

## 식품성분과 가공조건이 마늘 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 미치는 영향

신동선 · 이영춘  
중앙대학교 식품공학과

### Effects of food components and Processing Conditions on Antimicrobial Activities of garlic Alliin-Alliinase Reaction Compounds

Doung-Sun Shin and Young-Chun Lee

Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

#### Abstract

Effects of starch, protein and fat on the antimicrobial activities of alliin-alliinase reaction compounds and those of heating, pH and Aw on the antimicrobial activities of the microencapsulated alliin-alliinase reaction compounds were studied, and the results are summarized as follows: The antimicrobial activities of alliin-alliinase reaction compounds were not affected by addition of starch, protein and fat. The antimicrobial activities of microencapsulated alliin-alliinase reaction compounds were significantly affected by pH and temperature. Water activity of a model food significantly affected the antimicrobial activities of microencapsulated alliin-alliinase reaction compounds. The growth of bacteria was more affected by Aw than that of yeast.

Key words: alliin, alliinase, pH, Aw, antimicrobial activity

#### 서 론

마늘은 가식부분의 수분이 약 79%정도이며 우리나라 식생활에서 필수적인 조미료이다. 최근에는 마늘을 건조 분말화하여 인스턴트 식품의 스프로 이용되고, 다진마늘 및 장아찌로 가공되기도 한다(이영노, 1996).

마늘을 식품학적 가치로 보면 마늘이 함유하고 있는 특수성분은 자극성 물질인 diallyl sulfide와 allyl propyl sulfide로써 독특한 냄새를 내는 alliin이란 성분이 강한 살균 작용을 하며 또한 강장 작용도 하는 것으로 알려져 있어 건강식품으로서 그 가치를 인정받고 있다. 이와 같이 마늘은 특유한 냄새로 인해 향신료로 이용(Shim, K.H, 1995)되며 이

것은 유황아미노산의 일종인 alliin이 alliinase 효소에 의해 분해되어 allicin으로 되면서 강한 냄새를 내는 것이다. 이 allicin은 비타민 B<sub>1</sub>과 결합하여 활성 비타민 allithiamine을 생성하므로 비타민 B<sub>1</sub>의 흡수 이용율을 높이며, 단백질과도 결합하여 단백질의 이용율도 증가시킨다(김연순, 1996). 또한 allicin은 세포막을 구성하는 인지질의 산화를 억제하여 노화를 방지하는 작용을 한다(김진익, 1995). 이러한 작용과 더불어 옛부터 마늘은 건위, 이뇨, 정장, 동맥경화, 고혈압에 효과가 있어 약용으로 이용되어 오고 있다(김일혁, 1997; 정동효, 1998). 식품의 부패 원인은 미생물 작용에 의한 것이 가장 큰 것으로 알려져 있으며(이병완 등, 1991), 현재 이용되고 있는 보존료는 인공합성품이 많아 소비자의 기피현상이 나타나고 있다.

이런 문제 해결의 한 방안으로 마늘의 항미생물성을 이용하여 식품에 적용할 수 있는 천연 보존제를 개발은 중요한 과제이다. 따라서 본 연구에서는 마늘로부터 alliin과 alliinase를 각각 분리하여 식품

Corresponding author : Young-Chun Lee, Dept. food Sic. & Tech., Chung-Ang Univ., Naeri san 40-1, Daeduk-myun, Ansung, Kyungi-do 456-756, Korea.  
Phone: 82-31-676-2451, Fax : 82-31-675-4853  
E-mail: lccyc@post.cau.ac.kr

의 대표적 성분인 전분 (potato starch), 단백질 (casein), 지방(soy bean oil)이 항미생물성에 미치는 영향을 조사하였다. 그리고 가열, pH 및 수분활성도가 microencapsulation한 alliin과 alliinase의 반응물질이 항미생물성에 어떻게 영향을 미치는지 조사하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 마늘은 서산 마늘로 산지에서 직접 구입하여 외피를 제거한 후 alliin과 alliinase를 각각 분리하여  $-70^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에 보관하여 시료로 사용 하였다.

### Alliin과 alliinase 분리

Alliin 추출은 Stoll 등(1949, 1951)의 방법을 이용하여 ethyl alcohol로 분리 하였으며, alliinase는 Nock 등(1987)의 방법을 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선에 의해 pyruvate의 생성을 확인 하였다. 효소활성은 1분에 1  $\mu\text{mole}$ 의 pyruvate를 생성시키는 효소량을 1 unit로 정하였다.

### 식품성분이 항미생물성에 미치는 영향

#### 시료 전처리

지표균으로 선정된 4균(*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Escherichia coli* 0157:H7)를  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 동안 3회 계대 배양하여 활성화 시켰다. 식품 성분중 대표적인 전분(potato starch), 단백질(casein), 지방(soybean oil)을 각각 5%, 15%, 25% 농도로 만든 다음 각각의 균 ( $10^5\sim 10^8$  CFU/ml)을 접종하여 충분히 혼합한 후 5 mL씩 sampling 하였다. 여기에 alliin-alliinase의 반응물질은 *B. subtilis* 경우에는 0.15%를 첨가 하였고, *Staph. aureus*, *E. coli*, *E. coli* 0157:H7는 0.7%를 첨가 하였다. 배양 시간은 각 균주마다 예비실험을 통하여 결정하였으며, *B. subtilis*는 2시간, *Staph. aureus*, *E. coli*, *E. coli* 0157:H7는 4시간으로 결정하여 배양하였고, SPC(standard plate count)측정 방법으로 서로 비교 하였다.

#### SPC 측정

SPC측정 방법은 SMA(standard methods agar)를 이용하여 pour plate방법으로 측정 하였다. 이를 위하여 SMA agar 배지는 yeast extract 2.5 g, trypton

5 g, agar 15 g, NaCl 5 g를 사용 하였으며, 각각의 sample에서 1 mL을 취하여 empty petri dish에 넣고, 녹은 상태의 SMA 배지는 water bath를 이용하여 약  $45\sim 50^{\circ}\text{C}$ 를 유지 하였다. 배지가 굳기 전에 15~20 mL씩 부어 주면서 petri dish를 원을 그리며 흔들어서 검체를 잘 섞어준 다음 배지가 완전히 굳은 후  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 48시간 배양하여 균체수를 측정 하였다.

### Alliin과 alliinase의 마이크로캡슐화

Alliin과 alliinase의 마이크로캡슐화는 Benita 등 (1996)의 방법을 이용하여 alliin과 alliinase를 각각 cyclodextrin을 첨가하여 저온에서 microencapsulation을 실시 하였다. 먼저 alliin 조제는 alliin 100 g과 cyclodextrin 200 g을 소량의 멸균수로 녹인 후 고흡분 함량이 40%가 되도록 멸균수를 더 첨가하여 homogenizer로 잘 균질화 한 다음 분무 건조기를 사용하여  $120^{\circ}\text{C}$ 에서 건조하여 분말 형태의 마이크로캡슐을 얻었다. Alliinase의 마이크로캡슐화는 alliinase : cyclodextrin을 1 : 2(g/g) 비율로 고흡분 40%가 되도록 멸균수를 첨가하여 조절한 후 잘 혼합한 다음 분쇄하여 압력  $\leq 1$  torr,  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동 건조하여 분말 형태의 마이크로캡슐을 얻었다.

### 온도 및 pH가 항미생물성에 미치는 영향

본 연구에 사용한 alliin과 alliinase는 microencapsulated alliin-alliinase 반응물질을 사용 하였다. 온도 범위는 대부분의 식품 조리시 많이 사용되는  $65^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$ ,  $95^{\circ}\text{C}$ , pH 범위는 대부분의 식품 산도를 포함하는 4.0, 6.5, 9.0에서 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 미치는 영향을 조사 하였다.

각 pH의 시료를 세구간의 온도에서 경시적으로 30분간 처리한 후 sampling하여  $4^{\circ}\text{C}$ 에서 30분간 냉각한 후 균을 접종 하였다. pH 및 가열처리된 시료의 대조구에  $10^5\sim 10^6$  CFU/mL의 균을 접종 하였으며, 배지에 1%가 되도록 첨가하여 24시간 진탕 시키면서 배양한 후 액체배지희석법(Hisae, 1993; Lorian, 1986)으로 660 nm에서 MIC(minimal inhibition concentration)를 측정 하였다.

### 수분활성도가 항미생물성에 미치는 영향

#### 모델식품 제조

모델식품으로는 potato starch 30%와 whole milk powder 70%(유당 38%, 단백질 26%, 지방 27%, 기

타 9%)를 blender로 잘 혼합하여 25°C에서 멸균수를 첨가하여 수분활성도가 0.99, 0.90, 0.80가 되도록 조절하여 제조 하였다.

균수 측정

각각의 수분활성도를 함유한 모델식품에 지표균을 *B. subtilis*는  $10^5 \sim 10^6$  CFU/mL를 접종 하였고, *Staph. aureus*, *E. coli*, *E. coli* O157:H7는  $10^8 \sim 10^9$  CFU/mL을 접종원으로 하여 첨가 하였다. 여기에 alliin-alliinase 혼합물 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25%, 1.50%의 농도로 첨가한 것을 처리구로 하여 투습도가 낮은 고밀도 PVC film으로 각각 밀봉하여 수분활성도를 유지 시키면서 24시간 진탕 시키면서 배양한 후 SPC 방법으로 배양전 균체수와 배양 후 균체수를 측정 하여 비교 하였다. 여기서 대조구는 alliin-alliinase를 첨가하지 않은 것으로 하였다.

결과 및 고찰

식품성분이 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 미치는 영향

Potato starch의 수용액에서 배양 전 균체수와 배양 후 균체수를 비교해 볼때, *B. subtilis*의 경우 대조구는 균체수가  $2.7 \times 10^6$ 에서  $4.5 \times 10^6$ 서로 증가되는 반면에 처리구에서는 starch 0~25% 수용액 모두에서  $10^6 \sim 10^3$  CFU/mL로 starch 첨가량과 관계없이 균체수가 거의 일정하게 감소 하였다. *Staph. aureus*, *E. coli*, *E. coli* O157:H7는 대조구에서  $10^7$  CFU/mL내지  $10^8$  CFU/mL로 SPC가 증가 하였으나 처리구는  $10^7$  CFU/mL에서  $10^4 \sim 10^5$  CFU/mL으로 감소 하였다(Table 1). 이 결과는 starch을 25%까지 증가시켜도 균체수에 유의성있는 변화가 없음을 보여주었으며, 이로 보아 alliin-alliinase 반응물질의 항미생

Table 1. Effects of potato starch on antimicrobial activities of alliin-alliinase reaction compounds

(Unit: SPC (CFU/mL))

Type	Starch concentration	<i>B. subtilis</i>	<i>Staph. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7
no incubation	Control <sup>1)</sup>	$2.7 \times 10^6$	$4.8 \times 10^7$	$2.0 \times 10^7$	$2.6 \times 10^7$
	0% <sup>2)</sup>	$2.7 \times 10^6$	$6.0 \times 10^7$	$1.8 \times 10^7$	$2.7 \times 10^7$
	5% <sup>3)</sup>	$3.5 \times 10^6$	$6.2 \times 10^7$	$2.0 \times 10^7$	$2.8 \times 10^7$
	15% <sup>4)</sup>	$3.2 \times 10^6$	$5.7 \times 10^7$	$2.1 \times 10^7$	$3.7 \times 10^7$
	25% <sup>5)</sup>	$3.6 \times 10^6$	$6.9 \times 10^7$	$2.3 \times 10^7$	$2.9 \times 10^7$
incubation	Control	$4.5 \times 10^6$	$1.5 \times 10^8$	$3.5 \times 10^8$	$3.2 \times 10^8$
	0%	$6.1 \times 10^3$	$1.8 \times 10^4$	$3.0 \times 10^5$	$3.2 \times 10^5$
	5%	$3.2 \times 10^3$	$2.0 \times 10^4$	$2.6 \times 10^5$	$1.2 \times 10^5$
	15%	$6.5 \times 10^3$	$1.5 \times 10^4$	$3.4 \times 10^5$	$2.5 \times 10^5$
	25%	$3.8 \times 10^3$	$1.9 \times 10^4$	$2.9 \times 10^5$	$1.7 \times 10^5$

<sup>1)</sup>Microorganism, <sup>2)</sup>Microorganism, alliin-alliinase compound, <sup>3)</sup>Microorganism, alliin-alliinase compound, 5% starch, <sup>4)</sup>Microorganism, alliin-alliinase compound, 15% starch, <sup>5)</sup>Microorganism, alliin-alliinase compound, 25% starch.

Table 2. Effects of casein on antimicrobial activities of alliin-alliinase reaction compounds

(Unit: SPC (CFU/mL))

Type	Starch concentration	<i>B. subtilis</i>	<i>Staph. aureus</i>	<i>E. coli</i>	O157:H7
no incubation	Control <sup>1)</sup>	$2.4 \times 10^6$	$2.0 \times 10^9$	$1.1 \times 10^9$	$1.2 \times 10^9$
	0% <sup>2)</sup>	$3.0 \times 10^6$	$1.5 \times 10^9$	$1.1 \times 10^9$	$1.3 \times 10^9$
	5% <sup>3)</sup>	$3.1 \times 10^6$	$1.1 \times 10^9$	$1.8 \times 10^9$	$1.6 \times 10^9$
	15% <sup>4)</sup>	$4.5 \times 10^6$	$1.3 \times 10^9$	$1.3 \times 10^9$	$1.4 \times 10^9$
	25% <sup>5)</sup>	$4.8 \times 10^6$	$1.2 \times 10^9$	$1.4 \times 10^9$	$1.1 \times 10^9$
incubation	Control	$4.2 \times 10^6$	$4.6 \times 10^9$	$3.5 \times 10^9$	$2.9 \times 10^9$
	0%	$7.9 \times 10^3$	$8.6 \times 10^4$	$2.7 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$
	5%	$5.6 \times 10^3$	$9.5 \times 10^4$	$1.8 \times 10^5$	$3.3 \times 10^5$
	15%	$4.5 \times 10^3$	$7.4 \times 10^4$	$3.8 \times 10^5$	$4.1 \times 10^5$
	25%	$6.5 \times 10^3$	$8.8 \times 10^4$	$4.4 \times 10^5$	$3.6 \times 10^5$

<sup>1)</sup>Microorganism, <sup>2)</sup> microorganism, alliin-alliinase compound, <sup>3)</sup>Microorganism, alliin-alliinase compound, 5% casein, <sup>4)</sup>Microorganism, alliin-alliinase compound, 15% casein, <sup>5)</sup>Microorganism, alliin-alliinase compound, 25% casein.

Table 3. Effects of soybean oil on antimicrobial activities of alliin-alliinase reaction compounds

(Unit: SPC (CFU/mL))

Type	Casein concentration	<i>B. subtilis</i>		<i>E. coli</i>	
no incubation	Control <sup>1)</sup>	3.3×10 <sup>6</sup>	5.1×10 <sup>9</sup>	1.8×10 <sup>9</sup>	2.7×10 <sup>9</sup>
	0% <sup>2)</sup>	2.4×10 <sup>6</sup>	1.9×10 <sup>9</sup>	1.2×10 <sup>9</sup>	1.4×10 <sup>9</sup>
	5% <sup>3)</sup>	2.1×10 <sup>6</sup>	2.5×10 <sup>9</sup>	1.3×10 <sup>9</sup>	1.3×10 <sup>9</sup>
	15% <sup>4)</sup>	2.9×10 <sup>6</sup>	1.2×10 <sup>9</sup>	1.5×10 <sup>9</sup>	1.5×10 <sup>9</sup>
	25% <sup>5)</sup>	3.1×10 <sup>6</sup>	1.0×10 <sup>9</sup>	1.3×10 <sup>9</sup>	1.0×10 <sup>9</sup>
incubation	Control	5.8×10 <sup>6</sup>	7.3×10 <sup>9</sup>	3.6×10 <sup>9</sup>	3.9×10 <sup>9</sup>
	0%	6.2×10 <sup>2</sup>	5.9×10 <sup>5</sup>	6.0×10 <sup>5</sup>	1.0×10 <sup>5</sup>
	5%	5.8×10 <sup>2</sup>	8.6×10 <sup>5</sup>	7.0×10 <sup>5</sup>	1.2×10 <sup>5</sup>
	15%	8.9×10 <sup>2</sup>	2.6×10 <sup>5</sup>	8.9×10 <sup>5</sup>	1.0×10 <sup>5</sup>
	25%	9.2×10 <sup>2</sup>	6.0×10 <sup>5</sup>	7.7×10 <sup>5</sup>	1.3×10 <sup>5</sup>

<sup>1)</sup>: microorganism, <sup>2)</sup>: microorganism, alliin-alliinase compound, <sup>3)</sup>: microorganism, alliin-alliinase compound, 5% soybean oli, <sup>4)</sup>: microorganism, alliin-alliinase compound, 15% soybean oli, <sup>5)</sup>: microorganism, alliin-alliinase compound, 25% soybean oli.

물성은 starch에 의하여 영향을 받지 않는 것으로 평가 되었다.

Casein의 경우 대조구는 *B. subtilis*가 2.4×10<sup>6</sup>에서 4.2×10<sup>6</sup>로 다소 증가 하였고 *Staph. aureus*는 2.0×10<sup>9</sup>에서 4.6×10<sup>9</sup>, *E. coli* 1.1×10<sup>9</sup>에서 3.5×10<sup>9</sup>, *E. coli* O157:H7는 1.2×10<sup>9</sup>에서 2.9×10<sup>9</sup>로 약간 증가 되었다. 처리구에서는 casein의 첨가량과 관계없이 *B. subtilis*는 10<sup>6</sup> CFU/mL에서 10<sup>3</sup> CFU/mL, *Staph. aureus*는 10<sup>9</sup> CFU/mL에서 10<sup>4</sup> CFU/mL로 감소 하였으며, *E. coli* 및 *E. coli* O157:H7는 10<sup>5</sup> CFU/mL으로 감소 하였다(Table 2). 이 결과로 보아 단백질(casein)도 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 유의성 있는 영향을 미치지 않는 것으로 평가 되었다.

Soybean oil도 대조구는 균주마다 약간 다르지만 조금 증가한 반면, 처리구에서는 *B. subtilis*의 경우 10<sup>6</sup> CFU/mL에서 10<sup>2</sup> CFU/mL, *Staph. aureus*와 2균에서는 10<sup>9</sup> CFU/mL에서 10<sup>5</sup> CFU/mL으로 농도와 관계없이 SPC가 감소 하였다(Table 3).

Alliin-alliinase 혼합물에 전분, 단백질, 대두유의 첨가량을 달리하였을 때 균주에 따라 약간의 차이는 있었지만 이들 식품성분이 항미생물성에 영향을 주지 않는 것으로 평가 되었다. 이 결과로 보아 마이크로캡슐화된 alliin과 alliinase를 전분 및 단백질 식품에 첨가하여 항미생물제로 사용하여도 별 지장이 없는 것으로 사료 되었다.

#### 온도 및 pH가 항미생물성에 미치는 영향

가열과 pH는 식품가공에 중요한 조건이며 여러

가지 식품에서 생기는 반응에 영향을 준다. pH가 4.0일때 대조구의 MIC는 *B. subtilis* 0.14%, *Staph. aureus*, *E. coli* 및 *E. coli* O157:H7는 0.29% 이었다. 온도 처리구의 경우 65°C에서는 대조구와 같은 MIC(*B. subtilis*는 0.14%, *Staph. aureus*, *E. coli*, *E. coli* O157:H7는 0.29%)값을 얻었다. 한편 80°C 처리구의 경우 *B. subtilis*는 0.29%, *Staph. aureus*, *E. coli* 및 *E. coli* O157:H7는 0.57%로 MIC값이 65°C 처리구 보다 다소 증가 하였다. 95°C 처리구의 경우 *B. subtilis*의 MIC는 85°C와 같은 결과로 0.29%이었고, *Staph. aureus*와 *E. coli* O157:H7는 0.57%로 80°C와 같은 MIC값이 얻어 졌지만 *E. coli*의 경우에는 0.86%로 80°C보다 MIC가 증가 되었다(Fig. 1). pH 4에서는 대조구에 비해 온도가 증가할수록 다소 MIC값이 높아지는 경향을 보이지만 큰 차이는 없었다.

pH 6.5에서 대조구의 *B. subtilis*와 *Staph. aureus*는 MIC값이 0.29%, *E. coli*와 *E. coli* O157:H7는 0.57%이었고, 처리구는 65°C에서 *E. coli*의 0.86%를 제외하고는 나머지 균주는 대조구와 같은 MIC값을 얻었다. 80°C에서 *B. subtilis*는 MIC값에 변화가 없었고 *Staph. aureus*와 *E. coli* O157:H7는 0.86%로 증가 하였으며, *E. coli*는 1.14%로 증가 하였다. 95°C에서 4균주가 모두 MIC가 증가하여 *B. subtilis* (0.29~0.57%)를 제외하고는 나머지 균주에서는 1.14% 내에서는 MIC값을 얻을 수 없었다(Fig. 2).

pH 9.0에서 대조구의 MIC값은 *B. subtilis*와 *Staph. aureus*는 0.29%, *E. coli*는 0.86%, *E. coli* O157:H7는 0.57%이었고, 65°C에서는 *B. subtilis*와

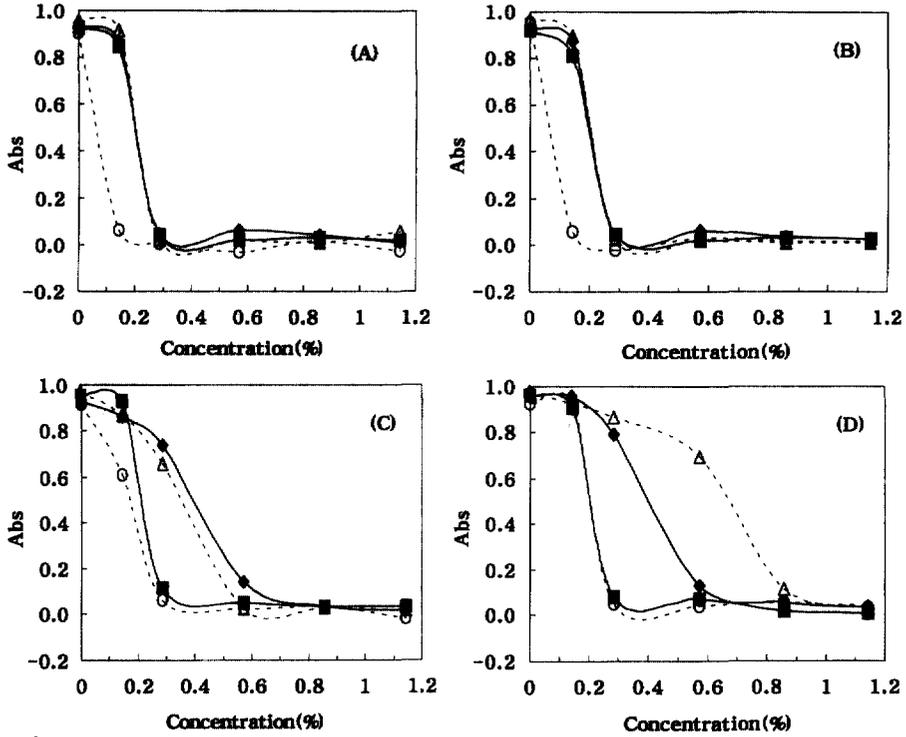


Fig. 1. Effects of temperatures on MIC of microencapsulated alliin-alliinase reaction compounds to the selected index bacteria at pH 4.0 (A). Control, (B) 65°C, (C) 85°C, (D) 95°C

○ - ○ : *Bacillus subtilis*, ■ - ■ : *Staphylococcus aureus*, △ - △ : *Escherichia coli*, ◆ - ◆ : *Escherichia coli* O157:H7

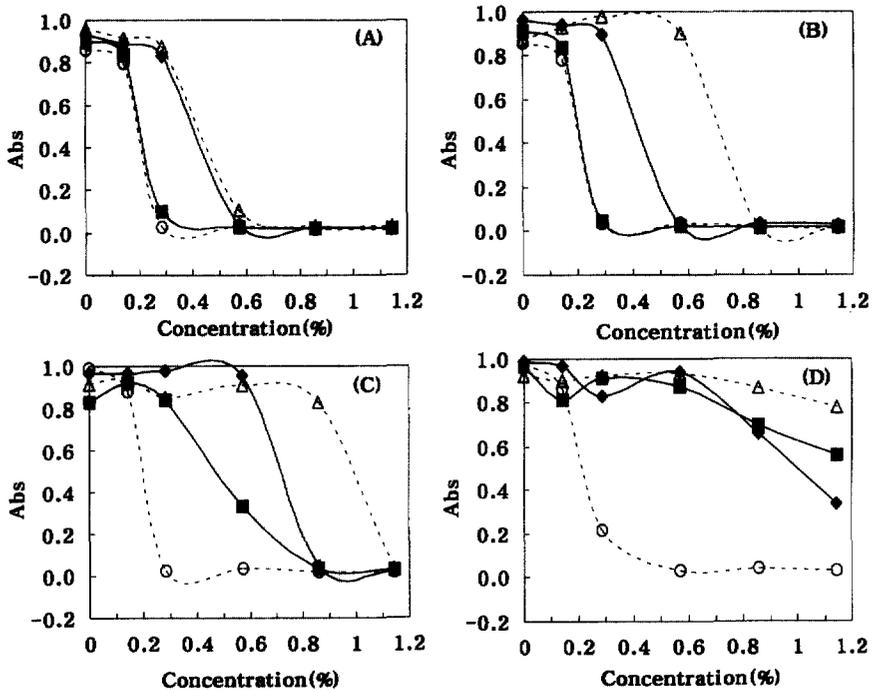


Fig. 2. Effects of temperatures on MIC of microencapsulated alliin-alliinase reaction compounds to the selected index bacteria at pH 6.5. (A) Control, (B) 65°C, (C) 85°C, (D) 95°C

○ - ○ : *Bacillus subtilis*, ■ - ■ : *Staphylococcus aureus*, △ - △ : *Escherichia coli*, ◆ - ◆ : *Escherichia coli* O157:H7

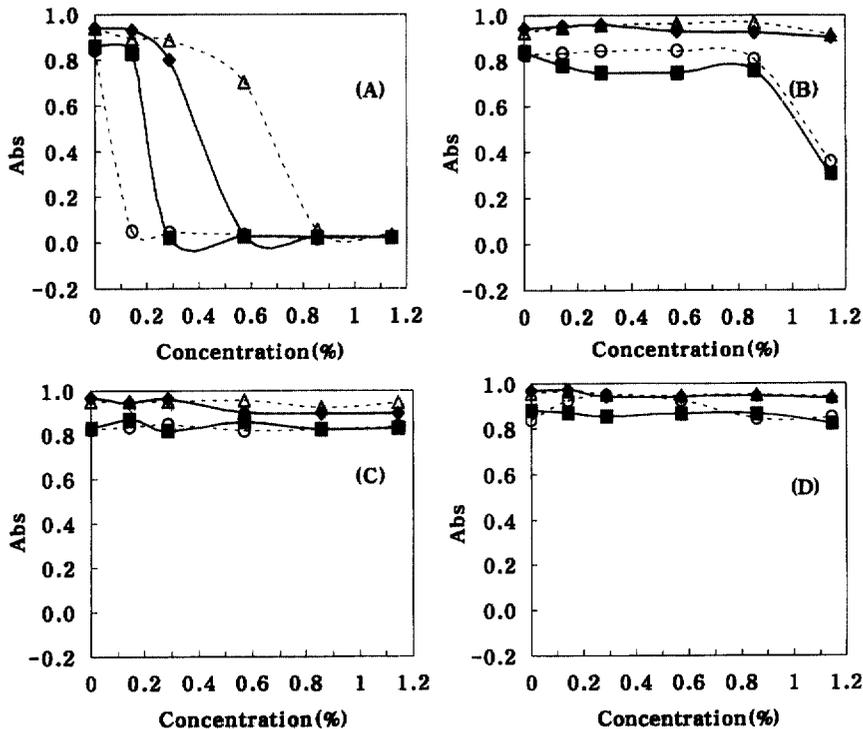


Fig. 3. Effects of temperature on MIC of microencapsulated alliin-alliinase reaction compounds to the selected index bacteria at pH 9.0. (A) Control, (B) 65°C, (C) 85°C, (D) 95°C

○ - ○ : *Bacillus subtilis*, ■ - ■ : *Staphylococcus aureus*, △ - △ : *Escherichia coli*, ◆ - ◆ : *Escherichia coli* O157:H7

*Staph. aureus*는 1.14%에서 최소저해농도가 결정 되었지만 *E. coli*, *E. coli* O157:H7는 MIC를 결정할 수 없었으며, 80°C나 95°C처리시에는 모든 균주에서 MIC값을 결정할 수가 없었다(Fig. 3).

이런 결과로 볼 때, pH나 온도등의 가공조건이 항미생물성 미치는 영향은 pH는 4.0, 6.5, 9.0순으로, 온도는 65°C, 80°C, 95°C순으로 항미생물성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 알수 있었다. 이것은 낮은 산성 pH에서 미생물 생육 억제를 하는 것으로 사료되며 온도는 증가할수록 alliin 전구 물질인 alliin은 열에 안정적이지만 alliinase는 불안정하므로 열에 의하여 불활성화되어 항균력이 저하하는 것으로 평가 되었다(Stoll, 1949, 1951; Nock, 1987).

#### 수분활성도가 항미생물성에 미치는 영향

Alliin-alliinase 반응물질의 수분활성도에 따른 미생물 생육억제 효과를 알아보기 위해서 수분활성도를 조절하여 제조된 모델식품에 alliin-alliinase 혼합물을 농도별로 첨가하고 이에 균의 접종원을  $10^8 \sim 10^9$  CFU/mL로 하여 세균은 24시간, 효모는 48시간 배

양한 후 균수를 측정 하였다. 그 결과 alliin-alliinase 혼합물을 첨가하지 않은 시료의 MIC는 수분활성도 0.99에서는  $10^8$  CFU/mL, 수분활성도 0.90에서는  $10^4 \sim 10^5$  CFU/mL, 수분활성도 0.80에서는  $10^2 \sim 10^3$  CFU/mL으로 측정 되었다. 각 균주의 생육저해 농도는 세균의 경우에는 균주마다 다소 다르게 나타났지만 alliin-alliinase 혼합물의 농도가 0.5~1.0%에서 생육이 억제 되었으며, 효모의 경우에는 0.5%로 세균보다는 생육 저해 농도가 낮은 것으로 나타났고 수분활성도에 따라 생육 저해속도가 다르게 나타났다. 수분활성도 0.99에서는 생육 저해곡선이 기울기가 급한 반면 수분활성도 0.90, 0.80에서는 기울기가 완만 하였다(Fig. 4, Fig. 5). Christian (1980)등에 의하면 세균의 경우 *B. subtilis*는 수분활성도에 내성이 강하여 수분활성도 0.90까지 산소 조건하에서 증식하는 것으로 보고하였지만, 본 실험에서는 수분활성도와 항균성 물질의 첨가 농도에 따라 다르게 나타났다. 이는 수분활성도가 alliin-alliinase 혼합물의 항미생물성에 영향을 주는 결과로 판단 되었다. 이런 결과는 Acott (1976)등의 의하면 식품의

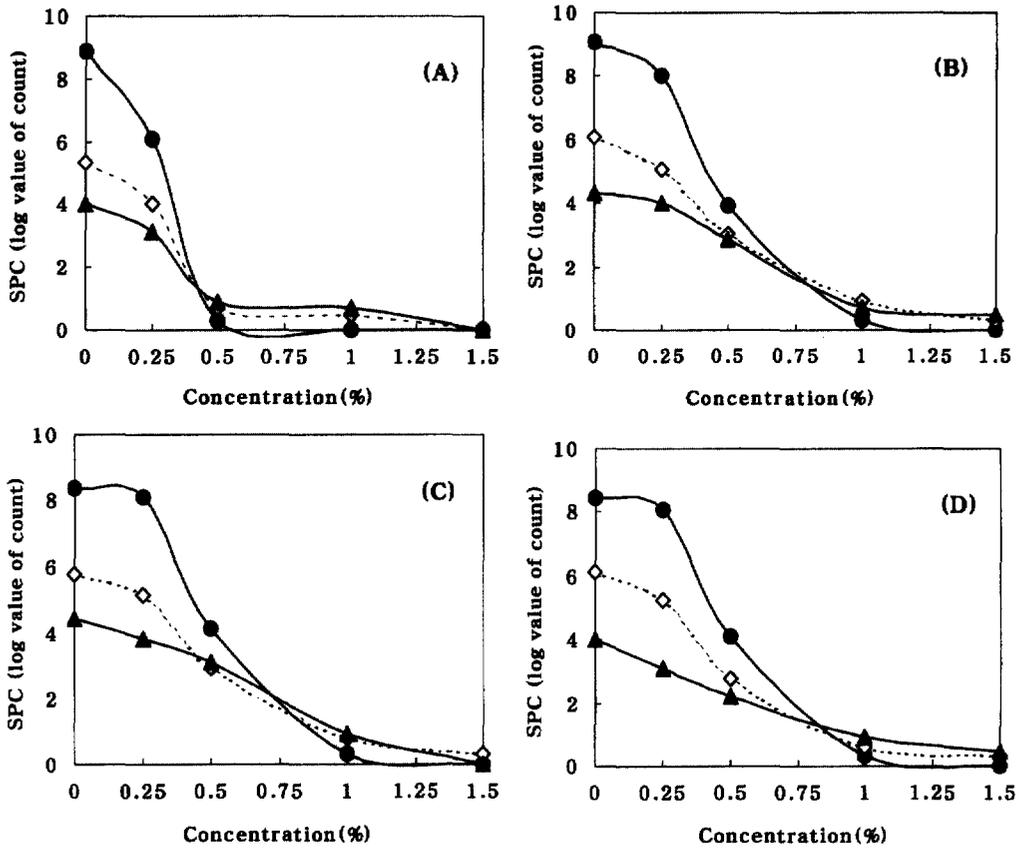


Fig. 4. Effects of  $a_w$  and alliin-alliinase reaction compounds on SPC of selected index bacteria inoculated to the model food. (A) *Bacillus subtilis*, (B) *Staphylococcus aureus*, (C) *Escherichia coli*, (D) *Escherichia coli* O157:H7. ●-●:  $a_w$  0.99, ◇-◇:  $a_w$  0.9, ▲-▲:  $a_w$  0.8

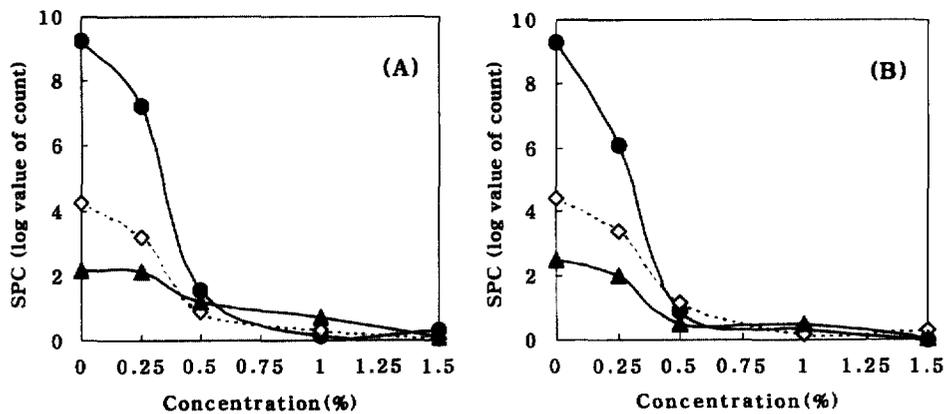


Fig. 5. Effects of  $a_w$  and alliin-alliinase reaction compounds on SPC of selected index yeasts inoculated to the model food. (A) *Candida monocyto-gen*, (B) *Saccharomyces cerevisiae*. ●-●:  $a_w$  0.99, ◇-◇:  $a_w$  0.9, ▲-▲:  $a_w$  0.8

수분활성도는 미생물 증식억제 및 생존에도 영향이 있는 것으로 보고한 결과와 유사 하였다.

## 요 약

식품의 중요성분인 전분, 단백질 및 지방이 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 미치는 영향과, 식품가공의 중요 변수인 온도, pH 및 수분활성도가 microencapsulated alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 미치는 영향을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 전분 단백질 및 지방이 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 미치는 영향은 첨가량 및 균주에 따라 약간의 차이는 있었지만 첨가 농도와 관계 없이 차이가 나타나지 않았으므로 식품성분이 항미생물성에 영향을 주지않는 것으로 평가 되었다.
- 가공조건에 따른 마이크로 캡슐화된 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성은 pH 4.0~6.0의 산성 영역에서 높게 유지되었으며, pH 9.0의 알칼리 영역으로 갈수록 급격히 감소되었고, 온도가 높아질수록 감소 하였다.
- 세균의 경우에는 균주마다 다소 다르게 나타났지만 alliin-alliinase를 0.5~1.0%첨가할 경우 생육이 억제 되었으며, 효소는 0.5%로 세균보다는 생육 저해 농도가 낮게 나타났다. 수분활성도 0.99에서는 생육 저해곡선이 급한 반면 수분활성도 0.80에서는 완만 하였다. 이 결과로 보아 수분활성도는 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 큰 영향을 미치는 것으로 평가 되었다.

## 문 헌

- Arthur stoll and Ewald Seebeck. 1951. Chemical investigations on alliin, the specific principle of garlic. *Advan. Enzymol.* **11**: 377~400
- Arthur stoll and Ewald Seebeck. 1949. Uber alliin, die genuine mutter substance des knoblauchols. *Helv. Chim. Acta.* **31**: 189~210
- Acott, K. A. Sloan, A.E. and Labuza, T. P. 1976. Evaluation of agents in a microbial challenge study for an intermediate moisture dog food. *J. Food. Sci.* **48**: 541~546
- Christian, J. H. B. 1980. Effects of reduced water activity on microorganism. In; Silliker, J. H. (ed), *Microbial Ecology of Foods.*, Academic Press.
- Hisae, M. and Isao, K. 1993. Bactericidal activity of anacardic acid against *Streptococcus* mutants and their potentiation. *J. Agric. Food Chem.* **41**: 1780
- Lorian, M. D. 1986. *Antibiotics in Laboratory medicine.* 2nd ed., Willams and Wilkins.
- M. Kurozumi, N. Nambu and T. Nagai. 1975. Inclusion compounds of non-steroidal antiinflammatory and dther slightly water soluble drugs with  $\alpha$ - and  $\beta$ -cyclodextrins in powderins in powdered form. *Chem. Pharm. Bull.* **23**(12): 3062~3068
- Nock, L. P. and Mazelis, M. 1987. The C-S lyases of higher plantal: Direct comparison of physical properties of homogeneous alliin lyase of garlin(*Allium sativum*) and onion (*Allium cepa*). *Plant Physiol.* **85**: 1079~1083
- Patrick B. Deasy. 1984. Microencapsulation and related drug processes. *Marcel dekker, Inc., New York*
- Shim, K. H, Seo, K. I, Kang, K.S, Moon, J. S and Kim, H. C. 1995. Antimicrobial substances of distilled components from mustard seed. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **24**: 948~955
- Simon Benita. 1996. *Microencapsulation: Methods and industrial application*, Marcel Dekker, Inc., New York
- Young, H. L and Dong, C. P. 1991. Enzymatic synthesis of cyclodextrin in the heterogeneous enzyme reaction system containing insoluble extruded starch. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **19**(5): 514~520
- 김일혁. 1997. 한약식품물질을도감(약이되는 풀과 나무).
- 김연순, 박경숙, 경규향, 심선택, 김현구. 1996. 마늘즙액의 대장균 생육 저해 작용. *한국식품과학회지.* **28**: 730~735
- 김진익. 1995. 마늘 alliinase 효소학적 특성과 마늘성분의 혈소판 응집억제 효과 및 항균성. *고려대학교 석사학위논문*
- 정동호. 1998. 식품 천연 보존료. *대광서림.*
- 이영노. 1996. *한국식물도감.*
- 이병완, 신동화. 1991. 식품 부패미생물의 증식을 억제하는 천연항균성 물질의 검색. *한국식품과학회지.* **23**: 200~204