



자생식물의 항균 소재 탐색 및 추출물 첨가 항균용기 개발

우나리아¹ · 이혜순¹ · 고성희^{2*}

¹호서대학교 식품공학 전공 및 기초과학연구소, ²성신여자대학교 식품영양학과

Antimicrobial Activities of Native Plant Extracts and Development of Antibacterial Container with Extracts

Nariyah Woo¹, Hye-Soon Lee¹ and Seong-Hee Ko^{2*}

¹Dept. of Food and Biotechnology, Hoseo University, Asan 31499, Republic of Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Sungshin University, Seoul 01133, Republic of Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the antibacterial materials of native plants and develop an antimicrobial container containing these extracts to prevent microbial contamination, improve food freshness, and enable stable and economical food storage. The antimicrobial activity of the native plant extracts showed high antimicrobial activity against food poisoning bacteria (*L. monocytogenes*, *S. enterica*, *B. cereus*, *S. aureus*, and *E. coli*). The extracts of *Houtuynia cordata*, *Ulmus pumila* L., *Pinus densiflora* S. et. *Z. Camellia sinensis*, and *Coptis* spp. were highly antimicrobial. Antibacterial containers (antimicrobial polypropylene containers; APPs) were prepared by adding the selected extracts. The antimicrobial activities of containers containing extracts of *Houtuynia cordata*, *Ulmus pumila* L., *Pinus densiflora* S. et. *Z. Camellia sinensis* and *Coptis* spp. were compared based on the growth inhibition of the aforementioned food poisoning bacteria. The APPs were highly resistant to all experimental strains.

Key words: native plant extracts, antimicrobial materials, antibacterial container, antimicrobial activity

서 론

과거 우리 선조들은 옹기 재질의 용기를 식품저장 용기로 사용하였다. 그러나 주거 공간이 서구화되면서 무겁고 깨지기 쉬운 옹기보다는 가볍고 냉장고 저장이 용이한 플라스틱, 폴리프로필렌, 스테인리스 스틸, 유리 등을 소재로 한 용기로 대체되었다(Han KI 등 2013). 최근 소비자들은 저장 용기로 폴리프로필렌(Polypropylene; PP), 도자기제, 스테인레스제, 유리제 등을 사용하고 있다.

그 중 플라스틱 용기는 식품의 저장 및 숙성 중 발생하는 젖산과 같은 유기산에 의해 일부 수지 성분이 용해, 용출되어 이 성분이 다시 화학 변화를 일으켜 환경호르몬을 유발시킬 가능성이 있고, 장기간 식품 저장 시 용기에서 이취와 변색이 야기될 수 있다고 하였다(Lim JW 등 2004). 폴리프로필렌 재질은 일반적으로 밀폐용기에 많이 사용되고 가공이 용이하며

우수한 방습성, 투명도, 광택도, 내열성이 좋다. 폴리프로필렌 재질 자체는 별 문제가 없으나, 성형을 위해 첨가하는 안료나 가소제 등의 첨가물이 환경호르몬이나 중금속을 함유하고 있어 유해한 환경에 노출되었을 때 환경호르몬이 검출될 가능성이 있다(Park MH 등 2014). 스테인레스 스틸 재질의 식품보관 용기는 금속 내부로 산소가 침입하지 못하게 차단하여 산화를 억제하는 내 부식성과 열전도성이 우수하다. 그러나 금속 재질의 용기는 음식물의 저장에 있어 밀폐력 및 기밀성이 낮아 영양소의 장기보존 효과를 보장할 수 없다는 단점에도 불구하고, 현재 가정에서 일반적으로 사용되고 있다. 유리 재질은 아주 오래 전부터 인류에 의해 여러 용도로 사용되어 온 재료의 하나로 액체나 고체의 모든 식품에 화학적으로 안정하고 내열성이 좋으나, 무겁고 부서지기 쉬운 특성으로 인하여 편의성 면에서 플라스틱이나 캔 포장에 비하여 경쟁력이 다소 떨어져 왔다(Ahn DJ 2007). 도자기 용기는 장기 보존 식품의 맛과 향을 거의 완벽하게 보존할 수 있고, 온도를 유지시키는 장점이 있다. 반면에 부주의로 인해 깨어지거나 생산단가가 비싼 편이며, 탄산가스의 발생으로 시간이 흐르면

* Corresponding author : Seong-Hee Ko, Tel: +82-2-920-7273, Fax: +82-2-920-7200, E-mail: kosh0220@sungshin.ac.kr

병 내부의 압력이 증가하게 되어 뚜껑이 벌어지거나 국물이 새어 나오는 단점이 있다(Lee JE 2003).

최근 건강과 친환경에 대한 소비자들의 인식 개선과 well-being 및 환경호르몬에 대한 관심도가 높아지면서 안전한 식품 저장용기에 대한 소비자들의 관심이 증가하고 있으며(Lee EJ 등 2010), 식품 저장용기가 식품과 직접 접촉하는데 따른 위생성 또한 매우 중요하게 여겨지고 있다(Lee JE 2003). 이에 식품 저장용기로서 사용하기에 편리하면서 안전성과 위생성에 관한 문제를 감소시킬 수 있는 항균 용기 개발에 관한 연구가 필요하다고 사료된다.

이에 본 연구에서는 항균성 물질을 소재로 하는 항균 용기를 개발하고자 하였다. 천연물에 존재하는 항균성 물질을 소재로 하는 연구는 식품, 의약 및 생물공학산업 등에서 활발하게 진행되어 왔는데, 이들 연구는 대부분 식품이나 한약재로 이용되는 식물체를 비롯하여 주위에서 흔히 구할 수 있는 자생식물에 대한 연구들까지 시도되면서 자생식물들의 향후 산업적 이용에 대한 자료들을 제시해 주고 있다(Kang SK 등 1998; Oh DH 등 1998; Ahn YS 등 2000; Kwon MK 등 2003). Yang MS 등 (1995)은 주위에서 쉽게 구할 수 있는 상당수의 식물이 항균성을 가지고 있으며, 새로운 유용식물 자원과 그에 관한 연구가 필요하다고 하였다. 또한 Han SH 등(2006)은 23종의 자생 식물 추출물의 항산화 활성 및 항균 효과에 대한 연구 결과, 기존의 항균활성뿐 아니라, 생리활성을 가지고 있음을 보고하기도 하였다. 따라서 본 연구에서는 미생물 등의 오염을 방지하고, 식품의 신선도 향상과 인체에 안전적이며, 경제적인 식품 저장 용기를 개발하고자 천연 자생식물의 항균 소재를 탐색하고, 이들 추출물을 첨가한 항균용기를 개발해 보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 자생식물 항균 소재 탐색

1) 자생식물 항균 소재 선별 및 추출물 제조

항균용기에 첨가 가능한 천연 자생물질은 선행연구와 예비 실험을 통하여 선별하였는데, 총 20종의 자생식물 중 항균력이 우수한 것은 물론 추출 수율, 경제적 구입비, 자원의 구매 용이성 등을 함께 고려하여 어성초, 유근피, 연교, 솔잎, 녹차, 창출, 지구자, 산사, 황련 총 9종을 선별하였다. 자생식물의 추출물은 시료의 10배 75% ethyl alcohol을 넣고, 상온에서 80 rpm에서 12시간 동안 교반 추출하는 과정을 2회 반복하였다. 2회에 걸쳐 나온 추출액을 합쳐서 1차 여과(Whatman NO. 1)한 후 40℃의 수욕 상에서 회전증발농축기(EYELA, rotary vacuum evaporator, Tokyo, Japan)로 감압 농

축하고, 2차 여과(GelmanScience PTFE membrane filter, 0.45 µm)를 하여 1 °Brix로 조정하여 시료로 하였다. 각 분획물은 0.45 µm membrane filter(Adantec MFS, Inc., CA, USA)로 제균한 후 2~4℃의 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다(Choe SB 2014).

2) 자생식물 추출물의 항균활성 비교

(1) 실험균주

본 실험에서 자생식물의 항균활성 실험에 사용한 균주는 Table 1에 나타내었으며, *Listeria monocytogenes*(KCCM-40307), *Salmonella enterica*(KCCM11806), *Bacillus cereus*(KCCM11204), *Staphylococcus aureus*(KCTC3881), *Escherichia coli*(KCTC2571)를 한국유전자은행(KCTC)과 KCCM에서 각각 분양받아 사용하였다. 이상의 5가지 균은 주요 식중독균이거나 식품위생지표균으로서 식품의약안전처의 식중독 통계에서 원인물질로 나타난 7개의 균주 중 비교적 발생 빈도가 높은 3개의 균주와 냉장저장 시 발생 가능성이 있는 저온성균으로서 *Listeria monocytogenes*, 식품위생지표균인 *Escherichia coli*를 선택하였다(Ministry of Food and Drug Safety, 2018). 앰플에서 휴면상태로 있는 균을 활성화시키기 위하여 *Listeria monocytogenes*는 brain heart infusion broth에, *Salmonella enterica*(KCCM11806), *Bacillus cereus*(KCCM-11204), *Staphylococcus aureus*(KCTC3881), *Escherichia coli*(KCTC2571)는 nutrient broth에 각각 활성화시켰다. 균은 37℃에서 각각 24시간 배양하는 것을 3회 반복하여 활성화시켰다(Choe SB 2014).

(2) Paper Disc 법

자생식물 추출물의 항균활성은 paper disc법에 따라 배양

Table 1. Microorganisms and media used for antimicrobial activity test

Microorganism	Media	Temp (°C)	Time (h)
<i>Listeria monocytogenes</i> KCCM40307	BHIB&BHIA ¹⁾	37	24
<i>Salmonella enterica</i> KCCM11806	NB&NA ²⁾	37	24
<i>Bacillus cereus</i> KCCM11204	NB&NA	37	24
<i>Staphylococcus aureus</i> KCTC3881	NB&NA	37	24
<i>Escherichia coli</i> KCTC2571	NB&NA	37	24

¹⁾ Brain heart infusion broth & brain heart infusion agar.

²⁾ Nutrient broth & nutrient agar.

한 5개의 각 실험균주를 OD₆₅₀ 0.08~0.1로 하여 10⁶~10⁷ CFU/mL로 희석하고, 각각의 한천배지에 0.1 mL 접종하였다. Petri dish에 분주하여 균힌 후 배지 위에 멸균된 paper disc (Whatman AA discs, 8 mm)를 놓고 자생식물 ethyl alcohol 추출물을 20 µL씩 점적한 후 각 균주의 조건에 맞추어 배양하였다. 배양한 후 disc 주위의 clear zone의 유무와 크기를 측정하였다(Choe SB 2014).

(3) 현탁도법

자생식물 추출물에 따른 항균활성은 현탁도법으로 비교하였다. 어성초, 유근피, 연교, 솔잎, 녹차, 창출, 지구자, 산사, 황련 총 9종의 에탄올 추출물을 첨가한 액체배지에 *L. monocytogenes*, *S. enterica*, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli* 등 5개의 실험균주를 24시간 배양하면서 4시간 간격으로 흡광도를 측정하여, 미생물의 억제 정도를 비교하였다. 배양한 5개의 각 실험균주를 OD₆₅₀ 0.08~0.1로 하여 10⁶~10⁷ CFU/mL로 희석하여 전배양액을 준비한 다음, 멸균된 액체배지에 자생식물 추출물을 20 µL씩 분주하고, 활성화된 전배양액을 동일하게 접종하여 각 균주의 조건에 맞추어 배양한다. 배양 중 경시적으로 microplate reader를 이용하여 배양액의 흡광도(650 nm)를 측정하여 미생물의 증식억제 정도를 비교하였다(Kim CS 등 2001; Korea Food Code 2017).

3) 자생식물 추출물의 열 안정성 비교

총 9종의 추출물 중 paper disc법에 의하여 항균활성이 우수한 5종(어성초, 유근피, 솔잎, 녹차, 황련)의 자생식물 추출물을 선발하였으며, 이들 5종의 자생식물 추출물의 열 안정성을 알아보기 위하여 ethyl alcohol 추출물을 100°C, 150°C, 200°C에서 각각 30초 동안 처리한 후 30분간 냉각시켜 paper disc 법으로 항균활성을 측정하였다(Choe SB 2014).

2. 자생식물 추출물 첨가 항균용기 개발

1) 자생식물 추출물 첨가 항균용기 제작

자생식물 추출물 중 항균활성이 우수한 어성초, 유근피, 솔잎, 녹차, 황련의 자생식물 5종을 선택하여 폴리프로필렌 용기 제조공정에 항균물질로 첨가하였다. 5종의 추출물은 원심분리하여 하층부의 추출물을 채취한 후, rotary vacuum evaporator로 40°C 수조에서 감압여과 및 농축하였다. 이 농축액은 -60°C, 100 mmTorr 압력으로 24시간 동결건조 후 파쇄하고, 폴리프로필렌과 파쇄한 항균추출물 분말 5%를 혼합하였다. 이것을 190~220°C 사출온도에서 30초 동안 사출 성형하여 자생식물 추출물을 첨가한 항균용기를 제작하였다.

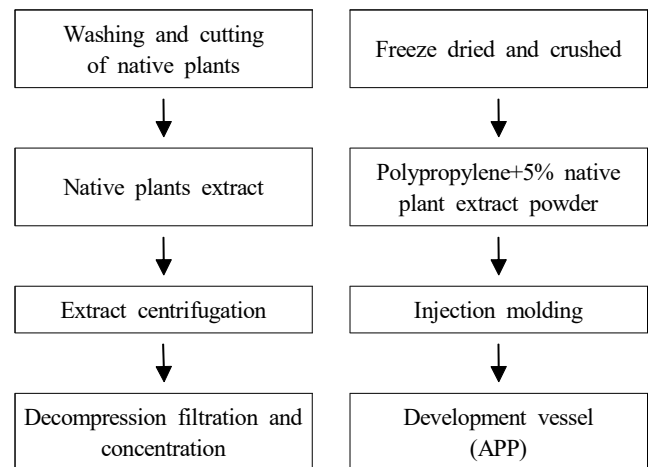


Fig. 1. Development of container with native plant extracts.

2) 자생식물 추출물 첨가한 용기의 항균 유지력 비교

항균용기에 대한 항균활성은 현탁도법을 이용하였다. 배양한 5개의 각 실험균주를 OD₆₅₀ 0.08~0.1로 하여 10⁶~10⁷ CFU/mL로 희석하여 전배양액을 준비한 다음, 멸균된 액체배지를 각각의 개발된 항균 용기(Antimicrobial polypropylene container; APP), 폴리프로필렌 용기(Polypropylene container; PP), 스테인레스 스틸 용기(Stainless steel container; ST), 포세린 용기(Pocelain container; PC)에 동일한 면적으로 150 mL의 배지를 넣고 활성화된 전배양액을 접종(2%, v/v)하여 각 균주의 조건에 맞추어 배양한다. 배양 중 경시적으로 microplate reader를 이용하여 배양액의 흡광도(650 nm)를 측정하여 미생물의 증식억제 정도를 비교하였다(Korea Food Code 2017; Kim CS 등 2001).

결과 및 고찰

1. 자생식물 항균 소재 탐색

1) 자생식물 추출물의 항균활성 비교

(1) Paper Disc법에 의한 항균활성 비교

자생식물 추출물의 항균활성은 식중독 원인균 5종 *L. monocytogenes*, *S. enterica*, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli*에 대하여 paper disc법으로 비교하였다. 용기 개발에 첨가 가능한 천연 자생물질은 선행연구와 예비 실험을 통하여 선발하였고, 항균력이 우수한 자생식물 어성초, 유근피, 연교, 솔잎, 녹차, 창출, 지구자, 산사, 황련 추출물 9종이다. 어성초, 유근피, 연교, 솔잎, 녹차, 창출, 지구자, 산사, 황련 추출물 등 9종의 자생식물 추출물의 항균성을 비교한 결과, 자생식물 추출

물 9종 중 어성초, 유근피, 솔잎, 녹차, 황련에서 clear zone을 형성하여 추출물에 의하여 생육이 저해되는 것을 알 수 있었다. 그 중에서도 어성초와 황련이 미생물의 생육저해 활성이 컸으며, *S. enterica*, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli* 4개 균주에서 clear zone 크기가 21 mm 이상으로 가장 큰 생육 저해능을 보여주었다. 솔잎, 녹차 추출물에서는 *L. monocytogenes*, *S. enterica*, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli* 5개 균주에서 clear zone 크기가 12~21 mm로 높은 항균 효과를 나타내었다 (Table 2).

(2) 현탁도법에 의한 항균활성 비교

현탁도법에 의한 항균활성 비교 결과는 Fig. 2과 같다. 총 9종의 추출물 중 어성초, 유근피, 솔잎, 녹차, 황련 추출물을 첨가한 배양액의 현탁도가 낮게 측정되어 미생물의 생육억제가 나타난 것으로 판단할 수 있었다. 특히 어성초 추출물의 경우, 매우 높은 항균활성을 보였으며 이는 paper disc법에 의한 결과와도 일치하였다. 어성초의 경우 Park HK(2002)의 연구에서도 에탄올 추출물의 경우, 대장균과 살모넬라에 항균활성이 나타나 부패 및 식중독균의 생육 억제에 효과가 있다고 하였으며 본 연구의 실험균주로 쓰이지 않은 *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*에 대해서도 항균활성을 보이는 것으로 나타났다.

Paep disc법과 현탁도법 항균활성 결과를 토대로 어성초, 유근피, 솔잎, 녹차와 황련, 이 5종의 추출물을 항균용기 개발 시 항균소재로 사용하기로 하였다.

2) 자생식물 추출물의 열안정성 비교

자생식물 추출물의 열안정성 비교 결과는 Table 3과 같다. 유근피, 솔잎, 녹차, 황련 추출물은 열처리 후에도 항균활성이 유지되었으며, *B. cereus*를 제외한 *L. monocytogenes*, *S. enterica*, *S. aureus*, *E. coli* 4개의 균주에서 항균활성을 유지하였다. 이러한 결과는 어성초, 유근피, 솔잎, 녹차, 황련 추출물의 항균물질이 열에 안정한 물질임을 알 수 있었다.

따라서 자생식물 추출물 유래 항균물질은 열처리공정이 필요한 용기 사출공정에서도 활성이 유지될 것으로 예상된다. 이 5종의 추출물을 저장 용기의 항균 소재로 첨가하였을 때, *L. monocytogenes*, *S. enterica*, *S. aureus*, *E. coli*의 미생물 생육 억제 효과를 지속적으로 얻을 수 있어 항균 소재로서 사용 가능성이 높을 것으로 보인다.

2. 자생식물 추출물 첨가 용기의 항균 유지력 비교

어성초, 유근피, 솔잎, 녹차, 황련 추출물 등 항균소재를 첨가하여 개발한 폴리프로필렌 용기를 제작한 후 항균 유지력은 현탁도법으로 비교하였다. 각각의 실험 균주들(*L. monocytogenes*, *S. enterica*, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli*)의 대수성장기에서 채취하여 동일 조건하에서 4가지 재질(APP, PP, ST, PC)의 용기에 접종한 후 24시간 동안 방치하면서 4시간 간격으로 용기의 항균활성을 알아보기 위하여 흡광도를 측정하였다.

모든 용기에서 8시간까지는 흡광도 값의 차이를 보이지 않았으며, 12시간 이후부터 흡광도 값의 차이가 생기는 것을 확인하였다. 이때 시판 용기들에 비해 APP 용기가 흡광도 값이 낮아지는 것으로 보아 균의 생장이 저해됨을 알 수 있었다. 24시간 이후 APP의 항균 유지력은 시판 용기에 비해

Table 2. Antimicrobial activity of native plant extracts against microorganisms by the paper disc diffusion method

Strains	Clear zone on plate(mm)								
	<i>Houtuyunia cordata</i>	<i>Ulmus pumila</i> L.	<i>Forsythia viridissima</i> L.	<i>Pinus densiflora</i> Siebold et Zucc.	<i>Camellia sinensis</i>	<i>Atractylodes rizoma</i>	<i>Hovenia dulcis</i>	<i>Crataegus pinnatifida</i> Bunge	<i>Coptis</i> spp.
<i>L. monocytogenes</i>	++	+ ¹⁾	-	++	++	++	-	+	++
<i>S. enterica</i>	+++	+	-	++	++	-	-	-	+++
<i>B. cereus</i>	+++	-	++	++	++	-	-	-	+++
<i>S. aureus</i>	+++	+	+	++	++	+	+	+	+++
<i>E. coli</i>	+++	+	-	++	++	+	+	+	+++

-: Not detected.

+: Under 12 mm.

++: 12~21 mm.

+++ : Over 21 mm.

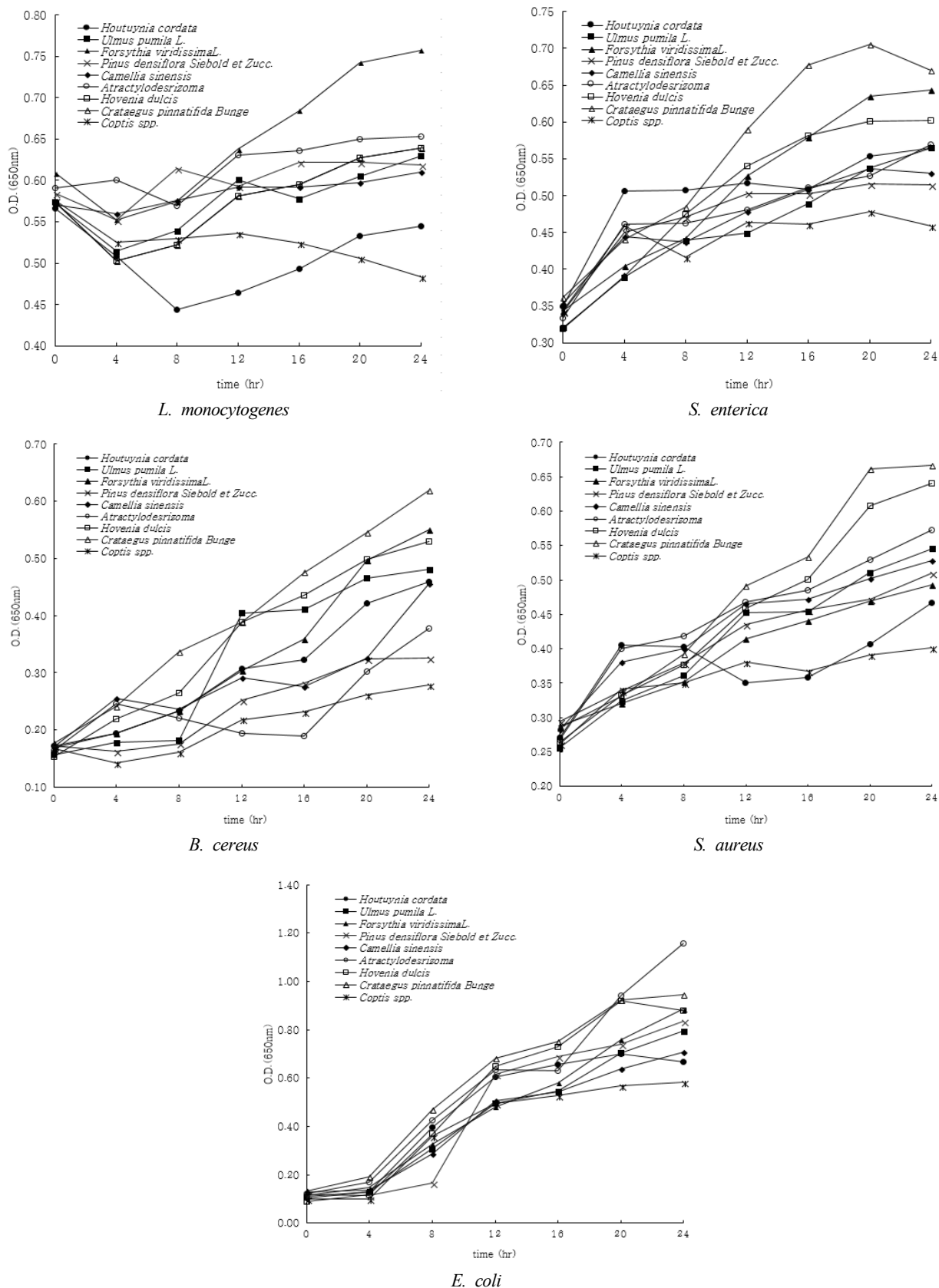


Fig. 2. Antimicrobial activity of native plant extracts.

Table 3. Antimicrobial activity of native plant extracts against heating temperature by the paper disc diffusion method

Strains	Clear zone on plate(mm)														
	<i>Houtuynia cordata</i>			<i>Ulmus pumila</i> L.			<i>Pinus densiflora</i> Siebold et Zucc.			<i>Camellia sinensis</i>			<i>Coptis</i> spp.		
Temperature (°C)	100	150	200	100	150	200	100	150	200	100	150	200	100	150	200
<i>L. monocytogenes</i>	+	+	+	+	+	+	++	++	++	+	-	-	+++	++	++
<i>S. enterica</i>	+	+	+	-	-	-	++	++	++	++	++	++	+++	+++	+++
<i>B. cereus</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-
<i>S. aureus</i>	+	+	+	+	+	+	++	++	+	++	++	+	++	++	+++
<i>E. coli</i>	+	+	+	+	+	+	++	+	+++	++	++	++	+++	+++	++

-: Not detected.

+: Under 12 mm.

++: 12~21 mm.

+++ : Over 21 mm.

L. monocytogenes 균주에서 약 1.90배, *S. enterica* 균주에서는 약 1.78배, *B. cereus* 균주에서 약 1.32배, *S. aureus* 균주에서는 약 1.41배, *E. coli* 균주에서 약 1.07배로 측정되어 모든 실험 균주에서는 APP 용기의 항균력이 높게 유지되는 것으로 관찰하였다. APP 용기와 유사한 항균력을 보인 용기는 도자기 용기인 PC 용기였다.

따라서 개발된 APP 용기는 전통적으로 이용되고 있는 PC 용기에 준하는 용기로 이용될 것으로 판단된다(Fig. 3).

요 약

본 연구에서는 식품 저장용기로서 사용하기에 편리하면서 미생물 등의 오염을 방지하고, 식품의 신선도 향상과 인체에 안정적이며, 경제적인 식품 저장 용기를 개발하고자 천연 자생식물의 항균 소재를 탐색하고, 이들 추출물을 첨가한 항균 용기를 개발해 보고자 하였다.

천연물에 존재하는 항균성 물질을 소재로 하는 연구는 식품은 물론 많은 분야에서 활발하게 진행되어 왔다. 항균용기에 첨가 가능한 천연 자생물질은 선행연구와 예비 실험을 통하여 항균력이 우수하다고 생각되는 어성초, 유근피, 연교, 솔잎, 녹차, 창출, 지구자, 산사, 황련 등 총 9종을 선정하였으며, 이들 9종의 추출물을 제조하여 본 연구에 사용하였다.

이 중에서 실험을 통해 항균용기 제조에 사용할 자생식물 항균소재를 선발한 후 저장 용기를 개발 제작하고, 개발된 항균 용기(antimicrobial polypropylene container; APP), 폴리프로필렌 용기(polypropylene container; PP), 스테인레스 스틸 용기(stainless steel container; ST), 포세린 용기(pocelain container; PC)에, 총 4가지 재질의 용기의 항균 유지력을 비

교해 봄으로써 자생식물을 항균 소재로 개발한 항균용기의 활용 가능성을 평가해 보았다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 9종의 자생식물 추출물 중 어성초, 유근피, 연교, 솔잎, 황련 추출물이 식중독 원인균 5종인 *L. monocytogenes*, *S. enterica*, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli*에 대하여 항균 활성이 높아 항균용기 개발에 첨가 가능한 항균 소재로 선발하였다.
2. 유근피, 솔잎, 녹차, 황련 추출물은 열처리 후에도 *B. cereus*를 제외한 *L. monocytogenes*, *S. enterica*, *S. aureus*, *E. coli* 4개의 균주에서 항균활성을 유지하였다. 이러한 결과로 어성초, 유근피, 솔잎, 녹차, 황련 추출물의 항균물질은 열처리 공정이 필요한 용기 사출공정에서도 활성이 유지될 것으로 예상되었다.
3. 선발된 5가지의 자생식물 추출물을 첨가하여 제작한 폴리프로필렌 용기는 5가지 균(*L. monocytogenes*, *S. enterica*, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli*)을 접종한 후 흡광도 측정을 통하여 항균활성을 알아보았다. 접종 후 8시간 이후부터 4가지 재질 용기의 흡광도 값에 차이를 보였으며, 시판용기들에 비해 APP 용기가 흡광도 값이 낮아지는 것으로 보아 균의 생장이 저해됨을 알 수 있었다. 단, 도자기 용기인 PC의 경우 APP와 유사한 항균력을 보였다.

따라서 본 연구에서 자생식물 추출물을 첨가하여 제조한 항균용기는 기존의 시판 용기인 PP와 ST에 비하여 항균효과가 우수하며, PC와 비슷한 수준의 항균 유지력을 보임으로써 식품의 안전한 저장은 물론 식품의 항균 용기로서 활용도 가능하다고 판단된다. 단, 향후 본 용기를 이용한 다양한 식품의 저장기간과 품질 유지에 미치는 영향을 확인함으로써

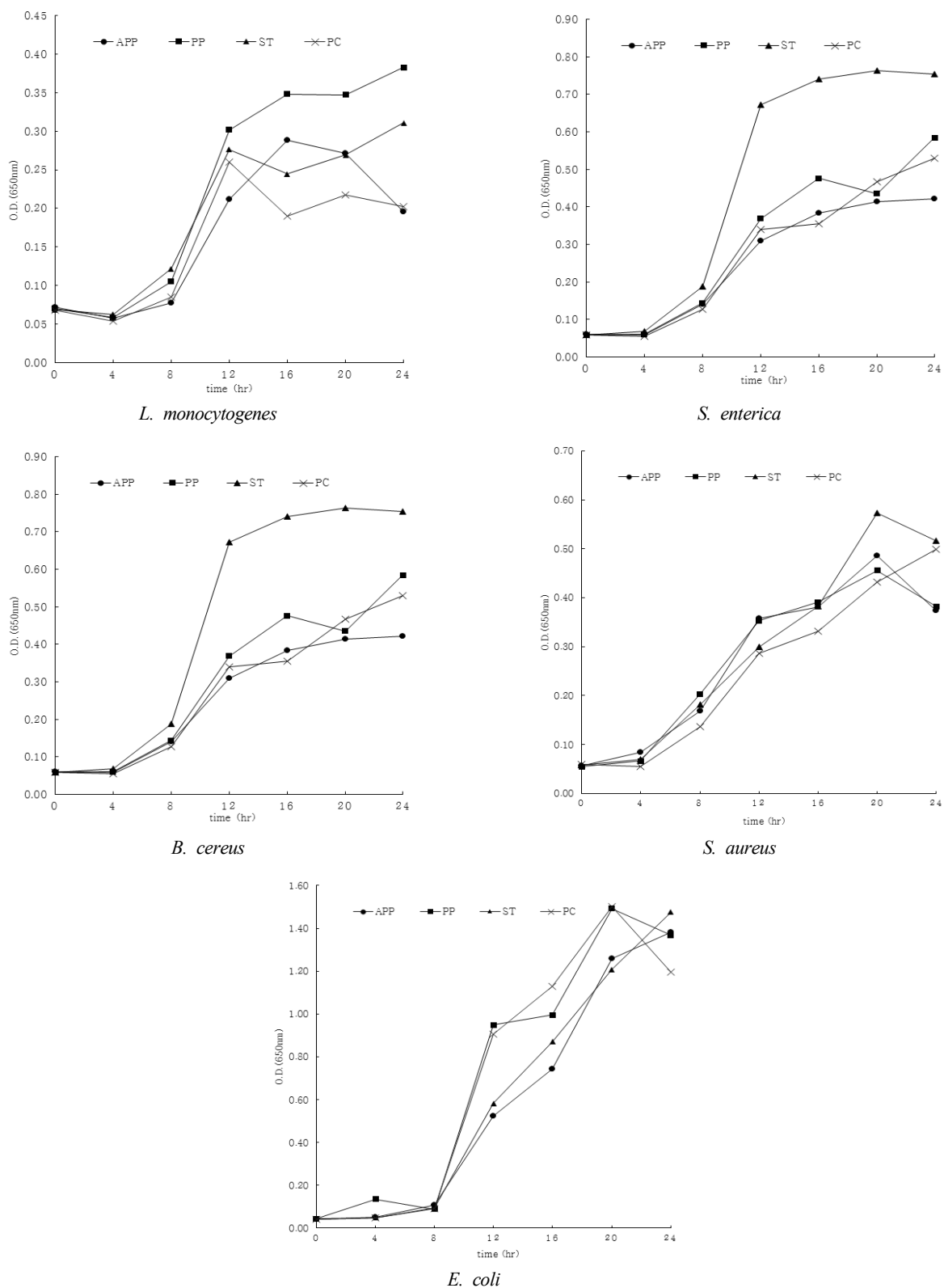


Fig. 3. Antimicrobial retention of container with native plant extracts against *L. monocytogenes*, *S. enterica*, *B. cereus*, and *S. aureus*. APP: Antimicrobial polypropylene container, PP: Polypropylene container, ST: Stainless steel container, PC: Porcelain container.

기존 시판 용기들과의 차별점을 확인하고, 식품의 저장용기로서의 활용가능성을 평가할 필요가 있겠다.

REFERENCES

- Ahn DJ (2007) Food Packaging. Bomoongak, Korea. pp 29-38.
- Ahn YS, Shin DH, Baek NI (2000) Isolation and identification of active antimicrobial substance against *Listeria monocytogenes* from *Ruta graveolens* Linne. Korean J Food Sci Technol 32(6): 1379-1388.
- Choe SB (2014) Antimicrobial activity of *Orixa japonica* Thunb. leaf extracts. MS Thesis Seoul National University of Science and Technology, Seoul. pp 5-12.
- Kang SK, Kim YD, Choi OJ (1998) Proximate, saponin and amino acid compositions in Camellia (*Camellia japonica* L.) seeds and defatted camellia seeds. J Korean Soc Food Sci Nutr 27(2): 227-231.
- Kim CS, Lee JP, Song JH, Lim EK, Chung SJ, Ha SY, Moon BJ (2001) Development of biofungicide for control of gray mold rot of eggplant caused by *Botrytis cinerea*, and bioassay in the greenhouse condition. Korean Journal of Life Science 11(3): 235-241.
- Han KI, Kim MJ, Kwon HJ, Kim YH, Kim WJ, Han MD (2013) The effect of container types on the growth of bacteria during *kimchi* fermentation. Korean J Food & Nutr 26(2): 249-257.
- Han SH, Woo N, Lee SD, Kang MH (2006) Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea. Korean J. Medicinal Crop Sci 14(1): 49-55.
- Korea Food Code (2017) http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp Assessed September 15, 2017.
- Kwon MK, Lee HE, Park JY, Hahn YS (2003) Antimicrobial activities of berry extract of domestic plants on 4 kind of pathogenic microorganism. J East Asian Soc Dietary Life 13(5): 433-438.
- Lee EJ, Park SE, Choi HS, Han GJ, Kang SA, Park KY (2010) Quality characteristics of *kimchi* fermented in permeability-controlled polyethylene containers. Korean J Food Preserv 17(6): 793-799.
- Lee JE (2003) *Kimchi's* storage and table container for its internationalization and efficient usage. MS Thesis Hongik University, Seoul. pp 40-41.
- Lim JW, Moon JS, Kim HD, Na DJ, Son JY (2004) Changes quality characteristics of *kimchi* by storage containers. Korean J Food & Nutr 17(1): 80-85.
- Ministry of Food and Drug Safety (2018) http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/foodPoisoningStat.do?menu_grp=MENU_NEW02&menu_no=2786 Assessed June 07, 2018.
- Oh DH, Ham SS, Park BK, Ahn C, Yu JY (1998) Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborne disease microorganisms. Korean J Food Sci Technol 30(4): 957-963.
- Park HK (2002) Study on the antimicrobial activity of *Houttuynia cordata* Thunb. MS Thesis Suncheon National University, Suncheon. pp 38-39.
- Park MH, Lee DS, Lee KH (2014) Packaging for Food Preservation. Hyungseul, Korea. pp 76-84.
- Yang MS, Ha YL, Nam SH, Choi SU, Jang DS (1995) Screening of domestic plants with antibacterial activity. J Appl Biol Chem 38(6): 584-589.

Date Received Apr. 19, 2018
 Date Revised Jun. 25, 2018
 Date Accepted Jun. 26, 2018