

도토리 화분의 발아 조건에 따른 식품유해균 억제효과

최준혁 · 임가영 · 장세영 · 정용진[†]
계명대학교 식품가공학과

Inhibition Effect of the Harmful Food-Born Microorganisms on Germination Condition of Acorn Pollen

Jun-Hyug Choi, Ga-Young Yim, Se-Young Jang and Yong-Jin Jeong[†]
Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

This study investigated the antimicrobial effects of germinated acorn pollen solution on harmful food-borne microorganisms. The antimicrobial activity when 8% (w/v) acorn pollen in 10% (w/v) sugar solution was extracted at 30°C for 4 days. The minimal inhibitory concentration of this germinated acorn pollen solution was 40 µL/mL for Gram-positive bacteria and 30 µL/mL for Gram-negative bacteria. Acetic and lactic acids were present at high levels in germinated acorn pollen solution. As pollen germination releases heat, the antimicrobial activities are heat-stable. The activities are tolerant of low pH. In summary, acorn pollen germination solution showed active antibiosis and should be developed as a natural preservative material.

Key words : pollen, pollen germination, antibiosis, food-born microorganisms

서 론

1)

화분은 벌 등의 곤충들에 의해 매개 수집되어 벌의 타액, 꿀 등과 혼합된 덩어리 형태로 꿀벌의 먹이로 이용 저장된다(1). 화분의 세포벽은 외피(extine)와 내피(intine)로 구성되어 있으며 외피는 카로티노이드(carotenoid) 중합체인 sporopollenin이라는 튼튼하고 두꺼운 층으로 되어있어 강산이나 위산에 저항성이 강하여 사람의 소화효소에 의해 쉽게 분해되지 않는다(2). 화분에는 탄수화물, 지방, 비타민, 무기질 등 영양성분이 풍부하여(3,4) 오래전부터 많은 나라에서 식품이나 의약품으로 사용되어 왔으며 이러한 화분의 영양성분을 이용하려면 우선 화분의 외피를 파괴하여 화분 성분을 추출하는 것이 중요하다(4). 화분 외피의 파괴에 대한 연구로는 Kim과 Son(5)이 planetary mill을 사용하여 껍질을 파괴 할 수 있다고 하였으며 Han 등(2)은 planetary mill공정을 이용하여 파괴한 화분 세포질의 추출에 대해

보고하였다. 또한 Lee 등(4)과 Kim 등(3)은 단백질 분해효소 및 물과 용매를 이용하여 화분 성분을 추출하고자 하는 연구가 보고된 바 있다. 한편 Peng 등(6)은 벌 창자에서 화분의 세포질이 외피의 발아구를 통해 유출되는 것을 관찰 하였으며, Kim 등(7)은 벌 유충 창자 효소를 이용하면 화분 세포벽의 발아공을 분해시켜 내부 유용 성분을 추출할 수 있다고 보고한 바 있어 화분을 발아시키면 화분의 유용성분 중 항균성 물질을 추출할 수 있을 것으로 기대된다.

병원성 및 부패성 미생물은 식품의 가공방법, 보존기간 및 유통과정 등에 영향을 주는 중요한 요소이며 식품의 품질저하 및 건강을 위협하는 원인이 된다(8,9). 현재 우리나라 식품위생법에서는 식품의 안전성과 저장성을 높이기 위한 방법 중 하나로 sorbic acid, benzoic acid, dehydroacetic acid 등의 합성보존료 사용이 허가되어 있으나 합성보존료는 체내 축적성, 만성독성, 돌연변이 유발 등 인체에 부정적 영향을 주어 사용을 제한하려는 추세로 천연 항균성 물질을 이용하여 미생물의 오염을 억제하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다(10-13). 전통적으로 사용해 온 천연항균제로는 식초(11), 고추냉이(14), 마늘 및 생강(15) 등이 있으며,

[†]Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr,
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

현재까지 생약재 및 약용식물, 향신료, 허브를 이용하여 항균성 물질을 검색하는 연구가 활발히 진행되었으나(16) 화분의 천연항균 효과에 관한 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 화분의 천연항균제 이용 가능성을 조사하기 위해 화분 발아조건에 따른 식품유해균에 대한 항균성을 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 화분은 2005년산 도토리 화분(acorn pollen)으로 대구시 정선양봉원에서 제공 받아 -70℃에 냉동보관하면서 시료로 사용하였다.

공시균주 및 사용배지

본 실험에 사용된 균주는 식품의 부패 및 병원성 미생물로 알려진 그람양성세균 *Bacillus cereus*(ATCC 27348), *Bacillus subtilis*(KCTC 1021), *Staphylococcus aureus*(ATCC 2592), *Micrococcus luteus*(ATCC 9341) 4종과 그람음성세균인 *Shigella sonnei*(ATCC 25931), *Salmonella typhimurium*(ATCC 14028), *Escherichia coli*(ATCC 25922), *Streptococcus mutans*(KCTC 3065) 4종을 각각 분양받아 사용하였다. 모든 균주는 beef extract 3.0%, peptone 5.0%로 구성된 nutrient broth(Difco, USA)와 nutrient agar(Difco, USA)를 사용하여 30℃에서 24시간 배양 후 사용하였다.

화분의 발아조건

화분 발아에 미치는 설탕용액 농도에 따른 영향을 조사하기 위해 0~50%(w/v)의 설탕용액을 제조한 후 화분 10%(w/v)를 각각의 설탕용액에 첨가하여 30℃에서 2일간 발아시켰다. 발아온도와 시간에 따른 영향은 각각 20~40℃, 2~6일간 발아조건을 조사하였다.

항균력 검사

화분 발아액의 식품유해균에 대한 항균력은 paper disc (Ø8 mm, Toyo Roshi Kaisha, Japan)를 이용한 agar diffusion 법으로 측정하였다(17,18). 각각의 균주를 계대배양한 후 nutrient broth에 1%(v/v) 접종하여 30℃에서 24시간 배양한 후 사용하였다. 항균력 시험용 평판배지는 nutrient agar로서 기층용 배지를 멸균된 petri dish에 약 15 mL씩 분주하여 응고시켰다. 각각의 균주배양액 100 µL를 접종한 후 기층용 배지 위에 멸균한 중층용 배지 10 mL을 고르게 부어 응고시켰다. 멸균된 paper disc를 평판배지 표면에 밀착시킨 후 화분 발아액 40 µL를 첨가하여 30℃에서 18시간 배양하여 paper disc 주변에 생성된 생육저해환(clear zone)의 직경(mm)을 측정하여 3회 반복한 평균값을 항균력으로 나타내

었다.

최소저해농도 (Minimum Inhibitory Concentration, MIC)

화분발아액의 최소저해농도는 액체배지 희석법(11)을 이용하여 측정하였다. 공시균주 8종을 배지 50 mL에 0.5%(v/v)씩 각각 접종한 후 화분발아액을 mL당 0, 10, 20, 30, 40 µL를 각각 첨가하여 30℃, 100 rpm으로 0, 4, 8, 12, 24, 36 및 48시간 배양한 후 UV-visible spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하여 균 증식이 나타나지 않는 최소농도를 조사하였다.

화분발아액의 열 및 pH 안정성

열 안정성은 Kim 등(8)의 방법을 준하여 화분발아액을 40, 60, 80 및 100℃에서 각각 30분 동안 열처리 한 후 2시간 방냉 한 것을 시료로 사용하였으며, pH 안정성은 화분발아액의 pH를 1 N HCl과 1 N NaOH로 pH 3, 5, 7, 9 및 11까지 각각 조절하여 상온에서 1시간 방치한 후 pH 7로 다시 보정하여(17) 그람양성 세균 4종, 그람음성 세균 4종을 대상으로 항균성을 조사하였다.

pH 측정

pH는 pH meter(691, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

발아화분 형태 관찰

화분발아형태는 10%(w/v) 설탕용액에 화분 10%(w/v)를 첨가하여 30℃에서 2일간 발아시킨 화분발아액을 40℃에서 건조한 후 주사식전자현미경(SEM Hitachi S-4100, Japan)으로 관찰하였다.

유기산 분석

유기산함량은 화분발아액을 0.45 µm membrane filter (Advantec MFS, Inc.)로 여과한 후 High performance liquid chromatography (HPLC, Waters 2487, Waters Co, USA)를 이용하여 분석하였다. 유기산 분석 column은 Atlantis™ dC₁₈(3.9×150 mm, Waters Co, USA), mobile phase는 20 mM NaH₂PO₄(pH 2.7)를 사용하였고 flow rate는 1.0 mL/min, injection volume는 20 µL, detector는 UV detector(210 nm)를 사용하였다(19).

결과 및 고찰

설탕용액 농도에 따른 항균성

화분발아에 사용한 설탕용액 농도에 따른 항균성을 조사한 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 설탕용액 농도가 10%(w/v)까지 높아질수록 항균성은 증가하는 경향으로 설

Table 1. Inhibition effects of pollen germination solution under different sucrose concentration

Microorganisms	Clear zone on plate (mm)				
	Sucrose concentration (% w/v)				
	0	5	10	30	50
Gram positive bacteria					
<i>B. subtilis</i>	11.5±0.5 ¹⁾	12.5±2.1	19.3±2.5	14.0±0.0	16.5±0.7
<i>St. aureus</i>	11.0±0.0	11.0±0.0	17.8±1.8	12.0±0.0	13.0±0.0
Gram negative bacteria					
<i>S. sonnei</i>	8.0±0.0	8.0±0.0	16.8±0.4	15.5±0.7	16.3±0.4
<i>E. coli</i>	8.0±0.0	8.0±0.0	15.5±0.7	13.5±0.0	14.0±0.0

¹⁾Values are mean±S.D. (n=3).

탕용액 10%(w/v)에서 *B. subtilis*와 *S. aureus*에서 각각 19.3 mm, 17.8 mm로 가장 높게 나타났으며 10%(w/v) 이상에서는 조금 낮게 나타나는 경향이였다. *S. sonnei*와 *E. coli*에서도 비슷한 경향으로 설탕용액 농도 10%(w/v)에서 각각 16.8 mm, 15.5 mm로 항균성이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 Lim 등(20)이 10~20%(w/v) 설탕농도에서 수박 화분 발아율이 가장 높다고 보고한 것과 Ahn 등(21)이 원추리속 화분의 경우 설탕용액 농도 15%(w/v)에서 발아가 가장 높다고 보고한 것과는 비슷한 경향을 나타내었으나 Youn 등(22)이 양앵두 화분이 설탕용액 농도 20%(w/v)에서 가장 잘 발아한다고 보고한 것과는 다른 경향으로 화분의 종류에 따라서 설탕농도는 차이가 있는 것으로 나타났다. 도토리 화분의 경우 설탕용액 농도가 10%(w/v)일 경우에 화분 발아가 잘 되어 항균성 물질이 많이 추출된 것으로 생각된다. 발아시킨 화분을 주사식전자현미경으로 관찰한 결과 Fig. 1에서와 같이 발아시키지 않은 화분의 경우(A) 화분외벽이

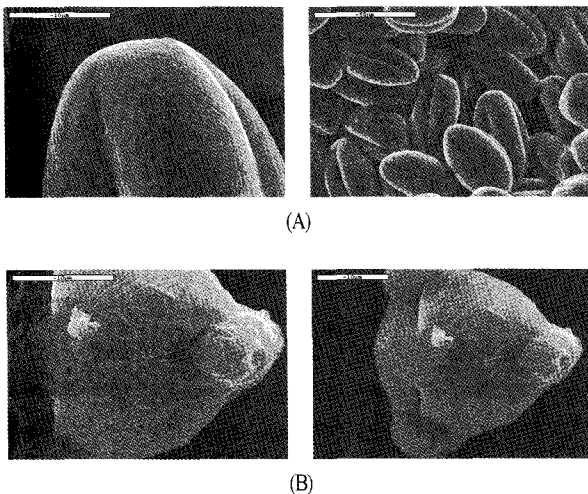


Fig. 1. Scanning electron micrographs of pollen.
(A) : Control, (B) : Pollen germination.

견고하며 깨어진 것이 없으나 발아시킨 화분의 경우(B) 3개의 화분발아관이 외벽을 깨고 나온 것을 관찰 할 수 있었다. 따라서 화분을 발아시키면 화분의 외벽이 깨어지면서 화분내부의 항균성 물질이 유출되어 항균성을 나타내는 것으로 생각된다.

발아온도에 따른 항균성

화분의 발아온도에 따른 항균성을 조사한 결과 Table 2에서와 같이 20℃에서 발아한 경우 생육저해환이 나타나지 않았으나 30℃에서는 그람양성 세균인 *B. subtilis*와 *St. aureus*에서 각각 18.0 mm와 17.3 mm로 나타났고, 그람음성 세균인 *S. sonnei*와 *E. coli*는 각각 18.8 mm와 14.8 mm로 30℃로 발아했을 때 항균성이 가장 높게 나타났으며 40℃에서는 감소하는 경향으로 나타났다. 발아온도는 화분 발아에 영향을 미치는 물리적 요인들 가운데 가장 중요한 요소 중의 하나로 화분 발아관 생장에 관여한다고(23) 알려져 있다. Lim 등(20)은 25℃~35℃일 때 수박 화분의 발아율이 50% 이상으로 가장 높았다고 보고한 바 있으며, Lee 등(24)은 배 화분의 경우 20℃ 이상에서는 발아율에 큰 차이가 없으나 15℃ 이하에서는 발아율이 감소한다고 보고 한 바 있어 도토리 화분의 경우 30℃에 화분 발아가 많이 되어 항균성이 높게 나타난 것으로 생각된다.

Table 2. Inhibition effects of pollen germination solution with different germination temperature

Microorganisms	Clear zone on plate (mm)		
	Germination temp.(℃)		
	20	30	40
Gram positive bacteria			
<i>B. subtilis</i>	8.0±0.0 ¹⁾	18.0±0.0	11.5±2.1
<i>St. aureus</i>	8.0±0.0	17.3±0.4	11.8±0.4
Gram negative bacteria			
<i>S. sonnei</i>	8.0±0.0	18.8±1.8	13.0±2.8
<i>E. coli</i>	8.0±0.0	14.8±1.8	9.5±2.1

¹⁾Values are mean±S.D. (n=3).

발아시간에 따른 항균성

발아시간에 따른 항균성을 조사한 결과를 Table 3에 나타내었다. 화분발아액의 항균성은 발아시간 4일까지 증가하다가 이후 큰 변화가 없는 것으로 나타나 4일간 발아하였을 경우 항균성을 나타내는 물질이 대부분 용출된 것으로 추정되었다. Lim 등(20)은 수박화분의 경우 발아화분 중 80%가 6시간 내에 발아한다고 보고한 바 있어 화분이 발아된 후 항균성 물질이 유출되기 위해서는 일정시간 이상이 소요되는 것으로 추측된다.

Table 3. Inhibition effects of pollen with different germination time

Microorganisms	Clear zone on plate (mm)		
	Germination (days)		
	2	4	6
Gram positive bacteria			
<i>B. subtilis</i>	16.3±0.6 ¹⁾	18.3±1.2	18.2±0.6
<i>St. aureus</i>	16.0±0.0	18.2±0.3	18.3±0.6
Gram negative bacteria			
<i>S. sonnei</i>	17.7±0.8	18.8±0.8	18.3±0.6
<i>E. coli</i>	12.8±0.3	13.7±0.6	13.3±0.6

¹⁾Values are mean±S.D. (n=3).**화분의 첨가농도에 따른 항균성**

화분의 첨가 농도에 따른 영향을 조사한 결과 Table 4와 같이 4종 균주 모두에서 화분농도 8%(w/v)까지는 항균성이 조금씩 증가하였으며 8%(w/v)이상에서는 항균성은 크게 증가하지 않아 화분 첨가농도를 8%(w/v)로 설정하였다.

Table 4. Inhibition effects of pollen with different pollen concentration

Microorganisms	Clear zone on plate (mm)				
	Pollen concentration (% w/v)				
	2	4	6	8	10
Gram positive bacteria					
<i>B. subtilis</i>	17.2±0.6 ¹⁾	16.8±0.8	17.2±0.6	17.8±0.3	18.0±0.0
<i>St. aureus</i>	15.8±0.3	17.3±0.3	19.5±0.0	21.7±0.6	21.0±0.5
Gram negative bacteria					
<i>S. sonnei</i>	14.2±0.3	16.3±0.3	16.5±0.0	16.8±0.3	16.8±0.3
<i>E. coli</i>	14.2±0.3	14.3±0.3	14.5±0.0	14.8±0.3	15.0±0.0

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).**최소저해농도 (Minimum Inhibitory Concentration, MIC)**

화분발아액의 그람양성 세균 4종과 그람음성 세균 4종에 대한 최소저해농도를 조사한 결과 Fig. 2에서 보는 바와 같이 화분발아액 20 µL/mL 농도에서 그람양성세균인 *B. cereus*와 *B. subtilis*는 36시간까지, *S. aureus*와 *M. luteus*는 12시간까지 균증식이 억제되다가 이후 서서히 증가하는 경향을 보였으며 40 µL/mL 농도에서는 균 증식이 완전히 억제되어 생육이 되지 않았다. 그람음성세균인 *S. sonnei*와 *S. typhimurium*은 20 µL/mL 농도에서 24시간까지, *E. coli*와 *S. mutans*는 36시간까지 균 증식이 억제되다가 이후 조금 증식하는 경향을 나타내었으며 30 µL/mL에서 균 증식이 완전히 억제되는 것으로 나타났다.

화분발아액의 유기산 함량

화분발아액의 유기산 함량을 측정한 결과 Table 5와 같이 유기산은 oxalic, lactic, acetic, citric 및 succinic acid가 검출되었으며, 발아 초기에는 유기산 함량이 아주 미량이었으나 발아 후 lactic 및 acetic acid의 함량이 증가 되는 것으로 나타났다. Woo 등(11)은 식초의 초산에 의한 식품유해균의 항균효과, Lee 등(25)은 초산으로 냉장 돼지고기함의 미생물 증식억제효과를 보고한 바 있다. 또한 젖산도 세균의 발육을 억제작용(26)이 있어 화분발아액의 항균효과에 유기산이 일부 기여하는 것으로 생각되며 항균성 물질에 대한 보다 자세한 연구가 요구된다.

Table 5. Organic acids content of pollen germination solution

Pollen germination time (day)	Organic acid content (%)				
	Oxalic acid	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid	Succinic acid
0	0.0±0.0 ¹⁾	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
4	0.0±0.0	1.9±0.4	1.1±0.2	0.2±0.1	0.1±0.0

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).**화분발아액의 열 및 pH 안정성**

화분발아액 열안정성을 조사한 결과 Table 6에서 보는 것과 같이 항균성은 열처리 온도가 높아질수록 조금 낮아지는 경향을 나타내었으나 큰 차이가 없어 열에 대해서 비교적 안정한 것으로 나타났다. pH 안정성을 조사한 결과 Table 7에서 보는 것과 같이 pH가 높아짐에 따라 항균활성은 감소하거나 없어지는 경향으로 나타나 pH에 대한 안정성이 낮은 것으로 나타났다. 이것은 화분발아액의 유기산이 pH를 조정하는 과정에서 중화되어 항균성이 감소하는 것으로 생각된다.

Table 6. Effect of heat treatment on Inhibition activities of pollen germination solution

Microorganisms	Clear zone on plate (mm)			
	Temp.(°C)			
	40	60	80	100
Gram positive bacteria				
<i>B. cereus</i>	16.2±0.3 ¹⁾	14.3±0.3	14.3±0.3	15.0±0.0
<i>B. subtilis</i>	14.3±0.6	13.7±0.3	13.5±0.0	13.3±0.6
<i>S. aureus</i>	16.0±0.0	14.7±0.6	14.7±0.6	14.2±0.3
<i>M. luteus</i>	13.9±0.3	14.0±0.0	12.7±0.6	13.2±0.3
Gram negative bacteria				
<i>S. sonnei</i>	13.2±0.3	13.8±0.3	14.3±0.3	13.3±0.6
<i>S. typhimurium</i>	14.3±0.3	14.7±0.6	14.8±0.3	14.3±0.6
<i>E. coli</i>	13.2±0.1	11.7±0.6	12.1±0.0	11.9±0.3
<i>S. mutans</i>	12.8±0.3	13.3±0.6	14.8±0.3	12.7±0.6

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

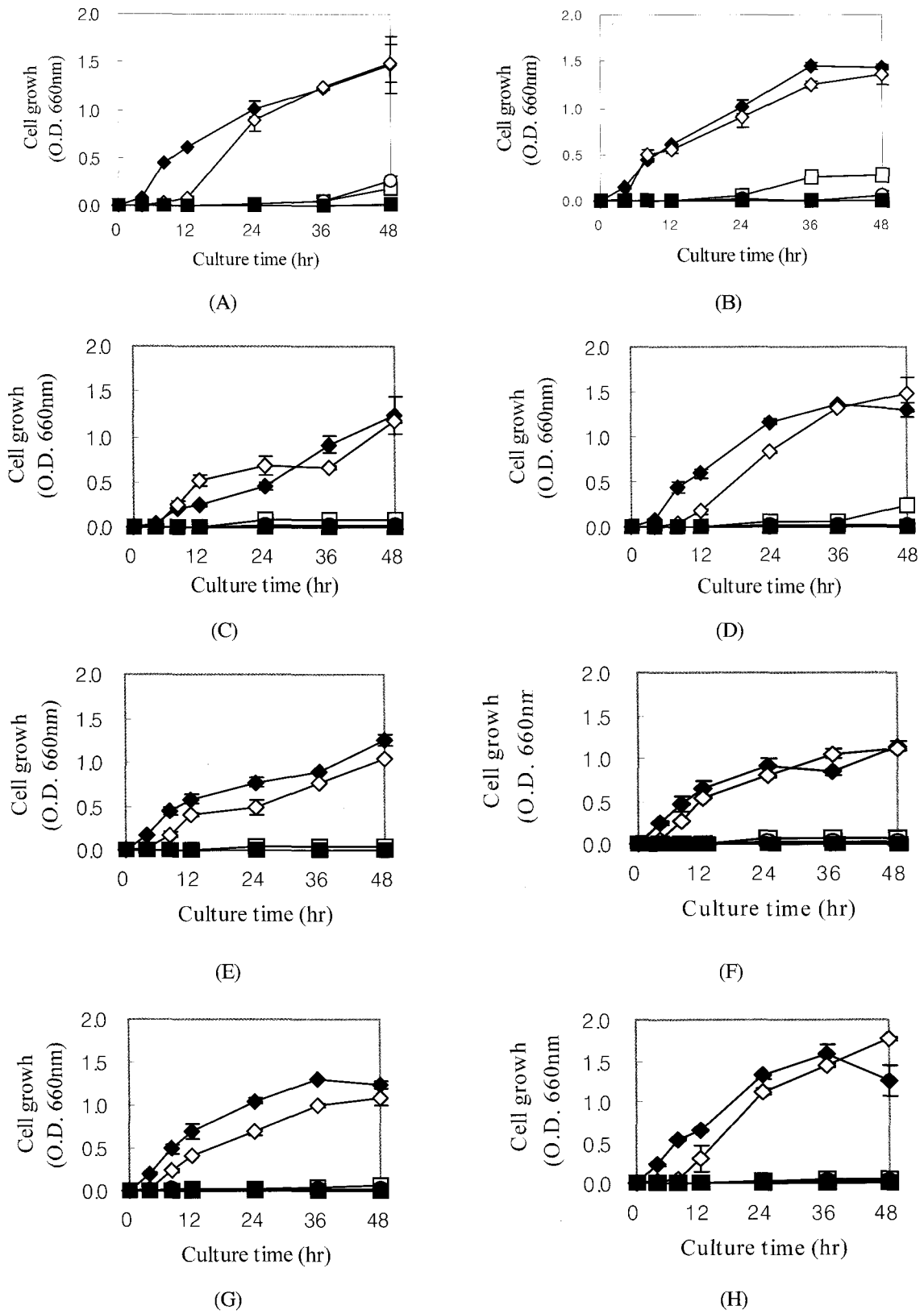


Fig. 2. Effect of cell growth minimum inhibitory concentration of pollen germination solution.

(A) : *B. cereus*, (B) : *B. subtilis*, (C) : *St. aureus*, (D) : *M. luteus*, (E) : *S. sonnei*, (F) : *Sal. typhimurium*, (G) : *E. coli*, (H) : *Str. mutans* ◆- 0 μL/mL, ◇- 10 μL/mL, □- 20 μL/mL, ○- 30 μL/mL, ■- 40 μL/mL.

Table 7. Effect of different pH on Inhibition activities of pollen germination solution

Microorganisms	Clear zone on plate (mm)				
	pH				
	3	5	7	9	11
Gram positive bacteria					
<i>B. cereus</i>	12.8±0.3 ^{b)}	8.0±0.0	11.7±0.6	11.2±0.6	10.7±0.6
<i>B. subtilis</i>	14.3±0.6	12.3±0.6	11.0±0.1	11.0±0.0	10.7±0.6
<i>S. aureus</i>	14.3±0.6	12.2±0.3	8.0±0.0	10.5±0.5	10.3±0.6
<i>M. luteus</i>	13.2±0.8	8.0±0.00	8.0±0.0	10.8±0.3	11.2±0.3
Gram negative bacteria					
<i>S. sonnei</i>	13.3±0.6	8.0±0.0	9.7±0.6	10.5±0.5	10.7±0.3
<i>S. typhimurium</i>	11.8±0.6	8.0±0.0	8.0±0.0	9.0±0.0	11.3±0.6
<i>E. coli</i>	9.7±0.3	13.3±0.6	8.0±0.0	13.0±0.0	8.0±0.0
<i>S. mutans</i>	10.8±0.3	8.0±0.00	8.0±0.0	10.5±0.5	11.0±0.0

^{b)}Values are mean ± S.D. (n=3).

요 약

화분의 발아조건에 따른 식품유해균에 대한 항균성을 비교 조사하였다. 그 결과 10%(w/v) 설탕용액에 화분 8%(w/v)를 첨가하여 30°C에서 4일간 발아시켰을 때 식품유해균에 대한 항균활성이 가장 높게 나타났다. 화분발아액의 최소저해농도를 그람양성세균은 40 µL/mL, 그람음성세균은 30 µL/mL에서 균생육이 억제되는 것으로 나타났다. 화분발아액의 유기산을 조사한 결과 acetic acid와 lactic acid의 함량이 높은 것으로 나타났다. 화분발아액의 열과 pH 안정성을 조사한 결과 열에 대해서는 안정하지만 pH 안정성은 낮은 것으로 나타났다. 이상의 결과로 도토리 화분발아액은 항균활성이 있는 것으로 나타나 천연항균제로 활용이 기대되었다.

참고문헌

1. Choi, S.J. and Jeong, Y.H. (2004) Effect of proteases on the extraction of crude protein and reducing sugar in pollen. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 33, 1353-1358
2. Han, M.R., Lee, S.J. and Kim, M.H. (2004) Development of pine pollen cell wall rupture technique using a high impact planetary milling processing. *단국대학교 신소재 연구논집*, 12, 43-54
3. Kim, S.J., Youn, K.S. and Park, H.S. (2005) Antioxidant effect of Pine, Oak and Lily pollen extracts. *Korean J.*

- Food Sci. Technol.*, 37, 833-837
4. Lee, B.Y., Choi, H.D. and Hwang, J.B. (1997) Components analysis Korean pollens and pollen extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 869-875
5. Kim, J.G. and Son, J.H. (1990) Progress of chemical composition on pulverization of pollen loads. *Korean J. Apiculture*, 5, 23-30
6. Peng, Y.S., Nedhat, N. and Masston, J.M. (1986) Release of alfalfa medicago sativa pollen cytoplasm in the gut of the honey bees. *Physiol Entomol.*, 79, 804-807
7. Kim, D.S. (1989) Effect of larva gut enzyme on pollen. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 404-408
8. Kim, S.J., Shin, J.Y., Park, Y.M., Chung, K.M., Lee, J.H. and Kweon, D.H. (2006) Investigation of antimicrobial activity and stability of ethanol extracts of Licorice Roo. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 38, 241-248
9. Choi, H.R., Son, S.Y. and Choi E.H. (2005) Antimicrobial activities of Marta Rosemary under different processing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37, 50-54
10. Oh, D.H., Lee, M.K. and Park, B.K. (1999) Antimicrobial activities of commercially available tea on the harmful foodborne organisms. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 100-106
11. Woo, S.M., Jang, S.Y., Kim, O.M., Youn, K.S. and Jeong, Y.J. (2004) Antimicrobial effects of vinegar on the harmful food-born organisms. *Korean J. Preserv.*, 11, 117-121
12. Shim, C.J., Lee, G.H., Jung, J.H., Yi, S.D., Kim, Y.H. and Oh, M.J. (2004) Isolation and Identification of antimicrobial active substances from *Rhodiola sachlinensis*. *Korean J. Preserv.*, 11, 63-70
13. Chung, D.O. and Jung, J.H. (1992) Studies on antimicrobial substances *Canoderma lucidum*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24, 552-557
14. Seo, K.L., Kim, D.Y. and Yang, S.I. (1995) Studies on the antimicrobial effect of *wasabi* extracts. *Korean J. Nutr.*, 28, 1073-1077
15. Ji, W.D., Jeong, M.S., Chung, H.C., Lee, S.J. and Chung, Y.G. (1997) Antimicrobial activity and distilled components of garlic and ginger. *Agric. Chem. Biotechnol.*, 40, 514-518
16. Cho, M.H., Bae, E.K., Ha, S.D. and Park, J.Y. (2005) Application of natural antimicrobials to food industry. *Food Sci. Ind.*, 38, 36-45
17. Ha, M.H., Park, W.P., Lee, S.C., Choi, S.C. and Cho, S.H. (2006) Antimicrobial characteristic of prunus mume extract. *Korean J. Food Preserv.*, 13, 198-203

18. Shin, S.M., Park, J.Y. and Hahn, Y.S. (2005) Antimicrobial effect of *kimchi* ingredients of methanol extract on pathogenic microorganisms. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 21, 53-63
19. Shin, J.S., Lee, O.S. and Jeong, Y.J. (2002) Changes in the components onion vinegars by two stages fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 1029-1084
20. Lim, J.M., Lim, C.S., Cheon, K.S., Kang, S.M., Cho, J.L., Jang, Y.H., Kwon, S.W. and Kim, D.H. (2005) Effect of sucrose and mineral concentration in media on pollen germinability and pollen tube growth of watermelon. Paper presented at 85th Ann. Conference of Korean J. Hort. Sci. Technol., Suwon, Korea
21. Ahn, M.S., Jo, J.H., Choe, S.L., Im, H.C., Choe, D.C. and Park, Y.J. (2003) Pollen germination of *Hemerocallis* spp. affected by media type and storage temperature. *Korean J. Hort. Sci. Technol.*, 21, 359-361
22. Youn, C.K., Kim, H.H., Lim, S.C., Kim, Y.H., Lee, C.H., Choi, K.S. and Kim, S.K. (1999) Effects of temperature, sucrose concentration, and pH on pollen germination in sweet cherries. Paper presented at 74th Ann. Conference of Korean J. Hort. Sci. Technol., Suwon, Korea
23. Bhojwani, S.S. and Bhatnagar, S.P. (2001) 식물 Biotechnology의 기초와 응용. 아카데미서적, p.139-142
24. Lee, S.H., Wu, X.Y. and Kim, W.S. (2001) The effects of pH and temperature on pollen germination and tube growth of pear. Paper presented at 78th Ann. Conference of Korean J. Hort. Sci. Technol., Suwon, Korea
25. Lee, J.I., Shin, E.H., Kim, C.R. and Kim, K.H. (1996) Reducing microbial populations on refrigerated pork hams treated with acetic acid. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 9, 484-489
26. Son, W.G., Lee, C.H. and Kang, H.J. (2002) Inhibition of *Salmonella enteritidis* on eggshell surface by ultraviolet irradiation and lactic acid treatment. *Korean J. Vet. Publ. Hlth.*, 26, 283-287

(접수 2006년 10월 27일, 채택 2007년 1월 12일)