% adipic acid.
- ◆—: 1.5% adipic acid.

상을 억제할 수 있는 가능성을 나타내고 있다.

아디프산과 benzoic acid, sorbic acid의 농도별 생육 저해효과 비교

유기산인 아디프산의 항균성을 현재 김치의 보존제로서 사용되고 있는 보존제인 benzoic acid, sorbic acid의 효과와 비교하여 보았다. 아디프산, benzoic acid, sorbic acid는 모두 시험 균주의 생육을 억제시켰으며, 시험균주에 대한 최소생육저지농도가 0.5%로 유사한 결과를 나타내었다. 저온성 젖산균에 대한 아디프산, benzoic acid와 sorbic acid의 생육저해율을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 일반적으로 김치의 보존성 증대, 향미기간 연장을 위해서는 sorbic acid, 또는 benzoic acid 등의 합성보존제가 사용되고 있으나, sorbic acid가 낮은 pH에서의 항균력이 가장 우수한 것으로 알려져 있어 김치의 보존제로서 널리 사용되고 있다(21). 이들 각각의 김치 젖산균에 대한 생육저해는 0.01%, 0.05%, 0.1%의 농도에서 benzoic acid, sorbic acid, 아디프산의 순으로 강하게 나타났으며, 0.5% 이상에서는 각 유기산에 따른 차이가 없었다. 이들의 저해효과는 균주 또는 균종에 따라 큰 차이가 나타나지 않았다. 한편 아디프산의 경우 *Leu. mesenteroides* KCCM 11324는 0.2%의 아디프산 농도에서 생육이 41% 저해되었으며, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*도 38%의 생육이 저해되었다. 0.1% 농도에서는 저해율이 전자는 16%, 후자는 13%였다. Sorbic acid의 경우는 0.1% 농도에서 두 균주에 대하여 각각 35%와 27%의 저해율을 보였다. 즉 분양균주보다 김치에서 분리한 균주에 대한 저해효과가

더 약한 것으로 나타났다.

이러한 결과는 식품보존료를 비롯한 각종 항균성 물질이 김치발효에 관여하는 젖산균의 생육에 미치는 저해효과를 비교한 Ha(23)의 연구결과와 일치하였다. Ha(23)는 sorbic acid, benzoic acid와 여러 가지 항균성 물질이 균주 또는 균종에 따라 저해효과에서 큰 차이를 볼 수 없었고, 분양균주보다 김치에서 분리한 균주에 대한 저해효과가 약하면서 뚜렷하게 나타나는 경향을 보였다고 하였다.

아디프산이 물김치의 발효에 미치는 영향

James(16)는 식중독 균에 대한 에탄올의 항균활성이 3% 이상의 농도에서 나타나며, 2%에서는 미생물의 종류에 상관 없이 항균력을 나타내지 않는다고 보고하였다. 그리고 에탄올과 유기산의 병용시 낮은 유기산 처리농도에서도 식중독 균에 대한 항균력을 나타낸다고 발표하였다. 이 같은 연구배경을 바탕으로 산미도가 낮은 저농도에서의 아디프산의 항균효과를 증대시키기 위하여 에탄올과의 병용효과를 살펴보았다. 아디프산 0.1%, 0.2%와 아디프산 0.1%, 그리고 항균력을 나타내지 않는 최대 농도인 ethyl alcohol 2%를 첨가시킨 김치를 10°C에서 저장하면서 pH와 산도를 관찰한 결과는 Fig. 3(A), (B)와 같다. 25일간의 실험기간 중 12일까지는 아디프산과 ethyl alcohol을 첨가한 김치의 pH는 대조군 김치보다 낮았으며 나머지 기간 동안 일정하게 나타났다. 대조군에서는 발효 4일 이후 pH가 크게 감소하여 발효 16일 이후 pH 4.0에 도달하였으나, 아디프산 등의 첨가군에서는 발효 25일 이후에도 pH가 4.3~4.6의 값을 나타내었다.

Table 1. The growth inhibition rate of adipic acid (A), benzoic acid (B) and sorbic acid (C) on the lactic acid bacteria

Strains	Acid	<i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i>			<i>Lac. bavaricus</i>			<i>Leu. mesenteroides lactis</i>		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Conc (%)	0.01	3	3	3	4	6	5	4	5	5
	0.05	5	20	17	7	20	18	7	19	19
	0.1	13	35	27	14	37	27	14	36	31
	0.2	38			39			38		
	0.3	69			69			69		
	0.4	93			94			93		
	0.5	97	97	97	97	97	97	97	98	97
	1.0	98		98	98		98	98		98
1.5	97		99	98		99	97		99	

Strains	Acid	<i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i>			<i>Lac. paramesenteroides</i>			<i>Leu. mesenteroides</i> KCCM 11324		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Conc (%)	0.01	4	6	5	3	4	4	5		6
	0.05	6	21	28	7	19	18	10		19
	0.1	14	37	28	18	35	23	16		35
	0.2	40			38			41		
	0.3	69			69			69		
	0.4	94			93			93		
	0.5	97	98	97	97	96	97	97		98
	1.0	98		98	98		98	98		98
1.5	97		99	97		99	99		99	

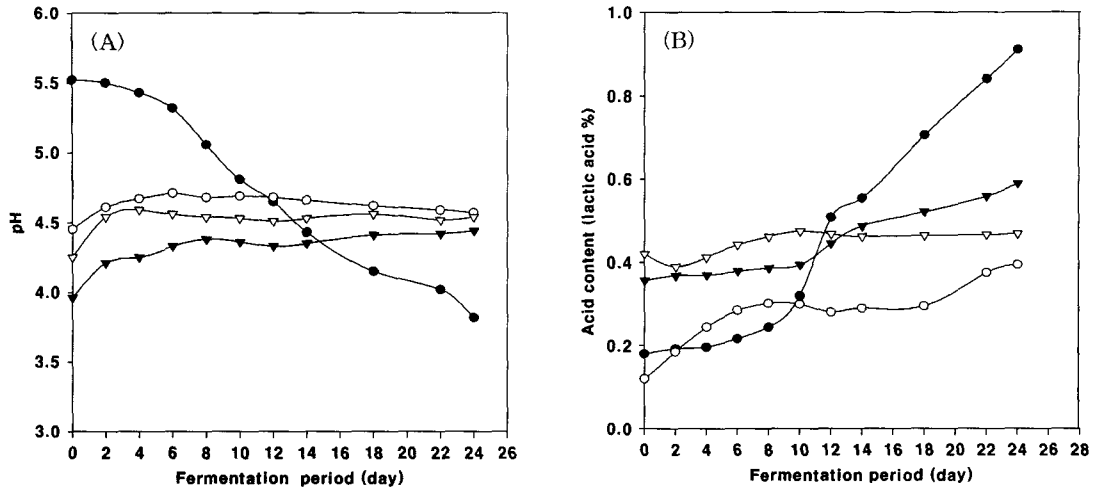


Fig. 3. Changes of pH (A) and acidity (B) in *mulkimchi* during fermentation at 10°C.

- : Control *mulkimchi* sample containing no additives.
- : *Mulkimchi* sample with 0.1% adipic acid.
- ▼—: *Mulkimchi* sample with 0.2% adipic acid.
- ▽—: *Mulkimchi* sample with 0.1% adipic acid and 2% ethyl alcohol.

적정산도의 변화도 pH변화와 유사하게 나타났다. 즉, 12 일까지는 아디프산과 ethyl alcohol을 첨가한 김치의 산도가 대조군 김치보다 높았으나, 대조군 김치의 산도는 12일 이후 급속히 증가하여 나머지 기간 동안 아디프산 첨가군보다 높게 나타났다. 아디프산의 산미도는 90으로 다른 유기산에 비해 낮다. 그러므로 비교적 낮은 농도에서 젖산균에 대하여 항균력을 지니며 산미도가 낮은 아디프산의 응용 가능성은 높은 것으로 판단된다.

아디프산 0.1%, 0.2%, 아디프산 0.1%와 ethyl alcohol 2%를 첨가시킨 세 가지 종류의 김치를 제조하고 10°C에서 발효, 저장하면서 총균수와 젖산균수의 변화를 측정된 결과를 Fig.

4(A)와 (B)에 나타내었다. 총균수는 전 발효기간을 통해 대조군이 첨가군들에 비하여 많았으며, 0.1% 아디프산만 첨가된 경우는 10일 이후에 증가하는 경향을 나타내었다. 아디프산 0.1%와 ethyl alcohol 2%를 첨가한 김치에서는 전 발효기간 동안 초기 균수와 비슷한 총균수가 관찰되었으며, 아디프산과 ethyl alcohol의 첨가로 미생물의 생육이 억제되었음을 알 수 있었다.

실험군들간의 젖산균수를 비교해보면 대조군은 초기에 급속히 젖산균의 수가 증가하였으며 pH가 떨어지는 발효후기에 그 수가 급속히 감소하였다. 아디프산을 첨가한 군은 초기에 젖산균의 증가가 급속하지 않았으며 8일 이후에 증가하여

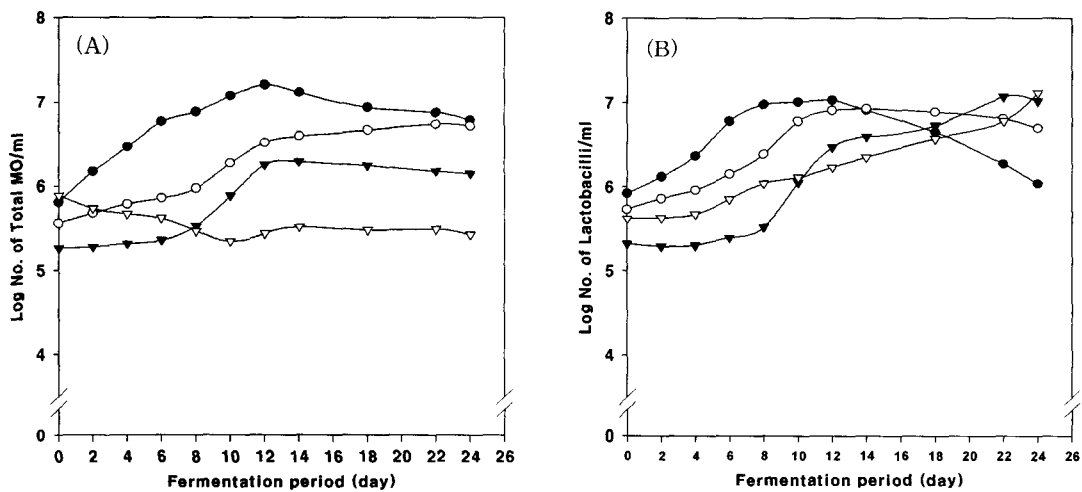


Fig. 4. Changes in number of total microorganism (A) and *Lactobacilli* (B) of *mulkimchi* during fermentation at 10°C.

- : Control *mulkimchi* sample containing no additives.
- : *Mulkimchi* sample with 0.1% adipic acid.
- ▼—: *Mulkimchi* sample with 0.2% adipic acid.
- ▽—: *Mulkimchi* sample with 0.1% adipic acid and 2% ethyl alcohol.

발효 말기에도 pH가 높게 유지되므로 젖산균의 수가 감소되지 않았다. 아디프산의 농도를 낮추고 ethyl alcohol을 2%첨가한 김치는 저장 16일까지 균수가 대조군보다 적으며, 젖산균의 수가 천천히 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Kim(6)의 결과와 일치하였으며, Yamamoto 등(24)이 미반에서 살펴본 아디프산의 첨가효과와 같은 결과를 나타내었다.

요 약

본 연구에서는 김치에서 분리한 5종의 저온성 젖산균들에 대한 아디프산의 항균력을 조사하고, 아디프산의 첨가가 물김치발효에 미치는 영향을 조사하였다. 5종의 김치에서 분리된 저온성 젖산균에 대하여 아디프산은 0.01% 농도에서는 항균활성이 거의 나타나지 않았으나 0.1% 농도에서부터 저온성 김치 젖산균의 생육을 상당히 억제하였고, 0.4% 이상의 농도에서는 균의 생육을 완전히 저해하였다. 각 농도별 저온성 김치 젖산균에 대한 저해율은 0.01% 농도에서 10%, 0.2% 농도에서는 약 40% 그리고 0.4% 농도에서는 90% 이상이었다. 각각의 김치 젖산균에 대한 생육저해는 0.01%, 0.05%, 0.1%의 농도에서 benzoic acid, sorbic acid, 아디프산의 순으로 강하게 나타났으며, 0.5% 이상에서는 각 유기산에 따른 차이가 없었다. 아디프산 0.1%, 0.2%와 아디프산 0.1%와 ethyl alcohol 2%를 첨가시킨 세가지 물김치를 10°C에서 저장시 대조군에서 발효 4일 이후 pH가 크게 감소하여 발효 16일 이후 pH 4.0에 도달하였으나, 아디프산 등의 첨가군에서는 발효 25일 이후에도 pH가 4.3~4.6의 값을 나타내었다. 25일간의 실험기간 중 12일까지는 아디프산과 ethyl alcohol을 첨가한 김치의 pH는 대조군 김치보다 낮았으며 나머지 기간 동안 일정하게 나타났다. 적정산도의 변화도 pH변화와 유사하게 나타났다. 대조군의 총균수는 발효초기에 급속히 증가하였으며, 발효후기에는 pH의 저하로 그 수가 감소되었다. 아디프산의 첨가군에서는 총균수가 서서히 증가하였으며, 0.1% 아디프산과 2% ethyl alcohol이 첨가된 경우는 총균수의 변화가 크지 않았다. 젖산균의 수는 대조군에서 발효 중기까지 그 수가 증가되었으나 발효후기에 감소하였으며, 첨가군에서는 젖산균의 수가 천천히 증가되었다. 그러므로 아디프산과 ethyl alcohol의 첨가로 미생물의 생육이 억제되었음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2001 중앙대학교 연구기자재 구입 지원프로그램의 도움을 받아 수행된 결과이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Cheigh HS, Park KY. 1994. Biochemical, microbiological,

- and nutritional aspects of kimchi (fermented vegetable products). *Crit Rev Food Sci Nutr* 34: 175-203.
2. Moon KD, Byun JA, Kim SJ, Han DS. 1995. Screening of natural preservatives to inhibit kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 257-263.
 3. Mheen TI, Kwan TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.
 4. Cha BS, Kim WJ, Byun MW, Kwan JH, Cho HO. 1989. Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 21: 109-119.
 5. Ahn SJ. 1985. The effect of sorbic acid on the kimchi fermentation and stability of ascorbic acid. *Korean J Soc Food Sci* 1: 18-26.
 6. Kim SD. 1985. Effect of pH adjuster on the fermentation kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 14: 259-264.
 7. Park KJ, Woo SJ. 1988. Effect of Na-acetate, Na-malate and K-sorbate on the pH, acidity and sourness during kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 20: 40-44.
 8. Yoon SI, Park KD, Kim YC, Lim YH, Lee C. 1990. The method of preservation extension of some kinds of kimchi include Chinese pepper extract. *Patent report* 1766.
 9. Kim KO, Moon HA, Jeon DW. 1995. The effect of low molecular weight chitosans on the characteristics of kimchi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 420-427.
 10. Yi JH, Rhee HS. 1992. Effect of onion on kimchi fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 8: 27-30.
 11. Rhie SG, Chun SK. 1982. The influence of temperature on fermentation of kimchi. *Korean J Nutrition Food* 11: 63-66.
 12. Cho Y, Rhee HS. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on kimchi fermentation (I). *Korean J Soc Food Sci* 7: 15-25.
 13. Cho Y, Rhee HS. 1995. Effect of lactic acid bacteria and temperature on kimchi fermentation (II). *Korean J Soc Food Sci* 7: 89-95.
 14. So MH, Kim YB. 1995. Identification of psychrotrophic lactic acid bacteria isolate from kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 27: 495-505.
 15. Choi JA, Lee C, Son TI, Kim YB, Chung DH. 1999. Effect of soluble chitosan on the growth of psychrotrophic kimchi lactic acid bacteria. *Food Sci Biotechnol* 8: 149-155.
 16. James G. 1999. Antimicrobial activities of organic acids and ethanol on several food borne microorganisms. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1315-1323.
 17. Yamamoto Y, Higashi K, Yashii H. 1984. Inhibitory activity of ethanol on food spoilage bacteria. *J Jap Soci for Food Sci and Technol* 31: 531-535.
 18. Yamamoto Y, Karube N, Higashi K, Yoshii H. 1987. Inhibitory activity of adipic acid on food spoilage microorganisms. *J Jap Soci for Food Sci and Technol* 43: 88-93.
 19. An DJ, Lew K, Lee KP. 1999. Effects of adipic acid and storage temperature on extending the shelf life of kimchi. *Food Sci Biotechnol* 8: 78-82.
 20. Matsuda T, Yano T, Maruyama A, Kumagai H. 1994. Antimicrobial activities of organic acids determined by minimum inhibitory concentrations at different pH ranged from 4.0 to 7.0. *J Jap Soci for Food Sci and Technol* 41: 687-701.
 21. Chung DK, Yu R. 1995. Antimicrobial activity of bamboo leaves extract on microorganisms related to kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 1035-1038.
 22. Kim HS, Jun JK. 1966. The study of kinetic change of bacterium during fermentation of kimchi. *Automic Energy Paper Collection* 112: 6-8.

23. Ha DM. 1994. The development of fermentation and inhibition of acidification about *kimchi*. In *The science on kimchi*. Korean Society of Food Science and Technology. p 43-45.
24. Yamamoto Y, Misawa Y, Higashi K, Yoshii H. 1989. Preservation of starch foods by adipic acid. *J Jap Soci for Food Sci and Technol* 36: 62-66.

(2004년 1월 8일 접수; 2004년 5월 12일 채택)