

돌산갓 전처리 추출물의 항균활성 및 열안정성

박석규[†] · 박정로 · 이상원* · 서권일* · 강성구* · 심기환*

순천대학교 식품영양학과

*경상대학교 식품공학과

Antimicrobial Activity and Heat Stability of Water-Pretreated Extract of Leaf Mustard Dolsan (*Brassica juncea*)

Seok-Kyu Park[†], Jeong-Ro Park, Sang-Won Lee*, Kwon-Il Seo*,
Seong-Koo Kang* and Ki-Hwan Shim*

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

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

Abstract

Natural antimicrobial activities in leaf mustard Dolsan (*Brassica juncea*) were evaluated for food preservation. Antimicrobial activities and changes in volatile allylthiocyanate (AIT) concentration were examined during incubation of leaf mustard homogenate for 72 hours at 30°C. The concentration of volatile AIT was highest at 2 hours of incubation. Antimicrobial activities, which were insignificant in raw homogenate without incubation, were occurred at 21 hours and were showed highest at 48~72 hours of incubation. Water-pretreated extract (WPE) showed the antimicrobial activity by 1.2~1.4 times higher than the water extract. Ethylacetate fraction of leaf mustard showed high antimicrobial activities. The WPE had strong antimicrobial activities against *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus*. Heat treatment of the WPE for 30 min at 121°C did not lose the antimicrobial activities.

Key words : leaf mustard (*Brassica juncea*), pretreatment, antimicrobial activity, heat stability

서 론

과거부터 광범위하게 사용되고 있는 sorbic acid나 benzoic acid와 같은 합성 보존료들은 잔류독성, 돌연변이 유발성 등의 안전성 문제로 소비자들이 이들의 사용을 기피하므로 인하여, 오랫동안 식용해온 천연 식품재료로부터 인체에 해가 없거나 적은 대체보존료를 개발하기 위하여 많은 연구가 활발히 진행되고 있다(1-5).

항균성을 나타내는 천연물로는 lysozyme, polylysine, protamine, conalbumin, avidin 등의 단백질성 물질과 acetic acid, malic acid, succinic acid 등 유기산, 펙틴분해물, 갈변반응 물질, 저급지방산 ester 등 다양하게 알려져 있으며, 최근 국내에서도 고추·양파 등의 향신료

의 정유 성분, 생약제의 항진균성 성분, 썩과 녹차 등을 포함한 식용식물의 추출물, chitin과 chitosan 등에 대한 연구가 활발하다(6-16).

본 연구자들은 전라남도의 지역특산품으로 지정되어 있고, 매년 생산량이 증가되고 있는 돌산갓의 특성(17,18)과 갓김치의 품질(19,20)에 관한 기초연구를 이미 보고한 바 있다. 돌산 갓김치는 다른 김치에 비하여 쉽게 산패되거나 연화되지 않는 특징을 갖고 있어, 돌산 갓을 김치 및 발효식품의 천연보존료로 활용하기 위하여 돌산갓의 항균활성에 대해서 이미 조사한 바 있다(21,22).

천연 항균제의 사용은 화학 합성 보존료에 비하여 안전성 확보에는 유리하지만, 상대적으로 가격이 비싸고 항균활성이 낮아 항균 효과를 나타내는데 첨가량이 많아야 하므로 식품 본래의 맛과 색깔, 향기에 좋지 못

[†]To whom all correspondence should be addressed

한 영향을 줄 수도 있다. 특히 갓을 식용식물의 일반적인 추출방식인 건조하거나 생체 그대로 추출하는 것(일반추출) 보다는 갓을 마쇄하여 적당한 온도로 진탕 추출하면 갓의 펙틴을 포함한 탄수화물, sinigrin, 각종 유기산, 지질, 색소 등 갓에 함유된 식품 성분의 자가 효소적 분해와 용출로 인하여 항균활성이 상당히 높아짐을 알 수 있었다(자가진탕추출). 또한 갓의 일반 추출액의 최종 농축액은 어두운 짙은 녹색을 나타내어 첨가 대상식품의 고유한 색깔을 변화시킬 우려가 많지만, 진탕추출하면 적갈색을 나타내어 배추김치의 색상과 조화되고 갓 특유의 향미가 부가되어 조미역할의 천연 김치첨가물로서도 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 이런 점을 토대로 하여 오래 전부터 민간에서 김치의 부재료 및 갓김치의 주재료로 사용되어 안전성이 확보된 돌산갓을 이용하여 배추김치 등의 보존료로 개발하기 위한 일환으로 돌산 갓을 마쇄하여 경시적으로 자가 진탕추출한 물 추출물의 항균활성 증진효과 및 열안정성에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 전처리

본 실험에 사용한 천연 항균성 물질의 추출 재료는 돌산갓(*Brassica juncea*) 중에서 항균활성이 높은 잎을 미세하게 마쇄한 후 사용하였다. 돌산갓 1kg에 증류수 1L를 혼합하여 마쇄(8,000rpm, 5min)하고 30°C에서

진탕추출함에 따라 항균활성의 변화가 나타나는 시간(0, 1, 2, 3, 4, 8, 15, 21, 48, 72시간)에 전처리 물 추출물 50ml를 2개씩 취하여 그대로 혹은 10ml까지 농축하여 항균활성 및 allylthiocyanate(AIT) 분석시료로 사용하였다.

사용균주 및 plate조제

Gram positive 균주로는 *Bacillus subtilis* ATCC 6633와 *Staphylococcus aureus* R 209, Gram negative 균주로는 *Escherichia coli* ATCC 15489, *Pseudomonas aeruginosa* IFO 3899 및 *Salmonella typhimurium* TV 119를 사용하였다. Test plate는 hard agar(1.5%)의 LB배지(tryptone 1%, yeast extract 0.5%, NaCl 1%)로 plate를 조제한 후, 전배양한 상기의 시험균이 들어있는 배양액 50 μ l를 soft agar(0.6%)의 LB배지 6ml와 혼합하여 증충시키고, 냉장고(4°C)에 보관하여 균인 후 즉시 랩으로 짜서 2주까지는 그대로 사용하였다(13,14).

추출물의 분획

돌산갓의 메탄올 추출물을 농축하여 chloroform, ethylacetate, n-butanol순의 순차용매분획을 실시하였다(Fig. 1). 즉 돌산갓의 중량에 대하여 5배의 methanol을 가하여 3시간 동안 80°C의 환류냉각장치에서 3회 반복하여 추출하였다. 추출액을 rotary vacuum evaporator로 감압농축한 methanol 추출물에 H₂O-MeOH(9:1)을 가한 후 전자와 같이 분획하였다. 분획물의 soluble solid 함량은 감압농축된 추출물 1ml를 취하여 105°C

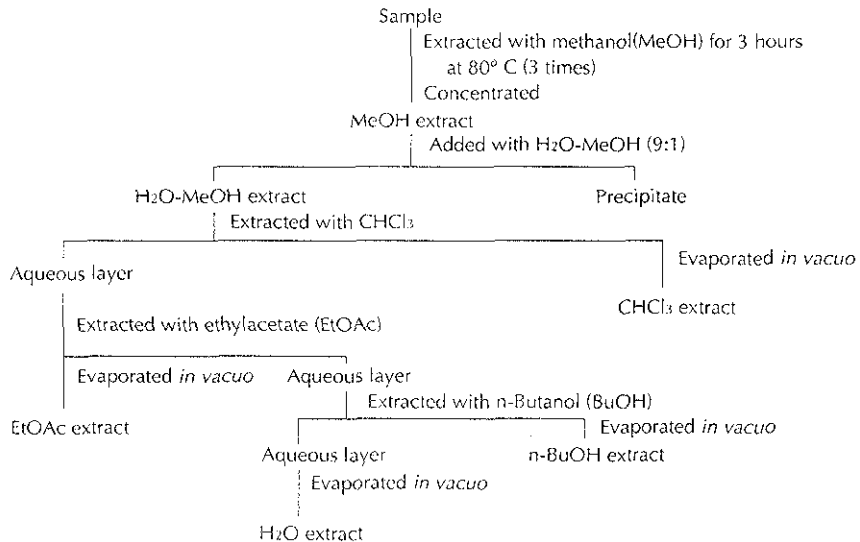


Fig. 1. Solvent fractionation of antimicrobial substances from leaf mustard Dolsan.

에서 건조 후 증발잔사의 양(mg)으로 하였다.

항균활성 측정

항균활성은 agar diffusion법을 이용하였는데, 전처리 추출액은 전처리 갓에 증류수 50ml를 혼합하여 여과하고 rotary evaporator로 10ml로 감압농축(60°C)하였으며, 용매분획물의 농축액은 methanol 50µl로 용해하여 항균활성 측정의 시료액으로 사용하였다. 멸균된 filter paper disk (Toyo seisakusho, 8mm)에 spot한 다음, 80°C의 dry oven에서 용매를 완전히 휘발시켜 중층 시험용 plate의 표면에 놓아 밀착시키고 냉장고에서 1시간 동안 방치시킨 후, 인큐베이터에서 배양(30~35°C, 24시간)하여 clear zone(직경, mm)을 측정하여 항균력을 비교하였다.

미생물의 증식억제

액체배지에서의 전처리 추출물에 의한 미생물 증식의 억제현상을 L-type test tube에 멸균된 LB배지 4.8ml, 무균 membrane filter(0.25µm, millipore Co., U.S.A.)로 제균된 항균물질액 100µl와 전배양액 100µl를 가하여 진탕배양(100rpm, 35°C, 20시간)한 다음, 배양액을 4배 희석하여 660nm에서 흡광도를 측정하여 조사하였다. Blank는 항균물질액 대신에 증류수 100µl를 가하여 조사하였다.

갓 전처리증의 AIT 함량 분석

돌산갓 전처리 증의 AIT 함량은 전처리액 50ml, 증류수 50ml 및 10µl internal standard(0.2g methyl pentanal/20ml ethyl ether)를 혼합하여 Tenax GC 흡착제(50µg

가 충전된 칼럼을 부착한 휘발성 추출장치에 넣고 N₂ gas를 분사하여 1시간 동안 휘발성 물질을 흡착 포집하였으며, 200µl ethyl ether로 유출시켜 표준물질 AIT와 비교하여 GC로 분석하였다(23). GC의 조건은 HP innowax(30m×2.5mm×0.25µm), He head pressure 80kpa, oven temp. 70°C→120°C(2°C/min)→220°C(10°C/min)→70°C(10°C/min), injector temp. 210°C, detector temp. 250°C, injection volume 4µl로 하였다.

추출물의 열안정성

돌산갓을 전처리한 것과 전처리하지 않은 추출물의 항균활성에 대한 열안정성은 추출물을 60°C(1시간), 80°C(1시간), 100°C(10, 20, 30, 50분), 121°C(10, 20, 30분) 열처리하여 그 액 150µl를 앞의 agar diffusion법에 의하여 항균활성을 측정하여 열안정성을 조사하였다.

결과 및 고찰

전처리 증의 항균성 변화

항균활성을 증진시키기 위하여 돌산갓에 증류수를 가하여 마쇄하고, 30°C에서 진탕 전처리한 다음, 60°C에서 감압농축한 농축액의 항균활성의 변화를 agar diffusion법으로 조사한 결과는 Table 1과 같다. 전처리 추출액을 농축한 것은 15시간 전까지는 항균활성이 나타나지 않다가 그 이후부터 항균활성이 나타나기 시작하여 48시간을 전후하여 항균활성이 가장 높았다. 그러나 전처리한 추출액을 농축하지 않았을 경우는 1~3시간 사이에서도 항균활성이 나타났으며, 21시간 후 다시 농축액과 마찬가지로 항균활성이 나타났으며 초기 보

Table 1. Antimicrobial activity of water-pretreated extract of leaf mustard Dolsan

(mm)¹⁾

| Strains | | Pretreatment time (hr) ²⁾ | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|--------------------------------------|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 8 | 15 | 21 | 24 | 48 | 72 |
| <i>B. subtilis</i> | CWE | - | - | - | - | - | - | 9 | 11 | 12 | 16 | 18 |
| | UWE | - | 10 | 11 | 10 | Tr | - | - | 10 | 10 | 13 | 12 |
| <i>S. aureus</i> | CWE | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 14 | 21 | 23 |
| | UWE | - | 9 | 11 | 9 | Tr | - | - | 10 | 12 | 13 | 13 |
| <i>E. coli</i> | CWE | - | - | - | - | - | - | 9 | 12 | 13 | 19 | 18 |
| | UWE | - | 9 | 10 | 9 | - | - | - | 11 | 12 | 14 | 13 |
| <i>S. typhimurium</i> | CWE | - | - | - | - | - | - | -9 | 13 | 15 | 24 | 26 |
| | UWE | - | 9 | 10 | 9 | - | - | - | 10 | 12 | 14 | 14 |

¹⁾Clear zone on plate (mm, in diameter)

²⁾Leaf mustard homogenate was incubated at 30°C for 72 hours

CWE : Concentrated water extract (200µl)

UWE : Unconcentrated water extract (300µl)

Tr : Trace

다는 대체로 강하였다.

또한 농축을 한 추출액(200 μ l)의 항균력은 농축하지 않은 추출액(300 μ l, 농축액의 약 1/4량에 해당)과 비슷한 항균 spectrum을 나타내었으며, 또한 농축배수 만큼을 환산하여 보면 농축한 것이 농축하지 않은 것보다 항균활성이 비슷하거나 약간 높았는데, 이는 후자의 추출물은 paper disk에 저온건조(40°C)하였는데, 전자의 양 만큼(약 4배) 동일하게 spot할려면 건조의 시간이 전자(80°C)보다 너무 많이 걸려 항균활성에 약간 차이가 나타나는 것으로 생각된다. 또한 농축하지 않은 추출물에 함유된 휘발성 AIT 물질도(Fig. 2) 건조과정에서 대부분이 휘발된 것으로 생각되며, 농축물의 경우는 농축과정(60°C)에서 분해물이 다시 생성되었는지 현재의 실험으로는 알 수 없다. 농축하지 않은 추출액에서 1~3 시간 사이의 항균활성은 돌산갓에 함유되어 있는 glucosinolate류의 일종인 sinigrin이 자체의 myrosinase 작용에 의하여 가수분해되면서 휘발성 AIT가 많이 생성되어 추출액 중에 용존하기 때문으로 판단된다. AIT는 겨자, 와사비, 무, 십자화과 채소에서 생성되는 독특한 자극성 매운맛의 하나로 천연의 항균활성 물질로 밝혀져 있는데, 추출 및 농축 과정에서 상당한 양이 휘발되어 최종 농축액에 아주 적은 양이 존재하는 것을 알 수 있다. 또한 20시간 후의 항균활성의 증가는 갓 자체의 pectinase에 의한 펙틴분해물, citric acid, oxalic acid, ascorbic acid와 malic acid를 포함한 각종 유기산의 추출, carotenoid와 chlorophyll 분해물 등이 다량으로 생

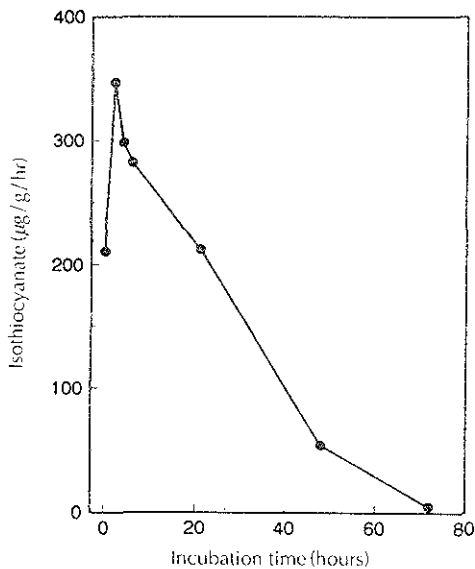


Fig. 2. Changes in allyl isothiocyanate production during incubation of leaf mustard homogentate at 30°C.

성되어 추출액에 포함되었기 때문인 것으로 생각된다.

전처리 중의 AIT 함량 변화

돌산갓 중에는 glucosinolate류 중의 하나인 sinigrin이 매운맛의 전구물질로 함유되어 있으며 잎 보다는 줄기에 2~3배 정도 많이 함유되어 있다. Sinigrin은 갓의 조직이 파괴될 때 조직속의 내재효소인 myrosinase(thioglycoside glucohydrolase, EC 3.2.3.1) 작용에 의하여 allyl isothiocyanate, nitril 및 thiocyanate를 형성한다. 항균활성 물질로 알려져 있는 휘발성 AIT(8,12)는 전처리 2시간에서 많은 함량을 나타내었으며, 시간이 경과함에 따라 점진적으로 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 2).

추출물 농도에 따른 미생물 증식의 변화

갓의 물 추출물을 100~1400ppm 농도별로 5가지 시험균의 초기 액체배지에 첨가한 다음, 20시간 배양한 결과(Fig. 3), *S. typhimurium*은 다른 시험균에 비하여 400~600ppm의 낮은 농도 범위에서 균증식의 억제 효과가 크게 나타났고, 다음으로 *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*는 1000~1200ppm 범위에서 균증식의 억제 현상이 뚜렷하게 나타나기 시작하였다. 추출액의 농도가 증가함에 따라 균증식의 감소 폭 혹은 억제도는 *S. typhimurium* > *S. aureus* > *E. coli* > *P. aeruginosa*, *B. subtilis* 순으로 크게 나타났다.

추출과 분획에 따른 항균성의 변화

Disk plate법에 의해 갓의 물 추출물 및 분획물의 항균력을 측정하여 본 결과(Table 2), 갓의 물 추출물 및 분획물은 시험균 모두에 항균력을 나타내었으며, 전처리 갓의 농축 추출물은 전처리하지 않은 것보다 1.2~1.4배 항균활성이 증가되었다. 특히 계통 분획물은 전

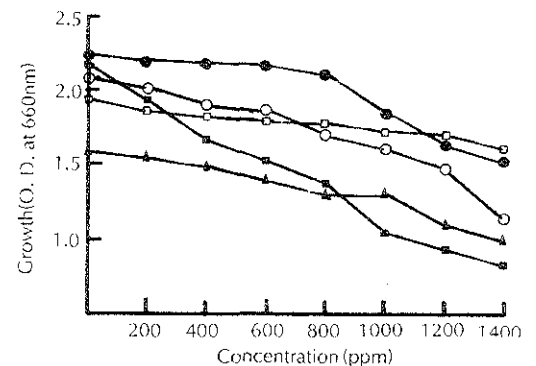


Fig. 3. Growth inhibition of water-pretreated extract of leaf mustard Dolsan against bacteria.

● : *E. coli*, ○ : *S. aureus*, ■ : *S. typhimurium*, □ : *B. subtilis*, ▲ : *P. aeruginosa*

처리 혹은 전처리하지 않은 추출물 보다 낮았으나 항균 spectrum은 거의 비슷하였다. 추출물 및 분획물 모두는 *S. typhimurium*에 매우 강한 항균활성을 나타내었으며, 4가지 분획물은 각 균주에 대하여 대부분 비슷한 항균력을 나타내었는데, ethylacetate 및 물층이 다른 분획물에 비하여 대부분의 시험균에 대하여 우수하였으며, *S. typhimurium* > *S. aureus* > *E. coli* > *B. subtilis* 순으로 항균력이 높았다.

열안정성

갓을 마쇄하여 그대로 추출한 것(NT)과 진탕 전처리한 물 추출액(PT)의 항균활성에 대한 열안정성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 100°C에서 10~50분, 121°C에서 10~30분간 열처리하여도 4가지 균주 모두 생육억제환의 크기가 비슷한 것으로 보아, 돌산갓의 전처리 물 추출액 중의 항균활성 물질은 열에 매우 안정하였다. 이상의 결과는 음전한 갓의 물 추출물에서와 같이 유사한 열안정성을 나타내었다(21).

요 약

돌산갓 중의 천연 항균활성 물질을 이용하여 식품의 보존 효과를 증진시킬 목적으로, 갓을 물로 전처리하여 항균활성과 allyl isothiocyanate(AIT) 함량을 조사하였다. 갓을 마쇄하여 30°C에서 72시간 까지 진탕하면서 전처리할 때, 휘발성 AIT 함량은 전처리 2시간에서 가장 많았고, 전처리한 농축 물 추출물(WPE)의 항균활성은 21시간 이후 부터 나타나서 48~72시간에 가장 강하게 나타났고, 농축하지 않은 것은 WPE와는 달리 2~3 시간에서도 항균활성을 나타내었지만 20시간 이후 부터는 동일한 패턴의 항균활성을 나타내었다. Ethylacetate 분획물에서 항균활성이 높았으며, 갓의 WPE는 전처리하지 않은 것 보다 1.2~1.4배 항균활성이 증가되었다. WPE는 *S. typhimurium*과 *S. aureus*에 강한 저해활성을 나타내었으며, 121°C, 30분간 열처리하여도 항균활성은 거의 그대로 유지되었고, 전처리하지 않은 것은 항균활성이 거의 없거나 약하게 나타났다.

Table 2. Antimicrobial activity of extract and fractionate of leaf mustard Dolsan

(mm)¹⁾

| Groups | Gram(+) bacteria | | Gram(-) bacteria | | |
|-------------------------------------|--------------------|------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| | <i>B. subtilis</i> | <i>S. aureus</i> | <i>E. coli</i> | <i>P. aeruginosa</i> | <i>S. typhimurium</i> |
| Water-shaking extract ²⁾ | 19 | 27 | 24 | 19 | 29 |
| Water extract | 15 | 22 | 19 | 14 | 25 |
| Methanol extract ³⁾ | | | | | |
| CHCl ₃ | 11 | 15 | 15 | 10 | 18 |
| EtOAc | 13 | 19 | 14 | 12 | 21 |
| BuOH | 10 | 12 | 12 | 10 | 13 |
| H ₂ O | 16 | 20 | 16 | 13 | 21 |

¹⁾Clear zone on plate (mm, in diameter)

²⁾Leaf mustard homogenate was incubated at 30°C for 72 hours

³⁾0.1g extract/0.5ml solvent → 100µl spot/paper disk → 80°C dry → test

Table 3. Heat stability of water-pretreated extract of leaf mustard Dolsan

(mm)¹⁾

| Strains | | 60°C | 80°C | 100°C | | | 121°C | | | |
|-----------------------|----|------|------|-------|----|----|-------|----|----|------------------|
| | | 60 | 60 | 10 | 20 | 30 | 50 | 10 | 20 | 30 ²⁾ |
| <i>B. subtilis</i> | PT | 11 | 11.5 | 11 | 10 | 11 | 10 | 10 | 9 | 10 |
| | NT | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>S. aureus</i> | PT | 14 | 14 | 14 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 |
| | NT | Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>E. coli</i> | PT | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 |
| | NT | Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>S. typhimurium</i> | PT | 16 | 15 | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| | NT | Tr | Tr | - | - | - | - | - | - | - |

¹⁾Clear zone on plate (mm, in diameter), ²⁾Heat treatment of extract (min)

PT : pretreated at 30°C for 24 hrs, NT : not pretreated, Tr : trace

감사의 글

이 논문은 1994년도 순천대학교 자체연구비 지원에 의하여 연구된 것으로 이에 감사드립니다.

문헌

1. 芝崎勲 : 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. 野崎一彦 : 天然物による食品の保存の現状と效果. 月刊フドケミカル, 2, 45 (1986)
3. 太田静行 : 抗菌・抗酸化物質の抗菌活性. 月刊フドケミカル, 2, 48 (1990)
4. 山下晴美 : 香辛料を利用したう天然保存劑. *New Food Industry*, 27, 35 (1985)
5. 岩下恵子, 長谷川紀子, 星野厚子 : 食品汚染微生物に対する香辛料の抗菌作用に関する研究. すかいらくフドサイエンス研究報告書, 2, 47 (1993)
6. 編輯部 : 抗菌劑市場を探る. 食品と開發, 25, 30 (1990)
7. 大隅 幸雄 : 天然物を利用した新しい保存劑. 食品と開發, 23, 35 (1988)
8. 宮本梯次郎 : 香辛料の抗菌性と食品保藏への應用. 調理科學, 25, 159 (1992)
9. Tokuoka, K., Mori, R. and Isshiki, K. : Inhibitory effects of volatile mustard extract on the growth of yeasts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkashi*, 39, 68 (1992)
10. 野坂 宣嘉 : 化學的合成品以外の食品添加物たる保存料および日持向上劑について. *New Food Industry*, 33, 6 (1991)
11. Kawano, J., Shimizu, A., Kameoka, M. and Kimura, S. : Antibacterial activities of tea leaves, mushrooms and vegetables against *Staphylococci*. *Jpn. J. Food Microbiol.*, 9, 101 (1992)
12. Deans, S. G. and Ritchie, G. : Antibacterial properties of plant essential oils. *Int. J. Food Microbiol.*, 3, 165 (1987)
13. 박석규, 박종철, 박미연 : 식용식물 추출물과 분획물의 항균활성. 순천대학교 기초과학연구지, 5, 111 (1994)
14. 박석규, 박종철 : 쑥의 추출물 및 coumaric acid의 항균활성. 한국생물공학회지, 5, 506 (1994)
15. 이병완, 신동화 : 식품 부패미생물의 증식을 억제하는 천연 항균성 물질의 검색. 한국식품과학회지, 23, 200 (1991)
16. 이병완, 신동화 : 식품 부패미생물에 대한 천연 항균성물질의 농도별 및 분획별 항균 특성. 한국식품과학회지, 23, 205 (1991)
17. 조영숙, 박석규, 전순실, 문주석, 하봉석 : 돌산갓의 일반성분, 당 및 아미노산 조성. 한국영양식량학회지, 22, 48 (1993)
18. 박석규, 조영숙, 박정로, 전순실, 문주석 : 돌산갓의 비휘발성 유기산, 무기질, 지방산 및 섬유소 조성. 한국영양식량학회지, 22, 53 (1993)
19. 박석규, 조영숙, 박정로, 문주석, 이용수 : 갓김치 숙성중 당, 유기산, 유리아미노산 및 핵산관련 물질 함량의 변화. 한국영양식량학회지, 24, 48 (1995)
20. 박석규, 조영숙, 전순실, 최진상, 이상원 : 갓김치 숙성중의 무기질, 색소, 관능 및 미생물군의 변화. 한국농산물저장유통학회지, 2, 131 (1995)
21. 강성구, 성낙계, 김용두, 신수철, 서재신, 최갑성, 박석규 : 갓 (*Brassica juncea*) 추출물의 항균활성 검색. 한국영양식량학회지, 23, 1008 (1994)
22. 강성구, 성낙계, 김용두, 이재근, 송보현, 김영환, 박석규 : 갓 (*Brassica juncea*)의 에탄올 추출물이 미생물 생육에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 23, 1014 (1994)
23. 조영숙, 박석규, 전순실, 박정로 : 돌산갓의 isothiocyanate류의 분석. 한국식문화학회지, 8, 147 (1993)

(1995년 8월 4일 접수)