J. Fd Hyg. Safety 13(2), 99 - 105(1998)

펙틴분해물의 항균특성과 식품보존효과

박미연† · 최승태* · 장동석
*부경대학교 식품공학과, *고려식료(주)*

Antimicrobial Activity of Pectin hydrolysate and its Preservative Effect

Mi-Yeon Park†, Seung-Tae Choi* and Dong-Suck Chang
Department of Food Science & Technology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea
**Korea Food Materials Co., Ltd., WonJi-Ri, Juchon-Myun, Kimhae 621-840, Korea*

ABSTRACT – Pectin hydrolysate prepared from citrus pectin by enzymatic hydrolysis has antimicrobial activity. The antimicrobial activity was increased by its hydrolyzing rate and it was rapidly increased after 70% hydrolysis of the pectin. The antibacterial activity of pectin hydrolysate against *Escherichia coli* ATCC 11229 was the strongest at pH 4.9~5.5, but it diminished slightly at neutral pH values. The antibacterial activity of pectin hydrolysate was stronger than those of against molds and yeasts. The growth of bacteria submitted to this test except lactics was completely inhibited for 48 hrs at 35°C by adding 2.0~3.0% pectin hydrolysate. While the growth of *Lactococcus lactis* ATCC 19435 and *Lactobacillus bulgaricus* and *Penicillium funiculosum* ATCC 11797 were reached about 60~70% compared with those of the controls in the same condition. But there was no significant effect on the growth of the yeasts. The antibacterial effect of pectin hydrolysate was significantly stimulated by addition of glycine, ethanol, sodium ascorbate, sodium chloride and sodium acetate. The shelf life of Kimchi containing 1.0% pectin hydrolysate was prolonged above 15 days at 4°C than that of its control. In case of whitish bean jam viable cell counts were inhibited about 2 log cycles by 10 days at 25°C. According to these results, author can sincerely suggest that pectin hydrolysate will be used as a natural food preservative for inhibition of common bacterial growth without inhibition of lactics and yeasts.

Key words □ Pectin hydrolysate, Antimicrobial activity, Natural food preservative

화학합성보존료의 발암성과 유전독성 등이 문제시되면서 각종 향신료,[1,2] chitin과 chitosan[3,4] 등의 천연물질이나 유산균대사산물[5,6] 등을 식품보존료로 이용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.[7]

예로부터 펙틴의 용도는 매우 다양하여 식품가공분야에서는 gel화제, 점도증가제, 유화안정제 등으로 널리 이용되었으며, 의약분야에서도 연고, 정장제, 위장자극완화제 및 설사에도 효과가 있는 것으로 알려져 있는데,[8] 이와 같은 약리작용은 펙틴이 장관내에서 gel화 되어 세균이나 독소에 대한 흡착작용과 완충작용을 하거나 펙틴분자내의 비해리 carboxyl기의 살균작용에 의한 것으로 알려지고 있다.[9-12]

펙틴의 항균력에 관한 연구는 横塚 등,[10] 大條,[13] Yokotsuka,[14] 野崎 등[15]이 몇몇 균주를 대상으로 펙틴분해물의 항균력을 조사한 결과를 보고한 이래 별 진전이 없으며, 더구나 국내에서는 펙틴분해물의 항균력에 관한 연구보고가 전혀 없었다.

따라서 본 연구에서는 펙틴분해물의 항균력을 조사하고 실제 식품에 첨가하여 보존효과를 검토한 결과를 보고한다.

실험재료 및 방법

사용균주 및 배지

항균력 검사의 공시균으로서는 *Escherichia coli* ATCC 11229를 사용하였다. 펙틴분해물의 균종별 항균력 실험에 사용된 균주는 Table 1에 나타낸 바와 같으며 표준균주 이외의 균주는 각종 발효식품으로부터 분리한 본 실험실 소

† Author to whom correspondence should be addressed.

Table 1. List of microorganisms used on the antimicrobial activity of pectin hydorylsate

Bacteria	Gram positive	*Staphylococcus aureus* ATCC 6538
		Bacillus subtilis ATCC 6633
		Lactococcus lactis ATCC 19435
		Lactobacillus bulgaricus.
	Gram negative	*Escherichia coli* ATCC 11229
		Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853
		Salmonella enteritidis ATCC 13076
		Acetobacter aceti
Yeasts		*Saccharomyces formosensis*
		Saccharomyces cerevisiae
Molds		*Penicillium funiculosum* ATCC 11797
		Aspergillus oryzae

장의 분리균주를 사용하였다.

미생물의 배양배지로는 세균의 경우 nutrient broth(Difco)를, 효모와 곰팡이는 YM broth(Difco)를 각각 사용하였으며, 균수측정용으로는 각각의 평판배지를 사용하였다.

항균력 검사배지(펙틴분해물첨가배지)는 위의 배지에 펙틴분해물을 일정농도 첨가하고 pH 5.3으로 조절하여 멸균한 것을 사용하였다.

미생물의 증식도 측정

시료중의 균수 측정은 FDA[16] 표준방법에 준하였으며, 액체배지에서 세균과 효모의 증식도는 spectrophotometer (Spectronic 20, Bausch & Lomb, U.S.A>)를 사용하여 540 nm에서의 흡광도로 나타내었다. 곰팡이의 증식도는 균체를 상압가열건조법으로 건조시킨 후의 건조균체중량으로 나타내었다.

펙틴분해물의 조제

시판용 citrus펙틴(SIGMA)을 5% 농도가 되도록 증류수에 녹이고 pectinase(pektolase PA, Grinsted Product, Denmark)를 펙틴의 1/100(S/E=100)이 되도록 첨가하여 37℃ 진탕 항온수조에서 24시간 반응시킨 후 100℃에서 5분간 처리하여 효소를 불활성화시킨 다음 원심분리(10,000×g, 30 min)하였다. 원심분리한 상청액을 rotary evaporator를 사용해서 40℃ 감압하에서 시럽상태로 농축시켜 진공동결건조한 것을 펙틴분해물로 하였다.

분해율의 측정

펙틴의 분해율은 분해정도에 따른 점도의 변화로 나타내었다.

점도의 측정은 Ostwald 점도계(Cannon-Fenske Routine Type Viscomoeter No. 100, ×373)를 사용하였으며 가수분해율은 横塚 등[10]의 방법에 준하여 다음 식에 따라 구하였다.

$$\text{가수분해율}(\%) = V_o\text{-}V_t/V_o\text{-}V_s \times 100$$

V_o, 펙틴수용액의 낙하속도(초)
V_t, t시간 반응시킨 펙틴분해시료액의 낙하속도(초)
V_s, 증류수의 낙하속도(초)

항균력 검사

펙틴분해물의 항균력을 검사하기 위하여 시험균을 배지에 접종하고 35℃에서 12시간 전배양한 후 항균력 검사배지에 1백금이 접종하여 35℃에서 일정시간 배양한 다음 균의 증식도를 측정하였다. 분해물의 항균력은 항균력검사배지에 펙틴분해물을 첨가하지 않은 경우와 농도별로 첨가한 경우의 균의 증식도를 비교하여 나타내었다.

펙틴분해물을 이용한 식품보존실험

결구배추를 세절하여 담근 김치(염농도; 2.9%)와 양대로 만든 빵속에 펙틴분해물을 1.0~2.0% 첨가하여 저장하면서 pH 및 균수변화를 조사하여 보존효과를 검토하였다.

결과 및 고찰

분해율에 따른 항균력

분해정도가 각기 다른 펙틴분해물의 *Escherichia coli* ATCC 11229에 대한 항균력을 조사하였다. 분해율이 35% 이상에서 항균력이 서서히 나타나기 시작하여 70% 이상에서는 항균력이 급격히 증가하여 분해율 100%인 분해물은 배양 24시간까지 균의 증식을 완전히 억제하였다(Fig. 1).

한편, 펙틴의 주 구성성분인 galacturonic acid(SIGMA), 펙틴 그리고 펙틴분해물(분해율 100%)의 항균력을 비교조사한 결과, Fig. 2에 나타난 바와 같이 펙틴분해물이 가장 항균력이 뛰어나 배양 36시간까지 균의 증식이 완전히 억제되었으며 펙틴도 대조구에 비해 약 40% 정도의 항균력을 나타내었다. 그러나 galacturonic acid를 첨가한 경우는 균의 증식이 대조구에 비해 더욱 빠르게 진행되었다.

이상, 펙틴분해물은 분해율이 높을수록 항균력이 증가하였으며, 주 구성성분인 galacturonic acid는 항균력이 전혀 없었다.

따라서, 분해율 100%의 펙틴분해물을 사용하여 이하의 실험을 진행하였다.

pH에 따른 항균력

펙틴분해물의 항균력에 미치는 pH의 영향을 조사하였다.

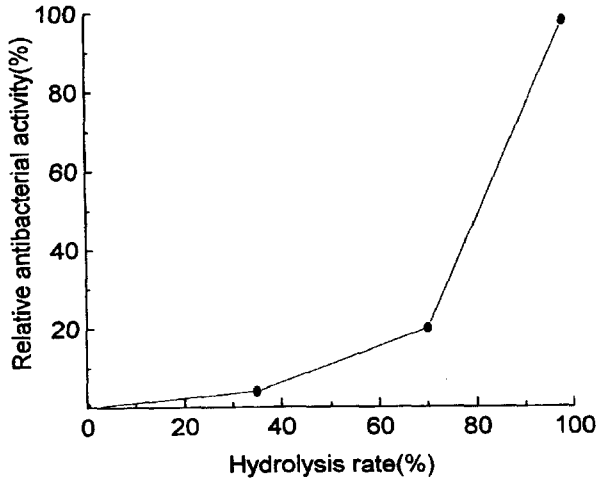

Fig. 1. Comparison of antibacterial activity of pectin hydrolysate against *Escherichia coli* ATCC 11229 by the rate of pectin hydrolysis in nutrient broth containing 2% of the prepared pectin hydrolysate. Antibacterial activity was measured after incubation at 35°C for 24 hrs.

*Hydrolysis rate (%)=V_0-V_t/V_0-V_s × 100

V_0, falling time of natural pectin solution

V_s, falling time of distilled water

V_t, falling time of the pectin hydrolysate solution according to the given reaction time.

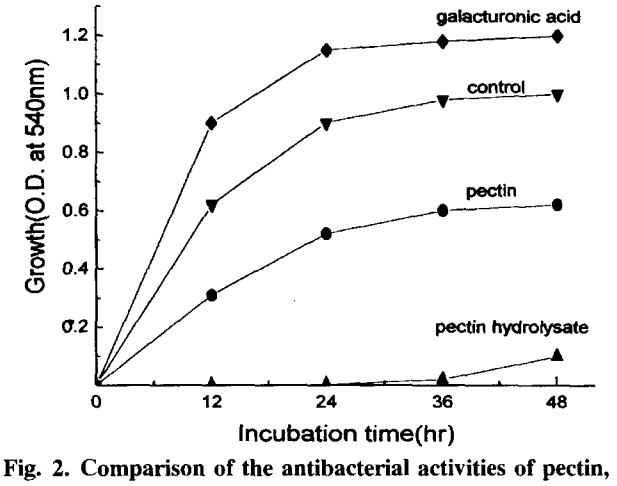

Fig. 2. Comparison of the antibacterial activities of pectin, pectin hydrolysate and galacturonic acid against *Escherichia coli* ATCC 11229 in nutrient broth contained 2% of each substance.

펙틴분해물의 항균력은 배양 12시간까지는 pH에 거의 영향을 받지 않았으나 배양 24시간에 이르면 pH에 따른 항균력의 차이가 나타나기 시작하여 pH 4.9~5.5 범위에서 가장 항균력이 우수하였고 그 외의 범위에서는 항균력이 감소하였다(Table 2).

Table 2. Effect of the pH on the antibacterial activity of pectin hydrolysate against *Escherichia coli* ATCC 11229 in nutrient broth at 35°C

pH	Incubation time (hr)			
	12		24	
	0%[1]	2%	0%	2%
4.5	0.12[2]	0.01	0.80	0.10
4.7	0.30	0.01	0.83	0.08
4.8	0.30	0.02	0.83	0.08
4.9	0.42	0.01	0.88	0.02
5.0	0.54	0.01	0.85	0.02
5.1	0.60	0.01	0.88	0.02
5.3	0.75	0.00	0.90	0.01
5.5	0.78	0.00	0.90	0.02
5.6	0.78	0.00	0.90	0.05
5.7	0.80	0.00	0.90	0.08
5.9	0.85	0.01	1.00	0.12
6.0	0.85	0.01	1.20	0.20
7.0	0.86	0.02	1.20	0.21

[1] Concentration of pectin hydrolysate.

[2] O.D. at 540 nm.

이와 같은 결과는 펙틴분해물의 항균력이 분자내의 비해리 carboxyl기에서 유래하며 이 carboxyl기가 수소이온농도에 민감하기 때문에 pH가 항균력에 영향을 미치는 것으로 추측된다.

균종별 항균력

Table 1에 나타낸 세균, 효모 그리고 곰팡이를 대상으로 펙틴분해물의 항균력을 조사하여 Gram 양성세균과 음성세균에 대한 항균력을 Fig. 3과 Fig. 4에 각각 나타내었고, 효모와 곰팡이에 대한 항균력을 Fig. 5에 나타내었는데 펙틴분해물(분해율 100%)의 첨가량이 많아질수록 균에 대한 증식억제효과가 증대되었다.

Staphylococcus aureus ATCC 6538, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 그리고 *Salmonella enteritidis* ATCC 13076은 펙틴분해물을 0.5%만 첨가하여도 대조구에 비해 균의 증식이 상당히 억제되었고, 2.0% 첨가하면 배양 48시간까지 균의 증식이 완전히 억제되었다. 또한, *Escherichia coli* ATCC 11229와 *Acetobacter aceti*는 펙틴분해물을 3.0% 첨가하면 배양 48시간까지 균의 증식이 완전히 억제되었다.

그러나 *Lactococcus lactis* ATCC 19435와 *Lactobacillus bulgaricus*는 펙틴분해물을 0.5% 첨가하여도 두 균주 모두 대조구와 큰 차이가 없었으며 3.0% 첨가해도 배양 48시간째 대조구에 비해 각각 35%와 30%만이 억제되었다.

한편, *Penicillium funiculosum* ATCC 11797과 *Asper-*

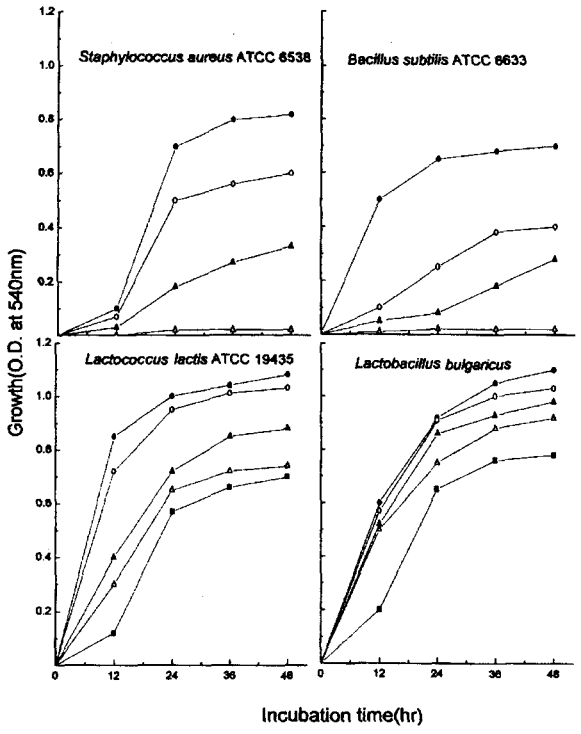

Fig. 3. Antibacterial activity of pectin hydrolysate against *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Lactococcus lactis* ATCC 19435 and *Lactobacillus bulgaricus* in nutrient broth at 35°C by the concentration of the added pectin hydrolysate.
●-●: 0%, ▲-▲: 1.0%, ■-■: 3.0%, △-△: 2.0%, ○-○: 0.5%.

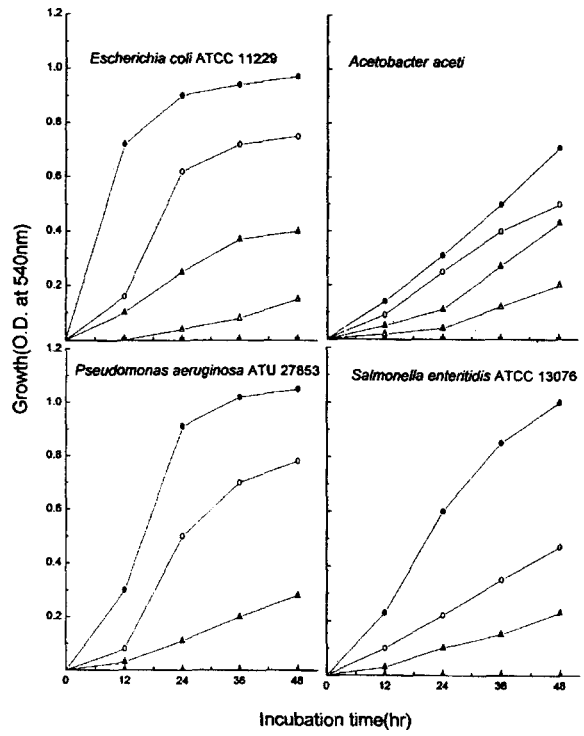

Fig. 4. Antibacterial activity of pectin hydrolysate against *Escherichia coli* ATCC 11229, *Acetobacter aceti*, *Pseudomonas aeruginosa* ATU 27853 and *Salmonell enteritidis* ATCC 13076 in nutrient broth at 35°C by the concentration of the added pectin hydrolysate.
●-●: 0.%, ○-○: 0.5%, ▲-▲: 1.0%, △-△: 2.0%, ■-■: 3.0%.

gillus oryzae 등의 곰팡이는 펙틴분해물을 3.0% 첨가하면 배양 48시간째 균의 증식이 대조구에 비해 각각 45%와 57%가 억제되었으나 *Saccharomyces formosensis*와 *Saccharomyces cerevisiae* 등의 효모는 펙틴분해물을 3.0% 첨가하여도 전혀 영향을 받지 않았다.

이상, 펙틴분해물의 항균력은 세균, 효모 그리고 곰팡이에 따라 차이가 있었으며 젖산균을 제외한 대부분의 세균은 펙틴분해물에 대하여 민감하였다. 그러나 젖산균류와 곰팡이류에는 효과가 미약하였으며 효모의 생육에는 전혀 영향을 미치지 않았다. 따라서 젖산균류나 효모를 이용한 발효식품의 품질보존제로 아주 유용할 것으로 생각된다.

합성보존료와의 상승효과

여러 가지 첨가물이 펙틴분해물의 항균력에 미치는 영향을 조사한 결과를 Table 3에 나타내었다.

Glycine의 경우는 펙틴분해물과 병용하면 각각을 단독으로 사용한 경우보다 항균력이 증가되어 glycine 1.0%와 펙틴분해물 0.5%를 병용하면 배양 3일까지 균의 증식이 완전히 억제되었다.

Ethanol, sodium ascorbate, sodium chloride 또는 sodium acetate를 펙틴분해물과 각각 혼용한 경우도 정도의 차이는 있었으나, 펙틴분해물을 단독으로 사용했을 때보다 항균력이 상당히 증가되었으며 이들의 첨가농도가 증가함에 따라 항균력이 상승하였다.

이상의 결과에서 펙틴분해물과 위의 첨가물들을 각각 혼용하면 펙틴분해물 또는 합성보존료를 단독으로 사용한 경우보다 항균력이 상승됨을 알 수 있었다.

식품보존실험

실제 식품에서 펙틴분해물이 어느정도의 항균력을 나타내는지 알아보기 위하여 김치와 빵속에 펙틴분해물을 1.0%~2.0% 첨가하여 보존효과를 검토한 결과를 Fig. 6과 Table 4에 각각 나타내었다.

김치의 최초 pH는 펙틴분해물을 첨가하지 않았을 경우에 5.6, 펙틴분해물을 1.0% 또는 2.0%첨가한 경우가 각각

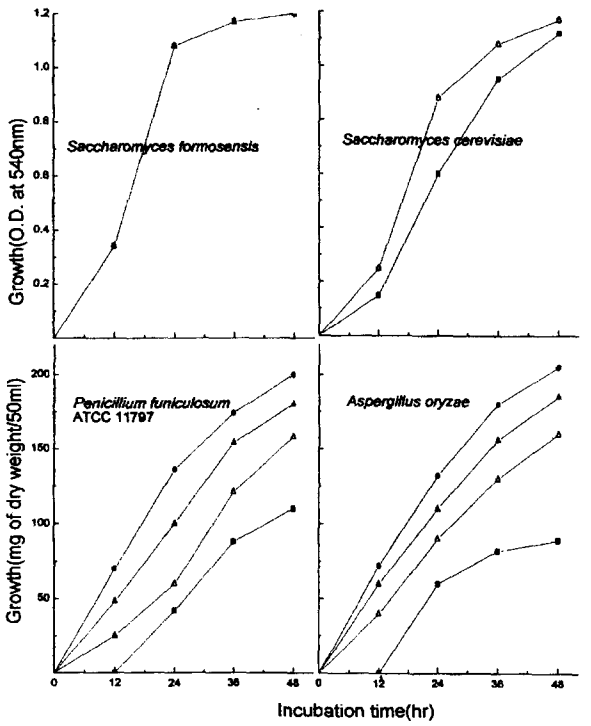

Fig. 5. Antifungal activity of pectin hydrolysate against *Saccharomyces formosensis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Penicillium funiculosum* ATCC 11797 and *Aspergillus oryzae* in YM broth at 35°C by the concentration of the added pectin hydrolysate.
●-●: 0.%, ○-○: 0.5%, ▲-▲: 1.0%, △-△: 2.0%, ■-■: 3.0%.

4.9와 4.2였다.

그리고 초기의 생균수와 유산균수는 펙틴분해물을 첨가한 경우가 9.3×10^5/g과 3.1×10^4/g, 펙틴분해물을 1.0% 첨가한 경우가 5.1×10^5/g과 3.6×10^4/g, 그리고 펙틴분해물을 2.0% 첨가한 경우가 6.9×10^5/g과 2.8×10^4/g을 나타내어 시료김치의 생균수가 유산균수보다 약간 많은 것으로 나타났다.

펙틴분해물을 첨가한 김치를 4°C에 저장하면서 생균수와 유산균수 그리고 pH를 조사한 결과 Fig. 6에 나타난 바와 같이 펙틴분해물을 첨가하지 않은 김치는 pH가 급격히 떨

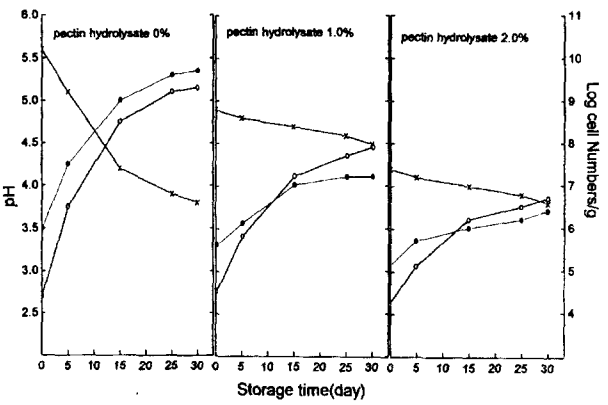

Fig. 6. Changes of viable cell counts (●-●), lactic acid bacteria (○-○) and pH (×-×) during fermentation of Kimchi containing different concentration of pectin hydrolysate at 4°C.

Table 3. Influence of various additives on the antibacterial activity of pectin hydrolysate against *Escherichia coli* ATCC 11229 at 35°C

Additives		Nutrient broth					
		Pectin hydrolysate 0%			Pectin hydrolysate 0.5%		
		24 hrs[1)]	48 hrs	72 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs
None		0.85[2)]	1.11	–	0.53	0.69	0.90
Glycine	0.1%	0.79	1.00	–	0.24	0.47	0.88
	1.0%	0.35	0.80	–	0.00	0.00	0.00
Ethanol	1.0%	0.36	0.92	–	0.00	0.03	0.22
	2.0%	0.18	0.89	–	0.00	0.00	0.08
Sodium ascorbate	0.05%	0.33	1.00	–	0.00	0.51	1.09
	0.2%	0.26	0.89	–	0.00	0.37	0.61
	0.5%	0.00	0.50	0.94	0.00	0.00	0.18
Sodium chloride	1.0%	0.44	0.89	–	0.10	0.61	0.98
	2.0%	0.35	0.78	–	0.00	0.55	0.78
	3.0%	0.24	0.54	0.80	0.00	0.00	0.12
Sodium acetate	0.01%	0.18	0.88	–	0.00	0.30	0.99
	0.05%	0.08	0.89	–	0.00	0.00	0.26
	0.2%	0.00	0.07	0.52	0.00	0.00	0.00

[1)] Incubation time
[2)] O.D. at 540 nm
– Not tested

Table 4. Changes of viable cell counts in whitish bean jam containing pectin hydrolysate at 25°C

Day	Viable cell counts/g		
	0%[1)]	1%	2%
0	1.1×10^{1}	1.8×10^{1}	1.5×10^{1}
2	1.1×10^{4}	-	-
4	8.2×10^{5}	5.0×10^{1}	-
6	9.0×10^{5}	4.1×10^{3}	3.0×10^{3}
8	1.6×10^{6}	9.2×10^{3}	1.4×10^{3}
10	3.2×10^{7}	2.8×10^{5}	5.7×10^{5}

[1)]Concentraion of pectin hydrolysate
- Not tested

어져 저장 15일 만에 pH 4.2로 떨어졌다.

한편, 펙틴분해물을 1.0% 또는 2.0% 첨가한 김치는 초기 pH가 각각 4.9와 4.2였으나 저장 30일만에 각각 pH 4.5와 pH 3.9를 나타내어 펙틴분해물을 첨가하면 pH가 훨씬 완만하게 변화한다는 것을 알 수 있었다.

또한 저장중의 생균수와 유산균수의 변화도 펙틴분해물을 첨가하지 않은 경우가 증식속도가 빨라 저장 30일째 약 9.1×10^{9}/g과 2.9×10^{9}/g이었고 펙틴분해물을 1.0% 첨가한 경우는 1.1×10^{7}/g과 7.4×10^{7}/g, 2.0% 첨가한 경우에 6.6×10^{6}/g과 9.1×10^{6}/g으로 나타나 펙틴분해물을 첨가하면 균의 증식속도가 훨씬 완만하였고 펙틴분해물의 첨가농도가 증가할수록 균의 증식은 더욱 억제되었으며, 특히 펙틴분해물을 첨가한 김치의 경우에는 저장 10~15일 이후가 되면 생균수보다 유산균수가 우세한 것으로 나타났다.

15°C와 25°C에 저장한 경우에도 펙틴분해물을 첨가한 김치가 첨가하지 않은 김치에 비해 pH나 균수의 변화가 완만하였다(data is not shown).

이와 같은 결과는 맛이 가장 좋을 때의 김치의 pH가 4.2~4.6이라고 보고한 최[17]와 식용가능한 김치의 pH가 4.0 이상이라고 보고한 김[18]의 연구결과와 아울러 생각해 보면 펙틴분해물을 1.0% 첨가하여 냉장고 온도(4°C 부근)에서 숙성시키면 펙틴분해물 자체의 산도에 의해 초기부터 맛이 좋은 상태의 김치를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 대조구에 비하여 저장기간이 적어도 15일 이상 연장된다.

펙틴분해물을 첨가한 빵속의 보존실험 결과를 Table 4에 나타내었다. 빵속의 초기균수는 대조구와 펙틴분해물첨가구 모두 약 $\times10^{1}$/g이었으나 대조구는 25°C에서 저장 4일째 균수가 8.2×10^{5}/g으로 증가한 반면 펙틴분해물을 1.0% 첨가한 것은 5.0×10^{1}/g였으며 저장 10일까지도 대조구에 비하여 2 log cycles 정도 적은 균수를 나타내었다.

그러나 명태어육마쇄물을 이용한 보존효과 검토실험에서는 김치나 빵속의 경우에 비해 보존효과를 거의 얻을 수 없었다(data is not shown).

이상의 결과로부터 실제 식품에서는 순수배지에서 보다 펙틴분해물의 항균력이 떨어지지만 대조구에 비하여 균의 증식이 상당히 억제되었다.

국문요약

Citrus 펙틴을 효소로 가수분해시켜 얻은 펙틴분해물은 분해율이 35%가 되면서부터 항균력이 서서히 나타나기 시작하여 70% 이상에서는 급격히 증가하였으며 완전분해(100%)된 펙틴분해물을 배지에 2.0% 첨가하면 35°C에서 24시간까지 *Escherichia coli* ATCC 11229의 생육을 완전히 억제하였다. 펙틴분해물의 항균력은 pH 4.9~5.5 범위에서 가장 좋았으며 균종별로는 젖산균을 제외한 대부분의 세균에 대하여 강한 항균력을 나타내었고 젖산균과 곰팡이류에 대해서는 항균효과가 약하였으며 효모에 대하여는 전혀 영향을 미치지 않았다. 즉, 대부분의 세균은 펙틴분해물을 2.0~3.0% 첨가하므로써 35°C에서 48시간까지 생육이 완전히 억제되었으나, *Lactococcus lactis* ATCC 19435, *Lactobacillus bulgaricus, Penicillium funiculosum* ATCC 11797은 대조구에 비하여 30~40%만이 억제되었으며 *Saccharomyces formosensis*와 *Saccharomyces cerevisiae*는 전혀 영향을 받지 않았다. 한편, glycine, ethanol, sodium ascorbate, sodium chloride 또는 sodium acetate 등의 화학보존료를 병용하면 펙틴분해물을 단독으로 사용하였을 때 보다 항균력이 상승하였다. 김치에 펙틴분해물을 1.0% 첨가하여 4°C에 저장하면 섭취하기에 알맞은 김치의 pH를 유지하는 기간이 대조구에 비하여 적어도 15일 이상 연장되었다. 또한 빵속에 펙틴분해물을 1.0% 첨가하면 25°C에서 저장 4일째 대조구에 비하여 4 log cycles 그리고 저장 10일까지도 2 log cycles 정도 균의 성장이 억제되었다. 따라서, 펙틴분해물은 천연식품보존제로 이용가능하며 특히, 젖산균이나 효모에 대해서는 항균작용이 미약하거나 없으므로 젖산균이나 효모를 이용하는 발효식품의 품질보존제로서 아주 유용할 것으로 생각된다. 또한 기존의 화학보존료와 병용하므로써 화학보존료의 첨가량을 감소시킬 수 있다는 점에서도 유용하다고 생각된다.

참고문헌

1. 金井由美子, 篠原雅弘, 上澤佳乃, 上 祥, 山下晴美: 天然系保存料 (香辛料の 抗菌性を利用 した保存料について). New Food Industry, **25**(2), 22-31 (1983).
2. 芝崎勳: 抗菌性天然添加物開發の現狀と 使用上の問題點. New Food Industry, **25**(10), 28-34 (1983)
3. 內田泰: キチン, キトサンの抗菌性. フ-トチ カル-2, pp. 22-29 (1988).
4. 井瓜正人: キチン, キトサン. 食品新素材の開發と應用. CMC, 東京, pp. 303-311 (1987).
5. Tagg, J.R., A.S. Dajani and L.W. Wannamaker: Bacteriocins of Gram -positive bacteria. *Bacteriol. Rev.* **40**, 722-756 (1976).
6. Henning, S., R. Metz and W.P. Hammes: Studies on the mode of action of nisin. *International Journal of Food Microbiolgy,* **3**, 121-134 (1986).
7. 吉野秀一郎: 食品添加物に關する最近の國際的動向. *New Food Industry,* **29**(10), 42-48 (1987)
8. 川端晶子: ペクチン等 多糖類のチルについて. *New Food Industry,* **22**(8), 61-73 (1980).
9. Windholz, M., S. Budavari, R.F. Blumetti, E.S. Otterbein: The Merck Index, MERCK & Co., Inc., p.6922 (1983).
10. 橫塚弘毅, 松上俊秀, 櫛田忠衛, 峰成男, 中島智: ペクチン分解物の 抗菌作用. 醱酵工學, **62**(1), 1-7 (1984).
11. 草地道一, R. Petit: パクチンとその加工食品への反應. *New Food Industry,* **28**(4), 27-36 (1986a).
12. 草地道一, R. Petit: パクチンとその加工食品への反應. *New Food Industry,* **28**(5), 24-32 (1986b).
13. 大條正克: ペクチンとその利用. *New Food Industry,* **20** (9), 1-5 (1978).
14. Yokotsuka, K., T. Kushida, Y. Aihara, M. Nakajima, Y. Kana and T. Nakajima: Procede de traitement antiseptique d'aliments et de boisson et composition pour sa mise en oeuvre vase d'un produit de decompositioj de la pectine. Institue national de la propriete indudtrielle, Paris, pp. 1-27 (1982).
15. 野崎一彦, 上澤佳內: ペクチン分解物による天然食品保存劑につにて. *New Food Industry,* **27**(6), 45-49 (1985).
16. Food and Drug Administration: Bacteriological Analytical Manual(7th ed.). Food and Drug Administration, U.S. A., pp. 1-26 (1992).
17. 최신양: 김치의 貯藏流通期間 延長에 관한 硏究. 食品技術情報, **2**(40), 26-34 (1987).
18. 金順東: 김치熟成에 미치는 pH調整濟의 影響. 韓國營養食糧學會誌 , **14**(3), 259-264 (1985).