J. Fd Hyg. Safety 13(4), 337-343(1998)

계피추출물의 항균작용과 항돌연변이원성

정은탁 · 박미연 · 이종갑* · 장동석†
*부경대학교 식품공학과, *동명대학 식품가공과*

Antimicrobial Activity and Antimutagenesis of Cinnamon (*Cinnamomum cassia* Blume) Bark Extract

Eun-Tak Jeong, Mi-Yeon Park, Jong-Gab Lee and Dong-Suck Chang†
Dept. of Food Science and Technology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea
**Dept. of Food Technology, Tongmyong College, Pusan 608-740, Korea*

ABSTRACT— In order to develop antimicrobial substances, many kinds of medicinal herbs were extracted with absolute ethanol and then antimicrobial activities against various microorganisms were investigated. Ethanol extract from cinnamon bark showed the strongest antimicrobial activity on the growth of almost all submitted microorganisms. Specially, molds such as *Aspergillus* sp. and *Pencillium* sp. were inhibited strongly. Therefore, the crude antimicrobial substance from the ethanol extract was fractionated with various solvents such as n-hexane, chloroform, ethyl acetate, and n-butyl alcohol and then their antimicrobial activities were tested. Among the various solvent fractions from the ethanol extract, *n*-hexane fraction was the best in antimicrobial activity especially against molds. There were no significant changes in antimicrobial activity of the n-hexane fraction by heat treatment at 100°C for 60 min or 121°C for 15 min and by the change of pH 4.0~10.0. We could get the results that the n-hexane fraction of cinnamon bark extract showed not only antimutagenicity but also no mutagenicity by Ames test with *Salmonella typhimurium* TA 98 and TA 100.

Key words □ Cinnamon bark, *n*-Hexane fraction, Antimicrobial activity, Antimutagenesis

과거부터 식품보존료로 광범위하게 사용되고 있는 sorbate, benzoate, propionate 등과 같은 합성보존료들에 대해 잔류독성, 돌연변이 유발성, 발암성 등의 안전성 문제가 발생하였다. 따라서 합성보존료를 사용한 가공식품에 대한 소비자들의 불신으로 인해 많은 제품들의 유통기간이 짧아져 이로 인한 경제적 손실도 매우 크다. 이러한 문제점들로 인해 천연보존료에 대한 요구가 절실해지면서 국내외에서는 천연보존료에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 실제로, 달걀이나 우유, 감자 및 어류 등을 비롯한 식품소재에서 분리된 항균성 물질,[1-3] 유산균 대사산물,[4] 유기산,[5] 지방산,[6] 펙틴분해물,[7] 그리고 마늘, 양파, 육두구 및 정향 등과 같은 각종 향신료로부터 추출한 성분들[8-10] 그리고 각종 한약재[11-12] 등이 천연항균성 물질로서 검토된 보고가 있다.

한편, 계피는 녹나무과(Lauraceae)에 속하는 상록열대 계피나무의 외피를 건조시킨 것으로 한방에서는 두통, 발열, 신경성심계항진(神經性心悸亢進), 진통 등의 치료제로 사용되어왔다. 계피의 주요 성분은 방향족 화합물인 cinnamon aldehyde로 음료, 츄잉검, 치약 및 화장품의 향성분, 구취제거제 등으로 이용되고 있으며 항산화작용[13] 및 항궤양유발작용[14]도 가지는 것으로 보고되어있다.

계피추출물의 항균작용에 관한 연구는 1978년과 1979년에 Satoshi[15]와 Nobuyukio[16]가 보고한 이후로 별 다른 진전이 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 계피를 다양한 용매로 추출하여 항균특성과 균종별 억제효과, pH와 열에 대한 안정성 및 돌연변이원성을 조사한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료 및 시약

한약 재료상에서 건조된 계피를 구입하여 분쇄(200~300 mesh)하여 분말상태로 냉동 보관하면서 실험에 사용하였다.

† Author to whom correspondence should be addressed.

항균성 물질 추출시의 유기용매는 Junsei사(Japan)의 특급시약을 사용하였다.

사용균주 및 배지

추출물의 항균력실험에 사용된 균주를 Table 1에 나타내었다.

미생물의 배양에 사용된 배지는 모두 Difco사(U.S.A)제품을 사용하였다. 세균의 배양 및 항균력 측정에는 nutrient broth(agar)와 Mueller Hinton broth(agar)를 각각사용하였으며 효모와 곰팡이는 YM broth(agar) 및 potato dextrose agar를 각각 사용하였다.

항균성 물질의 추출 및 조제

계피 분말 100 g에 ethanol 200 m*l*를 가하여 24시간 진탕 추출한 후 여과한 것을 1회째 추출물로 하였고 그 잔사에 위와 같은 조작을 반복하여 추출하였다.

한편, ethanol 1회와 2회 추출물을 혼합하여 100 m*l*로 정용하고 이를 *n*-hexane, chloroform, ethyl acetate, *n*-butanol 등의 유기용매로 분획하였으며 각각의 가용성획분은 완전농축한 후 최종적으로 ethanol로 100 m*l*로 각각 정용하였다(Fig. 1).

추출용액중의 가용성 고형분함량은 105°C에서 항량점에 이를 때까지 건조시킨 후 증발잔사의 무게를 측정하여 m*l* 당 mg으로 나타내었다.

항균력 검사

항균력 검사는 디스크 확산법[17]으로 실시하였다. 세균은 미리 조제된 Mueller Hinton agar 평판에 배양액을 10^6/m*l* 정도 되게 희석하여 도말하였으며, 곰팡이의 경우는 시험균

Table 1. List of microorganisms submitted for antimicrobial activity of cinnamon bark extract

	Strain
Bateria	*Bacillus cereus* ATCC 11778
	Bacillus subtilis ATCC 6633
	Enterobacter aerogenes ATCC 13048
	Escherichia coli ATCC 25922
	Listeria ivanovii ATCC 19119
	Salmonella typhimurium ATCC 14028
	Staphylococcus aureus ATCC 25923
Yeasts	*Candida albicans* ATCC 2091
	Candida intermedia ATCC 14439
	Kluyveromyces fragilis ATCC 46537
	Saccharomyces cerevisiae ATCC 18824
Molds	*Aspergillus oryzae* var *viridis* ATCC 22788
	Aspergillus parasiticus ATCC 1018
	Penicillium funiculosum ATCC 11797
	Trichoderma viride ATCC 28020

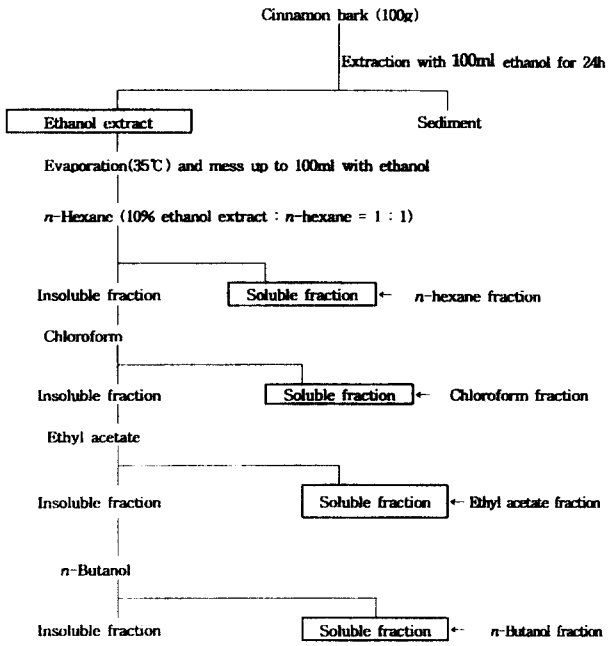

Fig. 1. Procedure of solvent fractionation from ethanol extract of cinnamon bark. Each soluble fraction was evaporated absolutely and dissolved in 100 m*l* of absolute ethanol.

주가 계대 배양된 사면배지에 멸균생리식염수를 1 m*l* 첨가하여 현탁액을 만든 다음, 미리 조제된 potato dextrose agar 평판에 도말하였다. 멸균된 disk(Toyo, 8 mm)에 ethanol 추출물을 각 농도별로 40 μ*l*씩 흡수 시킨 후 추출용매를 완전히 제거하여 평판배지에 밀착시킨 다음 세균은 35°C에서 24시간, 곰팡이는 25°C에서 96시간 동안 배양하여 disk 주변에 형성된 투명환의 직경(mm)을 비교조사하므로써 항균력을 검토하였으며, 첨가되는 용매 자체의 항균력을 배제하기 위하여 용매별 대조구를 만들어 비교하였다.

최소증식억제농도 측정(Minimum Inhibitory Concentration)

추출물의 최소증식억제농도(minimum inhibitory conentration, MIC)는 액체배지 희석법[18]으로 측정하였다. 액체배지 9.8 m*l*에 고형분 함량이 일정한 농도가 되도록 조제한 *n*-hexane분획물 0.1 m*l*와 균배양액 0.1 m*l*(10^6/m*l*)씩을 접종하고 세균은 35°C에서 48시간, 효모는 30°C에서 48시간 배양한 후 흡광도(600 nm)로 측정하므로써 균의 증식억제에 필요한 최소농도를 구하였다.

추출물의 pH 및 열에 대한 안정성검사

n-Hexane 분획물에 대하여 pH 4~11의 범위로 각각 조정

한 배지상에서 항균효과의 변화를 조사하였으며, 또한 100 °C에서 10분, 15분, 30분, 60분, 그리고 121°C에서 15분 각각 가열처리한 후 항균력의 변화유무를 조사하였다.

S9 mixture의 조제

Maron과 Ames의 방법[19]에 따라 100 g의 Sprague Dawley rat(male)에 복강주사하여 얻은 microsomal enzyme fraction으로부터 S9 mixture를 조제하였다. 유도물질로는 3-methylcholanthrene을 사용하였으며 S9 mixture는 사용 1~2시간 전에 조제하였다.

돌연변이원성 및 항돌연변이원성 시험

계피추출물의 돌연변이원성 및 항돌연변이원성 실험은 *Salmonella typhimurium* TA98과 TA100의 두균주를 이용하여 Ames법을 변형시킨 preincubation mutagenecity test[20]를 하였으며 *Salmonella typhimurium*의 증균은 nutrient broth(0.5% NaCl)을 사용하였다.

DMSO를 사용하여 2배 희석법으로 희석한 계피추출물(4 mg/ml) 각 100 μl, 12~14시간 정도 배양한 균배양액(1~2×10^9) 100 μl 그리고 S9 mixture 500 μl를 혼합한 후 37 °C에서 20분간 반응시킨 후 histidine/biotin이 첨가된 top agar(agar 0.6%, NaCl 0.5%) 2 ml와 혼합하여 minimal glucose agar 평판에 중층하고 37°C에서 48시간 동안 배양한 후 revertant colony(his$^+$)수를 측정하여 돌연변이원성 유무를 판정하였다.

항돌연변이원성 시험은 변이원물질로 benzo(α)pyrene을 사용하였으며 계피추출물의 농도와 실험방법은 돌연변이원성실험과 동일하게 실시하였다.

결과 및 고찰

Ethanol 추출물의 항균력

계피를 ethanol로 반복 추출한 후 각각을 감압농축시킨 다음 다시 100 ml의 ethanol로 정용한 것을 시료로 하여 추출회수별 미생물 증식억제효과를 조사한 결과를 Table 2에 나타내었다.

1차 추출물은 *Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Candida albicans, Aspergillus oryzae* 등의 미생물에 대하여 각각 12 mm, 9 mm, 13 mm, 24 mm의 크고 투명환 저해환을 형성하였으나 *Escherichia coli*에 대하여는 항균효과가 미약하였다. 한편, 2차와 3차추출물은 세균에 대하여는 저해환을 형성하지 않았으나 2차 추출물은 *C. albicans*와 *Asp. oryzae*에 대하여 각각 12 mm와 22 mm의 저해환을 형성하였으며 3차 추출물은 *Asp. oryzae*에 대하여만 17 mm의 저해환을 형성하였다. 한편 4차와 5차 추출물은 항균력이 없는 것으로 나타났다(data is not shown). 따라서 계피의 ethanol 추출물은 세균, 효모, 곰팡이 모두에 생육억제능을 나타내며 특히 진균류에 대해 효과가 큰 것을 알 수 있었다.

Table 2. Antimicrobial activities of ethanol extract by extraction times from cinnamon bark

	1st extract	2nd extract	3rd extract
Bacillus cereus	12[a]	–	–
Staphylococcus aureus	9	–	–
Escherichia coli	±	–	–
Candida albicans	13	12	–
Aspergillus oryzae	24	22	17

Crushed cinnamon bark (100 g) were soaked 200 ml of ethanol and shook for 24 hours at room temperature. Residues obtained were treated, repeatedly.
Each extract was evaporated absolutely, then dissolved 100 ml of absolute ethanol.
Antimicrobial activities were measured on disk diffusion method. Each exract loaded 40 μl on paper disk (ϕ8 mm) respectively.
a) Inhibition zone (mm)
±: detected weakly
–: not detected

따라서 미생물 증식억제효과가 크게 나타난 1차와 2차 ethanol 추출물을 합하여 감압농축하고 ethanol 100 ml로 재정용한 것을 ethanol 추출시료로하여 *C. albicans*와 *Asp. oryzae*에 대한 증식억제효과를 조사한 결과 ethanol 추출물은 고형분 함량으로 약 210 μg/disk로써 균의 증식을 억제하는 것으로 나타났다(Table 3).

이와 신[11]은 향백, 정향 등의 한약재를 포함한 31종의 식물을 대상으로 ethanol과 물로 추출하여 항균력을 조사한 결과 ethanol 추출물이 더 효과가 좋다고 보고하였으며, 박 등[12]도 자초, 오미자, 목단피 등의 20종의 한약재를 물과

Table 3. Antifungal activities of ethanol extract from cinnamon bark

	Ethanol extract			
	840[a]	420	210	105
Candida albicans	15[b]	12	±	–
Aspergillus oryzae	50	27	±	–

Antimicrobial activities were measured as the same in Table 2.
Ethanol extract was collected with 1st and 2nd extract, then evaporated and dissolved 100 ml of absolute ethanol.
[a]Soluble solid amount of ethanol extract (μg/disk)
[b]Inhibition zone (mm)
±: detected weakly
–: not detected

ethanol로 추출하여 비교한 결과 ethanol 추출물이 2~100배 정도 효과가 좋다고 보고한 바와도 일치하였다.

Ethanol 추출물의 계통분획별 항균효과

Ethanol 추출물을 *n*-hexane, chloroform, ethyl acetate, *n*-butanol 등 각종 유기용매를 사용하여 계통분획하고 각 분획물의 항균력을 조사한 결과, *n*-butanol과 ethyl acetate는 항균력이 미약하였으며 *n*-hexane과 chloroform은 비교적 항균력이 큰 것으로 나타났다. 특히 *n*-hexane분획물은 약 30.8 μg/disk으로 *Asp. oryzae*에 대하여 10 mm의 저해환을 형성하여 분획물 중에서 곰팡이에 대해 증식억제효과가 가장 큰 것으로 나타났다(Table 4).

n-Hexane 분획물의 항진균효과

n-Hexane 분획물의 *Asp. oryzae*에 대한 항균효과를 구체적으로 조사하기 위하여 2차분획까지 실시한 후 항균효과를 조사한 결과 2차분획물도 *Asp. oryzae*에 대한 증식억제환을 나타내었다(data is not shown). 따라서 ethanol 추출물의 경우와 마찬가지로 1, 2차 *n*-hexane 분획물을 합하여 감압농축 후 ethanol 100 m*l*로 재정용한 것을 *n*-hexane 분획물 시료로 하였다.

Ethanol추출물과 *n*-hexane분획물의 *Asp. oryzae*에 대한 증식억제능을 비교조사한 결과. Ethanol 추출물은 192 μg/disk으로 15 mm의 저해환을 나타내었으나 96 μg/disk 농도로는 저해환을 형성하지 않았다. 한편, *n*-hexane 분획물은 29 μg/disk으로도 12 mm의 저해환을 형성하여(Table 5) *n*-hexane 분획물의 항균력이 Ethanol 추출물에 비하여 큰 것으로 나타났다.

Table 4. Antimicrobial activities of different solvent fraction from ethanol extract of cinnamon bark

Soluble solid amounts of each fraction (μg/disk)		*Bacillus cereus*	*Escherichia coli*	*Candida albicans*	*Aspergillus oryzae*
n-Hexane	984	16[a)]	20	26	NT
	492	14	11	18	NT
	246	10	–	12	20
	123	–	–	–	13
	62	–	–	–	11
	31	–	–	–	10
	15	–	–	–	–
Chloroform	276	12	10	12	NT
	138	9	–	–	10
	69	–	–	–	–
Ethyl acetate	356	11	9	10	12
	178	–	–	–	–
n-Butanol	904	11	10	10	9
	452	–	–	–	–

Antimicrobial activities were measured as the same in Table 2.
Each fraction was evaporated then dissolved 100 m*l* of absolute ethanol.
[a)] Inhibition zone (mm)
– : not detected, NT: not tested.

n-Hexane 분획물의 균종별 최저증식억제농도

표준균주를 대상으로 *n*-hexane 분획물의 균종별 최저증식억제농도를 조사한 결과, 균종에 따라 차이는 다소 있었으나 대체적으로 세균은 320~640 μg/m*l*, 효모류는 160~320 μg/ml, 그리고 곰팡이류는 40~80 μg/m*l*에서 최저증식억제농도를 나타내어 세균류나 효모류에 비해 곰팡이류에 대해 약 4~10배 정도 항균효과가 큰 것으로 나타났다(Fig. 2).

淺野[21]에 의하면 식품보존료인 파라옥시 안식향산 에틸의 *B. subtilis*에 대한 최저증식억제농도는 1000 ppm으로 보고되었으며, 강 등[2]은 갓 ethanol 추출물의 *B. subtilis*에 대한 최저증식억제농도가 10,000 μg/m*l*이라고 보고한 바 있다. 본 실험에서 사용한 계피추출물의 *B. subtilis*에 대한 최저증식억제농도는 320 μg/m*l*이므로 이 들이 보고한 항균성 물질에 비해 훨씬 강한 항균력을 가지는 것을 알 수 있었다.

한편 Satoshi[15]는 계피의 chloroform 추출물을 TLC 등으로 분리정제하여 얻은 *o*-methoxycinnamaldehyde의 *Asp. niger*와 *Asp. flavus* 대한 최저증식억제농도가 각각 200 μg/m*l*와 100 μg/m*l*라고 보고하였다. 본 연구에서 사용한 계피의 *n*-hexane 분획물은 정제하지 않은 것임에도 불구하고 Satoshi[15]가 분리정제한 물질에 비해 2배 이상 강한 항균력을 나타내었다.

n-Hexane 분획물의 pH 및 가열에 대한 안정성

n-Hexane 분획물의 안정성을 검토하기 위하여 pH 4.0~11.0까지 각 단계별로 조정한 *n*-hexane 분획물의 *Asp. oryzae*에 대한 항균력을 조사하였다(Fig. 3). *n*-hexane의 항균력은

Table 5. Antifungal activities of ethanol extract and its n-hexane fraction from cinnamon bark on *Aspergillus oryzae*

	Ethanol extract			*n*-Hexane fraction		
	192[a)]	96	48	58	29	14.5
Aspergillus oryzae	15[b)]	–	–	16	12	–

Antimicrobial activities were measured as the same in Table 2.
[a)] Soluble solid amount of loaded ethanol extract or *n*-hexane fraction (μg/disk)
[b)] Inhibition zone (mm)
– : no growth

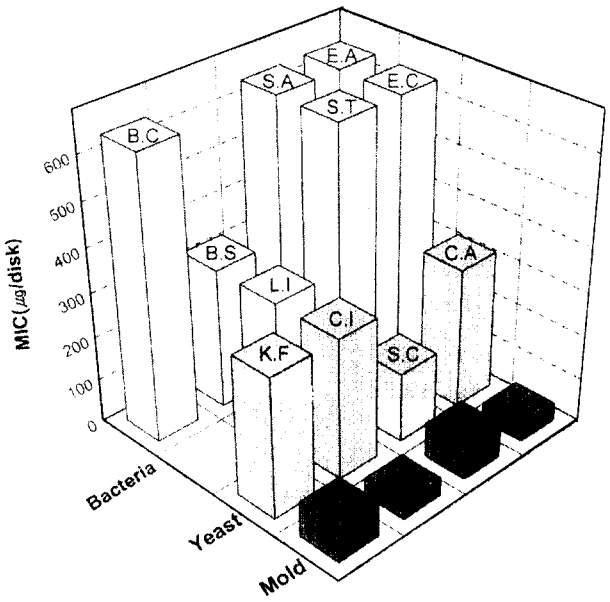

Fig. 2. Minimum inhibitory concentration of the *n*-hexane fraction of cinnamon bark extract. Antimicrobial activity was measured by broth dilution method (Lorian, 1991).

B.C: *Bacillus cereus* ATCC 11778, S.A: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, E.C: *Escherichia coli* ATCC 25922, L.I: *Listeria ivanovii* ATCC 19119, S. C: *Sacchromyces cerevisiae* ATCC 18824, K.F: *Kluyveromyces fraglilis* ATCC 46537, A.P: *Aspergillus parasiticus* ATCC 1018, T.V: *Trichoderma viride* ATCC 28020, B.S: *Bacillus subtilis* ATCC 6633, E. A: *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, S.T: *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, C.A: *Candida albicans* ATCC 2091, C.I: *Candida intermedia* ATCC 14439, A.O: *Aspergillus oryzae* ATCC 22788, P.F: *Penicillium funiculosum* ATCC 11797.

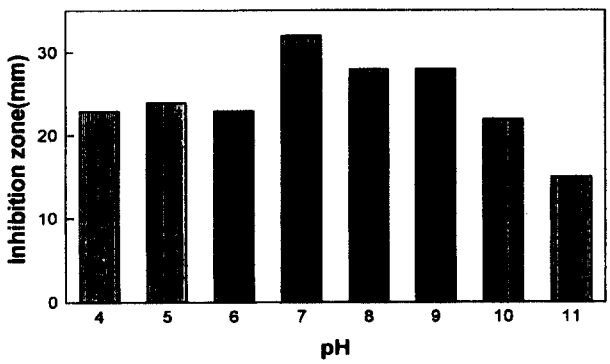

Fig. 3. Change of antifungal activity of *n*-hexane fraction from cinnamon bark extract on the growth of Aspergillus oryzae by pH. Each pH adjusted *n*-hexane fraction was stored for 24 hours and antifungal activity was measured as the same in Table 2. Soluble solid amount of *n*-hexane fraction was 116 μg/disk.

pH 7.0~9.0의 영역에서 가장 안정하였으며 pH 11.0을 제외한 산성 및 알칼리영역의 pH 범위에서 거의 비슷한 증식억제능을 나타내어 본 항균성물질은 pH에 대해 상당히 안정함을 알 수 있었다.

열에 대한 안정성을 조사하기 위하여 100°C에서 15, 30, 60분 그리고 121°C에서 15분 가열한 후 항균력의 변화를 비교조사하였다(Table 6). 열처리하지 않은 대조구가 116 μg/disk의 농도로 25 mm의 저해환을 형성하였으나 100°C 또는 121°C에서 15분 열처리 한 경우는 20 mm의 저해환을 형성하여 저해환의 크기가 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 100°C에서 30분, 60분 처리한 경우에도 각각 17 mm와 18 mm의 저해환을 형성하는 것으로 보아 식품에 적용하는 일반적인 열처리방법에 의하여 항균력은 크게 영향은 받지 않는 것을 짐작할 수 있었다.

이상의 결과로 보아 계피의 ethanol추출물을 *n*-hexane으로 분획하여 얻은 본 항균성물질은 산성식품, 알칼리식품, 가열살균식품 등에 첨가하여도 안정적인 항균효과를 얻을 수 있으며, 특히 비포장식품이나 곰팡이에 의한 부패가 문제되는 식품에 폭넓게 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

계피추출물의 돌연변이원성 및 항돌연변이원성

Salmonella typhimurium TA98, TA100 등의 변이균주에 대해 계피추출물을 40~320 μg/plate로 첨가하여 돌연변이원성을 조사한 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

계피추출물을 첨가하지 않아도 형성된 자연복귀돌연변이 균수와 계피추출물 첨가하여 나타난 복귀변이 균수에 별다른 차이가 없어 계피추출물자체의 돌연변이원성은 없는 것으로 나타났다.

한편, 식품중에서 발생할 수 있는 발암성물질인 benzo(α)pyrene에 의한 변이에 대한 계피추출물의 억제작용을 조사하였다(Fig. 5).

계피추출물 plate당 5~160 μg까지 농도를 높여가면서

Table 6. Heat stability of n-hexane fraction from cinnamon bark extract

		Inhibition zone (mm)
control		25
100°C	15 min	20
	30 min	17
	60 min	18
121°C	15 min	20

Antifungal activity against *Aspergillus oryzae* was measured as the same in Table 2 after 100°C or 121°C of *n*-hexane fraction.

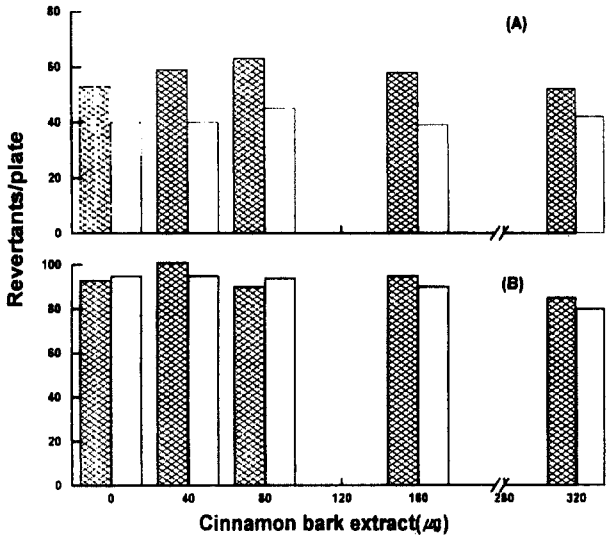

Fig. 4. Mutagenicity of cinnamon bark extract at various concentrations. Mutagenicity were assayed by the Ames test, using *Salmonella typhimurium* TA-100 (A) and TA-98 (B) in the presence (▩) and absence (□) of S9mix.

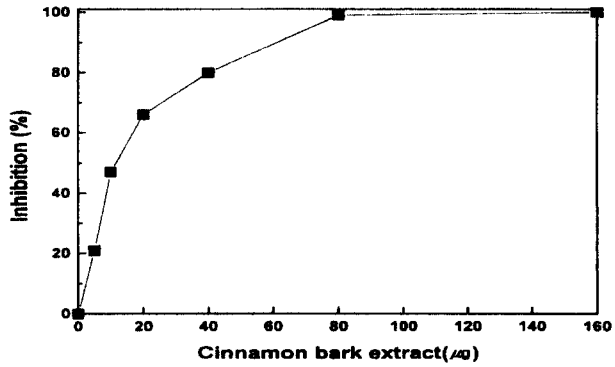

Fig. 5. Antimutagenicity of cinnamon bark extract at various concentrations. Antimutagenic effect against benzo (α) pyrene (20 μg/plate) were assayed by the Ames test, using S. typhimurium TA-98 in the presence of S9 mix. Inhibition (%)=M-S1/M-S0×100.
M: No. of His$^+$ revertants in the presence of mutagen only, S_0: No. of spontaneous revertants, S_1: No. of revertants in the presence of both mutagen and cinnamon bark extract.

benzo(α)pyrene에 대한 돌연변이억제율을 살펴본 결과, 계피추출물을 plate당 80 μg 첨가하였을 때 98%의 돌연변이 억제효과를 나타내어 계피추출물은 항돌연변이원성을 가지는 것을 알 수 있었다.

함 등[22]은 수리취 추출물의 항돌연변이원성을 보고한 바 있으며, 한 등[23]도 산채류의 항돌연변이원성을 보고한 바 있다. 그 외에도 천연물이나 그 추출물은 돌연변이원성이 없다는 연구가 보고되고 있다.[24,25]

한편, 계피는 예로부터 화장품이나 한약재 및 수정과, 약과, 떡 등 우리의 전통 식품에도 널리 이용되어 왔으며, 본 연구에서도 계피의 핵산추출물이 돌연변이원성을 가지지 않을 뿐만 아니라 오히려 돌연변이원에 의한 돌연변이를 억제하는 작용이 있음이 확인되었으므로 안심하고 식품에 적용하여도 좋을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구의 일부는 농림부 지원 현장애로 기술개발 '97년도 연구비의 지원으로 이루어졌음을 밝히며 감사드립니다.

국문요약

계피로부터 항균성 물질을 ethanol로 추출하고 다시 여러 가지 유기용매로 분획하여 항균물질의 분획별 항균성과 안정성을 조사하고 균종별 항균효과를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다. 1. 계피의 ethanol 추출물을 *n*-hexane, chloroform, ethyl acetate, *n*-butanol 등으로 분획한 결과 *n*-hexane 분획물의 항균력이 가장 우수하였다. 2. 계피의 *n*-hexane 분획물은 균종별로 차이는 다소 있으나 최저증식억제농도는 세균과 효모의 경우 각각 약 320~640 μg과 160~320 μg, 그리고 곰팡이의 경우는 40~80 μg으로 나타나 세균보다는 곰팡이에 대한 항균력이 큰 것으로 나타났다. 3. 항균성 물질은 pH 4.0~10.0 범위에서 항균력의 변화가 거의 없었다. 4. 항균성 물질을 100°C에서 60분 또는 121°C에서 15분간 열처리한 후에도 항균력은 거의 감소하지 않았다. 5. 계피추출물에 대하여 Ames test를 실시하여 돌연변이원성을 조사한 결과 plate당 320 μg까지 첨가하여도 돌연변이능이 나타나지 않았으며, 오히려 benzo(α)pyrene의 변이원능을 억제하는 항돌연변이원성을 가지는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 신현경, 신옥호, 구영조: 감자 단백질이 *Clostridium perfringens* 및 주요 장내 미생물의 생육에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지, **20**(3), 249-256 (1992).
2. 강성구, 성낙계, 김용두, 이재근, 송보현, 김영환, 박석규: 갓(*Brassica juncea*)의 ethanol 추출물이 미생물 생육에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **23**, 1014 (1994).
3. Kyung, K.H. and Fleming, H.P.: Antibacterial activity of cabbage juice against lactic acid bacteria. *J. Food Sci.*, **590**(1), 125-129 (1994).
4. Ralph, W.J., Tagg, J.R. and Ray, B.: Bacteriocins of Gram-Positive Bacteria. *Microbiol. Rev.*, **59**(2), 171-200 (1995).
5. 渡邊昭宣: 米飯の腐敗および食中毒防止對策としての有機酸の效果. New Food Industry, **35**(1), 65-78 (1993).
6. Wang, L.L. and Johnson, E.A.: Inhibition of *Listeria monocytogenes* by fatty acids and monoglycerides. *Appl Environ. Microbiol.*, **58**(2), 624-629 (1992).
7. 박미연: 펙틴분해물의 항균성에 관한 연구, 한국식품위생안전성학회지, **13**(2), 99-105 (1998).
8. Yoshida, S., Kasuga, S., Hayashi, N., Ushiroguchi, T., Matsuura, H. and Nakagawa, S.: Antifungal activity of ajoene derived from garlic. *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**(3), 615-617 (1987).
9. Karapinar, M.: Inhibitory effects of anethole and eugenol on the growth and toxin production of *Aspergillus parasiticus*. *Inter. J. Food Microbiol.*, **10**, 193-200 (1990).
10. 佐藤昭子, 寺尾通德, 石橋美也子: 魚肉中の腸炎に及ぼすニンニク抽出液の抗菌作用. 食衛誌, **34**, 63-67 (1993).
11. 이병환, 신동화: 식품부패미생물의 증식을 억제하는 천연항균성물질의 검색. 한국식품과학학회지, **23**(2), 200-204 (1991).
12. 박욱연, 장동석, 조학래: 한약재 추출물의 항균효과 검색. 한국영양식량학회지, **21**(1), 91-96 (1992)
13. Teruhisa, H., Mami, Y., Tetsushi, W., Mayumi, O. and Shozo, F.: Measurement of antioxidant activity in spices by an oxygen electrode method. 食衛誌, **27**, 615 (1986).
14. Shigeo T., Yoon, Y.H., Fukui, H., Tabata, M. and Akira, T.: Antiulcerogenic Compounds Isolated from Chinese Cinnamon. *Planta. Medica*, **55**, 245-248 (1989).
15. Satoshi, M.: Isolation, purification, and antibiotic activity of o-methoxycinnam aldehyde from Cinnamon. *Appl. Environ. Microbiol.*, **36**(4), 577-583 (1978).
16. Nobuyuki K., Miyaji, M., Kurane, R., Takahara, Y. and Ichimura, K.: Antifungal activity and molecular orbital energies of aldehyde compounds from oils of higher plants. *Agric. Biol. Chem.*, **43**(11), 2365-2371 (1979).
17. Jeppesen, V. F. and Huss, H.H.: Characteristics and antagonistic activity of lactic acid bacteria isolated from chilled fish products. *Inter. J. Food Microbiol.*, **18**, 305-320 (1993).
18. Lorian, V.: Antibiotics in laboratory medicine, pp. 53-100, Williams & Wilkins, U.S.A. (1991).
19. Maron, D.M. and Ames, B.N.: Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. *Mutat. Res.*, **113**, 173 (1983).
20. Matsushima, T., Sugimura, T., Nagao, M., Yahagi, T., Shiral, A. and Sawamura, M.: Factors mudulating mutagenicity in microbial test. In "Short-term test systems for detecting carcinogens" Norphth, K. H. and Garmer, R. C. (eds.) Springer, Berling, p. 273 (1980).
21. 淺野和男: 食品保存使覽, クリエイテイブジヤパン, 東京, pp. 157-172 (1992).
22. 함승시, 한홍식, 최근표, 오덕환. : 각종 변이원들에 의해 유도된 돌연변이원성에 대한 수리취 추출물의 억제작용. 한국식품영양과학회지. **26**(3), 528-533 (1997).
23. 한규석, 함승시, 정의호, 이해금: Trp-P-1과 2-AF에 대한 산채류 생즙의 항돌연변이 효과. 한국위생학회지, **7**, 161 (1992).
24. Oshite, H., Oda, M. and Nguyen, V.C.: Desmutagenicity of Soybean after Heating. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **60**(7), 1152-1155 (1996).
25. Mahmoud, A.L.E.: Antifungal action and antialfatoxigenic properties of some essential oil constituents. *Letters in Applied Microbiology*, **19**, 110-113 (1994).