J. Fd Hyg. Safety 10(3), 139 - 145(1995)

상백피 추출물의 항균력 및 최적추출조건 검토

박욱연 · 김영묵 · 김신희 · 장동석
부산수산대학교 식품공학과

Investigation of Optimum Extracting Condition and Antimicrobial Activity of the Extract from the Root Bark of *Morus alba*

Uk-Yeon Park, Young-Mog Kim, Shin-Hee Kim and Dong-Suck Chang
Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737

ABSTRACT—In order to develop a natural food preservative, the root bark of *Morus alba* was extracted with several solvents, and then antimicrobial activity was investigated. The optimum extracting condition for the antimicrobial substance from the sample, minimum inhibitory concentration (MIC) of the extracted substance against microorganisms were also examined. The antimicrobial activity of the ethanol extract from the sample was stronger than those of the extracts by the other solvents such as water, methanol, ethyl acetate and acetone. The optimum extracting condition for antimicrobial substance from the sample was shaking extraction twice for 5 hours at room temperature in case of 7 times of absolute ethanol added to the crushed root bark of *Morus alba*. The ethanol extract from the root bark of *Morus alba* had strong antimicrobial activity against Gram positive bacteria(MIC, 6.4~19.2 μg/ml) such as *B. subtilis, B. cereus, L. monocytogenes* and *S. aureus*. Especially, *Bacillus* species was the most susceptible to the extracted substance. The ethanol extract showed antimicrobial activity against Gram negative bacteria(MIC, 160~1600 μg/ml) and yeasts(MIC, 1600 μg/ml) such as *C. albicans* and *S. acidifaeciens*. The extract also showed growth inhibition against molds such as *A. niger, A. parasiticus, A. versicolar* and *T. viride*.

Key words □ *Morus alba*, Antimicrobial activity, Natural food preservative, Minimum inhibitory concentration(MIC)

우리 나라에서는 많은 종류의 화학적 합성품들이 식품보존료로 허용되고 있으나, 이들은 사용기준의 준수가 소비자들에게 의심받고 있으며 과거에 허용되었던 보존료가 위해성이 입증되어 지금은 사용 금지된 것이 있는 것으로 볼 때, 현재 사용되고 있는 보존료는 새로운 문제점이 제기될 가능성이 있다. 이런 문제는 식품에 사용되는 모든 화학적 합성품에 공통되어 있으므로 이들 전반에 대하여 소비자의 불신감이 강하고 이러한 첨가물을 배제하려는 경향이 커지고 있으며 천연 첨가물에 대한 소비자의 요구가 높아지고 있다.[1,2]

이러한 차원에서 천연물에 존재하는 항균성 물질의 개발에 관한 연구는 오래 전부터 수행되어 왔다. 달걀이나 우유, 감자 및 어류 등을 비롯한 식품소재에서 분리된 항균성 물질에 대한 연구[3-6]도 활발하며, 최근에는 다당류 수식에 의한 단백질의 기능을 변환시켜 항균력을 증대시키는 시도[7,8]도 있다. 마늘, 양파, 육두구 및 정향 등과 같은 각종 향신료로부터 추출한 성분들의 항균력에 대한 보고[9-12]도 있으며, 그 외에도 펙틴 분해물[13,14], chitin과 chitosan[15,16] 등이 천연 항균성 물질로써 검토된 보고가 있다. 최근에는 한약재와 같은 천연식물 중에서도 상당한 항균성 물질이 존재하여 이들 성분의 약리작용 및 천연 항균성 물질의 검색에 관한 연구[17-23]가 활발히 진행되고 있다.

이중에서도 상백피는 뽕나무(*Morus alba*) 및 같은 속 식물의 뿌리 껍질을 말린 것으로써 옛부터 진해제, 항염증제, 이뇨제 등으로 한방제제에 널리 사용되어 온 생약의 하나이다.[24,25] 상백피에서 분리된 성분중에는 그람 양성균에 대하여 항균효과가 있으나, 그람 음성균에 대해서는 효과가 약하다고 보고[26]된 바 있으며, *Fusarium solani*에 감염된 상백피로부터 분리한 phytoalexins이 곰팡이 발육억제 효과가 있다는 보고[27,28]도 있다. 그리고 국내에서는 노상근피

(*Morus lhou*)의 성분[29]과 *Candida albicans* 및 *Listeria monocytogenes*에 대한 항균성에 관한 보고[30,31]가 있다.

이상과 같이 상백피의 생리활성 및 항균성에 관한 연구 보고가 있으나, 대부분 어느 특정한 세균이나 곰팡이에 대한 항균성이 주였으며, 식품부패 미생물이나 병원성 세균에 대한 전반적인 항균성에 대해서는 체계적으로 보고된 예는 거의 없는 실정이다.

따라서 천연식물에서 항균성 물질을 추출하여 합성보존료에 대체할 수 있는 천연보존료나 병원성 미생물 살균제를 개발하기 위한 방안의 하나로 상백피를 시료로 선정하여 추출용매의 종류나 추출조건에 따른 항균력을 비교·검토하였으며, 아울러 최적 추출조건에서 추출된 항균성 물질의 식품부패 미생물 및 식중독 세균에 대한 항균력도 측정하였다.

재료 및 방법

실험재료

시료는 부산시 소재 한약 재료상에서 구입하여 분말로 분쇄(20~30 mesh)한 뒤, 냉동 보관하면서 실험에 사용하였다. 이때 사용된 시료의 수분, 조단백, 조지방, 환원당 및 회분은 각각 10.7, 3.7, 3.8, 2.9, 5.2%였다.

사용균주 및 배지

항균력 측정에 사용된 균주는 식품의 부패나 병원성과 관계 있는 그람 양성균 8종, 그람 음성균 5종 및 진균류 10종을 사용하였다(Table 1). 항균력 측정용 배지는 전부 Difco사(USA) 제품을 사용하였는데, *Staphylococcus* 속, *Bacillus* 속 및 그람 음성균의 경우 Mueller Hinton broth를, 그외의 세균에는 brain heart infusion을 사용하였다. 또한 효모 및 곰팡이는 YM broth 및 potato dextrose agar를 각각 사용하였다.

추출용매의 종류에 따른 항균성 물질의 추출

마쇄된 시료 10 g에 메탄올, 에탄올, 아세톤 등의 추출 용매를 90 m*l* 첨가하여 상온에서 24시간 동안 진탕 추출한 다음, 멸균된 여과지(Toyo No. 5A)로 여과하였다. 여액은 감압 농축하여 용매를 제거한 뒤, 이를 다시 무수 에탄올에 용해시켜 100 m*l*로 정용한 다음 시료 원액으로 하였다. 물 추출의 경우는 시료 10 g에 증류수 90 m*l*를 가하여 100 °C에서 1시간 동안 환류냉각 추출한 후, 여과하여 얻은 액을 다시 증류수로 100 m*l*가 되도록 정용한 다음, membrane filter(pore size; 0.45 μn)로 여과 멸균하여 시료 원액으로 하였다.

Table 1. List of microorganisms used for antimicrobial activity test

Gram positive bacteria
Enterococcus faecalis ATCC 29212
Pediococcus cerevisiae KCTC 1628
Staphylococcus aureus ATCC 25923
Streptococcus mutans ATCC 25175
Bacillus cereus ATCC 11778
Bacillus subtilis ATCC 14593
Listeria ivanovii ATCC 19119
Listeria monocytogenes ATCC 15313
Gram negative bacteria
Enterobacter aerogenes ATCC 13048
Escherichia coli ATCC 25922
Proteus vulgaris ATCC 6380
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853
Salmonella typhimurium ATCC 14028
Yeasts
Candida albicans IPL 76
Kluyveromyces fragilis
Saccharomyces acidifaciens
Saccharomyces diastaticus NCYC 361
Molds
Aspergillus niger var. *macrosporus* ATCC 16513
Aspergillus parasiticus ATCC 20235
Aspergillus versicolor ATCC 26268
Fusarium moniliforme var. *subglutinans* KCTC 6149
Penicillium funiculosum ATCC 9644
Trichoderma viride ATCC 32098

에탄올 추출조건에 따른 항균성 물질의 추출

에탄올 농도는 40%에서 무수 에탄올에 이르기까지 10% 간격으로, 추출 온도는 4, 20, 40 및 60 °C, 추출 시간은 1~24시간, 에탄올 첨가 비율은 시료 중량의 6~12배 그리고 추출 횟수는 1~3회로 구분하여 진탕 추출한 후, 멸균된 여과지로 여과하여 얻은 여액을 감압하에서 용매를 제거한 뒤, 100 m*l* 무수 에탄올로 용해 시킨 것을 검액으로 하였다.

항균력 측정

Amsterdam의 방법[32]에 따라 액체배지 희석법으로 항균력을 측정하였다. 멸균된 Mueller Hinton broth 9.8 m*l*에 추출물을 일정한 농도가 되도록 첨가한 후, 35 °C에서 18~24시간 계대 배양된 *B. subtilis*를 최종농도가 10^5/m*l* 가량되게 0.1 m*l* 씩 접종하고 멸균수로 10 m*l*가 되도록 한 다음,

35℃에서 24시간 배양한 후 균 증식여부를 흡광도(660 nm)로 측정하여 균 증식이 일어나지 않은 농도로 항균력을 나타내었다.

곰팡이의 경우는 disk 확산법[33]으로 항균력을 측정하였는데, 시험균주를 potato dextrose agar 평판에 도말한 다음, 멸균된 filter paper disk(Toyo, 8 mm)에 추출물을 40 μl씩 흡수 시킨 후, 추출 용매를 완전히 제거하고 평판배지 표면에 밀착시킨 후, 25℃에서 96시간 동안 배양한 다음, disk 주변의 투명환의 직경(mm)을 측정하여 항균력을 비교하였다. 이때 첨가되는 용매 자체의 항균력을 배제하기 위하여 모든 시험은 대조구를 설정하여 실시하였다.

최소발육저지농도 측정

최소발육저지농도는 Amsterdam의 방법[32]에 따라 항균력을 측정한 다음, 추출물을 105℃에서 건조시킨 후 증발잔사의 잔유물 무게를 측정하여 배지 1 ml에 대한 첨가량(μg)으로 나타내었다. 이때 사용한 상백피 추출물은 최적 추출조건으로 추출한 것이며, 원료 상백피의 가용성 고형분 함량은 3.2%였다.

Table 2. Comparison of the antibacterial activity of the extract from the root bark of *Morus alba* on the growth of *B. subtilis* cultured at 35℃ for 24 hr in Mueller Hinton broth by used extraction solvents

Solvents	Concentration of extract(%)	
	0.1	0.3
Water	+	+
Butanol	+	+
Methanol	+	−
Ethanol	−	−
Acetone	+	−
Ethyl acetate	+	−
Chloroform	+	+
Diethyl ether	+	+
Benzene	+	+
n-Hexane	+	+

Extracts were prepared as follows; 10 g of crushed sample was extracted in 90 ml of each solvent at room temperature for 24 hrs, filtered with filterpaper and then filterate measured up to 100 ml with absolute ethanol.
Symbols mean the same as follows: +; growth, −; no growth.

결과 및 고찰

추출용매의 종류에 따른 항균력

극성도가 다른 10가지의 용매를 사용하여 추출한 각 용매 추출구의 *B. subtilis*에 대한 항균력을 비교한 결과는 Table 2와 같다.

상백피 추출물을 배지에 0.3%(v/v)가 되게 가했을때 배양 24시간까지 메탄올, 에탄올, 아세톤 및 아세트산 에틸 추출구가 항균력이 나타났으나, 0.1% 첨가 했을시는 에탄올 추출구를 제외한 나머지 용매 추출구에서는 균 증식이 일어나 에탄올 추출구가 항균력이 가장 좋았다. 이 등[23]은 황백, 정향 등의 한약재를 포함한 31종의 식물을 대상으로 에탄올과 물로 추출한 결과, 에탄올 추출물이 그람 양성균, 그람 음성균 및 효모에 대하여 항균성을 나타내는 것으로 검색되었고, 박 등[20]도 자초, 오미자 및 목단피 등의 한약재 20종을 대상으로 물과 에탄올로 추출하여 항균력을 비교한 결과, 에탄올 추출물이 물 추출물보다 2~100배 정도 효과가 좋다고 보고하였다. 또한 목 등[19]도 단삼으로부터 항균성 물질의 추출시 극성도가 다른 6종류의 용매를 사용하여 추출한 결과, 다른 용매 추출구보다 에탄올 추출구의 항균효과가 가장 우수하였다고 보고하여 한약재로부터 항균성 물질의 추출에는 다른 용매보다는 에탄올을 사용하는 것이 좋은 것으로 나타났다.

에탄올 농도 및 첨가 비율이 항균력에 미치는 영향

에탄올 농도를 40%에서 무수 에탄올에 이르기까지 10% 간격으로 구분하여 상백피 중량의 9배가 되게 가한 다음,

Table 3. Comparison of the antibacterial activity of the extract from the root bark of *Morus alba* on the growth of *B. subtilis* cultured at 35℃ for 24 hr in Mueller Hinton broth by the concentration of used ethanol

Ethanol conc. (%)	Concentration of extract(%)	
	0.1	0.3
40	+	+
50	+	−
60	+	−
70	−	−
80	+	−
90	+	−
99.9	−	−

Extracts were prepared the same as in Table 2.
Symbols mean the same as in Table 2.

상온에서 24시간 동안 진탕 추출하여 *B. subtilis*에 대한 항균력을 비교한 결과는 Table 3과 같다.

40, 50, 60, 80 및 90% 에탄올 추출구는 배양 24시간까지 0.1%의 농도로는 항균력이 없었으나, 70% 및 무수 에탄올 추출구는 균 증식을 억제하였다. 그러나 배지에 첨가된 추출물(0.1%)의 고형분 함량은 무수 에탄올 추출구가 70% 에탄올 추출구에 비하여 약 1/2 정도 밖에 되지 않지만(Data not shown) 항균력은 같았기 때문에 이후부터는 무수 에탄올을 사용하여 추출물을 조제하였다.

에탄올 첨가 비율에 대한 영향을 살펴보기 위하여 무수 에탄올을 상백피 중량의 6~12배까지 가한 다음, 상온에서 24시간 동안 진탕 추출하여 *B. subtilis*에 대한 항균력을 비교한 결과는 Table 4와 같다. 에탄올 6배 첨가구에서는 0.1%의 농도로 항균력을 나타내지 못하였으나, 7배 이상에서 12배까지의 첨가구에서는 배양 24시간까지 균 증식을 억제하여 6배 첨가구보다는 7배 이상 첨가구가 항균력이 좋은 것으로 나타났다.

Table 4. Comparison of the antibacterial activity of the extract from the root bark of *Morus alba* on the growth of *B. subtilis* cultured at 35°C for 24 hr in Mueller Hinton broth by the ethanol ratio to the sample weight

Ethanol ratio (times)	Concentration of extract(%)	
	0.1	0.3
6	+	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-

Extracts were prepared the same as in Table 2.
Symbols mean the same as in Table 2.

Table 5. Comparison of the antibacterial activity of the extract from the root bark of *Morus alba* on the growth of *B. subtilis* cultured at 35°C for 24 hr in Mueller Hinton broth by the extraction temperature

Extraction temp. (°C)	Concentration of extract(%)	
	0.1	0.3
4	+	+
20	-	-
40	-	-
60	+	-

Extracts were prepared the same as in Table 2.
Symbols mean the same as in Table 2.

추출 온도 및 시간이 항균력에 미치는 영향

무수에탄올을 상백피 중량의 9배가 되게 가한 다음, 4, 20, 40 및 60°C로 추출 온도를 각각 달리하면서 24시간 동안 진탕 추출하여 *B. subtilis*에 대한 항균력을 비교한 결과는 Table 5와 같다.

4 및 60°C 추출구의 경우, 0.1%의 농도로는 24시간까지 균 증식을 억제할 수 없었으나, 20 및 40°C 추출구에서는 균 증식을 억제하는 것으로 나타나 저온 및 60°C에서의 추출보다는 항균력이 우수한 것으로 나타났다. 따라서 경제적인 면을 고려할 때 상온에서 추출하는 것이 바람직하다고 생각된다.

추출 시간에 대한 영향을 살펴보기 위하여 위와 같은 조건에서 추출 온도를 상온으로 고정하고 추출시간 만을 달리하였을 때의 추출물에 대한 항균력을 비교한 결과는 Table 6과 같다. 1시간 및 3시간 추출구는 배양 24시간까지 0.1%의 농도로 *B. subtilis*에 대하여 항균력을 나타내지 못했으나, 5시간 이후부터 24시간까지의 추출구는 균 증식을 억제하는 것으로 나타났다.

추출 횟수가 항균력에 미치는 영향

무수 에탄올을 상백피 중량의 9배가 되게 가하여 상온에서 24시간 동안 추출한 1회 추출물과 추출후 남은 시료에

Table 6. Comparison of the antibacterial activity of the extract from the root bark of *Morus alba* on the growth of *B. subtilis* cultured at 35oC for 24 hr in Mueller Hinton broth by the extraction time

Extraction time(hr)	Concentration of extract(%)	
	0.1	0.3
1	+	-
3	+	-
5	-	-
7	-	-
9	-	-
12	-	-
24	-	-

Extracts were prepared the same as in Table 2.
Symbols mean the same as in Table 2.

Table 7. Comparison of the antibacterial activity of the repeated extract from the root bark of *Morus alba* on the growth of *B. subtilis* cultured at 35 °C for 24 hr in Mueller Hinton broth

Extraction other	Concentration of extract(%)			
	0.1	0.3	0.5	1.0
1st	−	−	−	−
2nd	+	+	+	−
3rd	+	+	+	+

Extracts were prepared the same as in Table 2.
Symbols mean the same as in Table 2.

Table 8. Minimum inhibitory concentration(MIC) of the ethanol extract from the root bark of *Morus alba* against microorganisms by broth dilution method

Strains	MIC(μg/ml)
Gram positive bacteria	
Enterococcus faecalis ATCC 29212	128.0
Pediococcus cerevisiae KCTC 1628	128.0
Staphylococcus aureus ATCC 25923	12.8
Streptococcus mutans ATCC 25175	128.0
Bacillus cereus ATCC 11778	6.4
Bacillus subtilis ATCC 14593	6.4
Listeria ivanovii ATCC 19119	16.0
Listeria monocytogenes ATCC 15313	19.2
Gram negative bacteria	
Enterobacter aerogenes ATCC 13048	160
Escherichia coli ATCC 25922	1600
Proteus vulgaris ATCC 6380	1600
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	1600
Salmonella typhimurium ATCC 14028	1600
Yeasts	
Candida albicans IPL 76	1600
Kluyveromyces fragilis	>1600
Saccharomyces acidifaciens	1600
Saccharomyces diastaticus NCYC 361	>1600

MIC means the ethanol extract concentration level of no growth after cultured at optimum condition for 48 hours.
Ethanol extracts were prepared as follows; 1 kg of crushed sample was extracted twice for 5 hours at room temperature in 7 times of absolute ethanol added to the sample, filtered with filterpaper and then soluble collection was concentrated.
>; Means that the tested microorganisms were not inhibited with those concentrations.

다시 9배의 에탄올을 가하여 추출하여 얻은 2회 추출물, 그리고 같은 방법으로 3회까지 추출한 시료에 대한 항균력을 비교한 결과는 Table 7과 같다. 1회 째 추출물은 0.1% 첨가로 배양 24시간까지 *B. subtilis*의 증식을 억제하였고, 2회 째 추출물은 1.0% 첨가로 균 증식을 억제하는 것으로 나타났으나, 3회 추출구는 1.0%의 첨가로는 항균력이 나타나지 않았다.

이상의 결과에서 상백피로부터의 최적 추출조건은 항균력을 기준으로 할 때 상백피 중량에 대해 7배량의 무수 에탄올을 가하여 상온에서 5시간 씩 2회 진탕 추출하는 것이 가장 우수하였다.

균종에 따른 최소발육저지농도

최적 추출조건에서 추출된 상백피 추출물의 각종 미생물에 대한 항균력은 Table 8 및 9와 같다.

추출물의 *B. subtilis* 및 *B. cereus*에 대한 MIC는 6.4 μg/ml로 나타났는데, Islam 등[3]은 천연 항균제인 protamine의 *B. subtilis*에 대한 MIC가 200 μg/ml라고 보고한 바 있어 상백피 추출물은 protamine보다는 30배 정도 항균력이 우수하였다.

*S. aureus*에 대한 상백피 추출물의 MIC는 12.8 μg/ml로 나타났으며, 戶田 등[34]은 녹차의 성분 중 항균효과가 우수한 epicatechin gallate (ECg) 및 epigallocatechin gallate (EGCg)의 MIC는 각각 160 및 320 μg/ml라고 보고한 바 있어 상백피 추출물은 ECg 및 EGCg보다는 13~25배 정도 항균력이 우수한 것으로 나타났다.

충치의 원인균인 *Sc. mutans*에 대하여 川村 등[35]은 식품보존료인 sodium benzoate의 MIC는 10,000 μg/ml라고 보고한 바 있는데, 상백피 추출물은 충치균에 대한 MIC가

Table 9. Antifungal activity of the ethanol extract from the root bark of *Morus alba* on the growth of various molds by disk diffusion method at 25 °C for 96 hours

(1280 μg/disk)

Strains	Clear zone on plate(mm)
Aspergillus niger var. *macrosporus* ATCC 16513	15
Aspergillus parasiticus ATCC 20235	11
Aspergillus versicolor ATCC 26268	11
Fusarium moniliforme var. *subglutinans* KCTC 6149	0
Penicillium funiculosum ATCC 9644	0
Trichoderma viride ATCC 32098	10

Extracts were prepared the same as in Table 8.

128 μg/ml로 나타나 이보다 100배 정도 항균력이 높은 것으로 나타났다. 또한 *L. monocytogenes* 및 *L. ivanovii*에 대한 상백피 추출물의 MIC는 각각 19.2 및 16.0 μg/ml로 나타났으며, *E. faecalis* 및 *P. cerevisiae*에 대한 MIC도 128 μg/ml로 나타나 상백피 추출물은 대체적으로 그람 양성균에 대해서는 항균력이 우수하였다.

그람 음성균에 대한 MIC를 살펴보면 *E. coli*, *P. aeruginosa*, *P. vulgaris* 및 *S. typhimurium*에 대해서는 1,600 μg/ml, *E. aerogenes*에 대해서는 160 μg/ml로 나타났다. 姜[30]은 갓 추출물의 그람 음성균에 대한 MIC가 20,000 μg/ml라고 보고한 바 있는데 상백피 추출물은 이보다 10배 정도 항균력이 높았다.

효모에 대한 상백피 추출물의 MIC를 검토해 보면, *C. albicans* 및 *S. acidifaciens*에 대해서는 1,600 μg/ml의 농도로 항균력을 나타내었으나, *S. diastaticus* 및 *K. fragilis*에 대해서는 1,600 μg/ml의 농도로는 항균력을 나타내지 못하였다.

곰팡이에 대한 상백피 추출물의 항균력은 1280μg/disk의 농도로는 *Fusarium* 속이나 *Penicillium* 속에 대해서는 항균력이 나타나지 않았으나, *A. niger*, *A. parasiticus*, *A. versicolar* 및 *T. viride*에 대해서는 항균력을 나타내었다 (Table 9).

이상과 같이 상백피 추출물은 균종에 따라 MIC는 차이가 있지만 세균 및 진균류에 대하여 항균력을 나타내었으며, 특히 그람 양성균 중에서도 *Bacillus* 속에 대해서는 가장 강한 항균력을 나타내었다.

국문요약

천연식물에서 항균성 물질을 추출하여 합성보존료에 대체할 수 있는 천연보존료나 병원성 미생물 살균제를 개발하기 위한 방안의 하나로 상백피를 시료로 선정하여 추출용매의 종류나 추출조건에 따른 항균성 물질의 최적 추출조건을 검토하였으며, 아울러 각종 식품부패 미생물 및 식중독 세균에 대한 항균력을 측정한 결과는 다음과 같다. 극성도가 다른 각종 용매를 사용하여 상백피로 부터 추출한 결과, 다른 용매추출구보다 에탄올 추출물의 항균력이 가장 좋았다. 상백피로부터 항균성 물질의 최적 추출조건은 마쇄한 상백피 중량에 대하여 무수에탄올을 7배 이상 첨가하여 상온에서 5시간 동안 2회, 진탕 추출하는 것이 가장 좋았다. 그람 양성균에 대한 상백피 추출물의 MIC는 6.4~128 μg/ml로 항균력이 우수하였고, 특히 *Bacillus*속에 대한 MIC는 6.4 μg/ml로 가장 강한 항균력을 나타내었다. 추출물의 그람 음성균 및 효모에 대한 MIC는 160~1600 μg/ml로 균종에 따라 차이가 많았으며, *A. niger*, *A. parasiticus*, *A. versicolar* 및 *T. viride* 등의 곰팡이에 대해서도 항균력이 나타났다.

참고문헌

1. 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).
2. 노정구: 식품첨가물의 안전성 평가. 식품과학과 산업, **22**(2), 47-57 (1989).
3. Islam, N. MD., Itakura, T. and Motohiro, T.: Antibacterial spectra and minimum inhibition concentration of clupeine and salmine. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **50**(10), 1705-1708 (1984).
4. Hughey, V.L. and Johnson, E.A.: Antimicrobial activity of lysozyme against bacteria involved in food spoilage and food-borne disease. *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**(9), 2165-2170 (1987).
5. Beuchat, L.R. and Golden, D.A.: Antimicrobials occuring naturally in foods. *Food Technol.*, **43**, 134-142 (1989).
6. 신현경, 신옥호, 구영조: 감자 단백질이 *Clostridium perfringens* 및 주요 장내 미생물의 생육에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지, **20**(3), 249-256 (1992).
7. Nakamura, S., Kato, A. and Kobayashi, K.: New antimicrobial characteristics of lysozyme-dextran conjugate. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 647-650 (1991).
8. Nakamura, S., Kato, A. and Kobayashi, K.: Bifunctional lysozyme-galactomannan conjugate having excellent emulsifying properties and bactericidal effect. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 735-739 (1992).
9. Johnson, M.G. and Vaughn, R.H.: Death of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* in the presence of freshly reconstituted dehydrated garlic and onion. *Appl. Microbiol.*, **17**(6), 903-905 (1969).

10. Shelef, L.A., Naglik, O.A. and Bogen, D.W.: Sensitivity of some common food-borne bacteria to the spices sage, rosemary and allspice. *J. Food Science*, **45**, 1042-1044 (1980).
11. Karapinar, M.: Inhibitory effects of anethole and eugenol on the growth and toxin production of *Aspergillus parasiticus*. *International J. Food Microbiol.*, **10**, 193-200 (1990).
12. 佐藤昭子, 寺尾通德, 石橋美也子: 魚肉中の腸炎ビブリオに及ぼすニンニク抽出液の抗菌作用. 食衛誌, **34**(1), 63-67 (1993).
13. 野崎一彦, 上澤佳乃: ペクチン分解物による天然食品保存劑について. *New Food Industry*, **27**(6), 45-49 (1985).
14. 草地道一 and Petit, R.: ペクチンどその加工食品への應用. *New Food Industry*, **28**(4), 27-36 (1986).
15. 內田 泰: キチン, キトサンの抗菌性. フードケミル-2, 22~29 (1988).
16. 張東錫, 趙鶴來, 具孝英, 崔渭卿: 게 加工廢棄物을 이용한 食品保存料의 開發에 관한 硏究. 한국수산학회지, **22**(2), 70-78 (1989).
17. 곽이성, 양재원, 이광승: 일부 병원성 미생물에 대해 항균활성을 보이는 생약의 탐색. 한국식품위생학회지. **8**(3), 141-145 (1993).
18. 김성환, 김남재, 최재수, 박종철: 꾸지뽕나무 잎의 생리활성 및 HPLC에 의한 성분의 정량. 한국영양식량학회지, **22**(1), 68-72 (1993).
19. 목종수, 박욱연, 김영목, 장동석: 용매와 추출조건에 따른 단삼(*Salvia miltiorrhiza*) 추출물의 항균력. 한국영양식량학회지, **23**(6), 1001-1007 (1994).
20. 박욱연, 장동석, 조학래: 한약재 추출물의 항균효과 검색. 한국영양식량학회지. **21**(1), 91-96 (1992).
21. 박종철, 유영법, 이종호, 김남재: 한국산 식용식물의 화학성분 및 생리 활성(VI). 한국영양식량학회지, **23**(1), 116-119 (1994).
22. Bae, K.H. and Byun, J.H.: Screening of leaves of higher plants for antibacterial action. *Kor. J. Pharmacogn.*, **18** (1), 1-4 (1987).
23. 이병환, 신동화: 식품 부패미생물의 증식을 억제하는 천연항균성물질의 검색. 한국식품과학회지. **23**(2), 200-204 (1991).
24. 金在佶: 原色天然藥物大辭典(下卷). 南山堂, 서울, pp. 148 (1984).
25. Tang, W. and Eisenbrand, G.: *Chinese drugs of plant origin*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 891-902 (1992).
26. Nomura, T., Fukai, T., Uno, J. and Arai, T.: Mulberrofuran A, a new isoprenoid 2-arylbenzofuran from the root bark of the cultivated mulberry tree(*Morus alba L.*). *Heterocycles*, **9**, 1593-1601 (1978).
27. Takasugi, M., Nagao, S., Masamune, T., Shirata, A. and Takahashi, K.: Structure of moracin A and B, new phytoalexins from diseased mulberry. *Tetrahedron Lett.*, **9**, 797-798 (1978).
28. Takasugi, M., Nagao, S. and Masamune, T.: Structure of dimoracin, a new natural diels-alder adduct from diseased mulberry. *Chem. Lett.*, 1217-1220 (1982).
29. 柳康秀, 朴慶煥, 宋保完: 桑白皮에 관한 硏究 - 노상근피의 성분 -. 생약학회지, **12**(1), 1-4 (1981).
30. 劉承兆, 徐正植: *Candida albicans*에 대한 생약의 항진균성에 관한연구. 생약학회지. **5**(3), 147-154 (1974).
31. 신동화, 한지숙, 안은숙: *Listeria monocytogenes*에 대한 천연 항균성 물질의 검색. 식품과학과 산업, **26**(2), 106(1993).
32. Amsterdam, D.: Susceptibility testing of antimicrobials in liquid media. *In Antibiotics laboratory medicine*, 3rd Ed. (Lorian, V.), Williams & Wilkins, Baltimore, pp. 53-105 (1991).
33. Acar, J.F. and Goldstein, F.W.: Disk Susceptibility Test. *In Antibiotics laboratory medicine*, 3rd Ed.(Lorian, V.), Williams & Wilkins, Baltimore, pp. 17-52 (1991).
34. 戶田眞佐子, 大久保辛枝, 生貝 初, 島村忠勝: 茶catechin類およびその構造類似物質の抗菌作用ならびに抗毒素作用. 日本細菌學雜誌, **45**(2), 561-565 (1990).
35. 川村 淳, 竹尾忠一: *Streptococcus mutans*に對する茶葉カテキンの抗菌作用について. 日本食品工業學會誌, **36**(6), 463-467 (1989).
36. 강성구, 성낙계, 김용두, 신수철, 서재신, 최갑성, 박석규: 갓(*Brassica juncea*) 추출물의 항균활성 검색. 한국영양식량학회지, **23**(6), 1008-1013 (1994).