

## *Escherichia coli* O157:H7의 제어를 위한 선학초(*Agrimonia pilosa* Ledebour) 추출물과 NaCl의 병용효과

† 박 신 · 권 오 진

대구대학교 농화학과, <sup>1</sup>한국원자력연구소 식품공학부  
(접수 : 1997. 10. 22., 게재승인 : 1997. 12. 24.)

### Combined Effect of *Agrimonia pilosa* Ledebour Extract and NaCl for Control of *Escherichia coli* O157:H7

Shin Park<sup>†</sup> and Oh-Jin Kwon<sup>1</sup>

Dept. of Agricultural Chemistry, Taegu University, Kyungsan, Kyungbuk 713-714, Korea

<sup>1</sup>Dept. of Food Irradiation, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-353, Korea

(Received : 1997. 10. 22., Accepted : 1997. 12. 24.)

Gamma irradiated and non-irradiated *Agrimonia pilosa* Ledebour were extracted by 70% ethanol. The combined effects of the *Agrimonia pilosa* Ledebour extract and NaCl on survival of *Escherichia coli* O157:H7 in tryptic soy broth were investigated. *E. coli* O157:H7 decreased ca 1 log cycle by the addition of 2% sample extract, and the antibacterial activity was increased as the concentration of sample extract was increased. The irradiation effect of the sample on antibacterial activity was not observed. On the treatment of NaCl alone, *E. coli* O157:H7 was inactivated (ca 3~4 log cycle reduction within 48 hr) in more than 7% NaCl. The higher inactivation (ca 5 log cycle reduction within 48 hr) occurred in the presence of 2% sample extract and 5% NaCl than in the addition of each alone. The extracted antibacterial substance was stable in the pH range of 4.0 to 7.0, heat treatment at 121°C for 15 min, and freezing at -18°C and thawing at 37°C. Therefore, the sample extract would substantially increase the food-safety in terms of *E. coli* O157:H7.

Key Words : *Escherichia coli* O157:H7, *Agrimonia pilosa* Ledebour, gamma irradiation, antibacterial activity

### 서 론

*Escherichia coli* O157:H7 균주에 의한 식중독이 남미와 유럽, 남아프리카, 오스트레일리아 등에서 꾸준히 발병하고 있고, 특히 일본의 경우 현재까지 1만여명의 환자와 10여명의 사망자가 발생하고 있다(1,2). *E. coli* O157:H7 균주는 동물의 대변에서 유래된 덜 익힌 고기나 우유, 야채 샐러드 등을 통해 주로 사람에게 감염되며 증세는 피가 섞인 대변과 복통, 설사 등이 뒤따르고 어린이나 노약자의 경우 신부전(용혈성요독증)으로 악화되면 뇌장으로 사망하기도 한다(3-6). 이러한 *E. coli* O157:H7 균주는 잠복기간이 다른 식중독균에 비해 길고 초기증세를 알기 어려우며 약간의 균으로도 감염되는 등 지금까지와 전혀 다른 양상의 식중독을 유발시키므로 최근 이러한 위협으로부터 벗어나기 위하여 관심이 집중되고 있다(7-11). 일반적으로 화학적 보존제는 식품중의 유해 미생

물에 대한 정균작용이나 효소억제작용으로 식품의 안전성을 부여해 주는 인공첨가물로 사용되고 있으나 소득수준의 증가로 이를 천연물로 대체하고자 하는 욕구가 대두되고 있다(12-15). 이러한 관점에서 동서양을 막론하고 전통 한약재는 현대의학에 사용되고 있는 많은 의약품의 중요한 자원으로 이용되어 왔으나 기존 항균제의 낮은 생산 경비와 우수한 항균효과 때문에 상대적으로 연구가 미비한 점도 있었다. 그러나 최근에는 항세균효과 및 항암효과를 갖는 한약재 성분의 약리작용 및 활성물질에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(16-18). 한편, 선학초(*Agrimonia pilosa* Ledebour)는 장미과에 속하는 다년생의 야생약초로서 강심작용, 피멧이작용, 항암작용 등의 다양한 약리작용이 있으며 집신나물, 룡아초, 량아초로도 불리어 진다. 또한, 선학초는 *V. parahaemolyticus*, *C. perfringenes*, *B. subtilis* 및 *S. aureus* 등에 대해 항균활성이 가진다고 보고된 바 있다(19).

이에 본 연구에서는 병원성 *E. coli* O157:H7 균주에 의한 감염을 예방하기 위하여 선학초 추출물을 단독 혹은 NaCl과 병용 처리하여 그 효과를 조사하였고 또한, 감마선 조사가 추출물의 항균활성에 미치는 영향도 검토하였다.

† Corresponding Author : Dept. of Agricultural Chemistry, College of Natural Resources, Taegu University, Kyungsan, Kyungbuk 713-714, Korea  
Tel : 053-850-6751, Fax : 053-850-6709

## 재료 및 방법

### 공시균주 및 배양조건

실험에 사용한 균주는 Iowa State University(Iowa Pork Industry Center, USA)에서 분양받은 *Escherichia coli* O157:H7(ATCC 43894)을 사용하였다. 균 현탁액은 공시균주를 tryptic soy agar(TSA, Difco laboratories, USA)의 사면배지에 24시간 수회 계대배양 후 이를 tryptic soy broth(TSB, Difco) 100 mL에 1 백급이를 접종하여 37°C에서 24시간 진탕 배양(150 rpm)한 다음 균 현탁액 1.0 mL를 다시 새로운 액체 배지 100 mL에 접종하고 16시간 진탕배양시켜 정지기(stationary phase)의 세포 현탁액을 얻었다. 이 세포 현탁액을 4°C에서 10분간 원심분리(9,000×g)하여 얻은 균체를 살균된 Butterfield's 0.1 M phosphate buffer(pH 7.1)로 2회 세척, 재원심분리한 다음 동일 buffer로 희석하여 균 현탁액으로 사용하였다.

### 시료의 포장과 감마선 조사

시료인 선학초(*Agrimonia pilosa* Ledebour)는 서울경동시장의 한약재상에서 구입하여 사용하였으며 시료의 포장은 집합포장재(nylon 15  $\mu$ m/polyethylene 100  $\mu$ m, 투습도 4.7 g/m<sup>2</sup>/24 hr, 산소투과도 22.5 cc/m<sup>2</sup>/24 hr)를 이용하여 약 500 g 단위로 합기포장한 후 감마선 조사 및 비조사군으로 하였다. 포장된 시료의 감마선 조사는 선원 10만 Ci Co-60 조사시설을 이용하여 시간당 300 Gy의 선량율로 10 kGy(국제적으로 공인된 식품의 안전허용 선량)의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며 흡수선량의 확인은 ceric cerous dosimeter에 의해 측정하였다. 비조사 및 감마선 조사된 시료는 실온(3~30°C, 습도 50~95%)에서 저장하며 실험에 사용하였다.

### 추출방법

감마선 조사 및 비조사된 선학초를 분쇄하고, 유효성분 추출은 수직으로 환류냉각관을 부착한 500 mL용 둥근 플라스크에 선학초 20 g을 담고 10배량의 증류수 또는 70% ethanol을 가해 물추출물은 95±1°C, ethanol 추출물은 80±1°C의 수욕상에서 2시간 동안 추출, Whatman No. 5A 여과지로 여과한 후 여과한 여액과 잔사를 재추출하여 얻은 여액을 합하여 물추출물은 70°C, ethanol 추출물은 60°C의 수욕상에서 회전증발기로 감압 농축하였다. 실험시 물추출물은 50% methanol 10 mL에, ethanol 추출물은 99.8% methanol 10 mL에 각각 용해시켜 사용하였으며, 추출수율의 측정은 추출에 사용한 시료의 건물에 대한 추출물의 총 soluble solid 함량의 백분비로 나타내었다.

### 추출물의 항균활성

감마선 조사 및 비조사된 선학초의 추출물에서의 항균활성은 paper disc법(20)과 액체배양법(21)으로 조사하였다. Paper disc법은 균 현탁액의 균수를 약 10<sup>7</sup> cfu/mL로 조정하여 TSA 평판배지(0.75% agar)에 접종, 도말하고 추출물을 멸균된 disc(8 mm, Toyo Seisakusho Co.)에 50  $\mu$ L씩 흡수, 건조시켜 plate 표면위에 올려놓은 다음 0.85% 식염수 75  $\mu$ L로 확산시켰다. 그리고 24시간 배양하여 disc 주위에 생성된 clear zone의 직경(mm)으로 항균활성을 측정하였다. 대조구로서는 인공 합성

보존료인 benzoate(1, 5 g/L)와 sorbate(5, 10 g/L)를 사용하여 추출물의 항균활성 실험과 동일하게 측정하였으며 실험치는 3회 반복, 평균값으로 표기하였다. 액체배양법은 추출물의 농도를 0.5~10.0%(interval:0.5)가 되게 TSB 배지에 첨가하여 균주를 접종(≈10<sup>7</sup> cfu/mL)한 다음 37°C에서 24시간 배양한 후 그 0.1 mL를 TSA 평판배지에 도말하여 colony가 생성되지 않거나 10 개 이하인 농도를 최소저해농도(minimum inhibitory concentration, MIC)로 판정하였다.

### 추출물 단독 및 NaCl과의 병용처리 효과

선학초 ethanol 추출물과 NaCl을 단독 및 병용하여 농도별로 첨가된 100 mL의 TSB 배지에 균 현탁액 1.0 mL(≈10<sup>9</sup> cfu)를 접종하여 37°C에서 0~48시간 진탕배양(150 rpm)한 후 각 배양기간별로 배양액 1.0 mL를 무균적으로 채취하여 살균된 buffer에 적절히 희석한 다음 TSA 배지가 들어 있는 petri dish에 0.1 mL씩 접종하여 spreader로 도말하고 37°C에서 배양한 후에 생성된 집락을 계수하여 조사하였다. 이때 첨가되는 용매자체의 항균활성을 배제하기 위하여 모든 시험은 대조구를 설정하여 실시하였다.

### 추출물의 안정성

추출된 항균활성 물질의 pH 안정성은 추출물 10 mL를 pH 4, 7 및 10으로 조절한 후 cap tube( $\phi$ 10×120 mm)에 넣은 다음 상온에서 6시간 방치한 것을 시료로 사용하였으며 항균활성은 paper disc법으로 측정하여 초기 추출액(pH 5.55)의 항균활성과 비교하였다. 열 안정성은 추출물을 100°C 수욕조에서 10, 20, 30 및 60분, 그리고 autoclave에서 121°C, 15분 동안 열처리한 다음 pH 안정성과 동일한 방법으로 측정하였다. 그리고 저장에 대한 안정성은 추출물을 -18°C, 4°C 및 37°C에서 30일까지 저장하면서 저장기간에 따른 변화를 관찰하였다.

## 결과 및 고찰

### 추출물의 항균활성

*E. coli* O157:H7 균주에 대한 감마선 조사 및 비조사된 선학초의 물 및 ethanol 추출물에 대한 항균활성을 paper disc법으로 조사한 결과(Table 1), 감마선 비조사된 ethanol 추출물에서는 14 mm의 저해환이 나타나 항균활성이 강하였으나 물 추출물에서는 항균활성이 없었으며 또한 감마선 조사(10 kGy)된 추출물의 항균활성은 비조사군과 거의 차이가 없었다. 대조구는 0.5% benzoate(5 g/L)에서만 9 mm의 저해환을 나타내었고 그 외는 항균활성이 미약하였다. 한편, 보존료로서 benzoate는 간장에 0.6 g/kg, sorbate는 식육이나 어육제품에 2.0 g/kg 이하로 사용기준이 정해져 있는 것과(13) 본 실험에서 나타난 결과를 비교해 볼 때 선학초 ethanol 추출물은 *E. coli* O157:H7 균주에 대해 기존 사용중인 benzoate나 sorbate 보다도 항균활성이 높게 나타났음을 알 수 있었고 감마선 조사는 추출물의 항균활성에는 영향을 미치지 못하였다. Tsai와 Chou(22)는 배양액(pH 7.0)에 0.2% potassium sorbate를 첨가하여 *E. coli* O157:H7 균주의 증식억제를 조사한 결과, 효과가 거의 없었다고 보고하였다. 한편, 감마선 조사 및 비조사된 ethanol 추출물의 MIC(%) 및 유효성분의 추출율을 조사한 결과는 Table 2와 같

다. 감마선 조사 및 비조사된 ethanol 추출물의 MIC 값은 각각 7.5로 나타났고 유효성분추출물은 감마선 조사군이 21.7%, 비조사군이 20.2%로 각각 나타났으며 감마선 조사군이 비조사군에 비해 추출율이 약간 증대되었다. 이러한 결과는 감마선 조사가 건조식품의 물성을 개선하는 작용 즉, 고선량 조사로 원료중의 배당체를 개질시켜 가용성물질의 추출을 촉진시키고 그 수량을 향상시킬 수 있다는 보고(23)와 일치하며 따라서 천연생리활성 물질에 10 kGy 내외의 감마선 조사는 이들의 추출율을 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라 추출시간 단축효과와 원료자체의 저장 및 유통 중 오염유기체의 생육에 의한 품질열화를 방지할 수 있으며 또한 식품 위생상 크게 문제시되는 화학약품처리 대체방안으로서도 활용될 것으로 생각된다.

Table 1. Antibacterial activities of non- and irradiated *Agrimonia pilosa* Ledebour extracts.

Origin of food additives	Amount of extracts	Size of inhibitory zone on plate(φ,mm)	
		Control	10 kGy treated
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledebour	70% ethanol	14.0	13.5
	Water	- <sup>a</sup>	-
Benzoate	0.1%	W <sup>b</sup>	
	0.5%	9.0	
Sorbate	0.5%	W	
	1.0%	W	

<sup>a</sup>No and <sup>b</sup>weak inhibitory zone was formed during 24 hr cultivation.

Table 2. Minimum inhibitory concentrations(MIC)<sup>a</sup> and yield of non- and irradiated *Agrimonia pilosa* Ledebour extracts.

Treatment	Water		70% ethanol	
	MIC(%)	Yield(%) <sup>b</sup>	MIC(%)	Yield(%)
Control	>10 <sup>c</sup>	19.8	7.5	20.2
10 kGy	>10	21.2	7.5	21.7

<sup>a</sup>MIC means minimum inhibition level of each extracts on microbial growth during incubation.

<sup>b</sup>(Extract solid weight/freeze dried sample weight)×100

<sup>c</sup>Means that the tested strain was not inhibited with those concentration.

**추출물 단독 및 NaCl과의 병용처리 효과**

일반적으로 보존료의 항균작용은 미생물의 종류와 식품의 상태에 따라 차이가 있기 때문에 여러가지 보존료를 병용하거나 보존료가 아닌 다른 물질을 첨가하면 상승효과를 기대할 수 있다(24). 이와같은 관점에서 항균활성이 인정된 선학초의 ethanol 추출물과 NaCl을 병용하기 위해서 먼저 추출물의 농도를 최소화해농도보다 낮은 2.0%까지 단독첨가하여 항균활성을 배양시간별로 조사한 결과는 Figure 1, 2와 같다. 감마선 조사 및 비조사된 추출물은 2%의 농도에서만  $\approx 10^1$  cfu/mL 정도의 균수가 저해되어 약간의 항균효과가 있었으며 차후 식품에 첨가시

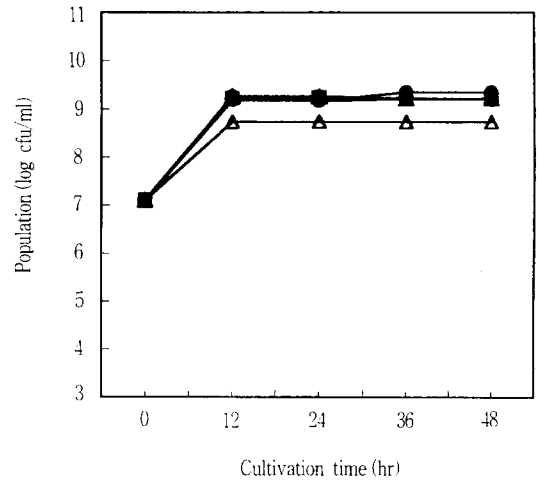


Figure 1. Antibacterial effect of different concentrations of the non-irradiated *Agrimonia pilosa* Ledebour ethanol extract on *Escherichia coli* O157:H7.

●-●, 0%; ▲-▲, 0.1%; ■-■, 0.5%; ○-○, 1.0%; △-△, 2.0%.

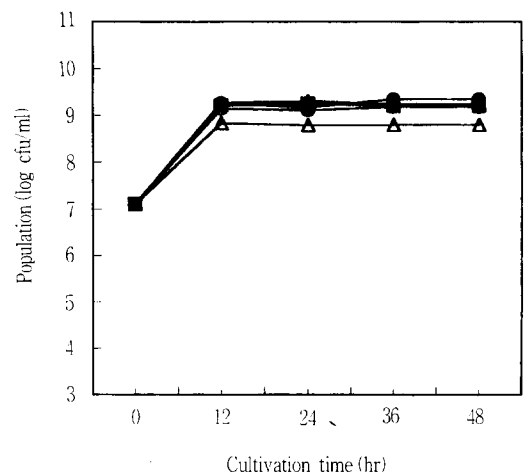


Figure 2. Antibacterial effect of different concentrations of the irradiated *Agrimonia pilosa* Ledebour ethanol extract on *Escherichia coli* O157:H7.

●-●, 0%; ▲-▲, 0.1%; ■-■, 0.5%; ○-○, 1.0%; △-△, 2.0%.

추출물을 농축하면 좀 더 항균활성을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 권 등(19)은 0.4~0.7%의 선학초 ethanol 추출물로 *V. parahaemolyticus*, *C. perfringenes*, *B. subtilis* 및 *S. aureus* 등의 균주를 불활성화하였고, Zhao 등(25)은 apple cider(sugar conc. 10~12%)로 25°C에서 배양 3~6일만에 *E. coli* O157:H7 균주를 완전사멸시켰다. 한편, NaCl의 농도를 0~10%로 하여 단독처리한 결과(Fig. 3), 1%와 3%의 농도에서는 균주의 억제 효과가 없었으며 5% 농도에서는 배양 12시간째에  $\approx 10^3$  cfu/mL 정도의 균수가 감소되었으나 배양기간이 길어짐에 따라 증식억제 효과가 낮아져 배양 48시간째에는 거의 무첨가와 균수가 비슷하였다. 그러나 7%와 10%의 NaCl 첨가시는 배양 48시간까지 억제효과가 지속되어 무첨가에 비해 균수가  $\approx 10^1$

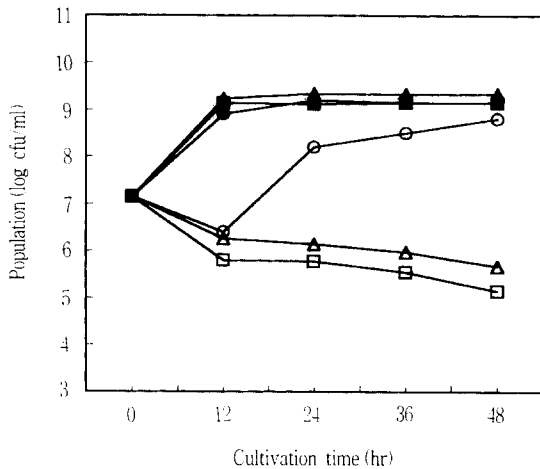


Figure 3. Effect of NaCl on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7.

●-●, 0%; ▲-▲, 1%; ■-■, 3%; ○-○, 5%; △-△, 7%; □-□, 10%.

cfu/mL 정도가 억제되어 Glass 등(26)이 8.5% 이상의 NaCl을 단독첨가하여 *E. coli* O157:H7 균주를 억제한 보고와 유사하였다. 이상의 본 결과로서 *E. coli* O157:H7 균주의 제어시 NaCl 단독첨가로서는 7% 이상의 농도가 필요함을 알 수 있었으나 이러한 농도는 기호성의 문제로 실제 식품에 적용하기 어려워 보다 낮은 농도로 균주를 억제할 수 있는 방법이 필요하다. 이에 *E. coli* O157:H7 균주를 효과적으로 제어하기 위해서 2%의 선학초 추출물과 3% 및 5% NaCl을 병용첨가하여 그 상승효과를 살펴 본 결과는 Fig. 4와 같다. 3% NaCl과 병용처리하는 전 배양기간에 걸쳐 NaCl 무첨가에 비해 군수가  $\approx 10^1 \sim 10^2$  cfu/mL 정도가 감소되어 추출물 단독처리시 1 log cycle 정도의 군수가

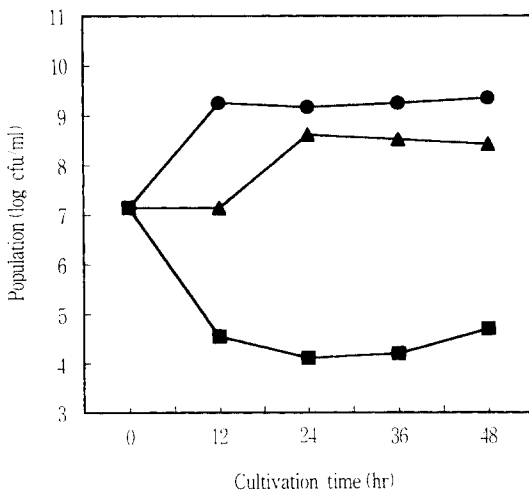


Figure 4. Combined effect of *Agrimonia pilosa* Ledebour (APL) ethanol extract and NaCl on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7.

●-●, control; ▲-▲, 2% APL and 3% NaCl; ■-■, 2% APL and 5% NaCl.

감소된 것과 비교해 약간의 상승효과가 나타났다. 한편, 5% NaCl과 병용처리시는  $\approx 10^5$  cfu/mL 정도의 군수가 감소되어 추출물 단독처리시 보다도  $\approx 4$  log cycle, 10% NaCl 단독첨가시 보다도  $\approx 1$  log cycle 정도의 군수가 각각 더 감소되어 병용처리 효과가 매우 좋았다. 이상의 결과로 볼 때 선학초 추출물과 NaCl의 병용처리시 *E. coli* O157:H7 균주의 불활성화를 뚜렷하게 상승시켰으며, 또한 본 결과를 실제 식품에 적용시 오염된 *E. coli* O157:H7 균주를 충분히 제어할 수 있을 것으로 생각된다. Tsai와 Chou(22)는 pH 4 및 500 mg/L potassium sorbate를, Zhao 등(25)은 apple cider와 sodium benzoate를 병용처리하여 *E. coli* O157:H7 균주를 효과적으로 억제하였다.

**추출물의 안정성**

항균성 물질을 분리, 정제하기 위한 목적으로 추출물의 pH, 열 및 저장에 대한 안정성을 조사하였다. 먼저 pH에 대한 항균 활성 물질의 안정성을 알아보기 위해 선학초의 ethanol 추출물을 pH 4, 7, 10으로 조정하여 조사한 결과(Table 3), pH 4에서는 잔존 항균활성이 100%로 나타났으나 pH 7에서는 77%로, 특히 pH 10의 알칼리에서는 완전히 실패되었다. 본 결과로 볼 때 선학초의 항균성 물질은 알칼리 보다 산성영역의 pH에 대하여 매우 안정함을 알 수 있었으며 차후 추출물을 식품보존료로 사용할 때 중성이하 산성식품에서 사용가능 할 것으로 사료된다. 목 등(27)의 단삼 및 강 등(28)의 갖의 ethanol 추출물은 pH 4에서 10까지의 조사된 전 범위에서 안정한 것으로 보고하였으며 김과 신(29)은 한국산 도꼬마리 열추출물은 알칼리 보다 산성영역에서 다소 안정하다고 보고하였다. 가열에 대한 항균성 물질의 안정성을 조사하기 위하여 선학초 추출물을 100°C에서 10, 15, 30분 및 60분, 그리고 121°C에서 15분 각각 가열하여 항균력을 조사한 결과는 Table 4에 나타난 바와 같이 잔존 항균활성이 92~100%로 나타나 선학초로 부터 추출된 항균성 물질은 열에 대하여 매우 안정한 물질인 것으로 생각된다. 강 등(28)의 갖의 ethanol 추출물, 박의 상백피 ethanol 추출물, 신 등(30)의 방기의 물추출물도 121°C, 15분 가열에도 안정하다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 한편, 저장에 대한 항균성 물질의 안정성은 추출물을 -18°C, 4°C 및 37°C에서 30일간 저장하면서 각 온도구간별로 조사한 결과, 시험된 모든 온도대에서 저장일수 30일까지 잔존 항균활성이 92~100%로 초기 항균활성과 거의 비슷한 경향을 나타내었다(Table 5). 이상의 결과, 선학초 추출물의 항균성 물질은 열에 매우 안정할

Table 3. Effect of pH on the growth inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 using *Agrimonia pilosa* Ledebour ethanol extract.

	pH		
	4	7	10
Size of inhibitory zone on plate( $\phi$ , mm)	13	10	- <sup>a</sup>
Residual antibacterial activity	(100) <sup>b</sup>	(77)	(0)

<sup>a</sup>No inhibitory zone was formed during 24 hr cultivation.

<sup>b</sup>Residual antibacterial activity: (Antibacterial activity of each pH/Antibacterial activity of control(pH 5.5)) $\times$ 100.

뿐 아니라 동결 및 상온에서 저장하여도 안정하므로 본 추출물을 가열식품이나 동결식품 등에 보존료로 첨가할 수 있을 것으로 사료되며 또한 보관시에도 상온에서 보관하여도 무방할 것으로 생각되어 진다. 그리고 산성영역에서 항균활성이 강하게 나타난 점은 특히, 병원성 *E. coli* O157:H7 균주의 오염원이 주로 고기(사후 pH 5.5 내외)인 점을 고려할 때 냉동/냉장육에서 매우 효과가 있을 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of heat treated *Agrimonia pilosa* Ledebour ethanol extract on the growth inhibition of *Escherichia coli* O157:H7.

Heating temperature (°C)	Heating time (min)			
	10	15	30	60
	Size of inhibitory zone on plate (φ, mm)			
100	13(100) <sup>a</sup>	12.5(96)	12(92)	12(92)
121		12.5(96)		

<sup>a</sup>Residual antibacterial activity: (Antibacterial activity after heating/Antibacterial activity of control)×100

Table 5. Effect of storage temperature of *Agrimonia pilosa* Ledebour ethanol extract on the growth inhibition of *Escherichia coli* O157:H7.

Storage temperature (°C)	Storage time (days)		
	7	15	30
	Size of inhibitory zone on plate (φ, mm)		
-18	13.0(100) <sup>a</sup>	13.0(100)	13.0(100)
4	13.0(100)	13.0(100)	13.0(100)
37	12.5( 96)	12.5( 96)	12.0( 92)

<sup>a</sup>Residual antibacterial activity: (Antibacterial activity after storage/Initial antibacterial activity)×100

## 요 약

본 연구는 *Escherichia coli* O157:H7 균주를 제어하기 위해 감마선 조사 및 비조사된 선학초의 70% ethanol 추출물 단독 및 NaCl과 병용처리하여 그 효과를 조사하였다. 2% 추출물 단독첨가시에는 ≈1 log cycle 정도의 균수가 감소되어 약간의 항균활성이 있었으며, 감마선 조사 및 비조사된 추출물간의 활성 차이는 거의 없었다. NaCl 단독처리시는 7% 이상 첨가시에만 무첨가에 비해 균수가 ≈3~4 log cycle이 감소되었다. 2% 선학초 추출물과 5% NaCl과의 병용처리는 NaCl 무첨가에 비해 ≈5 log cycle 정도의 균수를 감소시켜 각각의 단독처리시 보다 균주의 증식억제 효과가 더 좋았다. 또한 추출된 항균성 물질은 pH 7 이하, autoclave에서 121°C, 15분간 열처리해도 안정하였으며 동결온도(-18°C)나 상온(37°C)에서 30일간 저장하여도 항균활성에는 거의 변화가 없었다. 이러한 결과로 선학초 추출물을 실제 식품에 적용시 오염된 *E. coli* O157:H7 균주를 충분히 불활성화할 수 있을 것으로 생각된다.

## 감 사

본 연구는 1997년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의해 수행

되었으며 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- Doyle, M. P. (1991), *Escherichia coli* O157:H7 and Its Significance in Foods, *Int. J. Food Microbiol.*, **12**, 289-302.
- 編集部 (1996), 病原大腸菌O157とその検査方法, *食品と開発*, **31**, 30-37.
- Padhye, N. V. and M. P. Doyle (1991), Rapid Procedure for Detecting Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in Food, *Appl. Environ. Microbiol.*, **57**, 2693-2698.
- Doyle, M. P. and J. L. Schoeni (1987), Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from Retail Fresh Meats and Poultry, *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**, 2394-2396.
- Abdul-Raouf, U. M., L. R. Beuchat, and M. S. Ammar (1993), Survival and Growth of *Escherichia coli* O157:H7 on Salad Vegetables, *Appl. Environ. Microbiol.*, **59**, 1999-2006.
- Padhye, N. V. and P. Doyle (1992), *Escherichia coli* O157:H7: Epidemiology, Pathogenesis, and Methods for Detection in Food, *J. Food Protect.*, **55**, 555-565.
- Thayer, D. W. (1995), Use of Irradiation to Kill Enteric Pathogens on Meat and Poultry, *J. Food Safety*, **15**, 181-192.
- Ahmed, N. M., D. E. Conner, and D. L. Huffman (1995), Heat-resistance *Escherichia coli* O157:H7 in Meat and Poultry as Affected by Product Composition, *J. Food Sci.*, **60**, 606-610.
- Banati, D., L. M. Fielding, A. S. Grandison, and P. E. Cook (1993), The Effect of Combinations of Irradiation and pH on the Survival of *Escherichia coli* on Chicken Meat, *Lett. Appl. Microbiol.*, **16**, 239-242.
- Thayer, D. W. and G. Boyd (1993), Elimination of *Escherichia coli* O157:H7 in Meats by Gamma Irradiation, *Appl. Environ. Microbiol.*, **59**, 1030-1034.
- Abdul-Raouf, U. M., L. R. Beuchat, and M. S. Ammar (1993), Survival and Growth of *Escherichia coli* O157:H7 in Ground, Roasted Beef as Affected by pH, Acidulants, and Temperature, *Appl. Environ. Microbiol.*, **59**, 2364-2368.
- Lahellec, C., D. Y. C. Fung, and F. E. Cunningham (1981), Growth Effects of Sorbate and Selected Antioxidants on Toxigenic Strains of *Staphylococcus aureus*, *J. Food Prot.*, **44**, 531-534.
- Sofos, J. N. and F. F. Busta (1981), Antimicrobial Activity Sorbate, *J. Food Prot.*, **44**, 614-622.
- Auld, B. A. and L. Morin (1995), Constraint in the Development of Bioherbicides, *Weed Technol.*, **9**, 638-652.
- Turantas, F. and A. Unluturk (1993), The Effect of Nitrite, Garlic and Starter Culture on the Survival of *Salmonella typhimurium* in Turkish Soudjuk, *J. Sci. Food Agric.*,

- 61, 95-99.
16. Farag, R. S., Z. Y. Daw, F. M. Hewedi, and G. S. A. El-Baroty (1989), Antimicrobial Activity of Some Egyptian Spice Essential Oils, *J. Food Prot.*, **52**, 665-667.
  17. Kim, J. M., M. R. Marshall, J. A. Cornell, J. F. Preston III, and C. I. Wei (1995), Antibacterial Activity of Carvacrol, Citral, and Geraniol Against *Salmonella typhimurium* in Culture Medium and on Fish Cubes, *J. Food Sci.*, **60**, 1364-1368.
  18. Ogawa, T. and K. Isshiki (1996), Antimicrobial Activity of Volatiles from Edible Herbs, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **43**, 535-540.
  19. 권오진, 육홍선, 차보숙, 변명우 (1996), 한약재 추출물의 항균활성에 대한 감마선 조사의 영향, *한국식품위생안전성학회지*, **11**, 209-214.
  20. Singh, J., A. Khanna, and H. Chander (1979), Antibacterial Activity of Yogurt Starter in Cow and Buffalo Milk, *J. Food Prot.*, **42**, 664-665.
  21. Vitor, L. (1991), Antibiotics in Laboratory Medicine, p.53, Willams & Wilkins, Baltimore.
  22. Tsai, S. H. and C. C. Chou (1996), Injury, Inhibition and Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 by Potassium Sorbate and Sodium Nitrite as Affected by pH and Temperature, *J. Sci. Food Agric.*, **71**, 10-12.
  23. 성현순, 박병환, 이광승, 조한옥 (1982), 방사선에 의한 인삼 저장에 관한 연구, (1) 감마선 조사가 인삼분말체의 이화학적 특성에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, **14**, 136-140.
  24. El-Shenawy, M. A. and E. H. Marth (1988), Sodium Benzoate Inhibits Growth of or Inactivates *Listeria monocytogenes*, *J. Food Prot.*, **51**, 525-530.
  25. Zhao, T., M. P. Doyle, and R. E. Besser (1993), Fate of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in Apple Cider with and Without Preservatives, *Appl. Environ. Microbiol.*, **59**, 2526-2530.
  26. Glass, K. A., J. M. Loeffelholz, J. P. Ford, and M. P. Doyle (1992), Fate of *Escherichia coli* O157:H7 as Affected by pH or Sodium Chloride and in Fermented, Dry Sausage, *Appl. Environ. Microbiol.*, **58**, 2513-2516.
  27. 목종수, 김영목, 김신희, 장동석 (1995), 단삼 추출물의 항균 특성, *한국식품위생안정성학회지*, **10**, 23-28.
  28. 강성구, 김용두, 박석규 (1995), 갓(*Brassica juncea*) 추출물의 항균물질이 *Escherichia coli*와 *Staphylococcus aureus*의 균체 성분의 조성 및 누출에 미치는 영향, *한국영양식량학회지*, **24**, 280-285.
  29. 김현수, 신재욱 (1997), 한국산 도꼬마리 추출물의 항균효과 및 분리 정제, *한국 산업미생물학회지*, **25**, 183-188.
  30. 신동화, 한지숙, 김문숙 (1994), 방기 및 감초의 에탄올 추출물이 *Listeria monocytogenes*의 증식 억제에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, **26**, 627-632.