

수확부위 및 시기에 따른 꾸지뽕나무 메탄올 추출물의 항균성

최소라*[†] · 유동현* · 김종엽* · 박춘봉* · 김대향* · 류 정** · 최동근*** · 박현미*

*전라북도농업기술원 약초연구소, **전라북도농업기술원, ***전북대학교 농업생명과학 생물자원과학부

Antimicrobial Activity of Methanol Extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to the Parts Harvested and Time

So Ra Choi*[†], Dong Hyun You*, Jong Yeob Kim*, Chun Bong Park*, Dae Hyang Kim*, Jeong Ryu**, Dong Geun Choi*** and Hyun Mi Park*

*Medicinal Plants Research Institute, Jeollabukdo ARES, Jinan 567-804, Korea.

**Jeollabukdo Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea.

***Division of Biological Resources Science, Collage of Agriculture & Life Science, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea.

ABSTRACT : To evaluate the availability of *Cudrania tricuspidata* Bureau as a natural source of antimicrobials, the antimicrobial activity of methanol extracts of harvested parts was investigated using the paper disc diffusion method. The extracts from leaves and root bark had broad antimicrobial activity against various bacteria, including *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Listeria monocytogenes*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis*, *Vibrio vulnificus*, and *Pseudomonas aeruginosa* and inhibited *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes*, agents of food poisoning especially well. The extract from ripe fruit had a very high antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus* with a 20.2 mm of clear zone at 50 mg/mL sample concentration. These results indicated that *Cudrania tricuspidata* could be used as new source for developing natural antimicrobial agents.

Key Words : Antimicrobial Activity, *Cudrania tricuspidata* Bureau, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*

서 언

꾸지뽕나무 (*Cudrania tricuspidata* Bureau)와 뽕나무 (*Morus alba* Linné)는 같은 뽕나무과 (Moraceae)에 속하며 우리나라에 자생하고 있는 주요한 자원식물이다. 과거 뽕나무 잎을 먹고 자란 누에고치에서 얻어진 견사는 동양문화의 상징으로 동서양을 잇는 '실크로드'를 형성하기도 했다. 하지만 최근 뽕나무의 다양한 기능성이 밝혀지면서 견사생산보다 오히려 식품산업의 중요한 원료로서 재조명받고 있다.

이와 함께 '굳이' 뽕나무를 닮아 이름 지어진 꾸지뽕나무 역시 다양한 생리활성으로 각광받고 있다. 꾸지뽕나무에 함유되어 있는 다양한 플라보노이드계 물질은 높은 항산화성을 보이며 특히 잎과 근피에 총폴리페놀과 플라보노이드가 많은 것으로 알려진 바 있다 (Choi *et al.*, 2009; Chon *et al.*, 2005; Lee, 2002; Lee *et al.*, 1994). 항암활성을 보이는 성분이

Yoo (1995)에 의해 gericudranin A~E로 밝혀졌으며 수피와 근피에서도 암세포에 대해 높은 항암활성을 보이는 dihydroflavonol 6종과 cudraticusxanthone A, cudraxanthone L, cudraticusxanthone E, macluraxanthone B 등이 동정되었다 (Lee *et al.*, 1996; Tian *et al.*, 2005; Yoo, 1995). 지금까지 꾸지뽕나무 생리활성 연구는 주로 항산화성과 항암성에 대해 진행되어 왔다.

항균성에 관한 일부 보고에 의해 꾸지뽕나무 추출물은 구강 질환 유발 미생물 4종에 대한 높은 항생작용을 갖고 있으며 (Paek, 2007), 잎의 에틸아세테이트 분획은 *Staphylococcus aureus*에 높은 항균활성이 있음이 밝혀졌다 (Kim *et al.*, 1993). 뿌리에서는 *Staphylococcus aureus* 등 3종에 대해 항균성을 보이는 prenylated flavonoid인 euchrestaflavanone B와 euchrestaflavanone C가 분리되었으며 (Lee *et al.*, 2004), 항암 효과를 나타내는 gericudranine D는 *Escherichia coli* 등

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-433-7452 (E-mail) sora0909@korea.kr
Received 2009 July 29 / Revised 2009 September 21 / Accepted 2009 October 7

에도 높은 항균활성을 보이는 것으로 밝혀졌다 (Yoo, 1995). 하지만 다양한 미생물에 대한 꾸지뽕나무 추출물의 항균성에 대한 연구는 아직까지도 미흡한 실정이며 특정 부위의 물질분리에 관한 논문이 주종을 이루고 있어 이용부위에 따른 항균성 비교·검토는 어려운 실정이다.

따라서 본 실험에서는 꾸지뽕나무를 천연 항생제로서 개발하여 실생활에 이용가능한 신소득작물로 개발하고자 이용부위와 수확시기를 세분화하여 메탄올로 추출한 후 항균성을 비교·검토하였다.

재료 및 방법

꾸지뽕나무 시료는 진안 백운 시험포에서 2006년 채취되었으며 항균성 검정을 위해 줄기 (수피 제외), 수피, 뿌리 (근피 제외), 근피, 잎으로 이용부위를 나누었으며 2월부터 10월까지 채취하였다. 열매는 10월 11일 채취하여 성숙정도에 따라 미성숙과, 중간성숙과 I, 중간성숙과 II, 성숙과, 과숙과 등 5단계로 하였다. 준비된 시료는 열풍건조기에 넣고 45°C에서 24시간 건조 후 마쇄하여 500 µm 이하로 선별하였다. 시료 5g을 메탄올 30 mL에 넣어 25°C에서 24시간, 200 rpm으로 3회 진탕추출한 후 회전감압 농축기를 이용하여 농축하고 동결건조기로 건조하였다.

1. 사용균주와 배양배지

사용균주는 15종인데 균주에 따른 배양배지는 다음과 같다. *Bacillus subtilis* (KCCM 12148), *Staphylococcus aureus* (KCCM 11764), *Citrobacter freundii* (KCCM 11931), *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* (KCCM 11806), *Pseudomonas aeruginosa* (KCCM 11803)는 Nutrient 배지에 배양하였으며 *Streptococcus mutans* (KCCM 40105), *Listeria monocytogenes* (KCCM 40307), *Enterococcus faecalis* (KCCM 12117)는 Brain heart infusion 배지에, *Bacillus cereus* (KCCM 40022), *Escherichia coli* (KCCM 11234), *Enterobacter aerogenes* (KCCM 11783), *Vibrio vulnificus* (KCCM 41665)는 Trypticase soy 배지를 사용하였고, *Lactobacillus plantarum* (KCCM 11322), *Lactobacillus brevis* (KCCM 11904)는 Lactobacilli MRS 배지에 배양하였으며 *Saccharomyces cerevisiae* (KCCM 11293)은 YM 배지를 사용하였다. 특히 본 실험에서는 꾸지뽕나무에서 항균성이 검정되지 않은 *Listeria monocytogenes* 등 9종의 미생물을 추가로 사용하였다.

2. Paper disc법을 이용한 항균성 검정

균 배양을 위해 단일 colony를 37°C에서 액체배양 한 후 계대배양하여 증식하였다. 페트리디쉬에 기층용 배지를 15 mL

씩 분주하여 응고시킨 후 45°C 항온수조에서 보관된 증충용 배지에 spectrophotometer 660 nm 흡광도를 약 0.3으로 조절된 균주 배양액을 혼합하여 기층용 배지 위에 분주하고 고르게 응고시켜 2종의 균 접종 평판배지를 만들었다. 시료의 메탄올 추출액을 농축하여 메탄올 mL당 50 mg 농도로 희석한 후 0.2 µL membrane filter로 제균하고 멸균된 8 mm paper disc (Toyo, Adventec, Japan)에 20 µL씩 주입하여 건조시킨 후 배지 위에 올려놓고 37°C incubator에서 24시간 배양하였는데 이 때 대조구로 보존제인 benzoic acid 50 mg과 200 mg을 메탄올 1 mL에 녹여 시료와 함께 처리하였다. 항균성 검정을 위해 배양 후 disc 주변에 형성된 clear zone 직경을 3번 복으로 측정하였다.

결과 및 고찰

Bacillus subtilis 등 15종의 미생물에 대한 꾸지뽕나무 메탄올 추출물을 50 mg/mL 메탄올 농도로 희석하여 항균성을 검정한 결과 (Table 1) 그람양성균인 *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Listeria monocytogenes* 등과 그람음성균인 *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis*, *Vibrio vulnificus*, *Pseudomonas aeruginosa* 등 10종에 대해 clear zone이 형성되어 다양한 미생물에 대해 항균성이 나타났는데 이 중 식중독을 일으키는 *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis*, *Vibrio vulnificus* 등 4종에 관한 항균성은 지금까지 보고된 바 없다. *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*와 젓산균인 *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, 그리고 효모인 *Saccharomyces cerevisiae*에 대한 항균성은 나타나지 않았다. Paek (2007)은 치주질환 유발균 *Streptococcus mutans* 등 4종에 대한 자생식물 134종의 항균성을 검정한 결과 꾸지뽕나무는 실험대상균 모두에 대해 높은 항균성을 보인다고 하였으며 같은 과에 속하는 뽕나무 껍질은 냉장유통시 문제가 되는 *Listeria monocytogenes*의 증식 억제 효과도 보고된 바 있다 (Han and Shin, 1994).

천연 항생물질을 갖는 자생식물을 탐색하고자 Han et al. (2006)은 약용작물 23종의 에탄올 추출물 항균성을 조사하여 오배자는 *Bacillus subtilis* 등 6종의 미생물에 대해 매우 높은 항균성을 보이며 솔잎, 결명자, 세신, 은행 역시 항균성이 양호하다고 보고하였다. Oh et al. (1998)에 의한 약용식물 9종의 항균성 검정 결과 산사, 황련, 측백, 창출, 석창포 등은 그람양성균과 그람음성균에 대해 강한 항균성을 보이며 토사자는 그람음성균에 대해서만 항균성을 나타내지만 사군자와 숙지황, 백지에서는 항균성이 거의 나타나지 않았다. 자생식물 가운데 특히 국화과 식물에 속하는 사철쭉, 지칭개, 뿌리뽕이

Table 1. Antimicrobial activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata*.

Strains	Antimicrobial activity
Gram positive bacteria	
<i>Bacillus subtilis</i> (KCCM 12148)	-/+ [†]
<i>Bacillus cereus</i> (KCCM 40022)	-/+
<i>Staphylococcus aureus</i> (KCCM 11764)	+
<i>Streptococcus mutans</i> (KCCM 40105)	-/+
<i>Listeria monocytogenes</i> (KCCM 40307)	-/+
Gram negative bacteria	
<i>Escherichia coli</i> (KCCM 11234)	-
<i>Enterobacter aerogenes</i> (KCCM 11783)	-/+
<i>Enterococcus faecalis</i> (KCCM 12117)	-/+
<i>Citrobacter freundii</i> (KCCM 11931)	-
<i>Salmonella choleraesuis subsp. choleraesuis</i> (KCCM 11806)	-/+
<i>Vibrio vulnificus</i> (KCCM 41665)	-/+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (KCCM 11803)	-/+
Lactic acid bacteria	
<i>Lactobacillus plantarum</i> (KCCM 11322)	-
<i>Lactobacillus brevis</i> (KCCM 11904)	-
Yeast	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (KCCM 11293)	-

[†]-; negative, +; positive.

※ Sample concentration was 50 mg/mL MeOH.

등은 높은 항균성을 보이며 (Yang *et al.*, 1995) 사철쭉 종실의 경우 *Staphylococcus aureus* 등 7종에 대해 높은 항균성이 있다 (Choi *et al.*, 2008). 본 실험에서 사용된 꾸지뽕나무 역시 다양한 미생물에 대해 항균성을 지닌 것으로 조사되었다.

이용부위에 따른 꾸지뽕나무 메탄올 추출물의 항균성은 다르게 조사되었다 (Table 2). 잎의 경우 *Bacillus subtilis*를 비롯한 10종에 대해 높은 항균성을 보였는데 특히 주요 식중독균인 *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* 등 3종에 대한 clear zone은 11.3 mm 이상이었다. 또한 시료와 동일한 농도인 50 mg/mL MeOH로 보존제인 benzoic acid를 처리한 결과 근피와 잎은 *Bacillus cereus*, *Streptococcus mutans*, *Listeria monocytogenes*, *Enterobacter aerogenes* 및 *Enterococcus faecalis*에 대한 항균성이 benzoic acid보다 높아 천연항균물질로 개발가능성이 매우 높은 것으로 나타났다. Kim *et al.* (1993)에 의해 잎의 에틸아세테이트 분획층에서 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*에 대해 항균성을 보이는 kaempferol 7-O-β-D-glucopyranoside 성분이 동정되었다.

근피 역시 잎과 동일한 균에 대해 항균성을 보였으며 활성 정도 역시 비슷하였다. Kim *et al.* (2008) 등은 꾸지뽕나무 근피 메탄올 추출물의 CH₂Cl₂ 가용부에서 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Escherichia coli* 0157, *Escherichia coli* K99, *Escherichia coli* K88 등에 항

균성을 보이는 prenylated xanthone계 화합물인 cudratri-cusxanthone A 등 6종의 물질을 분리했다. 본 실험에서는 어느 이용부위에서도 *Escherichia coli*에 대해 항균성이 나타나지 않았는데 이는 미생물의 계통이나 추출물의 농도 차이로 생각된다. 또한 Lee *et al.* (2004)도 근피 추출물 10 µg/disc 농도에서 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*에 항균성을 보이는 euchrestafavanone B, euchrestafavanone C 등 2종의 prenylated flavonoid를 분리하여 잎과 근피에서의 항균물질은 다르며 단일 물질이 아니라 여러 물질이 항균성에 관여함을 알 수 있었다.

줄기 (수피 제외), 수피, 뿌리 (근피 제외)는 *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*의 증식 억제 효과가 있었으며, 특히 *Staphylococcus aureus*에 대해 높은 항균성을 보였다. 수피에서 발견된 gericudranine A, B, C, D, E는 유방암 등을 비롯한 16개 암세포에 대해 높은 항암활성을 나타내었는데 특히 gericudranine D는 *Staphylococcus aureus* IFO 12732보다 약제 내성균주인 R209 균주에 더 강한 활성을 보이지만 *Escherichia coli*, *Salmonella thyphimurium*, *Candida albicans*에 대한 항균성이 없었다 (Yoo, 1995). 본 실험에서는 줄기 (수피 제외), 뿌리 (근피 제외)에서도 일부 미생물에 대한 항균성이 나타났는데 현재까지 이러한 부위에서 항균물질의 분리는 이뤄지지 않은 상황이다. 열매의 경우에는 *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter*

Table 2. Antimicrobial activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* according to the parts harvested.

Harvesting parts	Diameter of clear zone (mm)									
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus mutans</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Salmonella choleraesuis</i> subsp. <i>choleraesuis</i>	<i>Vibrio vulnificus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Stem without bark	— [†]	—	14.3±0.6	—	—	9.0±0.0	—	—	—	8.2±0.3
Stem bark	—	—	12.3±0.6	—	—	8.7±0.0	—	—	—	8.3±0.2
Root without bark	—	9.5±0.0	16.3±0.8	—	—	8.5±0.0	—	—	—	8.1±0.1
Root bark	9.1±0.2 [‡]	11.0±0.5	12.5±0.4	10.0±0.0	11.0±0.0	9.3±0.3	8.5±0.0	8.2±0.3	9.0±0.0	9.1±0.2
Leaf	8.5±0.3	11.5±0.0	15.2±0.3	9.3±0.3	11.3±0.3	9.0±0.0	8.2±0.0	8.1±0.3	9.7±0.3	8.3±0.0
Unripe fruit	—	—	19.3±0.8	—	—	8.2±0.0	—	—	—	—
Midium ripe fruit I	—	—	19.0±0.5	—	—	8.1±0.1	—	—	—	—
Midium ripe fruit II	—	—	20.0±0.3	—	—	8.2±0.0	—	—	—	—
Ripe fruit	—	—	20.2±0.3	—	—	8.1±0.1	—	—	—	—
Overripe fruit	—	8.2±0.3	19.7±0.3	—	—	—	—	—	—	—
Preservative										
Benzoic acid 50 mg/mL	13.0±0.7	9.5±0.0	25.0±0.2	—	8.2±0.0	—	—	12.8±0.4	12.2±0.0	9.8±0.4
200 mg/mL	20.5±0.7	15.8±0.4	31.2±0.2	11.5±0.7	13.0±0.7	20.8±0.3	11.2±0.4	17.5±0.7	14.0±0.0	19.1±0.6

[†]No antimicrobial activity.[‡]Each values represented mean±standard deviation.

* Diameter of paper disc was 8 mm and sample concentration was 50 mg/mL MeOH.

Table 3. Antimicrobial activity of methanol extracts from root bark and leaf of *Cudrania tricuspidata* according to harvesting time.

Harvesting parts	Harvesting time	Diameter of clear zone (mm)								
		<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus mutans</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>	<i>Vibrio vulnificus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
Root bark	Feb.	— [†]	—	13.0±0.5	—	—	10.7±0.3	—	—	
	Apr.	9.1±0.1 [‡]	10.0±0.0	11.7±0.8	13.0±0.0	10.7±0.3	8.2±0.0	9.3±0.3	9.0±0.0	
	May	9.0±0.0	9.8±0.3	10.8±0.3	9.2±0.3	10.8±0.6	8.6±0.2	8.2±0.0	8.8±0.3	
	Sep.	8.5±0.0	9.3±0.1	9.3±0.3	9.3±0.3	10.5±0.0	8.1±0.1	8.2±0.0	8.6±0.1	
Leaf	May	8.2±0.1	11.0±0.5	12.3±0.3	9.0±0.0	9.8±0.6	8.7±0.3	8.7±0.2	8.6±0.4	
	Jun.	8.5±0.0	10.8±0.6	13.2±0.4	8.7±0.2	10.0±0.5	8.8±0.3	9.0±0.0	9.0±0.0	
	Jul.	8.2±0.1	10.1±0.1	12.2±0.6	8.5±0.0	9.0±0.0	10.2±0.3	8.5±0.0	8.8±0.3	
	Sep.	8.2±0.0	10.2±0.3	11.8±0.8	8.5±0.0	8.5±0.0	10.3±0.3	8.8±0.0	8.5±0.0	
	Oct.	—	9.5±0.0	11.7±0.3	8.2±0.0	8.3±0.2	8.7±0.3	8.4±0.2	8.2±0.0	
Preservative										
Benzoic acid 50 mg/mL	13.0±0.7	9.5±0.0	25.0±0.2	—	8.2±0.0	—	—	12.2±0.0	9.8±0.4	
200 mg/mL	20.5±0.7	15.8±0.4	31.2±0.2	11.5±0.7	13.0±0.7	20.8±0.3	14.0±0.0	19.1±0.6		

[†]No antimicrobial activity.[‡]Each values represented mean±standard deviation.

* Diameter of paper disc was 8 mm and sample concentration was 50 mg/mL MeOH.

aerogenes, *Bacillus cereus* 등 3종에 대해서만 항균성을 보였는데 특히 *Staphylococcus aureus*에 대해서는 clear zone이

19.0 mm 이상으로 다른 이용부위에 비해 매우 높은 항균성을 보였으나 성숙정도에 따른 차이는 크지 않았다. 지금까지 꾸

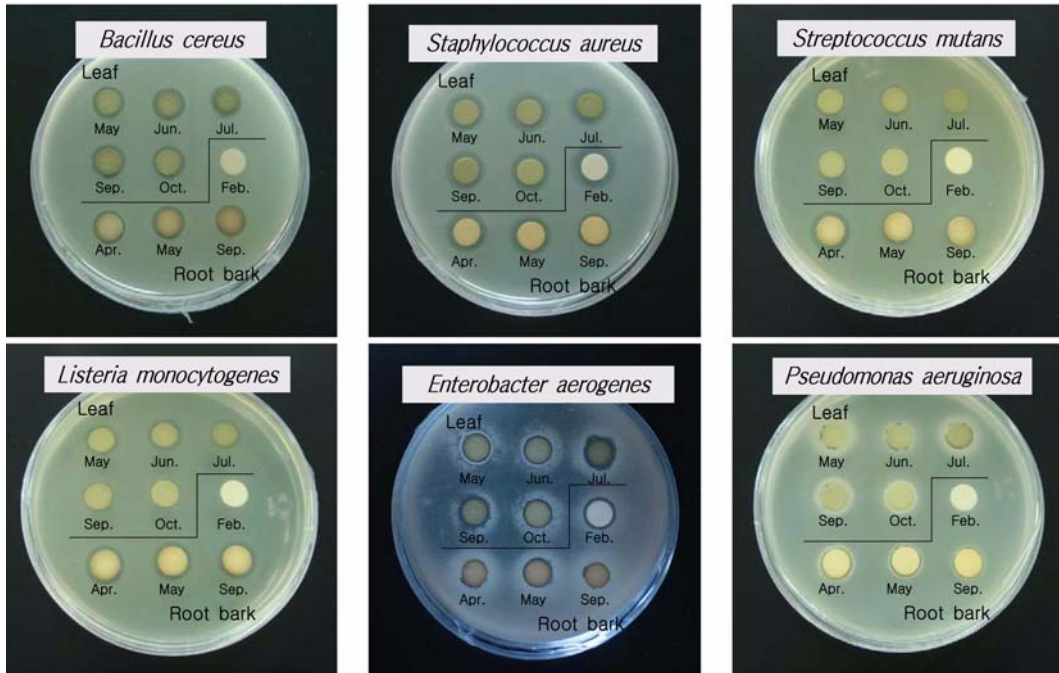


Fig. 1. Antimicrobial activity of methanol extracts from root bark and leaf of *Cudrania tricuspidata* according to harvesting time using the paper disc diffusion method. Diameter of paper disc was 8 mm and sample concentration was 50 mg/mL MeOH.

지뽕나무 열매에 대한 항균성은 보고된 바 없으며 앞으로 *Staphylococcus aureus*에 대해 항균성을 보이는 물질의 분리·동정에 관한 연구가 실행되어야 할 것으로 생각된다.

본 실험결과 이용부위에 따라 항균성을 보이는 미생물 종류가 달랐으며 clear zone 직경 역시 다르게 나타나 부위별로 항균물질이 다른 것으로 추정되었다.

채취시기에 따른 항균성의 변화를 알아보려고 근피와 잎을 시기별로 채취하여 항균성을 검토하였다 (Table 3, Fig. 1). 근피의 경우 4월 채취에서 대체로 높은 항균성을 보였으나 *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*에 대한 항균성은 2월 채취시 높게 나타났다. 특히 4월에 수확한 근피의 *Streptococcus mutans*에 대한 clear zone은 benzoic acid 200 mg/mL MeOH보다도 넓은 13.0 mm를 보여 치아우식증 발생을 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 생각되어졌다. 잎의 경우 *Enterobacter aerogenes*를 제외한 대부분 미생물에서는 5~7월 채취시 높은 항균성을 보였으며 노화될수록 낮은 항균성을 나타냈다. 그러나 *Enterobacter aerogenes*에 대한 잎의 항균성은 7월과 9월 채취 시 다소 양호한 경향이였다. 이러한 결과로 식물 체내 항균물질의 종류나 농도가 수확시기에 따라 달라지는 것으로 추정되어진다. 본 실험과 마찬가지로 사철쪽에서도 채취시기에 따른 항균성의 변화가 관찰되었는데 (Choi *et al.*, 2008) 앞으로 여러 약용작물에 대한 이용부위와 수확시기에 따른 생리활성 탐색이 필요하리라 생각된다.

Table 4. Antimicrobial activity of methanol extracts from ripe fruit of *Cudrania tricuspidata* against *Staphylococcus aureus*.

Sample concentration (mg/mL)	Diameter of clear zone (mm)
5	8.8±0.3 [†]
10	10.2±0.3
20	15.0±0.0
30	18.5±0.7
40	19.3±0.4
50	20.2±0.3
Preservative	
Benzoic acid 50	25.0±0.2

[†]Each values represented mean±standard deviation.

※ Diameter of paper disc was 8 mm.

*Staphylococcus aureus*는 병원성 미생물로 우리나라 집단식 중독의 주요 원인균 중 하나인데, 축산농가 등에서 항생제 과다사용으로 인해 항생제 내성을 갖는 *Staphylococcus aureus* 출현으로 최근 의료분야에서 심각한 문제를 일으키고 있다. 꾸지뽕나무 성숙과의 경우 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균성이 매우 높아 천연 항생제로 개발이 가능할 것으로 생각되어 열매 추출물의 농도를 다양하게 처리한 후 형성된 clear zone을 비교하였다 (Table 4). 농도 5 mg/mL MeOH에서 형성된 clear zone은 8.8 mm로 낮은 농도에서도 항균성이 나타났으며 50 mg/mL에서는 20.2 mm로 조사되어 매우 높은 항균성을

보였다. *Staphylococcus aureus*에 대해 농도 5 mg/mL에서 항균활성을 보이는 약용작물로는 하고초, 소목, 오배자, 향유 등이 있으며 소목과 오배자는 50 mg/mL에서 clear zone이 20 mm 이상을 보여 매우 높은 항균성을 보였는데 (Choi *et al.*, 2006) 본 실험에서 꾸지뽕나무 성숙과 역시 높은 *Staphylococcus aureus* 증식 억제 효과가 관찰되어 천연 항균물질로 개발이 가능하리라 생각한다.

본 실험 결과 꾸지뽕나무의 수확부위와 시기에 따른 항균성은 차이가 있었는데 잎과 근피는 *Bacillus subtilis*를 비롯한 10종의 미생물에 대해 항균성을 보였으며 특히 주요 식중독균인 *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* 등 3종에 대해 항균성이 높은 것으로 나타났으며 *Bacillus cereus* 등 5종에 대한 clear zone은 보존제인 benzoic acid보다도 넓게 나타나 천연항균물질로 개발될 가능성이 매우 높은 것으로 나타났다. 또한 성숙과의 시료 농도 50 mg/mL MeOH에서 *Staphylococcus aureus*에 대한 clear zone 직경은 20.2 mm로 조사되어 매우 높은 항균성을 보였으며 특히 4월에 수확한 근피의 *Streptococcus mutans*에 대한 clear zone은 benzoic acid 200 mg/mL MeOH보다 양호하였다. 앞으로 꾸지뽕나무의 수확부위와 시기에 따라 항균성이 높았던 특정 미생물의 여러 계통에 대한 항균성 검정이 이루어진다면 가공제품 개발에 상당한 도움이 될 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청의 지역특화기술개발 연구사업으로 수행된 연구 (RIMS 코드 : 20070201035051) 결과의 일부이므로 연구비 지원에 깊은 감사를 드립니다.

LITERATURE CITED

- Choi I, Cho JY and Lim SC.** (2006). Antimicrobial activity of medicinal herbs against *Staphylococcus aureus*. Korean Journal of Plant Resources. 19:491-496.
- Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Kim DH and Ryu J.** (2009). Antioxidant activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to harvesting parts and time. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:115-120.
- Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Ryu J, Kim DH and Eun JS.** (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of *Artemisia capillaris* Thunberg. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:112-117.
- Chon IJ, Lee SW, Cha JH, Han JH and Whang WK.** (2005). Anti-oxidant compounds of *Cudrania tricuspidata* leaves. Yakhak Hoeji. 49:416-421.
- Han JS and Shin DH.** (1994). Antimicrobial effect of each solvent fraction of *Morus alba* Linne, *Sophora flavescens* AITON on *Listeria monocytogenes*. Korean Society of Food Science and Technology. 26:539-544.
- Han SH, Woo NRY, Lee SD and Kang MH.** (2006). Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14:49-55.
- Kim SH, Kim NJ, Choi JS and Park JC.** (1993). Determination of flavonoid by HPLC and biological activities from the leaves of *Cudrania tricuspidata* Bureau. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 22:68-72.
- Kim YC, Sohn DH and Kim HS.** (2008). Antibacterial compounds of the root barks of *Cudrania tricuspidata*. Korean Journal of Pharmacognosy. 39:246-248.
- Lee BW, Kang NS and Park KH.** (2004). Isolation of antibacterial prenylated flavonoids from *Cudrania tricuspidata*. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. 47:270-273.
- Lee IK, Kim CJ, Song KS, Kim HM, Koshino H, Uramoto M and Yoo ID.** (1996). Cytotoxic benzyl dihydroflavonols from *Cudrania tricuspidata*. Phytochemistry. 41:213-216.
- Lee IK, Song KS, Kim CJ, Kim HM, Oh GT and Yoo ID.** (1994). Tumor cell growth inhibition and antioxidative activity of flavonoids from the stem bark of *Cudrania tricuspidata*. Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology. 37:105-109.
- Lee SJ.** (2002). Antioxidative activity of flavonoid compounds from *Cudrania tricuspidata* root bark. Master Thesis, Jungang University. Seoul, Korea.
- Oh DH, Ham SS, Park BK, Ahn C and Yu JY.** (1998). Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborne disease microorganisms. Korean Society of Food Science and Technology. 30:957-963.
- Paek DH.** (2007). Screening of the natural plant extracts for the antimicrobial activity on dental pathogens. The Korean Journal of Microbiology. 43:227-231.
- Tian YH, Kim HC, Cui JM and Kim YC.** (2005). Hepatoprotective constituents of *Cudrania tricuspidata*. Archives of Pharmacal Research. 28:44-48.
- Yang MS, Ha YL, Nam SH, Choi SU and Jang DS.** (1995). Screening of domestic plant with antibacterial activity. Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology. 38:584-589.
- Yoo ID.** (1995). Development of screening system and discovery of bioactive substances. Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology. Daejeon, Korea. p. 9-27.