

갓(*Brassica juncea*) 추출물의 항균활성 검색

강성구[†] · 성낙계* · 김용두 · 신수철 · 서재신 · 최갑성 · 박석규**

순천대학교 식품공학과

*경상대학교 식품공학과

**순천대학교 식품영양학과

Screening of Antimicrobial Activity of Leaf Mustard(*Brassica juncea*) Extract

Seong-Koo Kang[†], Nack-Kie Sung*, Yong-Doo Kim, Soo-Cheol Shin, Jae-Sin Seo,
Kap-Seong Choi and Seok-Kyu Park**

Dept. of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

Abstract

To develop natural food preservatives, ethanol and water extracts were prepared from the leaf mustard (*Brassica juncea* Coss.) and antimicrobial activities were examined against 15 microorganisms which were food borne pathogens and/or food poisoning microorganisms and food-related bacteria and yeasts. Ethanol extract exhibited antimicrobial activities for the microorganisms tested, especially, minimum inhibitory concentrations (MIC) for *Bacillus subtilis* and *Bacillus natto* were as low as 10mg/ml. MIC of water extract was 40~60mg/ml for bacteria and yeast. The ethanol extract showed the antimicrobial activity by 3~6 times higher than the water extract. Antimicrobial activity of the ethanol extract was not destroyed by the heating at 121°C for 15min and not affected by pH.

Key words : antimicrobial activity, leaf mustard extract, minimum inhibitory concentration (MIC)

서 론

식품의 부패 및 변질을 방지할 목적으로 그 원인이 되는 미생물을 사멸시키거나 증식을 억제시키기 위하여 사용되고 있는 대부분의 보존료는 화학적 합성품으로 사용 농도가 높을수록 효과적이나 목적하는 기능 외에 바람직하지 못한 부작용을 나타내어 안전성 문제가 대두되고 있다¹⁾. 특히 최근 소비자의 식품에 대한 건강 지향적 욕구에 따라 이에 대한 관심이 고조되고 있으며 화학적 합성보존료에 대한 기피현상이 강하게 일어나고 있다. 이러한 이유 때문에 인체에 무해한 천연물 대체 보존료의 개발이 절실히 필요하게 되었다²⁾. 따라서 천연물에 존재하는 항균성물질을 식품보존에 이용하고자 하는 연구가 오래 전 부터 수행되어 왔으며³⁻⁶⁾,

현재도 천연 항균성물질의 검색과 식품에의 이용에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다⁷⁻⁹⁾.

한편, 갓 (leaf mustard, *Brassica juncea* Coss.)은 십자 화과에 속하는 엽경채소류 중의 하나로 중국이 원산지이지만 현재는 한국과 일본 등에서 널리 재배되고 있으며 주로 잎과 줄기를 식용으로 하고 종자는 겨자물 만드는 두해살이 식물이다. 우리나라에서는 옛 부터 김치재료, 조미료 및 향신료 등으로 이용되고 있는데, 김치재료로 사용할 경우 다른 재료를 사용한 김치에 비해서 발효속도가 늦어 저장성이 좋을 뿐만 아니라 독특한 신미성분이 풍부하여 건강식품으로 널리 이용되고 있다¹⁰⁾. 갓의 조직이 절단 또는 상처를 받으면 조직 중에 존재하는 myrosinase가 다량 함유되어 있는 sinigrin에 작용하여 glucose, 합황성분과 그 관련물질 등을 생성하게 되는데, 그 가운데 allylthiocyanate (AIT)는 독특한 매운맛을 내는 주성분으로 알려져 있다¹¹⁻¹³⁾.

[†]To whom all correspondence should be addressed

갯의 연구는 주로 갯 자체의 항산화 활성 성분¹⁴⁾, anthocyanin 색소¹⁵⁾, 맛성분을 포함한 화학성분¹⁶⁻¹⁹⁾, 수증기 휘발성분²⁰⁾, glucosinolate의 종류 및 함량²¹⁾에 관한 보고가 많이 되어 있고, 그 외에 갯 김치 숙성 중의 변화¹³⁾, 흰쥐의 콜레스테롤 대사에 미치는 영향²²⁾, 열장갯 중의 휘발성분과 냉동저장 중 향기성분 변화에 관한 연구²³⁾ 등이 있다.

이상과 같은 연구 결과를 살펴 볼 때 갯의 연구는 주로 영양 및 식품학적인 성분에 관한 것이 대부분이고 항균활성에 관한 연구는 구체적으로 조사 보고한 것이 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 천연보존료 개발의 일환으로 항균활성이 있을 것으로 추정되는 갯을 물과 에탄올로 추출하여 몇 종의 병원균과 식중독균, 식품과 관련이 있는 세균 및 효모 등 15균주에 대하여 항균력을 검색하여 천연 식품보존료로서의 이용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 항균성 물질의 추출용 재료는 전남 광양군 광양읍 세풍리에서 1992년 8월 12일에 파종하여 동년 11월 22일경 약 25cm 정도 성장한 한국산 갯 (*leaf mustard, Brassica juncea*)을 채취하여 음건 세절한 것을 사용하였다.

사용균주 및 배지

균주는 그람 양성균 5종, 그람 음성균 3종, 젖산균 4종, 효모 3종을 사용하였으며 (Table 1), 균 생육배지는 세균은 nutrient broth와 agar (Difco), 젖산균은 Lactoba-

Table 1. List of used microorganisms

Gram positive bacteria	<i>Bacillus cereus</i>	ATCC	27348
	<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC	9372
	<i>Bacillus natto</i>	IFO	3009
	<i>Streptococcus faecalis</i>	IFO	3971
	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC	13301
Gram negative bacteria	<i>Escherichia coli</i>	ATCC	15489
	<i>Salmonella typhimurium</i>	ATCC	14028
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	ATCC	11250
Lactic acid bacteria	<i>Lactobacillus plantarum</i>	ATCC	8014
	<i>Lactobacillus brevis</i>	IFO	13110
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	IFO	12060
	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	ATCC	8081
Yeast	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	IFO	1950
	<i>Saccharomyces coreanus</i>	IFO	1833
	<i>Hansenula anomala</i>	KCCM	11473

cillus MRS broth와 agar (Difco), 효모는 YM broth와 agar (Difco)를 각각 사용하였다.

물 추출물

생갯 3kg을 수세하여 음건한 후 중량비 3배량의 증류수를 첨가하고 homogenizer로 5분 동안 마쇄하여 24시간 동안 상온에서 교반 침출시킨 후 1차 추출하고, 다시 증류수 3L를 가하여 동일한 방식으로 2차 추출한 후 추출액 모두를 여과 (Whatman No.2)하였다. 이 추출여액을 rotatory vacuum evaporator (Buchi RE 121, Switzerland)로 50°C 수욕상에서 감압 농축하여 점성성의 추출물을 얻어 적당한 농도로 희석하여 사용하였다.

에탄올 추출물

갯 에탄올 추출물은 음건 세절한 시료 1.0kg을 에탄올 6L로 24시간 동안 상온에서 교반 침출시킨 후 1차 추출하고, 다시 에탄올 6L를 가하여 동일한 방식으로 2차 추출한 후 추출액 모두를 여과 (Whatman No.2)하였다. 추출여액을 evaporator로 50°C 수욕상에서 약 100ml로 감압 농축한 후 증류수 1L를 가하여 잘 혼합하고 5°C 냉장고에서 24시간 방치한 다음, 3500rpm으로 원심분리하여 침전된 수지성분을 2회 반복하여 제거하였다. 원심분리하여 얻은 상층액을 다시 evaporator로 감압 농축하여 최종적으로 에탄올 추출물 (고형물 155.8g)을 얻은 다음, 에탄올을 가하여 적당한 농도로 희석하여 사용하였다.

Soluble solid 함량 측정

Soluble solid 함량은 감압 농축된 추출물 1ml를 취하여 105°C에서 건조한 후 증발잔사의 무게를 측정하여 첨가량 (mg)으로 나타내었다²⁴⁾.

추출물의 항균력 측정

갯 추출물의 항균성 검색에 사용한 균주는 slant에 배양된 각 균주 1백금이를 취하여 10ml broth의 균생육 배지에 접종하고, 30°C에서 18~24시간씩 3회 계대 배양하여 사용하였다.

항균성 시험용 평판배지의 조제는 각각의 생육배지로 멸균된 기층용 배지를 petri dish에 15ml씩 분주하여 응고시키고, 중층용 배지를 각각 5ml씩 시험관에 분주하여 멸균한 후, 45°C 수욕상에서 보관하면서 각종 시험균액 (멸균식염수로 균현탁액을 만들어 균 농도를 660nm에서 흡광도가 0.3이 되게 한 균현탁액) 0.1ml를 무균적으로 첨가하여 잘 혼합한 후 기층용 배지위

에 분주한 뒤 고르게 응고시켜 2중의 균집중 평판배지를 만들었다.

갓 추출물을 멸균된 filter paper disc (Toyo seisakusho, 8mm)에 일정량씩 흡수시킨 후, 추출용매를 감압 건조기에서 완전히 날려 보내고 시험용 평판배지 표면에 놓아 밀착시킨 다음, 냉장고(4°C)에서 1시간 동안 방치한 후, 30°C incubator에서 24~48시간 동안 배양한 다음 disc 주변의 clear zone 직경(mm)을 측정하여 항균력을 비교하였다²⁵⁾.

최소 저해농도 측정

최소 저해농도(MIC, minimum inhibitory concentration)는 고체 배지의 경우 한천배지 확산 평판법(agar diffusion method)으로 측정하였는데, 추출물의 고형물 함량을 2.5, 5, 10, 20, 40, 60mg/ml이 되도록 조절된 고체배지를 prtri dish에 부어 고르게 펴서 응고시킨 후 전배양된 균현탁액을 0.1ml씩 접종한 다음 30°C에서 20시간 배양하여 육안적으로 증식이 되지않은 농도로 결정하였다. 액체배지의 경우는 액체배지 희석법으로 갓 추출물의 고형물 함량이 고체배지와 동일농도 구간으로 조절된 액체배지를 준비하여 균현탁액을 각각 0.1ml씩 접종하고 30°C에서 18시간 배양한 후 흡광도(660nm)를 측정하여 균 증식이 나타나지 않은 농도로 결정하였다.

추출된 항균성물질의 열 및 pH 안정성

갓 추출물 중 항균활성을 나타내는 물질의 열 안정성은 갓 에탄올 추출물을 60~100 까지 10°C 간격으로 각각 1시간 동안, 121°C에서 15분 동안 열처리한 후 대조구와 같이 한천배지 확산법으로 생육저해환을 측정하여 비교하였다. 또한 pH 안정성은 갓 에탄올 추출물을 염산이나 수산화나트륨으로 pH 1~13 까지 조절한 후 상온에서 1시간 방치한 다음, 다시 각각 균주의 최적 pH로 중화시켜서 열 안정성과 동일한 방법으로 생육저해환을 측정하여 비교하였다.

결과 및 고찰

갓 추출물의 항균력 검색

용매에 따른 항균활성 물질의 추출능을 확인하기 위하여 갓의 물과 에탄올 추출물(1.5mg/disc)의 *E. coli*에 대한 항균활성을 조사한 결과(Fig. 1), 후자가 훨씬 높았다. 따라서 물 추출물이 에탄올 추출물 보다 고형분량이 많고 항균활성이 낮은 점 등을 고려하여 2배의 많은

함량을 disc에 첨가하여 그람 양성균 5종, 그람 음성균 3종, 젖산균 4종, 효모 3종에 대하여 한천배지 확산법으로 항균활성을 검색한 결과는 Table 2와 같다.

항균성 검색에 사용된 대부분의 세균과 효모에서 항균활성이 나타났으나 젖산균에 대해서는 물 추출물에서는 항균활성이 나타나지 않았으나 에탄올 추출물에서는 항균활성이 낮게 나타났다. 항균력이 나타난 균주에서 두 추출물의 항균력을 비교해 보면 대체로 그

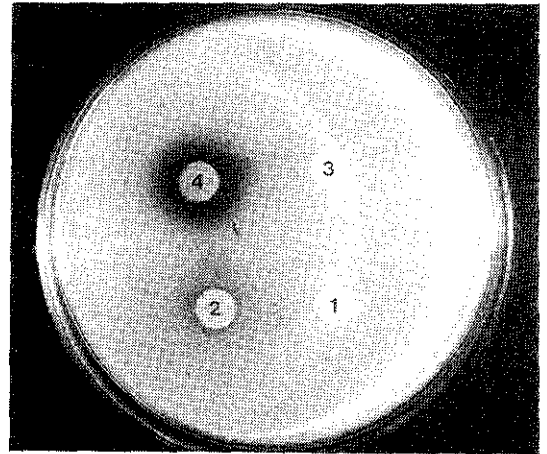


Fig. 1. Antimicrobial activities of water and ethanol extracts of leaf mustard against *Escherichia coli* ATCC 15489. Each disc contains 1.5mg extracts.
1 : water control 2 : water extract 3 : ethanol control 4 : ethanol extract

Table 2. Antimicrobial activities of water and ethanol extracts of leaf mustard

Strains	Clear zone on plate(mm) ^{a)}	
	Ethanol extract (1.5mg/disc)	Water extract (3.0mg/disc)
<i>B. cereus</i>	16 (5.4) ^{b)}	9 (0.3)
<i>B. subtilis</i>	21 (8.8)	10 (0.7)
<i>B. natto</i>	19 (7.5)	10 (0.7)
<i>S. faecalis</i>	13 (3.4)	9 (0.3)
<i>S. aureus</i>	18 (6.8)	9 (0.3)
<i>E. coli</i>	14 (4.1)	9 (0.3)
<i>S. typhimurium</i>	14 (4.1)	12 (0.3)
<i>P. fluorescens</i>	17 (6.1)	11 (1.0)
<i>L. plantarum</i>	9 (0.7)	- ^{c)}
<i>L. brevis</i>	9 (0.7)	-
<i>L. mesenteroides</i>	9 (0.7)	-
<i>P. cerevisiae</i>	10 (1.4)	-
<i>S. cerevisiae</i>	9 (0.7)	12 (1.3)
<i>S. coreanus</i>	9 (0.7)	9 (0.3)
<i>H. anomala</i>	9 (0.7)	12 (1.3)

^{a)} in diameter (mm)

^{b)} Specific inhibitory activity = (clear zone - 8mm) / amount (mg)

^{c)} Not detected

람 음성균 보다 그람 양성균에 더 감수성이 크게 나타났다. 또한 에탄올 추출물이 물 추출물 보다도 훨씬 강한 항균력을 나타내었는데, 이와 같은 결과는 이와 신²⁴⁾의 식품 부패미생물을 억제하는 천연항균성 물질의 검색, 홍 등²⁵⁾의 유백피의 연구, 박 등²⁷⁾의 한약재 추출물의 항균효과 검색, 정 등²⁸⁾의 카레 향신료 정유성분의 항균성 실험과도 비슷하게 나타나 갯 항균성물질 추출에는 에탄올이 더 적절한 용매로 생각된다.

갯에서 추출된 항균성물질이 대장균이나 살모넬라 균에도 항균력이 나타나므로 부패 및 식중독균의 생육 억제에도 효과가 있을 것으로 생각된다. 따라서 김치 등 발효식품에 첨가하여 사용할 경우 김치내 식중독균 및 부패미생물 등의 microflora에 대하여 항균작용을 갖게되어 김치발효에 유해한 미생물들의 생육을 억제시켜 줄 것으로 생각되며, 또한 김치발효에 관여하는 젖산균에 대해서는 생육억제 효과가 비교적 낮게 나타나므로 김치숙성이 적당하게 이루어지게 되어 풍미도 향상되고 저장성이 높아져 김치의 품질을 향상시켜 줄 것으로 예상된다.

갯 추출물의 최소 저해농도

갯의 물과 에탄올 추출물을 각각 고체배지와 액체배지에서 최소 저해농도를 측정 한 결과는 Table 3과 같다.

즉, 세균에 대한 항균활성에 있어서 갯의 에탄올 추출물은 물 추출물에 비하여 2~6배 정도의 높은 항균활성을 나타냈으며 고체배지와 액체배지에서 최소 저해

농도는 큰 차이를 나타내지 않았다. 물 추출물의 최소 저해농도는 고체배지에서 *E. coli* 균주가 35mg/ml로 가장 낮게 나타났고, 다른 세균에서는 40~60mg/ml를 나타내었다. 에탄올 추출물의 최소 저해농도는 *B. subtilis*와 *B. natto* 균주에서 10mg/ml로 가장 낮았으며, 다른 세균에서 15~20mg/ml를 나타내어 그람 음성균 보다 그람 양성균에 대한 항균활성이 더 높게 나타남을 알 수 있었다. 한편 그람 양성균인 젖산균의 경우는 항균활성이 에탄올 추출물에서는 나타났으나 물추출물에서는 나타나지 않았으며 유산균의 최소 저해농도는 40mg/ml를 나타내었다.

한편 이 등²⁹⁾이 유백피의 추출물이 *B. subtilis* 등의 그람 양성균 5종과 *E. coli* 등 5종의 그람 음성균에 대한 최소 저해농도가 2.5~30mg/ml인 것과 비교해 보면 갯 추출물이 다소 약하기는 하지만 상당한 항균효과가 있음을 보이고 있다.

효모에 대한 항균활성에 있어서 갯의 에탄올 추출물은 물 추출물에 비하여 약간 높은 항균활성을 나타냈으나 고체배지와 액체배지에서 최소 저해농도는 큰 차이를 보이지 않았다. 물 추출물의 최소 저해농도는 효모에서 모두 60mg/ml를 나타내어 세균 보다 항균효과가 비교적 낮게 나타났으며, 에탄올 추출물의 최소 저해농도는 고체배지에서 보다 액체배지에서 더 높게 나타났는데 대부분 40~60mg/ml를 보였다.

물 추출물과 에탄올 추출물의 최소 저해농도는 액체배지가 고체배지 보다는 더 낮은 것은 균증식에 대한 물리적인 조건이 고체배지에서 보다 양호하기 때문으로 생각된다. 즉, 고체배지에서는 한천의 사용량과 추출물의 물리적 성질에 따라 항균성물질의 확산정도와 각 균종에 대한 감수성이 달라질 것으로 예측된다.

추출된 항균성 물질의 열 및 pH 안정성

갯 에탄올 추출물에 함유되어 있는 항균활성 물질의 열 안정성을 조사하기 위하여 추출물을 60~100°C 까지 10°C 간격으로 1시간 동안, 121°C에서 15분간 열처리한 후 *B. subtilis*와 *E. coli*에 대한 생육저해환을 측정 한 결과(Fig. 2), 100°C에서 1시간, 121°C에서 15분간 열처리에 의해서도 두 균주의 생육저해환의 크기가 대조구와 비슷한 것으로 보아 갯 에탄올 추출물 중의 항균활성 물질은 열에 매우 안정하였다.

앞의 두 균주에 대하여 갯 에탄올 추출물에 함유되어 있는 항균활성 물질의 pH 안정성을 조사한 결과(Fig. 3), pH 1~13 까지에서도 항균활성의 변화가 거의 없었다.

Table 3. Minimum inhibitory concentrations (MIC) of the water and ethanol extracts against microorganisms

Strains	MIC (mg/ml)			
	Ethanol extract		Water extract	
	A	B	A	B
<i>B. cereus</i>	20	20	60	60
<i>B. subtilis</i>	10	10	60	60
<i>B. natto</i>	10	10	60	60
<i>S. faecalis</i>	20	10	60	60
<i>S. aureus</i>	25	20	60	60
<i>E. coli</i>	15	20	35	40
<i>S. typhimurium</i>	20	20	60	40
<i>P. fluorescens</i>	20	20	40	40
<i>L. plantarum</i>	20	20	-	-
<i>L. brevis</i>	20	20	-	-
<i>L. mesenteroides</i>	20	20	-	-
<i>P. cerevisiae</i>	20	20	-	-
<i>S. cerevisiae</i>	20	40	40	40
<i>S. coreanus</i>	20	40	40	40
<i>H. anomala</i>	40	40	40	40

A : Agar diffusion method, B : Broth diffusion method

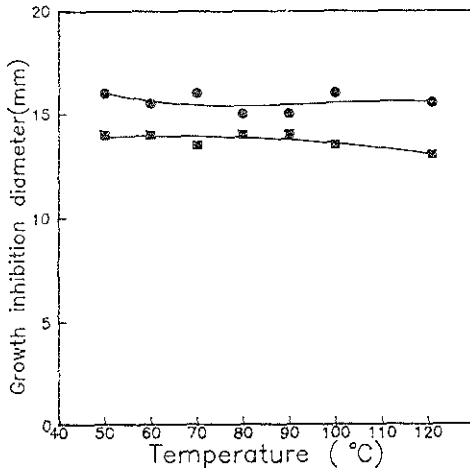


Fig. 2. Effect of heat treatment on the growth inhibitory activity of ethanol extract for *B. subtilis* (●) and *E. coli* (■). Ethanol extract was heated for 60min at 50~110°C and heated for 15min at 121°C.

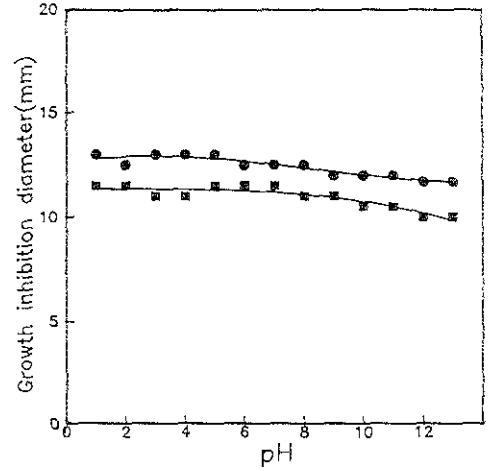


Fig. 3. Effect of pH treatment on the growth inhibitory activity of ethanol extract for *B. subtilis* (●) and *E. coli* (■). The ethanol extract was adjusted to pH 1~13 for 60min at room temperature.

요 약

천연 식품보존료 개발의 일환으로 우리나라에서 옛부터 김치재료, 조미료 및 향신료 등으로 널리 이용되고 있는 십자화과 열경채소류 중의 하나인 갓(*Brassica juncea* Coss.)을 대상으로 물과 에탄올로 항균성물질을 추출하여 몇 종의 병원균과 식중독균, 식품과 관련이 있는 세균 및 효모 등 15균주에 대하여 항균활성을 검토한 결과는 다음과 같다. 갓 에탄올 추출물은 실험에 사용된 대부분의 균주에서 항균효과가 나타났는데, 특히 *Bacillus subtilis*와 *Bacillus natto*의 최소 생육저해 농도가 10mg/ml로 가장 낮게 나타났다. 그러나 물 추출물은 세균과 효모에 대해 항균활성을 나타내었으나 최소 생육저해 농도는 40~60mg/ml로 나타나 항균효과는 에탄올 추출물에 비해 1/3~1/6 정도에 지나지 않았다. 또한 갓 에탄올 추출물 중의 항균활성 물질은 121°C에서 15분간 가열한 후에도 활성이 유지되었으며, pH의 변화에도 영향을 받지 않았다.

문 헌

1. 芝崎勳 : 抗菌性天然添加物開發の現状と使用上の問題點. *New Food Industry*, **25**, 28 (1983)
2. 成瀬治己, 庄司 禎 : 現状における抗菌性物質とその應用. *月刊フodケミカル*, **4**, 53 (1984)
3. Bullerman, L. B., Lieu, F. Y. and Seier, S. A. : Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and

- clove oils, cinnamic aldehyde and eugenol. *J. Food Sci.*, **42**, 1107 (1977)
4. Shama, A., Tewari, G. M., Shrikhande, A. J., Padwal-Desai, S. R. and Bandyopadhyay, C. : Inhibition of aflatoxin-producing fungi by onion extracts. *J. Food Sci.*, **44**, 1545 (1978)
5. 野崎一彦 : 天然物による食品の保存の現状と効果. *月刊フodケミカル*, **2**, 45 (1986)
6. Laura, L. Z. and John, C. K. : Inhibitory and stimulatory effects of oregano on *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus cerevisiae*. *J. Food Sci.*, **46**, 1205 (1981)
7. Conner, D. E. and Beuchat, L. R. : Effects of essential oils from plants on food spoilage yeasts. *J. Food Sci.*, **49**, 429 (1984)
8. 仁科淳良 : 孟宗竹抽出物の抗菌活性. *月刊フodケミカル*, **4**, 53 (1990)
9. 佐藤昭子, 寺尾通徳, 本間ゆかり : ニンニク抽出液の食中毒及び腐敗細菌にばす抗菌作用. *日本食品衛生學會誌*, **21**, 91 (1990)
10. 김준영, 김우정 : 천연향신료와 식용색소. 향문사, 서울, p.15 (1987)
11. 官本梯次郎 : ワサビ・シナモンの抗菌性とその利用. *月刊フodケミカル*, **2**, 30 (1988)
12. 官本梯次郎 : 香辛料の抗菌性と食品保藏への應用. *調理科學*, **25**, 57 (1992)
13. 조영숙, 박석규 : 돌산 갓김치 숙성 중의 맛 성분 및 미생물군의 변화. *음식문화연구원 보고서*, p.1 (1992)
14. 한용봉, 김미라, 한병훈, 한용남 : 갓과 겨자의 향산화 활성성분에 관한 연구. *생약학회지*, **18**, 41 (1987)
15. 박근형 : 재래종 갓의 antocyanin 색소에 관한 연구(제1보), antocyanin의 구조 추정. *한국농화학회지*, **22**, 33 (1979)
16. 조영숙, 박석규, 전순실, 문주석, 하봉석 : 돌산갓의 일반성분, 당 및 아미노산 조성. *한국영양식량학회지*,

- 22, 48(1993)
17. 박석규, 조영숙, 박정로, 전순실, 문주석 : 돌산갯의 비휘발성 유기산, 무기질, 지방산 및 섬유소 조성. 한국영양식량학회지, **22**, 53(1993)
 18. 조영숙, 박석규, 전순실, 박정로 : 돌산갯의 isothiocyanate류의 분석. 한국식문화학회지, **8**, 147(1993)
 19. 조영숙, 하봉석, 박석규, 전순실 : 돌산갯의 carotenoids 및 chlorophyll 함량. 한국식문화학회지, **8**, 153(1993)
 20. Kameoka, H. and Hashimoto, S. : Constituents of steam volatile oils from seeds of various varieties of *Brassica* of various districts. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **54**, 535(1980)
 21. Hill, C. B., Willams, P. H., Carlson, D. G. and Tookey, H. L. : Variation in glucosinolate in oriental *Brassica* vegetables. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **112**, 309(1987)
 22. 조영숙, 박정로, 박석규, 전순실, 정승용, 하봉석 : 갯의 급이가 흰쥐의 cholesterol 대사에 미치는 영향. 한국영양학회지, **26**, 13(1993)
 23. Uda, Y., Ikawa, H., Ishibashi, O. and Meada, Y. : Changes of volatile components and flavor during freeze storage. *Nippon Nogeigakaku Kaishi*, **31**, 114(1984)
 24. 이병완, 신동화 : 식품부패미생물의 증식을 억제하는 천연 항균성 물질의 검색. 한국식품과학회지, **23**, 200(1991)
 25. Bauer, A. W., Kibby, M. M., Sherris, J. C. and Turck, M. : Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am. J. Clin. Pathol.*, **45**, 493(1966)
 26. 홍남두, 노영수, 김남제, 김진식 : 유백피의 약효연구. 생약학회지, **21**, 217(1990)
 27. 박옥연, 장동석, 조학래 : 한약재 추출물의 항균효과 검색. 한국영양식량학회지, **21**, 91(1992)
 28. 정창기, 박완규, 유익제, 박기문, 최춘연 : 카레 향신료 정유성분의 항균성. 한국식품과학회지, **22**, 716(1990)
 29. 이홍용, 김치경, 성태경, 문택규, 임치주 : 유백피 추출물의 항세균 작용. 산업미생물학회지, **20**, 1(1992)
- (1994년 10월 4일 접수)