

Research Note

## 추출방법에 따른 용아초의 육가공 식품 변패 젖산균에 대한 생육저해 효과

이하연 · 이종섭 · 김다혜 · 이신구<sup>1</sup> · 이용진<sup>2</sup> · 김명동\*

강원대학교 식품생명공학과, <sup>1</sup>상지대학교 한의과대학 한의예과, <sup>2</sup>춘천바이오산업진흥원

### Extraction Methods Influence Inhibitory Effects of *Agrimonia pilosa* on the Growths of Meat-Poisoning Lactic Acid Bacteria

Ha-Yeon Lee, Jong-Sub Lee, Da-Hye Kim, Seon-Goo Lee<sup>1</sup>,  
Yong-Jin Lee<sup>2</sup>, and Myoung-Dong Kim\*

Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University

<sup>1</sup>Department of Oriental Medicine, College of Oriental Medicine, Sangji University

<sup>2</sup>Chuncheon Bioindustry Foundation

#### Abstract

The inhibitory effects of extracts from *Agrimonia pilosa*, which were obtained via different extraction methods, on the growth of *Weissella viridescens* and *Leuconostoc carnosum* were examined. Compared with simple water extraction, the sample extracted with alkalified water (pH 11) and 50% ethanol (pH 11) had 43% and 24% enhanced inhibitory effects on *W. viridescens* and *Leu. carnosum* growth, respectively. However, ultrasonic treatment did not exert a profound effect on the antimicrobial activity of *A. pilosa* regardless of the extraction solvent used.

**Key words:** *Agrimonia pilosa*, *Weissella viridescens*, *Leuconostoc carnosum*, antimicrobial activity, extraction

## 서 론

육가공 제품은 유통과정에서 본래의 품질 및 신선도를 유지하기 위하여 진공 포장되어 판매되지만, 저장 기간 동안 제품 내 기체 조성이 변화되어 CO<sub>2</sub>에 내성을 갖는 미생물들이 생육할 수 있다(Reuter, 191; Nissen et al., 1994). 젖산균은 육가공 제품 및 진공포장 제품의 주요 부패 미생물 중의 하나로 인식되어 왔다(Borch et al., 1996; Korkeala & Bjrkroth, 1997; Samelis et al., 2006). 육가공 제품 중, 햄과 훈제 육제품은 소금물에 절인 후, 70°C 이하의 온도에서 가공되며(Samelis et al., 2000), 이러한 가공법은 저장기간 동안에 이상발효 젖산균이 성장하기에 적합한 환경을 제공하여 제품의 부패를 유발시킬 수 있다(Yang & Ray, 1994; Samelis et al., 2000). 젖산균에 의한 육가공 제품의 변패는 젖산균이 가공 중 생존할 수 있기

때문에 가공 공정 이후에도 발생할 수 있다(Kempton & Bobier, 1970; Mol et al., 1971). 최근 육가공 제품은 위생학적 안전성을 확보하기 위하여 진공 포장된 상태로 판매되고 있으나, 육류 변패 젖산균은 진공 포장 육가공 제품에서도 생존하며 이미, 이취, 가스 및 슬라임 등을 생성하여, 이는 육가공 제품 산업 주요 문제점 중의 하나로 인식되고 있다(Egan et al., 1980; Schillinger & Lcke, 1987; Borch & Agerhem, 1992). 특히 *Weissella viridescens*와 *Leuconostoc carnosum*은 진공포장 햄 제품의 주요 변패 미생물 중의 하나로 보고되어 왔다(Samelis, 2006). *W. viridescens*는 훈제 육가공 제품 및 예멀전 소시지에서 주로 발견되며(Samelis et al., 1994), *Leu. carnosum*은 가공처리 전 단계나 공기가 잘 투과하는 포장상태에서 저장될 경우, 균체 수가 증가하는 경향을 보이는 것으로 보고되었다(Samelis et al., 1998). 이러한 젖산균에 의한 육가공 제품의 변패를 방지하기 위하여 소르빈산 칼륨, 에리소르빈산 칼륨 등 다양한 합성보존제들이 사용되어 왔다(Han & Park, 1995; Moon et al., 1996). 그러나 합성보존제의 경우 지속적으로 인체에 축적되면, 만성독성, 발암성, 돌연변이 유발 등의 부작용이 발생할 수 있어 안전성의 문제가 제기되어 왔다(Bae & Sohn, 2005). 따라서 합성보존제를 대체하기 위하여 독성

\*Corresponding author: Myoung-Dong Kim, School of Biotechnology and Bioengineering, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea

Tel: +82-33-250-6458; Fax: +82-33-241-0508

E-mail: mdkim@kangwon.ac.kr

Received September 14, 2011; revised November 2, 2011; accepted November 2, 2011

이 없고, 항균력이 강한 물질을 추출하여 천연보존제로 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다(Chung & Jung, 1992; Park et al., 1994).

용아초(*Agrimonia pilosa*)는 장미과에 속하는 다년생 초본으로 우리나라, 중국, 일본에 널리 분포하며, 어린 잎은 식용으로, 지상부는 약용으로 사용되어 왔다(Park et al., 2004). 용아초는 agrimonolide, agimol, agrimonic acid A, agrimonic acid B, agrimoniin 등을 함유하고 있으며(Okuda et al., 1984; Kasai et al., 1992), 항균 및 진통작용을 나타내어 한방에서 소염, 강장약, 위종양 등의 치료에 사용하고 있다(Park et al., 2004). 천연물의 항균활성은 추출용매 및 추출방법에 따라 생리활성 및 항균활성 물질의 함량이 다르게 나타나는 것이 많은 연구를 통하여 보고되어 왔으며(Mok et al., 1994; Chung, 2001; Lee et al., 2006; Kim et al., 2006), 용아초의 항균활성과 관련된 유효성분 또한 추출방법에 의하여 항균력이 변화 될 수 있는 것으로 사료된다. 물과 에탄올은 비용이 저렴하여 천연물로부터 유효성분을 추출하기 위한 용매로 자주 사용되고 있다(Cha et al., 2009). 그러나 동일한 추출용매를 사용하는 경우에도 추출방법에 따라 추출 유효성분의 종류와 양이 달라질 수 있으며, 가장 일반적으로 사용되는 열추출법은 고분자물질을 저분자물질로 유리시켜 추출효율을 높이는 장점이 있으나 열에 의한 유효성분의 파괴 및 단백질 변성 등의 단점이 보고되고 있다(Kwon et al., 2002). 최근 초음파 추출법은 열에 의한 유효성분의 파괴와 추출시간을 감소시킴으로써 사용이 증가되고 있는데, 이는 초음파 조사에 의하여 세포 내 압력이 증가되어 조직이 파괴됨으로써 추출용매가 미세부분까지 침투하여 추출효과를 증진시키는 장점이 있기 때문인 것으로 판단된다(Pan et al., 2002; Yang et al., 2007).

본 연구에서는 용아초 추출방법에 따른 육가공 식품 변패 미생물에 대한 생육 저해효과를 탐색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 균주

용아초 추출물의 육가공 식품 변패 미생물에 대한 생육저해 효과를 조사하기 위하여 훈제 육가공 제품과 진공포장 육가공 제품에서 각각 분리된 *W. viridescens*(KCTC 3504)와 *Leu. carnosum*(KCTC 3525)을 한국생명공학연구원 미생물자원센터(Korean Collection for Type Cultures, KCTC, Daejeon, Korea)에서 분양 받아 사용하였다.

### 용아초 추출

건조된 용아초 50 g을 500 mL 분량의 물 또는 에탄올(50%, v/v)과 혼합한 후, 2 N HCl과 2 N NaOH로 pH를 4, 7 및 11로 조정하여 60°C에서 6시간 동안 추출하였다.

초음파 추출의 효과를 고찰하기 위하여 동일한 실험구에 추가적으로 초음파 추출기(SM35EP, Sonimedi Co., Wonju, Korea)를 이용하여, 60°C에서 40 kHz로 18 분 동안 추출하였다. 추출물은 동결 건조한 후, 고형물 농도가 200 mg/mL가 되도록 멸균 증류수에 현탁한 후, 멸균된 여과지(Cat#17822, Sartorius Stedim Biotech, Goettingen, Germany)로 여과 한 후 사용하였다.

### 용아초 추출물의 항균력 측정

용아초 추출물의 항균력을 측정하기 위하여 본 실험에서는 디스크 확산법을 사용하였다(Chung & Jung, 1992). 균주는 탄소원으로서 2%(w/v)의 포도당이 첨가된 MRS(BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA) 배지에 접종하여 30°C, 200 rpm 조건으로 진탕배양기(HB201SF, Hanbaek Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 배양하여 600 nm에서 흡광도가 1.0이 될 때 세포를 15,000 ×g에서 1분간 원심분리하여 세포를 회수하였다. 회수한 세포는 멸균 증류수로 2 회 세척한 후, 흡광도가 0.5가 되도록 멸균수로 희석하여 MRS 고체 배지에 200 μL를 도말하였다. 멸균된 종이 디스크(Whatman, Clifton, NJ, USA)를 고체배지 위에 밀착시킨 후 200 mg/mL 농도의 용아초 추출물을 10<sup>3</sup> 배까지 희석한 후 종이 디스크에 20 μL씩 점적시켰다. 종이디스크가 추출물을 충분히 흡수하도록 30 분 동안 실온에서 건조시킨 후, 30°C에서 48시간 배양하여 생성된 생육저해환의 크기를 측정하여 추출방법에 따른 용아초의 항균력을 비교하였다.

### 젖산균의 비성장속도 측정

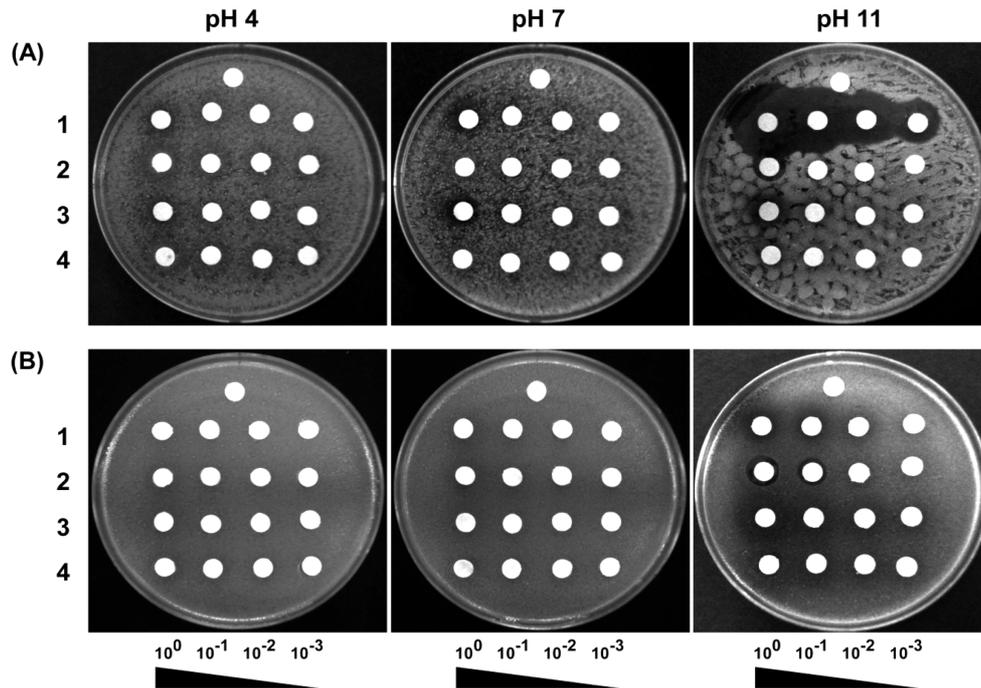
MRS 배지에 용아초 추출물의 최종농도가 20 mg/mL이 되도록 첨가하고 30°C에서 진탕 배양하면서 대수기의 젖산균의 비성장속도를 측정하였다.

### 통계분석

모든 측정은 3 회 이상 반복하였으며, 통계적 분석은 SigmaPlot(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균값 및 표준오차를 구하였다. SPSS Statistics(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 0.05% 범위 내에서 Duncan의 다중범위 검증(Duncan, 1955)을 하였다.

## 결과 및 고찰

육가공 제품 변패 젖산균에 대한 용아초 추출물의 생육저해 효과 추출조건에 따른 육가공제품 변패 미생물에 대한 용아초의 항균활성을 비교하였다(Fig. 1). 용아초 추출물의 항균활성은 추출용매로서 물의 pH를 11로 조정하였을 때 가장 높았으며, *W. viridescens*와 *Leu. carnosum* 두 균주에 대하여 모두 높은 활성을 보였다. *W. viridescens* pH 11인 물



**Fig. 1.** Inhibitory effects of *A. pilosa* extract on the growth of *W. viridescens* (A) and *Leu. carnosum* (B) in MRS plate. Extract from *A. pilosa* prepared using the method indicated (1: Water, 2: Ethanol (50%), 3: Water + Sonication, 4: Ethanol (50%) + Sonication) was diluted and used for growth assay. Solvent with the indicated pH was used for extraction

과 50%(v/v) 에탄올로 추출한 경우 디스크 주위에 생육저해환이 나타났으며, 초음파 추출은 용아초의 항균력 증진에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 판단되었다. 또한 pH 7로 조정된 물 추출물에서 항균활성이 보였으며 초음파를 이용하여 추출한 추출물에서도 항균효과가 나타났다. *Leu. carnosum*의 경우는 50%(v/v) 에탄올로 추출한 용아초 추출물에서만 항균 효과가 나타났으며, 초음파 추출은 항균 효과에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 나타났다. 이러한 용아초 추출물의 항균 효과는 식품 부패 및 식중독 원인균으로 알려진 *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila*에 대해서도 항균활성을 나타내는 것으로 보고된 바 있다(Park et al., 2004). 또한 Lee & Seo(2005)의 연구에 의하면 용아초 추출물의 농도가 7%(w/v)일 때 연쇄상구균 감염증의 원인균으로 알려진 *Streptococcus pyogenes*의 성장이 음성 대조구에 비하여 50% 이상 억제되었다.

삼백초(*Saururus chinensis*) 추출물의 생리활성은 추출조건에 따라 변하는 것으로 보고된 바 있으며(Kim et al., 2005), Kim et al.(2006)은 추출 용매 및 온도, 시간에 따라 감초 추출물의 항균력의 변화를 보고하였다. 이처럼 사용한 용매의 종류 및 시간, 온도 등의 추출 방법에 따라 추출물의 생리활성이 변하기 때문에 추출 조건의 최적화가 반드시 필요한 것으로 사료된다.

용아초 추출물이 첨가된 배지에서의 육가공 제품 변패 및 산균의 비성장속도

용아초 추출물의 *W. viridescens*와 *Leu. carnosum*에 대한 성장 저해 효과를 살펴보기 위하여 용아초 추출물을 MRS 배지에 첨가한 후 비성장속도를 측정하였다. *W. viridescens*은 pH 11인 물 추출물과 50%(v/v) 에탄올 추출물을 첨가하였을 때 각각 비성장속도가  $0.061 \pm 0.003 \text{ h}^{-1}$ 와  $0.086 \pm 0.004 \text{ h}^{-1}$ 이었다. 이는 대조구와 비교하여 각각 43%와 20%의 생육억제효과에 해당하였다. *Leu. carnosum*는 50%(v/v) 에탄올 추출물(pH 11)에 의한 성장저해효과가 가장 큰 것으로 나타났으며 비성장속도는  $0.079 \pm 0.006 \text{ h}^{-1}$ 이었다. 이는 대조구에 비하여 비성장속도가 약 24% 감소한 결과에 해당하였으며, *W. viridescens*는 pH 11인 물 또는 50%(v/v) 에탄올 추출물에서 모두 비성장속도가 감소하는 것으로 확인되었다. Bae & Sohn(2005)의 연구에 의하면 식중독 유발 세균인 *Bacillus cereus*와 *Salmonella enteritidis*에 용아초의 추출물을 약 4,000 ppm의 농도로 처리하였을 때 *B. cereus*는 24시간, *S. enteritidis*는 36시간까지 각각 생육이 지연되었다.

본 연구에서는 용아초 추출에 사용한 용매의 종류, pH 및 추출방법에 따라 육가공제품 변패 미생물로 알려진 *W. viridescens*와 *Leu. carnosum*에 대하여 다른 생육저해효과를 나타낼 수 있었다. 특히 pH 4 및 pH 7로 조정된 물 및 에탄올로 용아초를 추출하였을 때 보다 pH 11

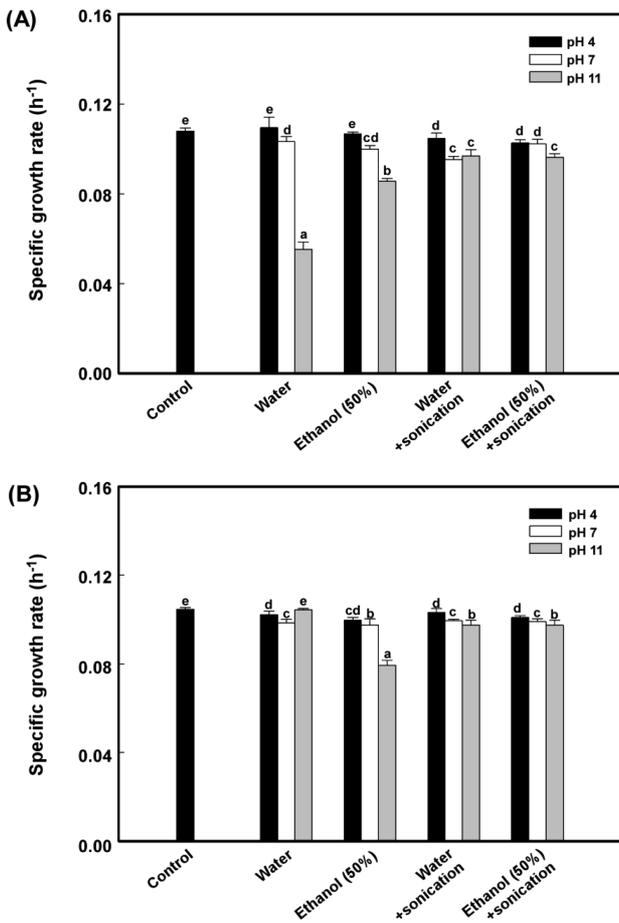


Fig. 2. Specific growth rate of *W. viridescens* (A) and *Leu. carnosum* (B) in MRS medium supplemented with *A. pilosa* extract (20 mg/mL) prepared with the indicated method. Specific growth rates were measured from three independent experiments, and averages and standard errors are shown. Specific growth rates of *W. viridescens* and *Leu. carnosum* in MRS medium in which *A. pilosa* extract was not supplemented were shown as control. Based on Duncan's Multiple Range Test ( $p < 0.05$ ), a different letter indicates a significant difference between means.

인 물과 에탄올로 추출하였을 때 보다 높은 성장 억제효과를 나타내었고, 이를 바탕으로 용아초 추출물은 알칼리성에서 더 안정한 것으로 추측된다. 초음파 추출조건을 추가적으로 적용하는 것은 용아초의 항균효과를 감소시키는 것으로 확인되었으며, 이는 초음파 조사로 발생하는 공동현상으로 수용성 라디칼이 생성되어 용아초 추출물의 생리활성에 영향을 미쳐 추출물의 항균력이 다소 저하된 것으로 사료된다(Paniwnyk et al., 2001). Park et al.(2004)의 연구에 의하면 용아초 에탄올 추출물의 열안정성을 검토하기 위하여 용아초 추출물을 80, 100°C에서 30 분 동안, 121°C에서 15 분 동안 열처리한 후에 식중독 유발 세균에 대한 생육저해효과를 확인한 바 있으며, 열처리 온도가 증가할수록 생육저해환의 크기가 감소하는 것으로 보였으나, 열

처리 후에도 여전히 높은 항균활성을 갖는 것으로 확인되어, 용아초 추출물의 항균활성이 비교적 열에 안정한 것으로 추정된다. 이를 통하여 70°C이상의 온도에서 열처리되는 육가공 제품에 용아초 추출물을 처리하였을 때, 항균력이 비교적 높은 수준으로 유지될 것으로 예상된다. 또한 용아초 추출물은 육가공 제품 변패 미생물 뿐만 아니라 각종 식중독 원인균의 성장을 억제하는 것으로 보고되었으며(Bae & Sohn, 2005), 이러한 연구결과를 바탕으로 용아초 추출물을 식품 보존제로서 다양한 제품에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 요 약

*Weissella viridescens*와 *Leuconostoc carnosum*은 육가공 제품 변패 미생물 중에서 중요한 미생물 로 인식되어 왔다. 용아초(*Agrimonia pilosa*)는 아시아에 널리 분포해 있으며, agrimonolide, agrimophol, agrimoniin, agrimol, agrimonic acid A, agrimonic acid B와 같은 다양한 플라보노이드를 함유하고 있다. 본 연구에서는 용아초의 추출방법에 따른 *W. viridescens*와 *Leu. carnosum*에 대한 생육저해효과를 탐색하였다. pH 11로 조정된 물 추출물과 50%(v/v) 에탄올 추출물은 *W. viridescens* 와 *Leu. carnosum*에 대하여 각각 43%와 24%에 해당하는 생육저해효과를 나타내었다. 그러나 사용된 추출용매와 상관 없이, 추가적인 초음파 추출은 용아초 추출물의 항균활성 증진에 큰 영향을 미치지 않았다.

## 감사의 글

본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 지원으로 한국연구재단(과제번호: 2011-0003791) 및 지식경제부 지역연계기술개발사업(과제번호: 70011259)의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- Bae JH, Sohn MA. 2005. Effect of *Agrimonia pilosa* Ledeb. extract on the growth of food-borne pathogens. Korean J. Nutr. 38: 112-116.
- Borch E, Agerhem H. 1992. Chemical, microbial and sensory changes during the anaerobic cold storage of beef inoculated with a homofermentative *Lactobacillus* sp. or a *Leuconostoc* sp. Int. J. Food Microbiol. 15: 99-108.
- Borch E, Kant-Muermans ML, Blixt Y. 1996. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. Int. J. Food Microbiol. 33: 103-120.
- Cha WS, Ju IS, Yun DH, Chun SS, Kim JH, Cho YJ. 2009. Biological activity of extracts from cherry sage (*Salvia officinalis* L.). J. Life Sci. 19: 390-396.
- Chung DO, Jung JH. 1992. Studies on antimicrobial substances of *Ganoderma lucidum*. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 552-557.

- Chung HS. 2001. Isolation of new bioactive phytochemicals from natural products. *Food Ind. Nutr.* 6: 53-59.
- Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1-42.
- Egan AF, Ford AL, Shay BJ. 1980. A comparison of *Microbacterium thermosphactum* and lactobacilli as spoilage organisms of vacuum-packaged sliced luncheon meats. *J. Food Sci.* 45: 1745-1748.
- Han SK, Park HK. 1995. A study on the preservation of meat products by natural propolis: Effect of EEP on protein change of meat products. *Korean J. Anim. Sci.* 37:551-557.
- Kasai S, Watanabe S, Kawabata J, Tahara S, Mizutani J. 1992. Antimicrobial catechin derivatives of *Agrimonia pilosa*. *Phytochem.* 31: 787-789.
- Kempton AG, Bobier SR. 1970. Bacterial growth in refrigerated, vacuum-packed luncheon meats. *Can. J. Microbiol.* 16: 287-297.
- Kim SJ, Shin JY, Park YM, Chung KM, Lee JH, Kweon DH. 2006. Investigation of antimicrobial activity and stability of ethanol extracts of licorice root (*Glycyrrhiza glabra*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 241-248.
- Kim SK, Ban SY, Kim JS, Chung SK. 2005. Change of antioxidant activity and antioxidant compounds in *Saururus chinensis* by extraction conditions. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 48: 89-92.
- Korkeala HJ, Björkroth KJ. 1997. Microbial spoilage and contamination of vacuum-packaged cooked sausages. *J. Food Prot.* 60: 724-731.
- Kwon YJ, Kim KH, Kim HK. 2002. Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of *Ligularia fischeri* extracts with different microwave-assisted extraction conditions. *Korean J. Food Preserv.* 9: 332-337.
- Lee ES, Seo BI. 2005. Growth inhibition of *Streptococcus pyogenes* KCTC 3208 by *Agrimonia pilosa* Ledeb. extract. *J. Appl. Oriental Med.* 5: 27-32.
- Lee YG, Choi YW, Joo WH. 2006. Extraction process optimization of *Poncirus trifoliata* and *Prunus mume* for antibacterial activity against *Vibrio parahaemolyticus*. *J. Life Sci.* 16: 640-646.
- Mok JS, Park UY, Kim YM, Chang DS. 1994. Effects of solvents and extracting condition on the antimicrobial activity of *Salvia miltiorrhiza* radix (*Salvia miltiorrhiza*) extract. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23: 1001-1007.
- Mol JH, Hietbrink JE, Mollen HW, van Tinteren J. 1971. Observations on the microflora of vacuum packed sliced cooked meat products. *J. Appl. Bacteriol.* 34: 377-397.
- Moon JD, Park GB, Kim JS, Park TS, Lee JI, Shin TS, Song DJ. 1996. Effect of seed oils, water and carrageenan on textural property of low-fat sausage during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 16: 127-133.
- Nissen H, Holck A, Dainty RH. 1994. Identification of *Carnobacterium* spp. and *Leuconostoc* spp. in meat by genus-specific 16S rRNA probes. *Lett. Appl. Microbiol.* 19: 165-168.
- Okuda T, Yoshida T, Kuwahara M, Usman-Memon M, Shingu T. 1984. Tannins of rosaceous medicinal plants I. Structures of potentillin, agrimonic acids A and B, and agrimoniin, a dimeric ellagitannin. *Chem. Pharm. Bull.* 32: 2165-2173.
- Pan X, Niu G, Liu H. 2002. Comparison of microwave-assisted extraction and conventional extraction techniques for the extraction of tanshinones from *Salvia miltiorrhiza Bunge*. *Biochem. Eng. J.* 12: 71-77.
- Paniwnyk L, Beaufoy E, Lorimer JP, Mason TJ. 2001. The extraction of rutin from flower buds of *Sophora japonica*. *Ultrason. Sonochem.* 8: 299-301.
- Park NY, Park KN, Lee SH. 2004. Antimicrobial activities and food preservative effects of *Agrimoniae herba*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 244-248.
- Park SW, Woo CJ, Chung SK, Chung KT. 1994. Antimicrobial and antioxidative activities of solvent fraction from *Humulus japonicus*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 464-470.
- Reuter G. 1981. Psychrotrophic lactobacilli in meat products. In: Psychrotrophic Microorganisms in Spoilage and Pathogenicity. Roberts TA, Hobbs G, Christian JHB, Skovgaard N (ed). Academic press, London, UK, pp. 253-258.
- Samelis J, Maurogenakis F, Metaxopoulos J. 1994. Characterization of lactic acid bacteria isolated from naturally fermented Greek dry salami. *Int. J. Food Microbiol.* 23: 179-196.
- Samelis J, Kakouri A, Georgiadou KG, Metaxopoulos J. 1998. Evaluation of the extent and type of bacterial contamination at different stages of processing of cooked ham. *J. Appl. Microbiol.* 84: 649-660.
- Samelis J, Kakouri A, Rementzis J. 2000. Selective effect of the product type and the packaging conditions on the species of lactic acid bacteria dominating the spoilage microbial association of cooked meats at 4°C. *Food Microbiol.* 17: 329-340.
- Samelis J, Björkroth J, Kakouri A, Rementzis J. 2006. *Leuconostoc carnosum* associated with spoilage of refrigerated whole cooked hams in Greece. *J. Food Prot.* 69: 2268-2273.
- Samelis J. 2006. Managing microbial spoilage in the meat industry. In: Food Spoilage Microorganisms. Blackburn CW (ed). CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, pp. 213-286.
- Schillinger U, Lücke FK. 1987. Identification of lactobacilli from meat and meat products. *Food Microbiol.* 4: 199-208.
- Yang Q, Zhang XL, Li XY, Tang WK, Zhang JX, Fang CX, Zheng CY. 2007. Coupling continuous ultrasound-assisted extraction with ultrasonic probe, solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography for the determination of sodium Danshensu and four tanshinones in *Salvia miltiorrhiza Bunge*. *Anal. Chim. Acta.* 589: 231-238.
- Yang R, Ray B. 1994. Prevalence and biological control of bacteriocin-producing psychrotrophic leuconostocs associated with spoilage of vacuum-packaged processed meats. *J. Food Prot.* 57: 209-217.