

몇종의 세균과 *Saccharomyces cerevisiae*에 대한 식품첨가물의 항균 특성

이종수, 오준세*, 김나미**, 금종화***, 이석건****

배재대학교 유전공학과 * 대전시 보건환경연구원

** 한국인삼연초연구원 *** 대전보건전문대학 식품영양과 **** 충남대학교 식품공학과

Antimicrobial Activity of Some Food Additives against Bacteria and *Saccharomyces cerevisiae*

Jong-Soo Lee, Jun-Sei Oh*, Na-Mi Kim**, Jong-Hwa Keum*** and Suk-Kun Lee****

Dept. of Genetic Engineering, Pai-Chai University, Taejeon 302-764, Korea.

* Institute of Health & Environment Research of Taejeon City, Taejeon 302-220, Korea.

** Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejeon 305-345, Korea.

*** Dept. of Food Nutrition, Taejeon Medical Junior College, Taejeon 306-030, Korea.

**** Dept. of Food Technology, Chungnam Natl. University, Taejeon 305-764, Korea.

현재 식품첨가물로 많이 사용되고 있는 유기산과 안정제 및 색소 등의 각종 세균과 *Sacch. cerevisiae*에 대한 항균 특성을 조사하였다. 산도 조절용으로 사용되고 있는 젖산, 사과산, 호박산 및 주석산은 *L. acidophilus*와 *Sacch. cerevisiae*에 대하여 항균성이 없었으나 *B. subtilis*등의 세균에 대하여는 항균성이 있었고 특히 사과산은 *P. aeruginosa*에 대하여 강한 항균력이 있었다(최소생육저지농도 : 0.05%). 안정제로서의 알긴산과 펙틴은 *B. subtilis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*에 대하여 비교적 강한 항균성을 나타내었으나 각종 검류는 항균성이 없었다. 또한 항산화제인 탄닌은 세균에 대하여 강한 항균성을 보였고 *L. acidophilus*에 대하여는 항균성이 없었다. 황색 색소(홍화엘로우)와 적색 색소(Red powder-N)는 항균성이 없었고 표백제인 NaHSO_3 의 세균에 대한 최소생육저지농도는 0.05%, *Sacch. cerevisiae*에 대하여는 0.5%로 항균성이 있었다.

In order to survey the safety of some food additives, antimicrobial activity of acidulants, stabilizers, antioxidants, natural coloring materials and bleaching agents against 5 strains of bacteria and *Sacch. cerevisiae* were investigated by dilution method and minimal inhibitory concentration(MIC) method. Malic acid as acidulants displayed the effective antimicrobial activity in vitro against *P. aeruginosa* and its MIC is 0.05%. Alginate and pectin as stabilizer also displayed strong antimicrobial activity against *B. subtilis*, *E. coli* and *P. aeruginosa*, and tannin(antioxidants) and NaHSO_3 displayed antimicrobial activity against all bacteria tested. However, gums(Arabia, Xanthan, Gua) and natural coloring materials(Hongwha yellow, Red powder-N) were not affected to growth of bacteria and *Sacch. cerevisiae*.

Key words : Antimicrobial Activity, Food Additives, Bacteria and *Sacch. cerevisiae*.

1. 서 론

근래 인스턴트 식품의 수요 급증과 제품의 품질 고급화 추세에 따라 각종 식품첨가물의 사용량이 급속히 증가하고 있다.¹⁾

식품첨가물은 크게 천연물과 화학적 수단으로 생산하는 화학 합성품으로 나눌 수 있으며 현재 사용되고 있는 것은 감미료, 산미료, 조미료, 착색제, 표백제, 유화제, 안정제, 팽창제, 향신료, 산도 및 알칼리도 조정제 및 보존료 등이고 1994년 이후 사용이 대부분 허용된 효소제, 피막제, 소포제, 영양제 및 검류, 식품가공용제 등이 있다.^{1,2)}

또한 최근에는 지방대체첨가물질^{3,4,5,6)}과 기능성 신소재물질^{7,8,9)} 등이 식품첨가물로 개발되고 있다. 그러나 많은 종류의 식품첨가물이 이미 이들의 잔류 독성과 발암성 등이 문제되어 사용 중지 혹은 품목과 사용량이 철저히 규제되고 있다.

식품첨가물의 미생물에 대한 항균성 연구는 매우 미흡하여 단지 산도조절물질의 항균 효과와 유기산의 pH효과(식품의 pH강하에 따른 산에 민감한 미생물의 사멸 혹은 생육 억제), 비해리 산의 효과 (해리 되지 않은 약산이 해리된 산보다 미생물의 생육을 억제하고 사멸시킬 수 있는 힘이 10-600배 강함)와 특정한 산의 효과 (젖산 : 젖산균의 증식 지연, 초산 : 효모의 증식 지연) 등이라고 알려져 있을 뿐이다.^{10,11,12,13,14,15)}

최근 정¹⁶⁾은 식품첨가물의 안전성을 조사하고자 구연산 등의 식품첨가물을 용도별로 2가지씩 택하여 이들이 각종 세균과 효모의 생육에 미치는 영향을 검토하여 보고하였고 본 실험에서는 이들 이외에 현재 식품첨가물로 많이 사용되고 있는 젖산 등의 유기산과 안정제(증량제) 및 색소 등의 세균과 *Sacch cerevisiae*에 대한 항균 특성을 조사하였다.

Red powder-N(명신화성사 제품)을 사용하였으며 표백제로는 NaHSO₃(Hayashi사 제품), 발색제로는 NaNO₃(Wako사 제품)을 사용하였다.

2. 시험균주와 배지

시험균주로 *Bacillus subtilis* ACTC 6633과 *Staphylococcus aureus* ATCC 65389, *Pseudomonas aeruginosa* IFO 13130등은 종균협회와 균주은행에서 분양 받아 사용하였고 *Escherichia coli* MC1061과 *Lactobacillus acidophilus*(최근 L. johnson[®]로 호주 이름이 바뀌었으나 본 논문에서는 그대로 사용함) 및 *Saccharomyces cerevisiae* 발연7호 등은 배재대학교 유전공학과 생물공학 연구실에서 보관 중인 것을 사용하였다.

또한 *B. subtilis*와 *E. coli* 및 *P. aeruginosa* 등의 배양에는 Nutrient broth (pH 7.2)를 사용하였고 *S. aureus*는 Luria-Bertani broth(pH 7.0)을 사용하였으며 *L. acidophilus*는 MRS broth(pH 6.5)를, *Sacch cerevisiae*는 YEPD broth(pH 6.0)를 사용하였다.

3. 항균력 측정

각종 식품첨가물의 시험균주에 대한 항균력은 희석법(Broth dilution method)과 최소생육저지농도법(Minimal inhibitory concentration method)을 혼용하여 다음과 같이 측정하였다.^{17,18,19,20,21,22)}

식품첨가물을 최종 농도가 각각 0.005%에서 1% 혹은 10%가 되게 배지에 첨가하여 가압살균(색소와 항산화제는 제외)한 후 시험균주를 접종하여 세균은 37℃로 *L. acidophilus*와 *Sacch cerevisiae*는 30℃에서 48시간 배양한 다음 분광분석기로 650nm 혹은 580nm에서 흡광도를 측정하여 생육 정도를 조사하였고 동시에 최소생육저지농도(Minimal Inhibitory Concentration : MIC)를 결정하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 재 료

산도조절용 식품첨가물로는 젖산, 사과산, 호박산, 주석산(Kanto사 제품)을 사용하였고 안정제(증량제)로는 펙틴, 알긴산, 아라비아검, Xanthan 검, Gua검(Sigma사 제품)을 사용하였다. 또한 항산화제로는 탄닌(Sigma사 제품)과 아스콜빈산(친화약품(주) 제품)을, 천연색소로는 홍화yellow,

III. 결과 및 고찰

1. 산도조절용 식품첨가물의 항균 특성

각종 음료의 pH저하제로 많이 사용되고 있는 젖산, 사과산, 호박산 및 주석산등이 세균과 *Sacch cerevisiae*의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 Table 1과 같이 *L. acidophilus*와 *Sacch cerevisiae*에 대하여는 항균성이 없거나 매우 미약하여 이들을 1% 첨가하였을 때도 생육하였

으나 세균에 대하여는 항균성이 있었고 특히 젖산은 *S. aureus*에 대하여, 사과산은 *P. aeruginosa*에 대하여 매우강한 항균력을 보였다. 이는 유기산의 항균 효과 중 pH 강하와 비핵리 약산의 미생물 생육 억제 및 사멸 효과¹³⁾로 생각되고 효모와 젖산균이 이들에 대하여 내성이 강한 것은 이들이 산을 생성하고 따라서 내산성이

크기 때문인 것으로 추정된다.

위와 같은 산도조절용 첨가물들의 미생물에 대한 최소생육저지농도 값은 이들을 식품첨가물로 사용할 때 고려되는 흡습성, 용해도 등의 물리적 성질과 관능 검사 외에 또 하나의 귀중한 참고 자료로 활용될 것으로 생각된다.

Table 1. Effect of acidulants on growth of bacteria and *Sacch. cerevisiae*.

| Additives | Conc. (%) | <i>B. subtilis</i> | | <i>E. coli</i> | | <i>S. aureus</i> | | <i>P. aeruginosa</i> | | <i>L. acidophilus</i> | | <i>Sacch. cerevisiae</i> | |
|---------------|-----------|---------------------|-----|----------------|-----|------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|-----|--------------------------|-----|
| | | Growth [*] | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH |
| Lactic acid | 0.05 | + | 5.0 | + | 5.0 | + | 5.0 | + | 4.8 | ++ | 4.7 | ++ | 4.5 |
| | 0.10 | + | 4.8 | + | 4.8 | + | 4.9 | + | 4.6 | ++ | 4.7 | ++ | 4.3 |
| | 0.50 | ± | 4.5 | ± | 4.5 | - | 4.5 | ± | 4.5 | + | 4.5 | + | 4.1 |
| | 1.0 | - | 4.3 | - | 4.0 | - | 4.2 | - | 4.2 | + | 4.5 | + | 3.8 |
| | 5.0 | - | 3.6 | - | 2.8 | - | 2.8 | - | 3.0 | - | 3.5 | - | 3.2 |
| Malic acid | 0.005 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 4.2 | ++ | 4.8 |
| | 0.01 | + | 5.8 | + | 5.8 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 4.2 | ++ | 4.8 |
| | 0.05 | + | 5.5 | ± | 5.5 | + | 5.8 | - | 5.0 | + | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.10 | ± | 4.8 | - | 5.0 | + | 5.3 | - | 4.5 | + | 4.0 | ++ | 4.3 |
| | 0.30 | - | 4.0 | - | 3.5 | - | 4.0 | - | 4.0 | + | 4.0 | ++ | 4.0 |
| | 1.0 | | | | | | | | | + | 4.0 | + | 3.4 |
| 3.0 | | | | | | | | | - | 3.5 | + | 3.0 | |
| Succinic acid | 0.005 | + | 6.2 | + | 6.0 | + | 5.7 | + | 6.0 | ++ | 4.0 | ++ | 4.2 |
| | 0.01 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.7 | + | 6.0 | ++ | 4.0 | ++ | 4.0 |
| | 0.05 | + | 5.8 | + | 5.5 | + | 5.6 | + | 5.8 | ++ | 4.0 | ++ | 4.0 |
| | 0.10 | + | 5.0 | + | 5.0 | + | 5.0 | - | 5.1 | ++ | 4.0 | ++ | 4.0 |
| | 0.30 | - | 4.2 | ± | 4.1 | - | 4.0 | - | 4.0 | ++ | 4.2 | ++ | 4.0 |
| | 1.0 | | | | | | | | | - | 4.5 | + | 4.0 |
| 3.0 | | | | | | | | | - | 3.5 | + | 3.5 | |
| Tartaric acid | 0.005 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | ++ | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.01 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | ++ | 3.8 | ++ | 4.3 |
| | 0.05 | + | 5.8 | ± | 5.5 | + | 5.8 | + | 5.9 | ++ | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.10 | ± | 5.0 | - | 5.0 | - | 4.5 | ± | 5.0 | ++ | 4.0 | ++ | 4.0 |
| | 0.30 | - | 3.8 | - | 3.8 | - | 3.5 | - | 4.0 | ++ | 4.0 | ++ | 4.0 |
| | 1.0 | | | | | | | | | + | 4.0 | + | 3.5 |
| | 3.0 | | | | | | | | | - | 3.5 | - | 2.5 |

* ++ : Good growth, + : growth, ± : poor growth, - : no growth.

2. 식품 안정제(증량제)의 항균 특성

식품의 안정제로는 주로 전분 혹은 그 유사 물질과 알긴산, 검류등이 많이 사용되고 있다. 이들 가운데 펙틴과 알긴산 및 각종 검류가 세균과 *Sacch cerevisiae*의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 *L. acidophilus*와 *Sacch cerevisiae*는 이들을 5%이상 첨가하여도 잘 생육하였고 검류도

대부분 시험균주에 대하여 항균성이 없었다 (Table 2). 그러나 알긴산은 *B. subtilis* 와 *P. aeruginosa* 에 대하여 매우 강한 항균성을 보여 0.1% 이상 첨가시 거의 생육하지 못하였고 아라비아 검도 *P. aeruginosa*에 대하여 어느 정도 항균성이 있었다(MIC : 1.0%). 펙틴은 *E. coli*에 대하여 항균력이 비교적 강하였다.

Table 2. Effect of stabilizers on growth of bacteria and *Sacch. cerevisiae*.

| Additives | Conc. (%) | <i>B. subtilis</i> | | <i>E. coli</i> | | <i>S. aureus</i> | | <i>P. aeruginosa</i> | | <i>L. acidophilus</i> | | <i>Sacch cerevisiae</i> | |
|-------------|-----------|--------------------|-----|----------------|-----|------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|-----|-------------------------|-----|
| | | Growth* | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH |
| Pectin | 0.05 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.0 | ++ | 5.5 |
| | 0.10 | + | 6.0 | + | 5.5 | + | 5.5 | + | 6.0 | + | 4.5 | ++ | 4.8 |
| | 0.50 | ± | 6.0 | ± | 5.0 | + | 5.5 | + | 6.0 | + | 4.5 | ++ | 4.5 |
| | 1.0 | ± | 6.0 | - | 4.5 | + | 4.5 | ± | 5.0 | + | 4.5 | ++ | 4.0 |
| | 5.0 | - | 6.0 | - | 4.0 | ± | 4.0 | - | 4.0 | + | 4.5 | ++ | 4.0 |
| | 10.0 | - | 6.0 | - | 4.0 | - | 3.5 | - | 3.5 | + | 4.5 | ++ | 4.0 |
| Na-alginate | 0.10 | + | 6.4 | ++ | 6.0 | + | 6.0 | ± | 6.3 | + | 6.0 | + | 6.0 |
| | 0.50 | ± | 6.4 | + | 6.0 | + | 6.0 | - | 6.3 | + | 6.0 | + | 6.0 |
| | 1.0 | ± | 6.4 | - | 6.0 | + | 6.0 | - | 6.3 | + | 5.0 | + | 6.0 |
| | 5.0 | - | 6.0 | - | 5.5 | ± | 5.5 | - | 5.5 | + | 5.0 | + | 6.0 |
| | 10.0 | - | 5.5 | - | 5.0 | ± | 5.0 | - | 5.0 | + | 4.5 | + | 5.0 |
| Arabia gum | 0.10 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 |
| | 0.50 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.5 | + | 6.0 |
| | 1.0 | + | 5.8 | + | 5.8 | + | 6.0 | - | 6.0 | + | 5.5 | + | 6.0 |
| | 5.0 | + | 5.5 | ± | 5.8 | + | 6.0 | - | 5.8 | + | 4.5 | + | 6.0 |
| | 10.0 | + | 5.5 | - | 5.8 | + | 6.0 | - | 5.8 | + | 4.5 | + | 5.0 |
| Xanthan gum | 0.05 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | ++ | 5.0 | ++ | 5.0 |
| | 0.10 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | ++ | 4.5 | ++ | 5.0 |
| | 0.50 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | ± | 6.0 | ++ | 4.5 | ++ | 4.5 |
| | 1.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | ± | 6.0 | ++ | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 5.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | ± | 6.0 | ++ | 4.0 | ++ | 4.5 |
| Gua gum | 0.05 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | ++ | 4.5 | ++ | 5.0 |
| | 0.10 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | ++ | 4.5 | ++ | 5.0 |
| | 0.50 | + | 6.0 | ± | 6.0 | + | 6.0 | ± | 6.0 | ++ | 4.5 | ++ | 5.0 |
| | 1.0 | + | 6.0 | ± | 5.8 | + | 6.0 | ± | 6.0 | ++ | 4.0 | ++ | 5.0 |
| | 5.0 | + | 6.0 | ± | 5.8 | + | 6.0 | ± | 6.0 | ++ | 4.0 | ++ | 5.0 |

* ++, +, ±, and - ; same as Table 1.

Table 3. Effect of antioxidants on growth of bacteria and *Sacch. cerevisiae*.

| Additives | Conc. (%) | <i>B. subtilis</i> | | <i>E. coli</i> | | <i>S. aureus</i> | | <i>P. aeruginosa</i> | | <i>L. acidophilus</i> | | <i>Sacch. cerevisiae</i> | |
|-----------------|-----------|--------------------|-----|----------------|-----|------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|-----|--------------------------|-----|
| | | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH |
| Tannin | 0.005 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.01 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.05 | ± | 6.0 | + | 6.0 | - | 6.0 | ± | 6.0 | + | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.10 | - | 5.5 | ± | 5.5 | - | 6.0 | - | 5.0 | + | 4.0 | ++ | 4.0 |
| | 0.50 | - | 5.0 | ± | 5.0 | - | 5.0 | - | 4.5 | - | 4.5 | ++ | 4.0 |
| Ascorbic acid** | 0.005 | + | 6.0 | ± | 6.0 | + | 6.0 | ± | 6.5 | + | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.01 | + | 6.0 | ± | 6.0 | + | 6.0 | ± | 6.5 | + | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.05 | ± | 6.0 | - | 5.5 | + | 5.5 | - | 6.0 | + | 4.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.10 | - | 6.0 | - | 5.0 | + | 5.0 | - | 5.5 | + | 4.0 | ++ | 4.0 |
| | 0.50 | - | 6.0 | - | 4.0 | ± | 4.0 | - | 4.0 | + | 4.0 | ++ | 4.0 |

* ++, +, ±, - ; same as Table 1.

** Data from reference (16).

위의 안정제들은 비교적 점성이 강하여 알긴산의 경우 10%, Xanthan 겜은 5.0%첨가시 반고체상태가 되었으며 따라서 이들은 식품의 안정 및 증량 효과 외에도 식품의 물리적 성질과 씹힘성 (mouth feeling) 등에²⁾ 영향을 주므로 적정 사용농도 결정이 매우 중요하다고 생각한다.

3. 항산화제의 항균 특성

식품첨가물로서의 항산화제 중 탄닌과 ascorbic acid가 세균과 *Sacch. cerevisiae*의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3 과 같다.

탄닌은 *B. subtilis*, *S. aureus* 및 *P. aeruginosa*에 대한 항균성이 강하였으며 *L. acidophilus*에 대해서도 0.5%의 MIC값을 보였다. 그러나 탄닌은 맛과 탁도에 큰 영향을 주므로 이의 사용은 매우 신중을 기하여야 할 것으로 생각된다.

한편 정(16)은 ascorbic acid가 *E. coli*와 *P. aeruginosa*에 대하여 항균성이 강하였고 *B. subtilis*에 대하여도 비교적 높은 항균력을 나타냈다고 보고한바 있다.

4. 천연 색소의 항균 특성

식품첨가물로서의 천연 색소 중 실험에 사용한 홍화엘로우(황색 색소)는 후라보노이드계 색소로

서 음료수, 과자류 및 젤리 등에 0.02~0.2%까지 사용되고 있고 Red powder-N(적색색소)은 안트라퀴논계의 카르민산이 주성분으로 병과류, 음료, 과자류, 햄류 등에 역시 0.02~0.2%까지 사용되고 있다. 이들이 시험균주의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 황색 색소는 모든 시험균주의 생육에 아무런 영향을 주지 않았고 적색색소도 *E. coli*와 *P. aeruginosa*에 대하여 약간의 항균성이 있을뿐 여타의 균주에 대하여는 항균성이 없었다(Table 4).

5. 표백제(NaHSO₃)와 발색제(NaNO₃)의 항균 특성

표백제와 발색제는 종래에 식품의 고유색택을 유지하거나 특유의 색택을 표현시키는 식품첨가물로 일부 사용되어 왔으나 인체 유해성이 입증되면서 현재는 사용 중지되었거나 일부 제한된 양이 사용되고 있다. 이들 중 NaHSO₃와 NaNO₃가 세균과 *Sacch. cerevisiae*의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5와 같다.

NaHSO₃의 세균에 대한 최소생육저지농도는 0.05~0.10%, *Sacch. cerevisiae*는 0.5% 이었고 *L. acidophilus*는 0.005% 첨가시 생육하지 못하였다. 또한 NaNO₃의 경우도 *L. acidophilus*외에는 항균성이 없었다.

Table 4. Effect of natural coloring materials on growth of bacteria and *Sacch. cerevisiae*.

| Additives | Conc. (%) | <i>B. subtilis</i> | | <i>E. coli</i> | | <i>S. aureus</i> | | <i>P. aeruginosa</i> | | <i>L. acidophilus</i> | | <i>Sacch. cerevisiae</i> | |
|--|-----------|--------------------|-----|----------------|-----|------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|-----|--------------------------|-----|
| | | Growth* | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH |
| Yellow color material (Hongwha yellow) | 0.001 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.0 | ++ | 5.0 |
| | 0.005 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.01 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.0 | ++ | 4.5 |
| | 0.05 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 4.5 | ++ | 4.5 |
| | 0.10 | + | 5.5 | + | 5.5 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 4.5 | ++ | 4.5 |
| | 0.50 | + | 5.0 | + | 5.0 | + | 5.5 | + | 6.0 | + | 4.5 | ++ | 4.5 |
| Red color material (Redpowder-N) | 0.001 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.0 | ++ | 5.0 |
| | 0.005 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.0 | ++ | 5.0 |
| | 0.01 | + | 6.0 | + | 5.5 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.0 | ++ | 5.0 |
| | 0.05 | + | 6.0 | + | 5.5 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 4.5 | ++ | 5.0 |
| | 0.10 | + | 6.0 | ± | 5.5 | + | 5.5 | ± | 5.5 | + | 4.0 | ++ | 5.0 |
| | 0.50 | ± | 5.5 | - | 5.0 | + | 5.0 | - | 5.5 | + | 4.0 | ++ | 4.5 |

* +, ±, - ; same as Table 1.

Table 5. Effect of sodium hydrogen sulfite and sodium nitrate on growth of bacteria and *Sacch. cerevisiae*.

| Additives | Conc. (%) | <i>B. subtilis</i> | | <i>E. coli</i> | | <i>S. aureus</i> | | <i>P. aeruginosa</i> | | <i>L. acidophilus</i> | | <i>Sacch. cerevisiae</i> | |
|--------------------|-----------|--------------------|-----|----------------|-----|------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|-----|--------------------------|-----|
| | | Growth* | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH | Growth | pH |
| NaHSO ₃ | 0.005 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.2 | - | 6.0 | ++ | 4.7 |
| | 0.01 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 6.0 | - | 6.0 | ++ | 4.6 |
| | 0.05 | + | 6.0 | ± | 6.0 | + | 5.8 | - | 6.0 | - | 6.2 | ++ | 4.6 |
| | 0.10 | - | 5.9 | - | 5.4 | - | 5.8 | - | 6.0 | - | 6.2 | + | 4.5 |
| | 0.50 | - | 5.4 | - | 5.4 | - | 5.7 | - | 5.5 | - | 6.0 | - | 4.5 |
| NaNO ₃ | 0.005 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.5 | + | 6.0 | - | 6.0 | ++ | 4.7 |
| | 0.01 | + | 6.0 | + | 6.0 | + | 5.5 | + | 6.0 | - | 5.8 | ++ | 4.7 |
| | 0.05 | + | 6.0 | + | 5.9 | + | 5.4 | + | 6.0 | - | 6.0 | ++ | 4.7 |
| | 0.10 | + | 6.0 | + | 5.8 | + | 5.4 | + | 6.0 | - | 6.0 | ++ | 4.6 |
| | 0.50 | + | 5.9 | + | 5.8 | + | 5.4 | + | 6.0 | - | 6.0 | ++ | 4.3 |

* +, ±, - ; same as Table 1.

사 사

참 고 문 헌

본 실험을 보조해준 배재대학교 유전공학과 류 희곤군에게 사의를 표함.

1. 신애자. 한국 식품첨가물의 현황. 식품과학과 산업. 28(1) : 2-7 (1995).

2. De-Man, J. M. Principles of Food Chemistry. The AVI Publishing Co., USA. pp385-417, (1976).
3. 신효선. 지방대체물질의 최근 동향. 식품과학과 산업. 28(1) : 8-15 (1995).
4. Lucca, P. A. and Tepper, B. J. Fat replacers and the functionality of fat in food. Trend in Food Sci. & Technol. 5 : 12-18 (1994).
5. Glicksman, M. Hydrocolloids and search for the "oil Grail". Food Technol. 45 : 96-99 (1991).
6. Pszczola, D. E. Carbohydrate-based ingredient performs like fat for use in a variety of food applications. Food Technol. 45 : 262-275 (1991).
7. Kawamura, Y. 단백질중의 생리기능성 Peptide와 식품 소재중의 항 종양성 단백질. Food Chemical. 1 : 93-97 (1992).
8. Shinohara, K. 야채·과일 중의 신규 기능성 성분. Food Chemical. 1 : 88-92 (1992).
9. 박관화. 탄수화물 신소재의 개발. 식품과학과 산업. 25(2) : 73-82 (1992).
10. Chichester, D. F. and Tanner, F. W. Antimicrobial food additives. In handbook of food additives. T. E. Furia (Editor). Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio. p215-259 (1968).
11. Funatsu, M. and Tsuru, D. Bacteriolytic Enzyme. Kodansya. Tokyo. pp. 1-6, 34-55 227-260 (1977).
12. 이종수, 안용근, 김나미, 오홍록. 오폐계 난백 Lysozyme 이 몇 가지 동물성식품의 보존에 미치는 영향. 배재대학 자연과학 논문집. 7(1) : 53-58 (1995).
13. Valkengoed, IR, B. H. Use of natural lactic acid for decontamination of fresh meat, poultry and seafood. 식품원료 및 첨가물의 안정성에 관한 국제 심포지움. 한국식품위생학회. p43-56 (1991).
14. Federal Register. Acetic acid, citric acid, lactic acid, phosphoric acid and tartaric acid as acidifiers in meat poultry products. Vol. 49(28) : p35746 (1984).
15. Smulders, F. J. M., Review : Lactic acid considerations in flavor of it's acceptance as a meat decontaminant. J. Food Technol. 21 : 1-4 (1986).
16. 정구명. 각종 식품첨가물이 세균과 효모의 생육에 미치는 영향. 한국방송통신대학 보건위생학과 학사학위논문 (1995).
17. Buckley, D. and Thomas. J., Antimicrobial activity of sodium n-alkylsalicylates. Appl Microbiol. 21 : 565-572 (1971).
18. Traub, W. H. Appl. Microbiol. 29 ; 89-94 (1970).
19. 이종수, 광인영. 티미딜산 생성활성이 높은 MTX 내성균주의 검색. 대한약학회지. 36(3) : 345-349 (1992).
20. 일본 생물공학회. 생물공학실험서. 배풍관. 일본. p34-35 (1993).
21. 유주현. 2,2'-Methylene · bis (3,4,6,-trichloro-acetoxy benzene)의 hydroxyamine 유도체의 합성과 항균성. 한국식품과학회지. 4(2) : 72-76 (1972).
22. Linton, A. H. Antibiotics : Assessment of antimicrobial activity and resistance. Academic Press. p19-21 (1983).