pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 27, No. 1, pp. 81~86 (2012)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

Escherichia coli O157:H7에 감염된 마우스에 대한 염소산나트륨과 한약재 복합추출물 합제의 항균효과

차춘남[1] · 이여은[2] · 손송이 · 박은기[3] · 최현주[4] · 김석 · 이후장*

경상대학교 수의과대학 생명과학연구소, [1]경상대학교 산업시스템공학부 공학연구원
[2]경상대학교 보건대학원 환경보건학과, [3]고신대학교 인문사회의학교실
[4]인제대학교 임상병리학과, 고령자라이프디자인연구소

Antimicrobial Activity of Sodium chlorate and Korean Herbal Extracts against Mice infected with *Escherichia coli* O157:H7

Chun Nam Cha[1], Yeo Eun Lee[2], Song Ee Son, Eun Kee Park[3], Suk Kim and Hu Jang Lee*

Research Institute of Life Sciences, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea
[1]Engineering Research Institute, Department of Industrial Systems Engineering, Gyeongsang National University, 900 Gajwa-dong, Chinju 600-701, Korea
[2]Department of Environmental Health, Graduate School of Public Health, Gyeongsang National University, Chinju, 660-751, Korea
[3]Department of Medical Humanities and Social Medicine, College of Medicine, Kosin University, Busan 602-703, Korea
[4]Elderly Life Redesign Institute, Department of Biomedical Laboratory Science, Inje University, Gimhae 621-749, Korea
(Received January 15, 2012/Revised February 9, 2012/Accepted March 15, 2012)

ABSTRACT - The present study was evaluated the antibacterial effect of the combination of *Coptidis rhizoma, Glycyrrhiza uralensis* Fischet*, Schizandra chinensis* and *Corni Fructus*(1:1:1) extracts(CGSC10). Furthermore, the effectiveness of CGSC10, sodium chlorate, and the combination of CGSC10 and sodium chlorate(CGSCS10) against *E. coli* O157:H7 infection was studied using ICR female mice. During the incubation period, the dose of 5, 10, and 20% CGSC10 was inhibited the growth of *E. coli* O157:H7 by 34.7, 60.2, and 76.4%, respectively. For 7 days after single challenge with *E. coli* O157:H7, forty female ICR mice were divided into four experimental groups which were administered in drinking water with saline, 10% CGSC10, 15 mM sodium chlorate, and CGSCS10, respectively. On the 3rd day, the number of *E. coli* O157:H7 in mouse feces was significantly decreased by administration of CGSC10, 15 mM sodium chlorate, and CGSCS10 ($p < 0.001$). On the 7th day-after administration, CGSC10, sodium chlorate, and CGSCS10 were decreased the number of *E. coli* O157:H7 by 27.1, 67.7, and 83.3%, respectively. According to the results of the present study, administration of CGSCS10 to mice can reduce the severity of *E. coli* O157:H7 infection. In addition, it is suggested that CGSCS10 represents a good candidate for the treatment of enteric infections in domestic animals.

Key words: Korean traditional herbal extracts, sodium chlorate, antibacterial activity, *E. coli* O157:H7

서 론

Escherichia coli (*E. coli*)는 장내세균으로서 보통의 배지에서도 잘 증식하며, 37ºC 한천배지에서 회백색의 원형의 광택을 갖는 집락을 형성하며, 유당을 분해하여 산과 가스를 생산하는 세균으로 알려져 있다[1,2]. 병원성 대장균은 가축, 애완동물, 건강보균자 및 자연환경에 널리 분포되어 있기 때문에 물이나 여러 종류의 식품에 오염될 수 있어서, 이로 인한 집단 식중독의 발생사례가 증가하고 있다[3].

병원성 대장균에 감염될 경우에는, 균종에 따라 다소 차이가 있기는 하지만, 설사 및 복통을 주요 증상으로 나타내는 것으로 알려져 있다[4]. 식품의약품안전청의 식중독통계시스템에 따르면[5], 2010년에 발생한 세균성 식중독 환자 중 병원성 대장균이 원인이었던 경우가 가장 많았던

*Correspondence to: Hu Jang Lee, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea
Tel: 82-55-772-2352, Fax: 82-55-772-2308
E-mail: hujang@gnu.ac.kr

것으로 나타났다.

최근 들어, 많은 항생제들이 *E. coli* O157:H7과 같은 병원성 식중독균들에 의한 질병 예방 및 치료를 목적으로 오・남용됨으로써, 항생제 내성균들의 출현이 빈번해 지고 있어서 공중보건 상에 있어서 중요한 문제로 대두되고 있다[6-8].

한국소비자보호원이 서울과 수도권 지역에서 시판되고 있는 육류, 어류, 야채류 등 212종을 대상으로 세균 검출 여부와 검출된 균의 항생제 내성 획득 여부를 조사한 결과, 조사대상의 62.7%에서 대장균이 검출되었으며, 이 중 항생제 내성균의 비율은 92.9%로 나타났다고 보고한 바 있다[8,9].

기존의 항생제 사용에 따른 내성균 출현과 같은 부작용을 최소화하기 위해, 한약재[10,11], probiotics[12,13], 프로폴리스[14,15], 봉독[16,17] 그리고 화학물질[18-21] 등을 대상으로 항생제를 대체할 수 있는 항균활성을 탐색하기 위한 연구가 진행되고 있다.

황련은 해열, 이질, 설사 등에 뛰어난 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 항균작용을 하는 berberine이 있어 장내 병원성 세균에 대한 증식억제 작용을 갖는 것으로 알려져 있다[8,22,23]. 감초는 glycyrrhizin을 6-14% 함유하고 있어 맛이 달고 독이 없으며, 따뜻한 기운을 가지고 있어 한약의 구성 재료로 많이 사용되며 기관지염이나 결핵 치료에 효능이 있다. 에탄올 추출물의 경우, *Listeria moncytogenes* 등에 대하여 항균효과를 보이는 것으로 알려져 있다[24,25]. 오미자는 목련과에 속한 낙엽활엽만목인 오미자 혹은 개오미자의 과실을 건조한 것으로 다섯 가지의 맛을 가지고 있으며, 우리나라 한의학에서 거담, 자양 및 강장제 등으로 이용되는 생약제로, 진정, 진해, 해열 등의 중추억제작용, 혈압강하작용 및 알콜해독작용 등이 있는 것으로 알려져 있다[26]. 오미자에는 lignan화합물과 같은 약리기능 성분, 탄닌산과 같은 유기산, 휘발성 정유성분, 그리고 항균활성 물질들이 함유되어 있는 것으로 보고되어 있다[27-30]. 산수유는 가을에 익은 산수유의 열매를 따서 씨를 뽑아내고 햇볕에 말린 것을 말하며, 그 맛은 시고 성질은 약간 따뜻하며, 간경, 신경에 좋고, 이뇨작용, 혈압강하작용, 단백질 소화작용, 항암작용, 그리고 항균작용 등이 있는 것으로 알려져 있다[31].

염소산나트륨은 강력한 산화력을 갖고 있는 화학물질로서, 냄새가 없는 백색의 결정성 분말로서, 물에 쉽게 잘 용해되는 성질을 갖고 있다[32]. 최근, 염소산나트륨을 이용하여 가축의 장점막 세포 내 기생하는 살모넬라와 대장균에 의한 질병을 예방하거나 치료하고자 하는 많은 연구가 진행되어 왔다. 살모넬라와 *E. coli* O157:H7을 감염된 가축에 염소산나트륨을 경구 투여하여 살균효과를 확인하는 시험들이 진행되었다[18-21]. 가축에 감염된 살모넬라균과 대장균은 세포 내에서 에너지를 얻기 위해 질소를 고정하는 과정에서 호흡질산환원효소(respiratory nitrate reductase)을 분비하여 질산염을 아질산염으로 환원시킨다. 이 과정에서 호흡질산환원효소는 염소산염도 환원시켜 아염소산염을 생성하게 된다. 이때, 생성된 아염소산염이 살모넬라균과 대장균을 죽이는 작용을 한다. 그러나 호흡질산환원효소를 갖고 있지 않은 장내 정상세균은 염소산염을 투여하더라도 영향을 받지 않는 것으로 알려져 있다[20].

따라서, 본 연구에서는 항균활성이 있는 것으로 알려진 황련, 감초, 오미자 그리고 산수유 등 한약재들의 복합추출물과 염소산나트륨의 합제를 이용하여 *E. coli* O157:H7에 대한 항균활성 및 *E. coli* O157:H7에 감염된 마우스에서의 치료효과를 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

공시제제

본 연구에서 사용된 황련, 감초, 오미자 그리고 산수유 등은 경상대학교 동물생리활성자원은행 (진주)으로부터 구입하여, 세척하여 건조한 후, 세절하여 분말화하였다. 한약재 추출은 김 등[2]의 방법을 변형하여 사용하였다. 분말화한 황련, 감초, 오미자 그리고 산수유를 일정비율(1:1:1:1)로 혼합한 100 g에 증류수 1,000 ml를 가하여 열탕추출기에서 120°C에서 3시간 동안 추출한 다음, 추출액을 3,000 rpm으로 20분 동안 원심분리 시킨 후, 상층액을 Advantec filter paper No. 2(Japan)로 여과시켰다. 여과액을 감압 농축시켜 200 ml로 만든 후, 동결 건조하였다. 회수율은 12.3%이었다.

*In vitro*에서의 항균시험을 위해, 한약재 동결건조분말 2 g를 10 ml 증류수에 용해시켜 0.2 μm syringe filter (Corning Costar, USA)로 여과한 다음, 필요한 농도로 희석하여 사용하였다. 마우스 접종시험에서는 한약재 추출물(CGSC10), 15 mM 염소산나트륨 용액, 그리고 10% CGSC10 용액과 30 mM 염소산나트륨 용액의 합제(1:1, v/v, CGSCS10)를 각 실험군의 마우스에 음수를 통하여 투여하였다.

사용균주 및 배양

본 실험에 사용한 균주는 *E. coli* O157:H7 (ATCC 933)을 국립수의과학원으로부터 분양받아 사용하였다. *E. coli* O157:H7을 blood agar (Komed, Korea)에서 배양하여 증식여부를 확인한 후, Tryptic Soy Broth (TSB, Difco BRL, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양하여 실험에 사용하였다.

마우스 접종시험에서는, *E. coli* O157:H7을 TSB (Difco BRL, USA)에 접종하여 shaking incubator를 이용하여 37°C에서 24시간 배양한 후, 2,500 rpm에서 30분간 원심분리하여 균체를 회수한 다음, phosphate buffered saline (PBS)으로 세척하고 PBS에 재부유하여 균수를 1.0×10^6 CFU/ml로 하여 마우스 개체 (체중평균, 18.3 ± 1.5 g) 당 catheter

(Zonde, 18G)를 이용하여 0.5 ml씩 경구로 접종하였다.

항균력 시험

한천배지를 이용한 한약재 추출물에 대한 항균력 검색에서 CGSC10 시료에 대하여 dilution test를 통해 시간 경과에 따른 *E. coli* O157:H7에 대한 증식억제 효과를 측정하였다. 125 ml 삼각 플라스크에, 30 ml TSB, *E. coli* O157:H7을 희석하여 10^6 CFU/ml 농도로 한 배양액 0.1 ml, 그리고 CGSC10의 최종농도가 5, 10 그리고 20%가 되도록 가하여 37°C에서 30시간동안 배양하면서 6시간 간격으로 생균수를 측정하였다. CGSC10의 농도는 김 등[2]의 실험에서 사용한 농도를 참고하여 설정하였다. 생균수 측정은 배양액 시료를 채취하여 spectrophotometer (Spectronic 20 Genesis, USA)를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였다.

실험동물

5주령, 평균체중 20 ± 1.4 g의 Specific Pathogen Free (SPF) ICR 마우스 암컷 40마리를 구입하여 ((주)샘타코, 오산), SPF 마우스임을 확인하기 위한 미생물학적 검사를 실시하여 특정 병원체가 없는 것을 확인한 후, 실험에 사용하였다. 마우스는 대조군과 실험군 각각 10마리씩을 임의로 선택하여 케이지에 분리하여, 1주일간의 적응기간을 거친 후 실험에 사용하였다. SPF 상태를 유지하기 위해 음수, 사료, 깔짚 등은 모두 고압멸균 후 사용하였으며, 사육온도와 습도는 각각 22 ± 1.0°C과 50 ± 10%로 하였으며, 12시간 간격으로 조명을 조절하였으며, 환기는 자동으로 조절되는 실험동물 사육장치 ((주)쓰리샤인, 대전)에서 사육하였다.

마우스 접종 및 약제투여

대조군과 실험군 모두에 대하여, *E. coli* O157:H7을 1×10^7 CFU/ml로 함유하도록 PBS에 현탁시켜 이 용액 0.5 ml를 경구 투여하여 공격 접종을 한 후, 대조군에는 아무것도 투여하지 않은 음용수를 공급하였고, 실험군은 각각 10% CGSC10 용액, 15 mM 염소산나트륨 용액, CGSCS10 용액(10% CGSC10: 30 mM 염소산나트륨 = 1:1, v/v))을 음용수를 통하여 자유롭게 섭취하도록 하여 7일 동안 투여하였다.

실험군의 약제투여농도는 CGSC10의 항균력 시험에서 대조군과 비교하여 저해 효과를 보인 농도를 사용하였다.

마우스 분변 중 *E. coli* O157:H7의 검출

E. coli O157:H7을 접종한 마우스에 대하여 각 군별로 증류수 (대조군), 10% CGSC10, 15 mM 염소산나트륨, 그리고 CGSCS10을 투여하면서, 투약 1, 3, 5, 그리고 7일에 각 군의 마우스로부터 분변을 채취하였다. 채취한 마우스의 분변을 0.85% 생리식염수에 십진 희석하고, xylose lysine desoxycholate agar (XLD, Difco BRL, USA)를 사용하여 37°C에서 24시간 배양한 후 균수를 측정하여, 분변 중의 *E. coli* O157:H7의 숫자를 CFU/g으로 환산하여 나타내었다.

통계학적 분석

결과에 대한 통계적 처리는 Sigma plot (Systat Software Inc., USA)을 이용하여 student's t-test로 실시하였으며, $P < 0.05$일 때 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다.

결과 및 고찰

항균력 시험

Fig. 1은 한천배지를 이용하여 다양한 CGSC10 농도에서 *E. coli* O157:H7에 대한 항균력 시험 결과를 나타낸 것이다. 황련, 감초, 오미자 그리고 산수유 등의 복합 추출물인 CGSC10을 5% 첨가하여 배양하였을 경우, 12시간까지는 무첨가 대조군과 비교하여 *E. coli* O157:H7에 대한 유의성 있는 성장 저해효과가 관찰되지 않았다. 그러나 배양 18시간 이후에는 무첨가 대조군과 비교하여 *E. coli* O157:H7에 대한 유의성 있는 성장 저해효과가 관찰되었다 (배양 후 18시간, $p < 0.05$; 배양 후 24시간 이후, $p < 0.001$). 10% CGSC10을 첨가하여 배양한 경우에는, 배양 12시간부터 무첨가 대조군과 비교하여 *E. coli* O157:H7에 대한 유의성 있는 성장 저해효과를 보였다 (배양 후 12시간, $p < 0.05$; 배양 후 18시간 이후, $p < 0.001$). 또한, 20% CGSC10을 첨가하여 배양한 경우에도, 배양 전기간에 걸쳐서 무첨가 대조군과 비교하여 *E. coli* O157:H7에 대한 유

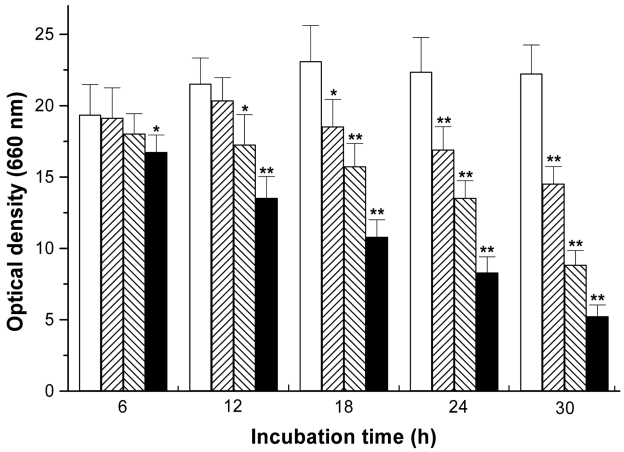

Fig. 1. The inhibition effect of CGSC10, a combination of *Coptidis rhizoma, Glycyrrhiza uralensis* Fischet*, Schizandra chinensis* and *Corni Fructus* (1:1:1) extracts, against *E. coli* O157:H7. □, control group treated with phosphate buffer solution (PBS); ▨, the group treated with 5% CGSC10; ▧, the group treated with 10% CGSC10; ■, the group treated with 20% CGSC10. All experiments were independently done in triplicate. *$p < 0.05$, **$p < 0.001$, compared to control.

의성 있는 성장 저해효과를 나타내었다 (배양 후 6시간, $p < 0.05$; 배양 후 12시간 이후, $p < 0.001$). CGSC10을 5, 10, 20%를 각각 첨가하여 배양 후 30시간에는, 무첨가 대조군과 비교하여 *E. coli* O157:H7의 성장을 각각 34.7, 60.2, 76.4% 정도 억제시킨 것으로 나타났다. 손 등[33]은 식중독균들에 대한 한약재들의 항균효과를 확인하기 위한 연구를 수행한 바, 황련이 *E. coli*에 대해 강력한 항균효과를 나타내었다고 보고하였으며, 양 등[25]은 황련과 감초의 혼합추출물이 황련 단독 추출물에 비해 *E. coli*에 대한 항균효과가 매우 높은 것으로 보고하였다. 또한, 이 등[27]은 1% 오미자 methanol 추출물을 첨가한 배지에서 12시간 동안 배양한 결과, 무투여 대조군과 비교하여 *E. coli*의 성장을 약 30% 억제하여 높은 항균활성을 갖는 것으로 보고하였으며, 서 등[31]은 산수유 열수추출물을 배지에 150 μl/ml의 농도로 첨가하여 48시간 동안 배양한 결과, *E. coli* O157:H7의 성장을 완전히 억제하였다고 보고하였다. 본 연구에서 황련, 감초, 오미자 그리고 산수유 등의 복합추출물인 CGSC10이 *E. coli* O157:H7의 성장억제 효과를 나타낸 것은 앞서 보고한 한약재들이 항균활성을 보였던 결과들과 유사성을 보이고 있다. 한편, 김[2]이 한약재들의 조합을 통해 *E. coli*의 성장억제 효과를 확인한 연구에서, 오미자, 황금 그리고 황백 합제(1:1:1)의 열수추출물 10%를 투여한 배지에서 30시간 배양 후, 대조군과 비교하여 *E. coli*의 성장을 50% 정도 억제한 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 CGSC10을 10% 농도로 첨가한 배지에서 배양 30시간 후에 대조군과 비교하여 *E. coli* O157:H7의 성장을 60% 이상 억제하였으며, 이는 김[2]의 연구결과와 비교하여 다소 높은 항균활성을 나타냈다. 이러한 결과는 한약재들 간의 항균활성 차이에 따른 것으로 사료되며, 높은 항균활성을 나타낸 것은, CGSC10에 함유된 황련의 berberine[8], 감초의 glycyrrhizin[24,34], 오미자의 다양한 약리성분과 유기산[27] 그리고 산수유의 세균 세포벽이나 세포막에 직접적으로 작용하는 항균활성물질[31] 등의 상호작용에 의해, *E. coli* O157:H7의 대사억제[8,35]와 세균 세포막의 수송환경의 변화[8,31]를 초래하여 발생한 것으로 사료된다.

마우스 분변 중 *E. coli* O157:H7의 검출

Fig. 2는 마우스에 *E. coli* O157:H7을 공격 접종한 후, 10% CGSC10, 15 mM 염소산나트륨, 그리고 CGSCS10 (10% CGSC10 : 30 mM 염소산나트륨 = 1:1, v/v)을 7일 동안 음수를 통해 투여하면서, 마우스의 분변을 채취하여 *E. coli* O157:H7 균수의 경시적 변화를 관찰한 것을 나타낸 것이다. 마우스에 10% CGSC10을 투여한 경우, 투약 3일 후부터, 무처리 대조군과 비교하여 유의성 있게 *E. coli* O157:H7의 감소가 관찰되었으며 (투약 후 3일, $p < 0.05$; 투약 후 5, 7일, $p < 0.001$), 15 mM 염소산나트륨을 투여한 경우에는, 무처리 대조군과 비교하여 투약 1일

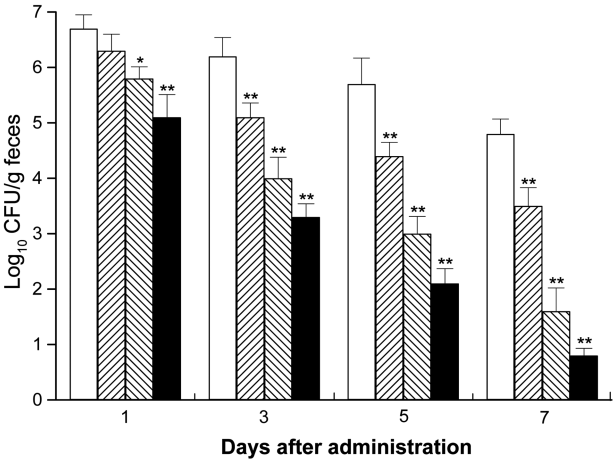

Fig. 2. Fecal *E. coli* O157:H7 counts in group mice during the experiment (means ± S.D., n = 10). □, control group treated with phosphate buffer solution (PBS) (n = 10); ▨, the group treated with 10% CGSC10 (n = 10); ▧, the group treated with 15 mM sodium chlorate (n = 10); ■, the group treated with CGSCS10 (10% CGSC10 : 30 mM sodium chlorate = 1:1, v/v) (n = 10). *$p < 0.05$, **$p < 0.001$, compared to control.

후부터 대조군과 비교하여 유의성 있게 감소하였다 (투약 후 1일, $p < 0.05$; 투약 후 3, 5, 7일, $p < 0.001$)). CGSCS10을 투여한 경우에는, 투약 1일째부터 대조군과 비교하여 유의성 있게 감소하는 결과를 보였다($p < 0.001$). 투약 후 7일째의 경우, 10% CGSC10, 15 mM 염소산나트륨, 그리고 CGSCS10을 투여한 군에서 대조군과 비교하여 *E. coli* O157:H7의 균수가 각각 27.1, 67.7, 그리고 83.3% 정도 감소하는 결과를 나타내었다.

본 연구에서 사용한 황련은 항균작용이 강한 berberine을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다[8,22,23]. 감초 역시 glycyrrhizin 등의 항균성분을 함유하고 있어 *E. coli*나 *Listeria moncytogenes* 등에 대하여 항균효과를 보이는 것으로 알려져 있다[24,25,34]. 오미자는 lignan화합물과 같은 약리기능 성분, 탄닌산과 같은 유기산, 휘발성 정유성분, 그리고 항균활성 물질들이 함유되어 있는 것으로 보고되고 있다[27-30]. 산수유는 항암작용과 병원성 세균의 세포벽이나 세포막에 직접적으로 작용하는 항균작용을 갖고 있는 것으로 보고되어 있다[31]. 또한, 염소산나트륨은 강력한 산화력을 갖고 있는 화학물질로서, 가축에 감염된 장내 살모넬라와 *E. coli* O157:H7 등에 대해 강력한 살균작용을 나타내는 것으로 많은 연구보고가 되어 있다[18-21]. 따라서 한약재들의 유효성분과 염소산나트륨의 세포내 기생세균의 살균작용에 의해 *E. coli* O157:H7에 대한 항균효과를 나타내는 것으로 사료된다.

결론적으로, 본 연구에 사용된 황련, 감초, 오미자 그리고 산수유 등의 한약재 복합추출물(CGSC10)은 *E. coli* O157:H7에 대하여 강력한 항균작용을 갖으며, 한약재 복

합추출물(CGSC10)과 염소산나트륨의 합제(CGSCS10)는 *E. coli* O157:H7에 감염된 마우스에 대하여 뛰어난 치료효과를 나타내었다. 따라서 향후, CGSCS10에 대하여 가축에 있어서 *E. coli* O157:H7에 의한 장 질환을 치료하기 위한 치료제로써의 가능성에 대한 적용연구와 안전성 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2010-0021247).

요 약

본 연구는 황련, 감초, 오미자 그리고 산수유 한약재 복합추출물의 *E. coli* O157:H7에 대한 항균효과와, 한약재 복합추출물과 염소산나트륨 합제의 *E. coli* O157:H7 감염 마우스에 대한 항균효과를 평가하기 위해 수행되었다.

한약재 복합추출물, CGSC10을 이용하여 *E. coli* O157:H7에 대한 항균효과 확인 시험을 수행한 결과, CGSC10 5, 10, 그리고 20%를 첨가한 배지에서 30시간 동안 배양한 후, *E. coli* O157:H7의 성장이 각각 34.7, 60.2, 그리고 76.4% 억제되는 효과가 관찰되었다. 또한, *E. coli* O157:H7을 감염시킨 마우스에 CGSC10, 염소산나트륨, 그리고 CGSC10와 염소산나트륨 합제(CGSCS10)를 음용수를 통해 투여한 결과, 투여 3일째부터, 모든 투여군에서 대조군과 비교하여 *E. coli* O157:H7의 균수가 유의성 있게 감소하였으며($p < 0.001$), 투여 7일째에는, 10% CGSC10, 15 mM 염소산나트륨, 그리고 CGSCS10을 투여한 군에서 대조군과 비교하여 *E. coli* O157:H7의 균수가 각각 27.1, 67.7, 그리고 83.3% 정도 감소하는 결과를 나타내었다.

따라서 본 연구의 결과로부터, CGSCS10을 *E. coli* O157:H7에 감염된 마우스에 음수로 투여할 경우, 감염증상을 완화 시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Mori, R. and Amako, K.: Toda's new bacteriology. Nanzando company, Tokyo, pp. 359-362 (1988).
2. 김종덕: 유해세균 *E. coli* KCTC 1039의 성장 억제를 위한 항산화 천연산물의 조합구성. 한국생물공학회지, **17**, 490-496 (2002).
3. 권준욱, 이철헌: 최근 우리나라 식중독 발생현황 고찰. 대한의사협회지, **50**, 573-581 (2007).
4. Nataro, J.P. and Kaper, J.B.: Diarrheagenic Escherichia coli. *Clin. Microbiol. Rev.* **11**, 142-201 (1998).
5. KFDA 식중독 통계시스템: 2002~2011년 (~06월) 연도/원인균별 식중독 발생현황. http://www.kfda.go.kr/e-stat/index.do?nMenuCode=20.
6. Prescott, J.F.: Antimicrobial use in food and companion animals. *Anim. Health Res. Rev.* **9**, 127-133 (2008).
7. Gould, I.M.: The epidemiology of antibiotic resistance. *Int. J. Antimicrob. Agents* **32**(Suppl. 1), S2-9 (2008).
8. 이연옥, 정원철, 차춘남, 김곤섭, 이여은, 김석, 이후장: 한약재 복합 추출물과 점토 광물질 혼합제의 *Escherichia coli* O157:H7에 의한 항균효과. 한국식품위생안전성학회지, **25**, 1-5 (2010).
9. 참여연대: 축・수산 동물약품(항생제) 실태 보고서 I, 참여연대, 서울, pp. 11-21 (2005).
10. Kim, G.S., Kim, D.H., Lim, J.J., Lee, J.J., Han, D.Y., Lee, W.M., Jung, W.C., Min, W.G., Won, C.G., Rhee, M.H., Lee, H.J. and Kim, S.: Biological and antibacterial activities of the natural herb *Houttuynia cordata* water extract against the intracellular bacterial pathogen salmonella within the RAW 264.7 macrophage. *Biol. Pharm. Bull*. **31**, 2012-2017 (2008).
11. Kong, B., Wang, J. and Xiong, Y.L.: Antimicrobial activity of several herb and spice extracts in culture medium and in vacuum-packaged pork. *J. Food Prot*. **70**, 641-647 (2007).
12. Bravo, M.V., Bunout, D., Leiva, L., de la Maza, M.P., Barrera, G., de la Maza, J. and Hirsch, S.: Effect of probiotic *Saccharomyces boulardii* on prevention of antibiotic-associated diarrhea in adult outpatients with amoxicillin treatment. *Rev. Med. Chil.* **136**, 981-988 (2008).
13. Collado, M.C., Isolauri, E., Salminen, S. and Sanz, Y.: The impact of probiotic on gut health. *Curr. Drug Metab.* **10**, 68-78 (2009).
14. Scazzocchio, F., D'Auria, F.D., Alessandrini, D. and Pantanella, F.: Multifactorial aspects of antimicrobial activity of propolis. *Microbiol. Res.* **161**, 327-333 (2006).
15. Mani, F., Damasceno, H.C., Novelli, E.L., Martins, E.A. and Sforcin, J.M.: Propolis: Effect of different concentrations, extracts and intake period on seric biochemical variables. *J. Ethnopharmacol.* **105**, 95-98 (2006).
16. 한상미, 이광길, 여주홍, 권해용, 우순옥, 오백영, 백하주, 박관규, 장영채, 김순태: 자돈에 투여한 봉독 및 생균제의 효과. 한국가축위생학회지, **31**, 229-237 (2008).
17. 한상미, 이광길, 여주홍, 권해용, 우순옥, 오백영, 이윤근, 김봉순, 백하주, 김순태: 젖소 유방염에 대한 국내산 봉독의 치료효과. 한국가축위생학회지, **30**, 115-123 (2007).
18. Anderson, R.C., Buckley, S.A., Kubena, L.F., Stanker, L.H., Harvey, R.B. and Nisbet, D.J.: Bactericidal effect of sodium chlorate on *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* DT104 in rumen contents *in vitro*. *J. Food Prot.* **63**, 1038-1042 (2000).
19. Anderson, R.C., Callaway, T.R., Buckley, S.A., Anderson, T.J., Genovese, K.J., Sheffield, C.L. and Nisbet, D.J.: Effect of oral sodium chlorate administration on *Escherichia coli* O157:H7 in the gut of experimentally infected pigs. *Int. J. Food Microbiol.* **71**, 125-130 (2001).
20. Anderson, R.C., Hume, M.E., Genovese, K.J. Callaway, T.R., Jung, Y.S., Edrington, T.S., Poole, T.L., Harvey, R.B., Bischoff, K.M. and Nisbet, D.J.: Effect of drinking-water administration

of experimental chlorate ion preparations on *Salmonella enterica* serovar Typhimurium colonization in weaned and finished pigs. *Vet. Res. Commun.* **28**, 179-189 (2004).
21. Callaway, T.R., Edrington, T.S., Anderson, R.C., Genovese, K.J., Poole, T.L., Elder, R.O., Byrd, J.A., Bischoff, K.M. and Nisbet, D.J.: *Escherichia coli* O157:H7 populations in sheep can be reduced by chlorate supplementation. *J. Food Prot.* **66**, 194-199 (2003).
22. Son, D.H., Lee, S.I., Chung, Y.G.: Antioxidative of medicinal plants on pathogenic bacteria. *J. Korean Soc. Hygiene Sci.* **7**, 103-108 (2001).
23. Kwon, H.A., Kwon, Y.J., Kwon, D.Y., Lee, J.H.: Evaluation of antibacterial effects of a combination of *Coptidis Rhizoma*, *Mume Fructus*, and *Schizandrae Fructus* against Salmonella. *Int. J. Food Microbiol.* **127**, 180-183 (2008).
24. 안은영, 신동화, 백남인, 오진아: 감초로부터 항균활성 물질의 분리 및 구조 동정. 한국식품과학회지, **30**, 680-687 (1998).
25. 양재헌, 은재순, 이남희: 베르베린 제제의 생체이용율에 관한 연구(II): 황련과 감초 공침물의 항균효과 및 생체이용율. 약제학회지, **25**, 185-192 (1995).
26. 이상인: 본초학. 수서원, 서울, pp. 172-173 (1980).
27. 이주연, 민용규, 김희연: 오미자로부터 항균활성물질의 분리 및 항균효과. 한국식품과학회지, **33**, 389-394 (2001).
28. Ikeya, Y., Taguchi, H., Yosioka, I., Kobayashi, H.: The constituents of *Schizandra chinensis* B. I. isolation and structure determination of five new lignans, gomisin A, B, B, F and G, and the absolute structure of schizandrin. *Chem. Pharm. Bull*. **27**, 1383-1394 (1979).
29. Shon, H.J., Bock, J.Y., Baik, S.O., 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).
30. Kim, K.I., Nam, J.H., Kwon, T.W.: On the proximate composition roganic acid and anthocyanins of omija, *Schizandra chinensis* Baillon. *Korean J. Food Sci. Technol*. **5**, 178-182 (1973).
31. 서권일, 이상원, 양기호: 산수유 추출물의 항균 및 항산화성. 농산물저장유통학회지, **6**, 99-103 (1999).
32. Helliwell, M. and Nunn, J.: Mortality in sodium chlorate poisoning. *Br. Med. J.* **1**, 1119 (1979).
33. 손동화, 이석일, 정영건: 한약재의 식중독균에 대한 항균효과. 한국위생과학회지, **7**, 103-108 (2001).
34. Chen, J.C., Ho, T.Y., Chang, Y.S., Wu, S.L., Li, C.C. and Hsiang, C.Y.: Identification of *Escherichia coli* enterotoxin inhibitors from traditional medicinal herbs by in silico, *in vitro*, and *in vivo* analyses. *J. Ethnopharmacol*. **121**, 372-378 (2009).
35. Stevens, D.L.: The pathogenesis of clostridial myonecrosis. *Int. J. Med. Microbiol.* **290**, 497-502 (2000).