

차엽카테킨의 김치발효 지연 및 관련 미생물의 증식억제

위지향 · 박근형
전남대학교 식품공학과

Retardation of *Kimchi* Fermentation and Growth Inhibition of Related Microorganisms by Tea Catechins

Ji-Hyang Wee and Keun-Hyung Park

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University

Abstract

The possible use of tea catechins as natural preservatives for *kimchi* was investigated in this study. Tea catechins separated from tea leaves had antimicrobial activity against microorganisms related to *kimchi* fermentation, such as *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevisiae*, *Streptococcus faecalis*. The degree of antimicrobial activity of catechins were different among microorganisms; that is 2 mg/mL to *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, and *Pediococcus cerevisiae*, 4 mg/mL to *Streptococcus faecalis*, and 5 mg/mL to *Lactobacillus brevis*; however, *Saccharomyces cerevisiae* can not be inhibited. The effect of tea catechins on retardation of *kimchi* fermentation was tested by measuring changes in pH and acidity. The changes of pH and acidity of *baechu-kimchi* and *mul-kimchi* were remarkably inhibited by adding the tea catechins at the level of 2 mg/g fresh *baechu*. These results suggest that the tea catechins can be successfully used for the extension of shelf-life of *kimchi*.

Key words: tea catechins, retardation of *kimchi* fermentation, antimicrobial activity

서 론

김치는 국제적으로 알려진 우리나라의 대표적인 전통식품으로, 독특한 방향과 질감, 감칠맛, 상쾌한 산미 등의 조화된 맛을 가지고 있어 식욕을 증진시킬 뿐 아니라 비타민을 비롯한 영양소를 함유하고 있는 우수한 발효식품이다⁽¹⁻³⁾.

그러나 김치는 발효가 진행되는 기간에 먹는 식품이어서 김치가 발효됨에 따라 산패되어 저장성이 낮고 식품적 가치를 떨어 뜨리는 문제점을 안고있어 산패를 억제하여 보다 장기적으로 신선도를 유지할 수 있는 수단이 요구되고 있다⁽⁴⁾.

김치의 저장성 향상을 위한 수단으로 열살균, 방사선조사 등의 물리적인 방법과 첨가제에 의한 방법들이 고려되고 있으며⁽⁵⁾, 이중 안전성에 문제가 없는 천연식품보존제에 대한 연구⁽⁶⁻⁸⁾도 수행되고 있다.

한편, 차(茶)는 차나무의 잎을 이용한 기호식품으로 오랜 음용의 역사를 갖고 있을 뿐 아니라 다양한 약리 효과와 건강증진효과가 있는 기능성식품으로 알려져 있다⁽⁹⁾. 차의 기능성은 대부분 차엽의 주요 성분인 카테킨류에 기인한 것으로 항산화작용⁽¹⁰⁾, 항암작용⁽¹¹⁾, 콜레스테롤 억제작용⁽¹²⁾, 혈당저하작용⁽¹³⁾, 항균작용⁽¹⁴⁻¹⁸⁾ 등이 보고되어 있다. 이중 카테킨의 항균작용은 식중독원인세균^(15,17,18), 충치원인균⁽¹⁴⁾, 식물성병원균⁽¹⁶⁾ 등에 항균효과가 있는 것으로 보고되어 있다.

김치의 산패는 주로 산패관련 미생물의 작용으로 일어나는 것으로^(8,19-22) 김치 산패에 관련된 미생물의 생육을 억제하는 물질을 이용한다면 김치 산패를 지연시킬 수 있을 것으로 생각된다.

여기에 본 연구는 안전성에 문제가 없을 것으로 생각되는 차엽카테킨 성분에 주목하여 김치의 천연보존제로서의 이용가능성을 검토하기 위하여 차엽으로부터 카테킨성분을 조제하고 이 물질을 첨가하여 김치 발효지연 및 관련미생물 증식억제 효과를 검토하였다.

Corresponding author: Keun-Hyung Park, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, 300 Yongbong-dong, Kwangju 500-757, Korea

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 차엽(*Camellia sinensis*)은 전남 보성군 회천면 다원에서 채취하였다.

차엽에서 조카테킨의 조제

차엽을 연속형 송대식 증열기로 99°C의 수증기로 30초간 증열처리한 다음, 순환 열풍건조기로 50°C에서 10시간 건조한 후 분쇄기를 이용하여 분말화 시킨 증제차엽을 제조하였다. 이 차엽을 Matsuzaki와 Hara의 방법⁽²³⁾에 따라 100°C의 열수로 15분간 추출하여 얻어진 열수 추출물을 959×g 에서 15분간 원심분리(BECKMAN J2-21)를 행하여 얻어진 상정액을 CHCl₃로 세척하여 카페인을 제거하고 남은 물 추출물을 EtOAc로 분배하여 EtOAc 추출물을 얻었다. 이 EtOAc 층을 40°C에서 진공농축기(EYELA TYPE N-N)로 감압 농축하여 유기용매를 제거하였다. 이 농축물에 소량의 물을 가하여 녹인 다음 -60°C의 isopropyl alcohol로 동결시키고 freeze dryer (Edwards EF4)로 동결건조시켜서 유기용매와 물이 제거된 분말형태의 조카테킨을 조제하였다.

HPLC에 의한 조카테킨의 분석

조카테킨의 분석은 CH₃CN-EtOAc-0.05%H₃PO₄ (12:2:86, v/v) 용매계⁽²⁴⁾의 μ Bondapak C₁₈ column (3.9×300 mm)을 사용하여 40°C (Waters TCM)에서 분당 1.0 mL로 용출하였다. 카테킨의 검출은 280 nm에서 표준물질의 retention time (Rt)과 비교하여 정성분석 하였다.

항미생물활성 검정용 미생물 및 배양

차엽카테킨의 항미생물활성을 검색하기 위해서 Gram 양성세균 5주(*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus cerevisiae*, *Streptococcus faecalis*) 그리고 효모 1주(*Saccharomyces cerevisiae*)를 사용하였다. 항미생물활성을 측정하기 위해 사용된 배지는 *S. faecalis*는 BHI 배지(Difco), 나머지 세균은 Lactobacilli MRS배지(Difco)를 그리고 효모는 YM배지(Difco)를 사용하여 세균과 효모를 30°C에서 24 hr 동안 3회 반복하여 전배양을 행한 후 실험준주로 하였다.

항미생물활성 측정

항미생물 활성의 측정은 고체배지를 이용한 한천배지 회석법⁽²⁵⁾을 사용했다. 즉, 농도가 각각 다르게 제조된 차엽카테킨 수용액 100 μL를 0.002% bromophenol blue가 첨가되어 45°C로 조절된 멸균배지 4.9 mL에 혼합하고 전배양액 0.1 mL를 micro pipet을 이용하여 무균적으로 옮겨 잘 혼합시킨 후 지름이 5.5 cm인 petri dish에 넣고 균혀서 30°C incubator에서 24시간 동안 배양하였다. 균의 생육정도는 해부현미경으로 관찰하여 판단하였다. 대조구로는 카테킨이 첨가되지 않은 배지를 사용하여 항미생물활성을 비교하였다.

김치의 제조

실험에 사용된 김치는 배추김치와 물김치로, 배추김치는 김 등⁽²⁶⁾의 방법에 따라 배추를 씻어 2~4 cm로 세절 하여 줄기와 잎부분을 골고루 섞어 15% 소금물에 2시간 동안 절인 후 물로 2~3회 행군 다음 30분간 탈수하고 20 g 씩 칭량하여 양념(파 0.4 g, 생강 0.2 g, 고추가루 0.4 g, 마늘 0.4 g)을 섞어 제조하였고 물김치의 경우는 배추김치와 같은 방법으로 담그고 3% 소금물 40 mL을 더 첨가하였다. 제조된 김치는 같은 크기의 유리병에 동일 조건의 김치가 3개씩 되도록 담고 20°C incubator에서 숙성시켰으며, 김치담금 0일째와 1일째에 각각 차엽카테킨을 배추 g 당 0, 0.5, 1, 2, 4, 6 mg/g이 되도록 증류수 400 μL에 녹여서 각각의 김치에 첨가하고 고르게 잘 섞일수 있도록 혼합시킨 후 숙성시켰다.

pH 측정

pH는 압착하여 얻어진 김치즙액 10 mL를 동일 조건에서 숙성중인 김치 3점에서 경시적으로 각각 취하여 pH meter (ORION 420A)로 측정하여 평균값을 구하였다.

산도의 측정

산도는 천 등⁽²⁶⁾과 김 등⁽⁸⁾의 방법으로 측정하였다. 즉 동일 조건에서 숙성중인 김치 3점씩을 경시적으로 취하여 김치 20 g당 80% EtOH 70 mL를 가하여 homogenizer (NIHONSEIKI KAISHA AM-model)로 3분간 마쇄한 후, G₃ glass filter로 여과하여 얻어진 여액에 80% EtOH을 가하여 100 mL로 정용하였다. 이 용액을 냉장고에서 1일간 방치한 후 이 중 10 mL를 취하여 0.01 N NaOH로 pH 7.0이 될때까지 적정하였다. 김치 3점에서 얻어진 평균 적정값을 lactic acid로 환산하고 함량을 % 농도로 표시하였다.

결과 및 고찰

HPLC에 의한 카테킨의 순도확인

조제된 차엽카테킨을 HPLC로 분석하여 얻어진 chromatogram을 Fig. 1에 나타냈다. 카테킨 표준품의 *Rt*와 비교한 결과, epigallocatechin (*Rt* 5.7 min), epicatechin (*Rt* 8.2 min), epigallocatechin gallate (*Rt* 10.7 min), epicatechin gallate (*Rt* 18.4 min)이 검출되었다. 이들 카테킨은 각각 3, 10, 44, 20%의 면적 백분율을 나타내, 조제된 차엽카테킨은 77% 정도의 카테킨을 함유하고 있었다.

차엽카테킨의 항미생물활성

3종의 젖산균과 1종의 효모에 대한 차엽카테킨의 항미생물 활성을 검정한 결과를 Table 1에 나타냈다. *L.*

plantarum, *Leuc. mesenteroides*, *P. cerevisiae*의 경우는 배지 1 mL당 1 mg의 차엽카테킨 첨가수준(1 mg/mL)에서는 균이 자랐지만, 2 mg/mL 첨가수준부터 현저히 균의 생육이 억제되고 차엽카테킨 첨가수준 4 mg/mL 부터는 균의 생육을 완전히 억제시켰다. *L. brevis*의 경우에는 차엽카테킨 첨가수준 6 mg/mL부터는 균의 생육을 완전히 억제시켰고, *St. faecalis*는 차엽카테킨 첨가수준 5 mg/mL부터는 균의 생육을 완전히 억제시켰다. 반면, 효모(*Sacch. cerevisiae*)에 대한 항미생물활성은 생육억제효과가 낮았다. 이들 미생물에 대한 차엽카테킨의 생육억제 효과를 비교하여 보면, 김치숙성중 향미성분에 관여하는 *Sacch. cerevisiae*⁽²⁷⁾의 생육억제 효과는 낮고 김치산패관련 미생물^(19,20,28)의 생육을 억제시키는 효과는 비교적 높아 차엽카테킨 첨가에 의해 김치산패를 효과적으로 억제시킬 수 있을 가능성을 보였다.

김치숙성중 차엽카테킨 첨가가 pH에 미치는 영향

차엽카테킨을 첨가수준과 첨가시기를 달리하여 2종의 김치에 첨가하고 20℃에서 숙성시키면서 김치의 pH 변화를 측정하여 배추김치는 Fig. 2에 그리고 물김치는 Fig. 3에 나타냈다.

김치담금 0일째에 차엽카테킨을 첨가한 배추김치는, 대조(무첨가)구의 경우 담금초기 pH 5.7의 김치가 숙성 72 시간(hr)에 pH 3.8에 이르렀다. 그 이후 pH 3.8에서 pH 3.5까지는 48 hr이 소요되고 그 후로는 커다란 변화가 없었다. 대조구의 pH변화는 김 등⁽²⁹⁾에 의해 관찰된 배추김치의 pH 변화와 유사한 경향을 보였다. 대조구 김치와 첨가수준을 달리하여 첨가한 배추김치들의 pH를 비교하여 보면, pH 4.2에 이르는 시간이 대조구는 50 hr, 2 mg/g 첨가구는 74 hr, 4 mg/g 첨가구는 132 hr, 6 mg/g첨가구는 170 hr이었다. 즉, 대조구에 비해 차엽카테킨을 첨가한 배추김치는 pH저하의 지연 효과를 보였는데 2 mg/g에서는 24 hr, 4 mg/g에서는 72 hr, 6 mg/g에서는 120 hr정도로 pH의 저하를

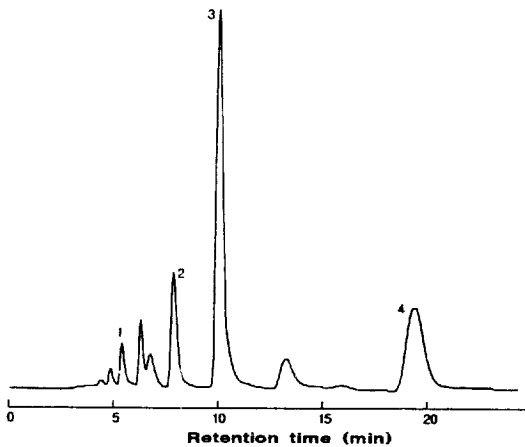


Fig. 1. HPLC chromatogram of tea catechins from tea leaves. Column: μ Bondapak C₁₈ (3.9×300 mm), Temperature: 40°C, Solvent system: CH₃CN-EtOAc-0.05% H₃PO₄ (12:2:86, v/v), Detection: 280 nm. 1: epigallocatechin, 2: epicatechin, 3: epigallocatechin gallate, 4: epicatechin gallate.

Table 1. Antimicrobial activities of tea catechins from tea leaves

Microorganisms	Growth profile ¹⁾						
	Crude Catechins (mg/mL)						
	0.1	0.5	1	2	4	5	6
<i>Lactobacillus plantarum</i> KCTC 3104	+++	+++	++	±	-	-	-
<i>Lactobacillus brevis</i> KCTC 3102	+++	+++	+++	++	+	±	-
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> KCTC 3100	+++	+++	++	±	-	-	-
<i>Pediococcus cerevisiae</i> KCTC 1628	+++	+++	++	±	-	-	-
<i>Streptococcus faecalis</i> KCTC 3195	+++	+++	++	+	±	-	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> IFO 1850	+++	+++	++	+++	+++	++	+

¹⁾ -, ±, +: no, scanty and moderate, respectively.

지연시키는 것으로 나타났다.

김치담금 1일째에 차엽카테킨을 첨가한 배추김치는, 대조구의 경우 pH 5.8의 김치가 숙성 48 hr에 pH 4.2에 이르렀다. 그 이후 pH 4.2에서 pH 3.7까지는 96

hr이 소요되고 그 이후로는 커다란 변화가 없었다. pH 4.2를 기준으로 하여 대조구 배추김치와 차엽카테킨을 첨가한 배추김치들의 pH를 비교해 보면, 2 mg/g에서는 48 hr, 4 mg/g에서는 84 hr, 6 mg/g에서는 120 hr정도로 pH의 저하가 지연되는 것으로 나타났다.

김치담금 0일째에 차엽카테킨을 첨가한 물김치는, 대조구의 경우 pH 5.5의 김치가 숙성 48 hr에 pH 3.7에 이르렀다. 그 이후 pH 3.7에서 pH 3.5까지는 48 hr이 소요되고 그 이후로는 커다란 변화가 없었다. pH 4.2를 기준으로 하여 대조구 물김치와 차엽카테킨을 첨가한 물김치들의 pH를 비교해 보면, 2 mg/g에서는 24 hr, 4 mg/g에서는 54 hr, 6 mg/g에서는 72 hr정도로 pH의 저하가 지연되는 것으로 나타났다.

김치담금 1일째에 차엽카테킨을 첨가한 물김치는, 대조구의 경우 pH 5.5의 물김치가 숙성 36 hr에 pH 4.0에 이르렀다. 그 이후 pH 4.0에서 pH 3.7까지는 36 hr이 소요되고 그 이후로는 커다란 변화가 없었다. pH 4.2를 기준으로 하여 대조구 물김치와 차엽카테킨을 첨가한 물김치들의 pH를 비교해 보면, 2 mg/g에서는 12 hr, 4 mg/g에서는 24 hr, 6 mg/g에서는 48 hr정도로 pH의 저하가 지연되는 것으로 나타났다.

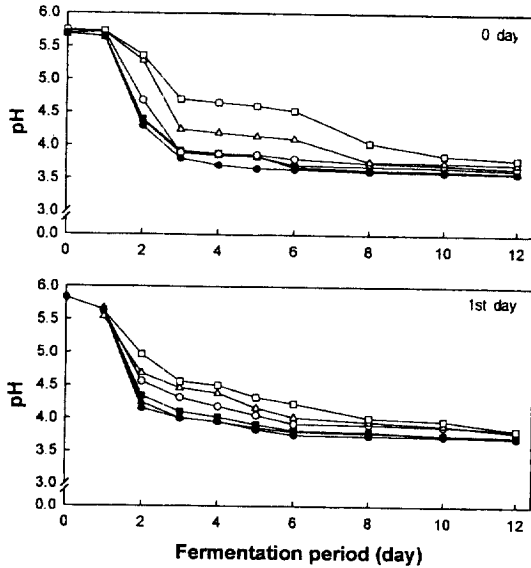


Fig. 2. pH changes of *baechu-kimchi* added tea catechins at 0 day or 1st day during fermentation at 20°C. ●—●: Control (no addition), ▲—▲: 0.5 mg/g, ■—■: 1 mg/g, ○—○: 2 mg/g, △—△: 4 mg/g, □—□: 6 mg/g.

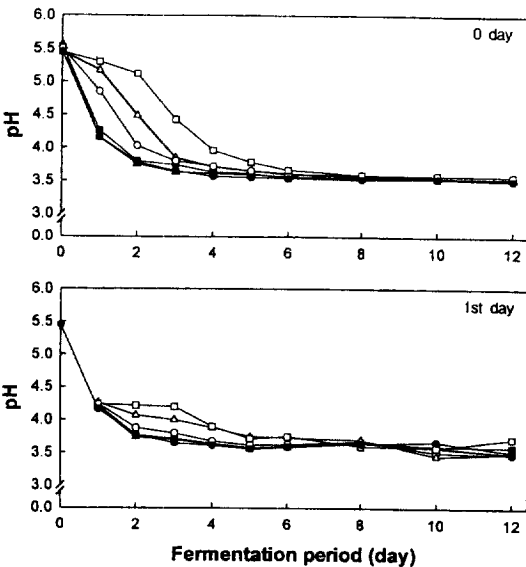


Fig. 3. pH changes of *mul-kimchi* added tea catechins at 0 day or 1st day during fermentation at 20°C. ●—●: Control (no addition), ▲—▲: 0.5 mg/g, ■—■: 1 mg/g, ○—○: 2 mg/g, △—△: 4 mg/g, □—□: 6 mg/g.

김치숙성중 차엽카테킨 첨가가 산도에 미치는 영향 차엽카테킨을 첨가수준과 첨가시기를 달리하여 2종의 김치에 첨가하고 20°C에서 숙성시키면서 김치의

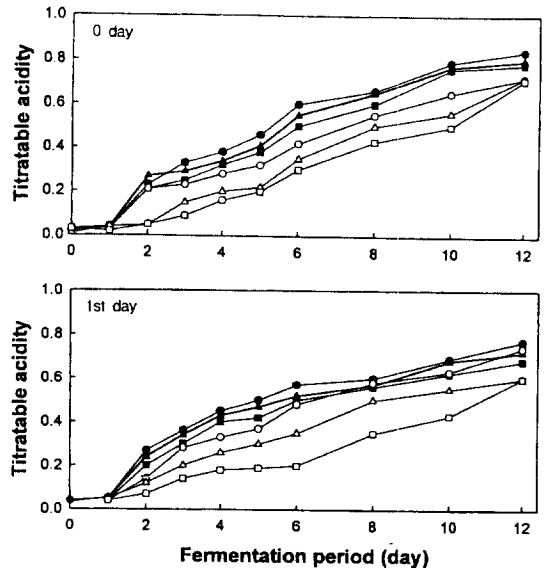


Fig. 4. Acidity changes of *baechu-kimchi* added tea catechins at 0 day or 1st day during fermentation at 20°C. ●—●: Control (no addition), ▲—▲: 0.5 mg/g, ■—■: 1 mg/g, ○—○: 2 mg/g, △—△: 4 mg/g, □—□: 6 mg/g.

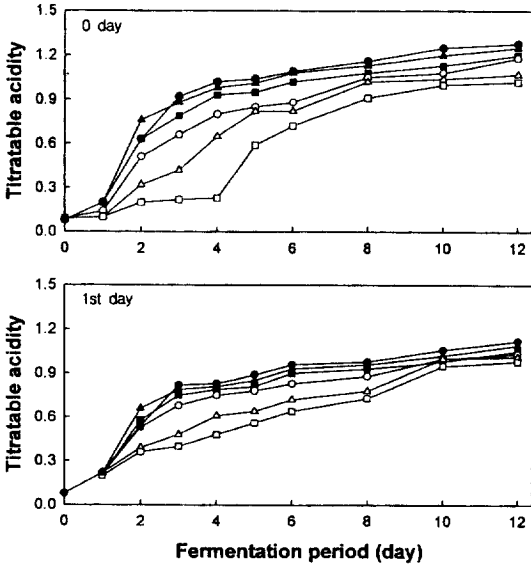


Fig. 5. Acidity changes of mul-kimchi added tea catechins at 0 day or 1st day during fermentation at 20°C. ●—●: Control (no addition), ▲—▲: 0.5 mg/g, ■—■: 1 mg/g, ○—○: 2 mg/g, △—△: 4 mg/g, □—□: 6 mg/g.

산도 변화를 측정하여 배추김치는 Fig. 4에 그리고 물김치는 Fig. 5에 나타냈다.

김치담금 0일째에 차엽카테킨을 첨가한 배추김치 대조구의 산도는 숙성 24 hr에는 0.03%였던 것이 숙성기간이 증가함에 따라 높아져 144 hr에 젖산값이 0.6%에 이르렀다. 그 이후 0.6%에서 0.8%까지는 96 hr가 소요되었다. 젖산값 0.5%를 기준으로 하여 대조구 배추김치와 차엽카테킨을 첨가한 배추김치들의 산도를 비교해 보면, 대조구 김치에 비해 2 mg/g에서는 48 hr, 4 mg/g에서는 72 hr, 6 mg/g에서는 96 hr정도로 산도의 증가가 지연되는 것으로 나타났다.

김치담금 1일째에 차엽카테킨을 첨가한 배추김치 대조구의 산도는 숙성 24 hr에는 0.07%이던 것이 숙성기간이 증가함에 따라 높아져 144 hr에 젖산값이 0.6%에 이르렀다. 그 이후 0.6%에서 0.8%까지는 144 hr가 소요되었다. 젖산값 0.5%를 기준으로 하여 대조구 배추김치와 차엽카테킨을 첨가한 배추김치들의 산도를 비교해 보면, 대조구에 비해 2 mg/g에서는 24 hr, 4 mg/g에서는 96 hr, 6 mg/g에서는 120 hr 정도로 산도의 증가가 지연되는 것으로 나타났다.

김치담금 0일째에 차엽카테킨을 첨가한 물김치의 산도는 숙성 24 hr에는 0.2%이던 것이 숙성기간이 증가함에 따라 높아져 96 hr에 젖산값이 1.1%에 이르렀다. 그 이후 1.1%에서 1.2%까지는 24 hr가 소요되었고

그 이후로는 큰 변화가 없었다. 젖산값 0.5%를 기준으로 하여 대조구 물김치와 차엽카테킨을 첨가한 물김치들의 산도를 비교해 보면, 대조구에 비해 2 mg/g에서는 24 hr, 4 mg/g에서는 48 hr, 6 mg/g에서는 72 hr정도로 산도의 증가가 지연되는 것으로 나타났다.

김치담금 1일째에 차엽카테킨을 첨가한 물김치 대조구의 산도는 숙성 24 hr에는 0.2%이던 것이 숙성기간이 증가함에 따라 높아져 72 hr에 젖산값이 1.0%에 이르렀다. 그 이후 1.0%에서 부터는 큰 변화가 없었다. 젖산값 0.5%를 기준으로 하여 대조구 물김치와 차엽카테킨을 첨가한 물김치들의 산도를 비교해 보면, 대조구에 비해 2 mg/g에서는 24 hr, 4 mg/g에서는 48 hr, 6 mg/g에서는 72 hr정도로 산도의 증가가 지연되는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 보면, 차엽카테킨을 2 mg/g 수준이상으로 김치에 첨가하면 김치의 숙성 기간이 경과됨에 따라 나타나는 현상인 pH의 저하 및 산도의 증가가 억제되었다. 이러한 효과는 김치 산패관련 미생물의 생육을 차엽카테킨이 억제함으로써 발현된다고 설명할 수 있으며, 차엽카테킨의 안정성과 기능성 등을 고려할때 차엽 카테킨은 김치의 천연보존제로서 이용가능성이 시사되었다.

요 약

차엽카테킨을 김치 천연보존제로서의 이용가능성을 검토하기 위하여 차엽에서 분말형태로 차엽카테킨을 조제하였다. 이 차엽카테킨을 김치산패에 관여하는 미생물인 *St. faecalis*, *Leuc. mesenteroides*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *P. cerevisiae*와 *Sacch. cerevisiae*를 대상으로 항미생물 활성을 검정한 결과, *Leuc. mesenteroides*, *L. plantarum*, *P. cerevisiae*에 대해서는 2 mg/mL 첨가수준, *St. faecalis*는 4 mg/mL 첨가수준, *L. brevis*는 5 mg/mL 첨가수준에서부터 균의 생육이 억제되기 시작하였으나 *Sacch. cerevisiae*에 대한 생육억제효과는 낮았다.

차엽카테킨을 배추김치와 물김치에 첨가시기와 첨가수준을 달리하여 첨가하여 숙성중의 pH 및 산도의 변화를 측정된 결과, 두종의 김치 모두 2 mg/g 첨가수준 이상에서 pH저하와 산도증가가 억제되어, 김치의 천연보존제 및 산패억제제로서 차엽카테킨의 이용가능성이 시사되었다.

감사의 글

본 연구는 서울대학교 농업생물신소재연구센터를

통한 한국과학재단 우수연구센터의 지원에 의한 연구 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 최신양 : 김치산업의 현황. 한국식품과학회지, **6**, 12 (1991)
2. 이춘녕, 조재선 : 김치제조 및 연구사. 한국음식문화논총 I, p.193 (1988)
3. 구영조 : 김치산업기술개발 현황과 미래. 생물산업, **5**, 43 (1992)
4. 조재선 : 김치연구의 어제와 오늘. 김치의 과학, 한국식품과학회, p.26 (1994)
5. 박혜진, 한영실 : 갓의 첨가가 김치의 품질과 관능적특성에 미치는 영향. 한국영양식품학회지, **23**, 618 (1994)
6. 홍완수, 윤 선 : 열처리 및 겨자유의 첨가가 김치발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **21**, 331 (1989)
7. 장경숙 : 김치용 천연 pH 조절제 연구. 한국영양식품학회지, **18**, 321 (1989)
8. 김선재, 박근형 : 부추추출물의 김치발효 지연 및 관련 미생물 증식억제. 한국식품과학회지, **27**, 813 (1995)
9. 村松敬一郎 : 茶の科學, 朝倉書店, p.205 (1991)
10. Shiraki, S. and Hara, Y.: Antioxidative activity of tea catechins. *Fragrance J.*, **11**, 24 (1990)
11. 原征彦, 松崎敏, 中村耕三 : 茶catechin의 抗腫瘍作用. 日本營養食糧學會誌, **32**, 39 (1989)
12. Hara, Y.: 綠茶의 血壓, 콜레스테롤上昇抑制作用. *フードケミカル*, **9**, 122 (1991)
13. Matsumoto, N., Ishigaki, F., Iwashina, H. and Hara, Y.: Reduction of blood glucose levels by tea catechin. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **57**, 525 (1993)
14. Sakanaka, S., Kim, M., Taniguchi, M. and Yamamoto, T.: Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans*, a cariogenic bacterium. *Agric. Biol. Chem.*, **53**, 2307 (1989)
15. Hara, Y. and Watanabe, M.: Antibacterial activity of tea polyphenols against *Clostridium botulinum*. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **36**, 951 (1989)
16. Fukai, K., Ishikami, T. and Hara, Y.: Antibacterial activity of tea polyphenols against phytopathogenic bacteria. *Agric. Biol. Chem.*, **55**, 1895 (1991).
17. Hara, Y. and Ishigami, T.: Antibacterial activities of tea polyphenols against foodborne pathogenic bacteria. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **36**, 996 (1989)
18. 노현정, 신용서, 이갑상, 신미경 : 쌀밥 부패미생물에 대한 녹차 물추출물의 항균활성. 한국식품과학회지 **28**, 1 (1966)
19. 한홍의, 임종락, 박현근 : 김치발효의 지표로서 미생물 군집의 측정. 한국식품과학회지, **22**, 26 (1990)
20. 박연희, 권정주, 조도현, 김수일 : 김치에서 분리한 젖산균의 미생물 생육저해. 한국농화학회지, **26**, 35 (1983)
21. 김호식, 전재근 : 김치발효중의 세균의 동적 변화에 관하여. 원자력연구원 논문집, **6**, 112 (1966)
22. 하덕모 : 김치의 발효억제 및 산패억제. 김치의 과학, 한국식품과학회, p.43 (1994)
23. Matsuzaki, T. and Hara, Y.: Antioxidative activity of tea leaf catechins. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **59**, 129 (1985)
24. 박장현, 김광식, 김주희, 최용국, 김선우 : 國內産 茶葉의 유리아미노산, 테아닌 카테킨 함량에 관한 研究. 한국차학회지, **2**, 197 (1996)
25. 강성구 : 갓 추출물의 항균성과 항균물질의 분리 및 동정. 경상대학교 박사학위논문, p.8 (1994)
26. 천중희, 이혜수 : 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구. 한국식품과학회지, **8**, 90 (1976)
27. 최국지 : 김치에서 분리한 효모에 관한 연구. 한국미생물학회지, **16**, 1 (1978)
28. 한홍의 : 김치의 유산균 생태. 미생물과 산업지, **68** (1991)
29. 김광원, 문형아, 전동원 : 저분자 chitosan이 배추김치 모델시스템의 보존성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **27**, 420 (1995)

(1997년 7월 23일 접수)