

오미자로부터 항균활성 물질의 분리 및 항균효과

이주연 · 민용규 · 김희연*

충북대학교 식품공학과, *식품의약품안전청 식품규격과

Isolation of Antimicrobial Substance from *Schizandra chinensis* Baillon and Antimicrobial Effect

Ju-Yeun Lee, Young-Kyoo Min and Hee-Yun Kim*

Graduate School of Food Science and Technology, Chungbuk National University

*Division of Food Standardization, Korea Food and Drug Administration

In order to isolate antimicrobial substances from *Schizandra chinensis*, the dried fruits were extracted with the methanol and the extract showed a strong antimicrobial activity. Also, the methanol extract was further fractionated with hexane, dichloromethane, ethylacetate and buthanol. The ethyl acetate-soluble fraction showed the strongest antimicrobial activity. These fraction were further separated by using various chromatographic methods including thin layer chromatography, silicagel open column chromatography and prep. HPLC. A major component S-EA-5-T1 and S-EA-5-T3 from the ethyl acetate fraction, which showed a strong antimicrobial activity was identified by Mass and NMR spectrometry. Two compounds were isolated and identified as trimethylcitrate and the essential oil of *Schizandra chinensis* and was estimated as gomisin C, respectively. The growth of *S. typhimurium* was also inhibited about 1.65 to 2.86 log cycle in minced pork by the addition 1% of *Schizandra chinensis* extract for 12 days at 4°C. These results suggested that these compounds have a strong potential as a natural food preservatives.

Key words : *Schizandra chinensis*, natural preservatives, antimicrobial activity, solvent fractionation, trimethylcitrate

서 론

식품의 부패와 변질은 주로 미생물의 작용에 의해 일어나는데, 이를 방지하기 위해 각종 합성 보존료를 사용하여 저장기간의 연장을 시도하고 있으나, 대부분의 보존료는 화학적 합성품으로 그 안전성이 사회적인 관심사로 대두되고 있으며, 더욱이 근래 소비자들의 건강욕구가 증대됨에 따라 식품제조가공에서도 합성 첨가물의 사용을 될 수 있는 한 제한하려는 추세이다⁽¹⁻²⁾. 식용식물 및 생약 등의 천연물로부터 특정성분을 추출하여 천연식품보존제를 개발하려는 연구가 활발하게 수행되어지고 있는데 특히, 식물은 매우 다양한 유용성분을 함유하고 있으며 미생물에 대한 자기방어 수단인 하나로 항균성물질을 생산한다고 알려져 있어 식물자원에서 항미생물 활성물질을 찾으려는 시도가 계속되어 왔다. 천연물에 함유된 succinic, malic, tartaric, benzoic acid 등의 유기산류의 미생물 증식억제작용⁽³⁻⁵⁾과 flavonoids, catechin류의 항

균효과^(6,7)가 연구되었으며, 동식물의 조직에 함유된 탄소수 12-18개의 지방산이 효과적인 항균성 물질로 보고되었고⁽⁸⁻¹⁰⁾, 계란에 함유된 lysozyme, transferrin^(11,12)과 우유에 함유된 lactoferrin⁽¹³⁾, 젖산균이 생성하는 nisin⁽¹⁴⁾ 등의 단백질성 물질 등이 항료성 물질로 알려져 있다. 또 우리나라에서 많이 사용되는 향신료인 마늘⁽¹⁵⁾과 양파⁽¹⁶⁾의 성분에 의한 항균작용이 연구되었으며, 국내의 다양한 생약재 또는 식물성분에 의한 항균성에 대한 연구가 진행되어, 오 등⁽¹⁷⁾은 산사, 황련, 측백, 창출, 석창포의 ethanol 추출물이 그람양성 및 음성세균 모두에 대하여 강한 항균성을 가졌다고 보고하였으며, 안 등⁽¹⁸⁾은 상백피 추출물이 *Listeria monocytogenes* 증식을 저해하는 것으로 보고하였고, 박 등⁽¹⁹⁾은 한약재인 오미자, 울금, 자초, 고삼, 감초 등이 항균활성이 있다고 보고하였다.

오미자는 목련과(*Schizandraceae*)에 속한 낙엽활엽만목(落葉瀾葉蔓木)인 오미자 또는 개오미자의 과실을 건조한 것으로 다섯가지의 맛을 가지고 있다. 즉 껍질과 과육의 맛은 시고 단맛, 과실의 인(仁)은 맵고 쓴맛, 전체적으로는 신맛이 있으며, 옛날부터 우리나라 한의학에서 거담, 자양 및 강장제 등으로 이용되는 생약제로 약리기능이 다양하여 진정, 진해, 해열등의 중추억제작용, 혈압강화작용 및 알콜해독작용이 있다⁽²⁰⁾. 한편, 현재까지 알려진 오미자의 성분에 관한 연구로는 주로 약리기능을 나타내는 주요 성분으로 알려진 lignan화합

Corresponding author: Ju-Yeun Lee, Division of Natural Food Additives, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-Dong, Eungpyung-Ku, Seoul 122-704, Korea
Tel: 82-2-380-1694
Fax: 82-2-380-1625
E-mail: juyeunlee@hanmail.net

물로 gomisin A, B, C, F, G와 deoxyschizandrin, schizandrin, wuweizisu A, B, C, angeloylgomisin H, Q, tigloylgomisin H, benzoylgomisin H 등을 분리 확인하는 연구가 주로 이루어졌고⁽²¹⁻²⁵⁾, 유기산으로 citric acid, malic acid, succinic acid가 보고되었으며⁽²⁶⁾, 47종류의 휘발성 정유 성분이 확인되었을 뿐이다⁽²⁷⁾. 본 연구는 천연물로부터 보존활성물질을 탐색하는 과정에서 오미자의 보존활성 성분을 분리, 정제를 하여 천연보존료로서의 활용 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 오미자(*Schizandra chinensis* B.)는 서울 경동시장에서 구입하여 풍건한 후 마쇄하여 추출용 시료로 사용하였다.

시약 및 기기

추출에 사용된 시약은 일급을, column chromatography용 silicagel은 Kiesel gel 60(70~230 mesh, Merk)을 사용하였고, TLC plate는 precoated된 Kiesel gel 60 F₂₅₄를 사용하였다. HPLC는 Waters Co. 제품(Waters 510 Solvent delivery system, M-486 Tunable Absorbance detector)을 사용하였으며, column은 μ Bondapak(Waters. Co. USA 4.6×150 mm, 5 μ m 와 10.0×250 mm, 10 μ m, C₁₈)을 사용하였다. 또한, Prep-HPLC는 Waters Delta Prep 4000(Waters. Co. USA)을 사용하였으며, NMR은 JNM LA 400 spectrometer(600 MHz, JEOL Co., Japan)를, Mass Spectrometer는 JEOL AX505WA (JEOL Co., Japan)를 사용하였다.

사용균주 및 배지

항균성 실험에 사용한 균주는 *Micrococcus luteus* ATCC 19113, *Bacillus cereus* ATCC 14893, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Listeria monocytogenes* ATCC 19184, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 27662, *Candida albicans* ATCC 10231, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763을 국립보건원에서 분양 받아 3회 계대배양하여 사용하였으며, 배지는 Nutrient agar, Brain Heart Infusion agar와 YM agar 배지를 사용하였다.

추출물의 분획

오미자 2 kg을 6 L의 methanol로 24시간씩 3회 반복 추출한 후 35°C에서 감압농축하여 methanol 추출물을 얻었다. Methanol 추출물을 증류수에 현탁시킨 후 n-hexane, dichloromethane, ethyl acetate, butanol로 극성에 따라 순차적으로 용매분획을 실시하였으며 각각의 용매 추출물과 최종적으로 water층을 분획, 농축하였다. 얻어진 각 분획물들은 membrane filter(Watman, No. 2)로 멸균처리하여 항균력 검색에 사용하였다.

항균성 검색

오미자추출물의 항균성 검색은 paper disk agar diffusion

법⁽¹⁹⁾에 따라 실험용 균주의 slant로부터 각 균주를 2백금이씩 취해 멸균한 50 mL Nutrient broth(Difco) 생육배지에 접종하여 세균은 37°C, 효모는 30°C Water bath에서 24시간동안 전배양 하였다. 균주가 배양된 생육배지를 Gram 양성세균은 Nutrient agar(Difco), Gram 음성세균은 Brain Heart Infusion agar(Difco), 효모는 YM agar(Difco) 배지 500 mL에 각각 혼합하였다. 이 혼합액을 petri dish(87×15 mm)에 8 mL씩 부어 평판배지를 만들어 항균활성 실험용 plate를 만들었다. 항균활성 확인실험을 위해 멸균된 8 mm paper disc(항생물질검정용 Toyo Roshi Kaisha, Ltd.)를 실험용 plate 표면 위에 올려놓고 항균활성을 확인하고자 하는 시험용액을 30 μ L 흡수시켜 세균은 37°C, 효모는 30°C incubator에서 24~48시간 동안 배양한 후 disk주위의 생육저해환 생성유무로 항균력을 측정하였다.

항균활성물질의 분리

1차 항균활성 검색결과 강한 항균활성을 나타낸 ethyl acetate분획에 대해 chloroform-methanol을 이동상으로 silicagel column chromatography를 행하였다. silicagel 60이 충전된 column에 methanol의 농도를 높여가며(chloroform : methanol = 100 : 0, 90 : 10, 80 : 20순으로 stepwise elution) 용출하여 용출액의 극성에 따라 11개의 획분으로 분획한 다음 항균활성을 검색하였다. 최대 항균활성을 나타낸 fraction을 다시 chloroform : methanol(30 : 1)을 전개용매로 하여 2차 silicagel column chromatography를 행하여 7개의 분획으로 나누었다. 이 중 항균성이 강하게 나타난 분획을 다시 silica coated TLC를 사용하여(hexane : ethyl acetate = 50 : 50) 4개의 획분으로 분리하였으며 이중 R_f치가 0.309와 0.593인 활성획분 S-EA-5-T1과 S-EA-5-T3을 얻었다.

균의 생육도 측정

24시간 전배양한 *B. cereus* ATCC 14893, *B. subtilis* ATCC 6633, *P. aeruginosa* ATCC 9027, *S. typhimurium* ATCC 14028, *E. coli* ATCC 27662를 오미자 methanol 추출

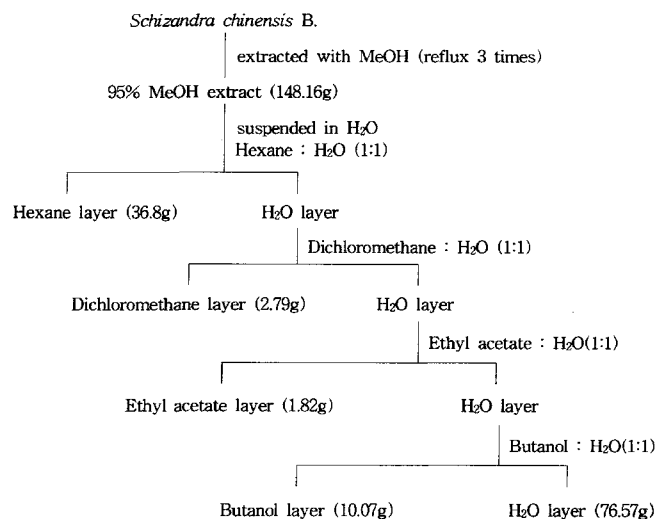


Fig. 1. Fractionation procedure for the methanolic extract of *Schizandra chinensis* B

Table 1. Antimicrobial activity of *Schizandra chinensis* fractions against some pathogenic microorganism

Test microorganism	Solvent fraction	Diameter of clear zone(mm)				
	n-Hexane	Dichloromethane	Ethyl acetate	Buthanol	Water	
<i>Bacillus subtilis</i>	- ¹⁾	8	15	-	-	
<i>Micrococcus luteus</i>	-	9	20	-	-	
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	+ ²⁾	+	-	-	
<i>Escherichia coli</i>	-	+	8	-	-	
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	8	13	-	-	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	-	-	-	-	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	9	16	-	-	

¹⁾not detected

²⁾less than 8 mm

물 1%를 첨가한 TSB에 접종하여 12시간 배양한 후 생균수를 측정하였다. 생균수의 측정은 시료를 0.1% peptone 용액으로 희석한 후 pour plate method⁽²⁸⁾로 TSA에 접종하여 24시간 배양한 후 형성된 colony수를 측정하였다.

식품보존실험

오미자 추출물이 분쇄육의 저장성에 미치는 효과를 검토하기 위하여 분쇄육에 24시간 배양시킨 *S. typhimurium*을 10⁴/mL 정도로 인위적으로 오염시킨 다음 오미자 추출물 1%, 3%, 5%를 각각 첨가하여 성형한 후 4°C에서 12일간 저장하면서 3일 간격으로 생균수를 측정하여 pour plate method⁽²⁸⁾로 대조구와 비교하였다.

결과 및 고찰

추출물의 항균활성 검색

약용식물은 보통 약탕기에 달여 음용하기 때문에 본 실험에서도 약용식물에 대한 열수추출을 실시하여 항균활성을 검색하고자 하였다. 약용식물의 추출물의 경우 추출물의 pH가 3.0~7.0까지 폭넓게 나타나기 때문에, 각 균주에 대한 항균효과가 초기 pH에 의해 나타나는 것을 방지하기 위해 추출물

의 pH를 7.0정도로 보정한 후 항균활성을 측정하였다. 오미자 추출물의 항균성을 paper disk agar diffusion법⁽¹⁹⁾에 따라 시험균주에 대해 clear zone의 생성유무를 관찰한 결과는 Table 2와 같다. Methanol 추출물을 n-hexane, dichloromethane, ethyl acetate, buthanol 및 water층으로 용매분획하여 얻은 분획물을 감압농축하여 용매를 완전히 증발시킨 후 methanol에 30 mg/mL의 농도로 녹여 30 µL씩 접종하였다. 그 중 ethyl acetate 분획물에서 대조구에 비해 뚜렷한 생육억제 현을 나타내었다. Dichloromethane 분획물에서도 약간의 항균력이 나타났으나 n-hexane과 water 분획물에서는 항균력이 전혀 나타나지 않았다.

항균활성물질의 분리 및 구조동정

오미자의 methanol 추출물로부터 각 용매별로 계통 분획을 하여 분리한 결과 뚜렷한 항균활성을 나타낸 ethyl acetate분획으로부터 silicagel column chromatography와 prep. HPLC를 이용하여 항균성을 보인 subfraction의 성분을 Fig. 2와 같이 분리, 정제하여 순수한 화합물 S-EA-5-T1과 S-EA-5-T3를 얻었다.

Compound S-EA-5-T1은 황색의 오일성 물질로 UV-visible spectrum에서 최대흡수피크가 320 nm에서 관찰되었다. ¹H-

Table 2. Antimicrobial activity of the subfractions from ethyl acetate fraction

Subfractions	Bacteria	Diameter of clear zone(mm)		
	<i>Micrococcus luteus</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
1	- ¹⁾	-	-	
2	-	-	-	
3	-	-	-	
4	-	-	-	
5	17	11	21	
6	12	+ ²⁾	19	
7	15	+	+	
8	+	-	+	
9	-	-	-	
10	-	-	-	
11	-	-	-	

¹⁾not detected

²⁾less than 8 mm

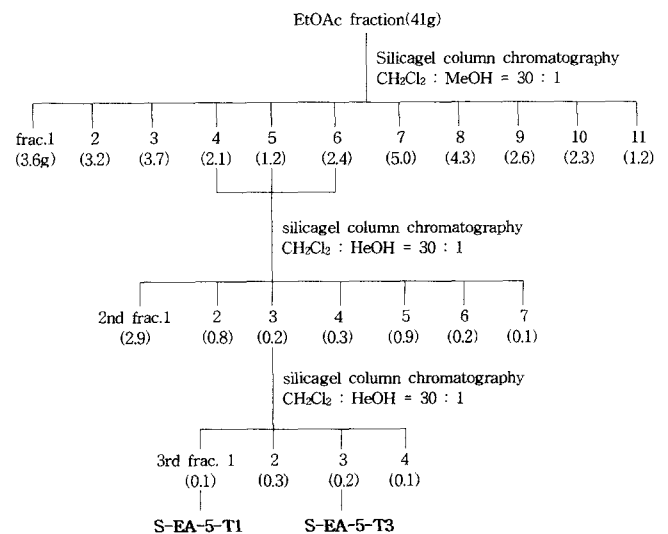


Fig. 2. Isolation of ethyl acetate fraction from *Schizandra chinensis* B

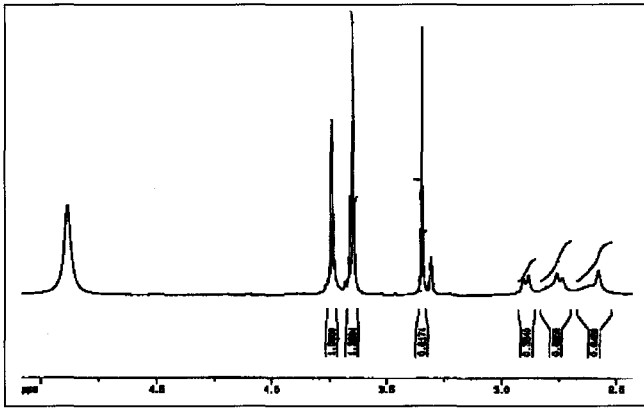


Fig. 3. ¹H-NMR spectrum of compound S-EA-5-T1

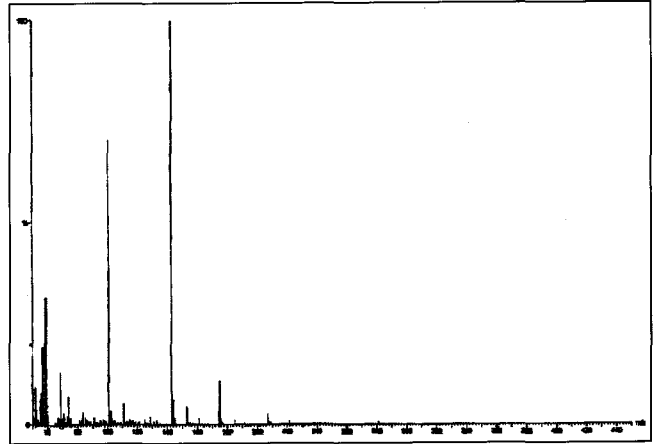


Fig. 5. Mass spectrum of compound S-EA-5-T1

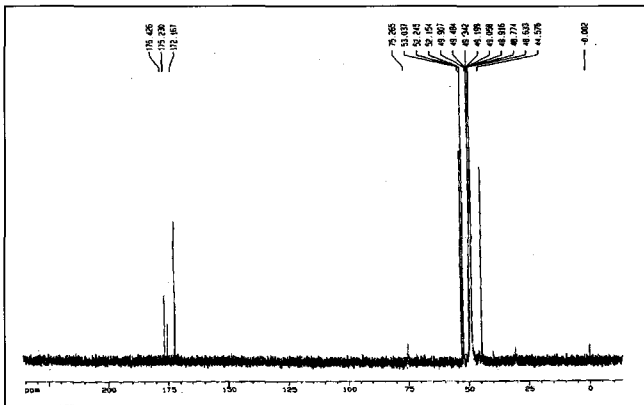


Fig. 4. ¹³C-NMR spectrum of compound S-EA-5-T1

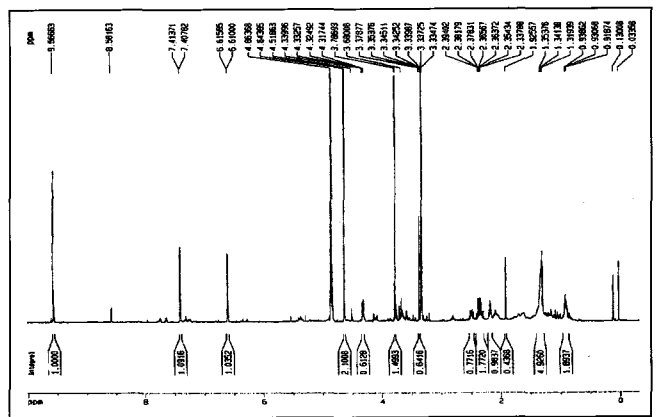


Fig. 6. ¹H-NMR spectrum of compound S-EA-5-T3

NMR spectrum의 결과는 Fig. 3과 같으며 δ2.61(2H, d, H-a), δ2.67(2H, d, H-b), δ3.38(1H, m, H-c), δ3.68(3H, m, H-d), δ3.76(3H, m, H-e)에서 proton이 관찰되었으며, ¹³C-NMR spectrum의 결과 44 ppm(s. C1), 49 ppm(s. C2), 52 ppm(s. C3), 52 ppm(s. C4), 53 ppm(s. C5), 75 ppm(s. C6), 172 ppm(s. C7), 175 ppm(s. C8), 176 ppm(s. C9)에서 9개의 탄소 peak가 관측되었으며 (Fig. 4), MS spectrum을 분석한 결과는 Fig. 5와 같았다. 그 밖에 DEPT(distorsionless enhancement by polarizaion transfer) 135에서 75 ppm(C6)의 peak가 나타나지 않으므로 6번 탄소가 4차 탄소임을 알 수 있으며 C1과 C2가 음의 peak로 겹쳐 나타남으로서 이 두 탄소는 methylene 탄소임을 알 수 있었다. 이상의 결과로 이 화합물은 오미자의 정유성분인 citrate에 methyl가 3개 치환된 trimethylcitrate로 동정하였으며, 그 구조는 Fig. 10에 나타내었다.

Compound S-EA-5-T3는 미황색의 오일성 물질로 UV-visible spectrum의 결과 360 nm에서 최대흡수피크가 관찰되었다. ¹H-NMR spectrum 분석결과 1.34(3H, s, -HO-C-CH₃), 3.67(6H, s, -OCH₃×2), 4.51(3H, s, -OCH₃), 4.86(6H, s, -OCH₃×2), 5.41(3H, s, -OCH₃), 6.10(1H, s, aromatic CH), 7.40(1H, s, aromatic CH)의 chemical shift를 나타내었으며 (Fig. 6), ¹³C-NMR spectrum의 결과 30개의 탄소 peak가 관측되었다(Fig. 7). 따라서 이 화합물은 Ikeya 등⁽²⁵⁾과 손 등⁽²⁶⁾이 보고한 gomisin C로 추정되었으며 이들 data와 매우 유사하였다.

오미자 추출물의 미생물에 대한 성장저해

paper disk agar diffusion법⁽¹⁹⁾에 의한 clear zone생성유무를 나타낸 결과를 토대로 하여 오미자 추출물 1%를 첨가한 TSB에 시험균주를 접종하여 각각 적당한 온도에서 12시간 배양한 후 생균수를 측정한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 대조구에 비해 *B. cereus* ATCC 14893, *B. subtilis* ATCC 6633, *P. aeruginosa* ATCC 9027, *S. typhimurium* ATCC 19184, *E. coli* ATCC 27662는 각각 2.82, 4.79, 2.42, 4.63, 2.68의 log cycle 감소현상을 보여 성장 억제효과가 뚜렷이 관찰되었으며, 특히 *B. subtilis* ATCC 6633와 *S. typhimurium* ATCC 19184는 성장 억제효과가 현저하게 차이가 나타났다. 이 결과는 이 등⁽²⁹⁾이 보고한 오미자 1% 첨가구 TSB와 동일하게 HCl을 이용하여 pH를 조정한 TSB에 *Listeria monocytogenes*의 성장을 비교한 결과 pH 조정구는 대조구와 유사한 성장을 나타낸 반면 오미자 1% 첨가구는 뚜렷한 성장 억제현상을 나타내었다고 보고한 결과와 비슷한 경향을 나타냈다. 오미자의 균 저해효과는 지금까지 보고되었듯이 오미자의 유기산에 의한 pH 저하의 효과 이외의 정유등과 같은 다른 물질이 있을 것으로 판단된다.

오미자 추출물의 분쇄육 보존제로서의 이용성 검토

식품의 가공하거나 저장 중에 성장하여 집단 식중독을 일

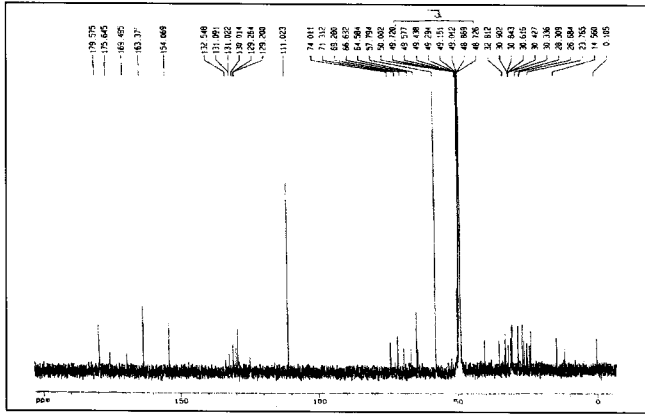


Fig. 7. ¹³C-NMR spectrum of compound S-EA-5-T3

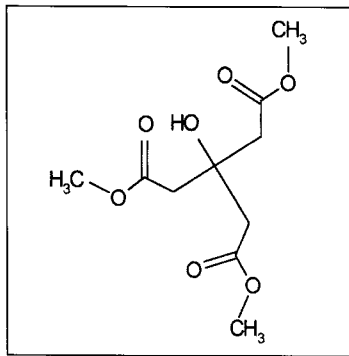


Fig. 8. Structure of trimethylcitrate

으키고 있는 대표적인 식중독균인 *S. typhimurium*을 분쇄육에 인위적으로 10⁴/mL 수준으로 오염시킨 후 4°C에서 12일간 저장하면서 *S. typhimurium*의 성장을 검사한 결과를 Table 5에 나타냈다. 오미자 1%, 3%, 5% 첨가구의 경우 대조구에 비해서 저장 12일간 각각 1.65, 1.97, 2.86의 log cycle의 감소하는 경향을 나타내어 육제품에 오염되는 *S. typhimurium*의 성장을 억제하고 저장성을 증진시키기 위한 보존제로서 가능성을 시사하였다.

요 약

오미자 열매로부터 항균활성물질을 분리하기 위하여 methanol 조추출물의 용매분획의 항균력을 측정하였다. 항균활성을 나타낸 methanol 조추출물은 다시 여러 가지 용매로 순차적으로 분배하여 n-hexan층, dichloromethane층, ethyl acetate층, butanol층과 water층을 얻은 다음, 이들 분배층에 대해 항균화성을 검색한 결과, ethyl acetate층에서 가장 활성이 높게 나타났다. 활성이 높게 나타난 ethyl acetate층은 감압증류한 후, 여러 가지 chromatography를 이용하여 분리, 정제한 다음, MS, ¹H-NMR, ¹³C-NMR, DEPT 및 2D NMR등을 이용하여 항균활성물질의 구조를 동정하였다. 그 결과 오미자의 약리기능을 나타내는 주요성분인 lignan계통의 화합물인 gomisin C로 추정되는 compound를 분리하였고, 다른 하나는 오미자의 정유성분인 trimethylcitrate로 동정하였다. 또한 오미자추출물의 균증식도와 분쇄육의 저장성에 미치는 효

Table 3. Antimicrobial effect of *Schizandra chinensis* extract on pathogenic microorganism for 12 hours at 35°C (log No. CFU/mL)

Test microorganism	Incubation time (hrs)	Control	<i>Schizandra chinensis</i> extract 1%
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14893	0	4.68±0.03*	4.68±0.21
	12	8.97±0.05	6.95±0.11 (2.82)
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	0	4.96±0.03	4.89±0.09
	12	8.76±0.09	3.56±0.13 (4.79)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027	0	4.72±0.03	4.87±0.19
	12	9.56±0.13	6.97±0.15 (2.42)
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	0	5.01±0.16	4.98±0.01
	12	9.05±0.09	4.43±0.12 (4.63)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 27662	0	4.95±0.10	4.86±0.17
	12	9.97±0.08	7.02±0.13 (2.68)

() log reduction
*Mean±Standard deviation(n=3)

Table 4. Preservative effect of *Schizandra chinensis* extract on the minced meat artificially contaminated with *Salmonella typhimurium* during storage at 4°C (log No. CFU/mL)

Incubation time(days)	Control	1%	3%	5%
0	5.58±0.03*	5.63±0.05	5.09±0.05	5.01±0.04
3	5.82±0.01	5.05±0.03 (0.61)	4.69±0.09 (1.02)	4.79±0.05 (0.97)
6	5.93±0.05	4.96±0.13 (1.05)	4.78±0.13 (1.09)	3.89±0.07 (2.03)
9	6.57±0.02	4.77±0.01 (1.78)	4.23±0.05 (2.17)	3.74±0.17 (2.92)
12	6.08±0.00	4.46±0.03 (1.59)	3.88±0.17 (1.88)	3.32±0.09 (2.97)

() log reduction, *Mean standard deviation(n=3)

과를 검토하기 위하여 식품보장실험을 수행하였다. 그 결과 *Salmonella typhimurium*에 의해 문제시되는 식품에 천연보존료로서의 이용가능성을 시사하였다.

문 헌

- Sofos, J.N., Beuchat, L.R., Davidson, P.M. and Johnson, E.A. Naturally occurring antimicrobials in foods. Regul. Toxicol. Pharmacol. 28: 71-72 (1998)
- 松田敏生. 食品の biopreservation, J. Antibact. Antifung. Agents 23: 241-250 (1995)
- Golovinsky, E.V., Maneva, L.S., Angelov, I.I., Veljanova, K.D., Sniker, D.J. and Stankevich, E.K. Antibacterial and antitumor activity of some derivatives of ureidosuccinic acid. Neoplasma. 23: 43-46 (1976)
- Ayres, H.M., Payne, D.N., Furr, J.R. and Russell, A.D. Use of

- Malthus-AT system to assess the efficacy of permeabilizing agents on the activity of antibacterial agents against *Pseudomonas aeruginosa*. Lett. Appl. Microbiol. 26: 422-426 (1998)
5. Orjala, J., Erdelmeier, C.A., Wright, A.D., Rali, T. and Sticher, O. Five new prenylated p-hydroxybenzoic acid derivatives with antimicrobial and molluscicidal activity from *Piper aduncum* leaves. Planta Med. 59: 546-551 (1993)
 6. Mirzoeva, O.K., Grishanin, R.N. and Calder, P.C. Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. Microbiol. Res. 152: 239-246 (1997)
 7. Oguni, I. and Yamada, M. Protection against cancer risk by green tea and antimicrobial activity of tea catechin against *Helicobacter pylori*. Paper presented at 4th Int. Symposium on Green Tea, Seoul, Korea (1997)
 8. Ouattara, B., Simard, R.E., Holley, R.A., Piette, G.J. and Begin, A. Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. Int. J. Food Microbiol. 37: 155-162 (1997)
 9. Hogan, J.S., Pankey, J.W. and Duthie, A.H. Growth inhibition of mastitis pathogens by long-chain fatty acids. J. Dairy Sci. 70: 927-934 (1987)
 10. Galbraith, H., Miller, T.B., Panton, A.M. and Thompson, J.K. Antibacterial activity of long chain fatty acids and the reversal with calcium, magnesium, ergocalciferol and cholesterol. J. Appl. Bacteriol. 34: 803-813 (1971)
 11. Hughey, V.L. and Johnson, E.A. Antibacterial activity of lysozyme against bacteria involved in food spoilage and foodborne disease. Appl. Environ. Microbiol. 53: 2165-2170 (1987)
 12. Valenti, P., Antonini, G., Hunolstein, C., Visca, P., Orsi, N. and Antonini, E. Studies of the antimicrobial activity of ovotransferrin. Int. J. Tissue React. 5: 97-105 (1983)
 13. Orman, J.D. and Reiter, B. Inhibition of bacteria by lactoferrin and other iron chelating agents. Biochem. Biophys. Acta. 170: 351-354 (1968)
 14. Hansen J.N. Nisin as a model food preservative. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 34: 69-93 (1994)
 15. Tansey, M.R. and Appleton, J.A. Inhibition of fungal growth by garlic extract. Mycologia 70: 397-401 (1978)
 16. Kim, J.H. Anti-bacterial action of onion (*Allium cepa* L.) extracts against oral pathogenic bacteria. J. Nippon Univ. Sch. Dent. 39: 136-141 (1997)
 17. Oh, D.H., Ham, S.S., Park, B.K., Ahn C. and Yu, J.Y. Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborne disease microorganisms(in Korean). Korean J. Food Sci. Technol. 30: 957-963 (1998)
 18. An, E.Y., Han, J.S. and Shin, D.W. Growth inhibition of *Listeria monocytogenes* by pure compound isolated from extract of *Morus alba* Linne bark(in Korean), Korean J. Food Sci. Technol. 29: 1236-1240 (1997)
 19. Park, U.Y., Chang, D.S. and Cho, H.R.: Screening of antimicrobial activity for medicinal herb extracts (in Korean). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 21: 91-96 (1992)
 20. 이상인 : 본초학, p. 172. 수서원, 서울 (1980)
 21. Ikeya, Y., Taguchi, H., Yosioka, I. and Kobayashi, H.: The constituents of *Schizandra chinensis* B. I. isolation and structure determination of five new lignans, gomisin A, B, C F and G, and the absolute structure of schizandrin, Chem. Pharm. Bull. 27(6): 1383 (1979)
 22. Ikeya, Y., Taguchi, H., Yosioka, I. and Kobayashi, H.: The constituents of *Schizandra chinensis* B. II. isolation and structure determination of five new lignans, gomisin A, B, C F and G, and the absolute structure of schizandrin, Chem. Pharm. Bull. 26(10): 3257 (1978)
 23. Ikeya, Y., Taguchi, H. and Yosioka, I. : The constituents of *Schizandra chinensis* B. II. isolation and structure determination of five new lignans, gomisin A, B, C F and G, and the absolute structure of schizandrin, Chem. Pharm. Bull. 27(10) 2536 (1979)
 24. Ikeya, Y., Taguchi, H., Yosioka, I. and Kobayashi, H.: The constituents of *Schizandra chinensis* B. IV. isolation and structure determination of five new lignans, gomisin A, B, C F and G, and the absolute structure of schizandrin, Chem. Pharm. Bull. 27(11): 2695 (1979)
 25. Ikeya, Y., Taguchi, H., Yosioka, I., Itaka, Y. and Kobayashi, H.: The constituents of *Schizandra chinensis* B. V. isolation and structure determination of five new lignans, gomisin A, B, C F and G, and the absolute structure of schizandrin, Chem. Pharm. Bull. 27(6): 1395 (1979)
 26. Shon, H.J., Bock, J.Y., Baik, S.O. and Kim, Y.H. Determination of lignan compounds in fruits of *Schizandra chinensis* BAILLON by capillary-GC(FID). J. Korean Agric. Chem. Soc. 32: 350-356 (1989)
 27. Kim, K.I., Nam, J.H. and Kwon, T.W. On the proximate composition organic acid and anthocyanins of omija, *Schizandra chinensis* Baillon. Korean J. Food Sci. Technol. 5: (1973)
 28. Vanderzant, C.H. and Splittstoesser, D.F. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3rd ed., American Health Association p. 80 (1992)
 29. Lee, S.H. and Lim, Y.S. Antimicrobial effects of *Schizandra chinensis* extract on pathogenic microorganism. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 239-243 (1998)

(2000년 12월 30일 접수)