

## 자몽추출물의 콩팥조직 부패억제 효과에 관한 현미경적 연구

황규성, 최기주<sup>1</sup>, 남용석<sup>2</sup>, 임도선<sup>3,\*</sup>

을지대학교 보건산업대학 장례지도학과, <sup>1</sup>전자현미경실, <sup>3</sup>보건과학대학 치위생학과,  
<sup>2</sup>가톨릭대학교 의과대학 응용해부학연구소

## Microscopic Study of Decomposition-Inhibition Effect in Grapefruit-seed Extract in Rat Kidney

Kyu-Sung Hwang, Ki-Ju Choi<sup>1</sup>, Yong-Seok Nam<sup>2</sup> and Do-Seon Lim<sup>3,\*</sup>

Department of Funeral Science, College of Health Industry, <sup>1</sup>Electron Microscopy Laboratory, and

<sup>3</sup>Department of Dental Hygiene, College of Health Science, Eulji University, Seongnam 461-713, Korea

<sup>2</sup>Department of Anatomy Catholic Institute for Applied Anatomy, College of Medicine,  
Catholic University, Seoul 137-701, Korea

(Received November 10, 2009; Accepted December 24, 2009)

### ABSTRACT

It has been well known that grapefruit seed extract (GSE) have effects on the deodorization and a wide range disinfectant. But anybody do not research about the decomposition-inhibition effect of GSE. The present study was performed to investigate the decomposition-inhibition effect of GSE by measuring the microscope and electroscope observation with passage of time.

A total of 30 healthy Sprague-Dawley (SD) rats weighting from 230 gm to 250 gm were used as experimental animals. One group that do not treated by GSE named control group and the other group that treated by 55% GSE named Experimental group. Under ether anesthesia, right kidney was obtained. Put each sample in 37°C and humidity 80±5% incubator, we obtained each sample after 0 day, 1 day, 2 days, 3 days, 4 days and 5 days. 4 µm of paraffin sections were obtained, stained H-E stain and observed by use of a microscope.

Morphological change in tissue was similar to control 1 day group and experimental 3 days group. Therefore, decomposition-inhibition effect of GSE continued about 2 days and it protected necrosis.

According to above results, the author suggest that 55% GSE is an effective decomposition inhibitor until 2 days on 37°C and humidity 80±5% conditions.

**Keywords** : Decomposition prevention, Decomposition-inhibition effect, GSE (Grapefruit Seed Extract), Morphological change, Necrosis

### 서 론

현재 살균 및 보존제로 사용되고 있는 제제의 경우, 비용

은 저가이나 소독효과가 크지 않은 알콜계와 부패억제 효과는 좋으나 인체에 유해하며 고가인 염소계 화학물이 사용되고 있다. 이들 대부분의 화학적 합성물질은 안전성에 대한

\* Correspondence should be addressed to Do-Seon Lim, Department of Dental Hygiene, College of Health Science, Eulji University, 212 Yangji-dong, Sujung-gu, Seongnam-si, Gyeonggi 461-713, Korea. Ph.: (031) 740-7229, Fax: (031) 740-7352, E-mail: idsun@eulji.ac.kr

논란이 많으며, 특히 독성이 강하여 사용량에 제한이 있다. 이에 따라 좋은 효능, 비독성, 비침습성, 친환경적인 천연 보존제를 찾아내기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이중 항균, 항진균 및 항산화 효과가 뛰어나며 인체에 거의 독성이 없는 자몽추출물에 대한 연구가 광범위하게 진행되고 있다(Sundheim & Langsrud, 1995; von Woedtke et al., 1999; Heggers et al., 2002).

자몽추출물은 천연 추출물로 주된 성분은 ascorbic acid, ascorbyl palmitate 및 많은 flavonoids (glycosides, naringin, naringenin, quercetin, kaempferol, hesperetin, apigenin)을 포함하고 있는 물질이다(Reagor et al., 2002; Brzozowski et al., 2005). 자몽추출물 내 ascorbic acid, ascorbyl palmitate 및 토코페롤 등의 물질은 부패성 및 병원성 미생물의 세포벽과 세포막 파괴, 효소 활성 저해 작용에 의해 보존효과를 나타내며, LD50값이 2,900 mg/kg으로 인체에 거의 독성이 없다는 장점 때문에 주로 식품, 야채 및 과일 등의 보존에 사용되어져 왔다(Kim et al., 2005; Park & Kim, 2006).

자몽추출물의 주요 성분 중 하나인 naringin은 세포독성 및 DNA 손상을 억제하며, 매우 광범위하고 효과적인 항균, 항진균 및 항산화작용을 하는 물질로 알려져 있으며, 심근경색예방, 유방암 억제, 알코올에 의한 위점막 손상 경감 등 치료약제로도 작용한다고 하였다(So et al., 1996; Zayachkivska et al., 2005).

자몽추출물은 800여 종의 세균, 100여 종의 곰팡이, 단세포 및 다세포 기생충에 효과가 있음이 관찰되었으며, 이러한 광범위한 항균력은 자몽추출물이 짧은 시간동안 세균막에 작용하여 막을 파괴하고 세포소기관을 밖으로 유리시켜 사멸시키기 때문으로 알려져 있다(Cho et al., 1995; Cvetnic & Vladimir-Knezevic, 2004; Kim et al., 2005).

이상과 같이 자몽추출물의 소독 및 치료약제 효과에 대한 연구가 계속되어져 왔지만 생체 조직 부패억제 효과 및 보존력에 관한 연구는 미비한 실정이다. 자몽추출물이 부패성 및 병원성 미생물의 세포벽과 세포막 파괴, 효소 활성 저해 작용에 따른 보존효과를 나타낸다면 부패억제 및 보존효과 또한 관찰될 것으로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 광학 및 전자현미경을 이용하여 부패에 따른 조직학적 및 구조적 변화가 빠르게 진행되는 흰쥐의 콩팥조직을 대상으로 자몽추출물의 부패억제 효과 검증 및 구조적 변화를 살펴보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물

실험동물로는 체중 230~250 g 내외의 건강한 8주령 Spra-

gue-Dawley (SD)계 흰쥐 수컷을 사용하였다. 모든 실험동물을 대조군과 실험군(5% 자몽추출물 분말과 자몽추출물 수용액 처리)으로 나누어 각각을 0일군, 1일군, 2일군, 3일군, 4일군 및 5일군으로 분류하고 각 군마다 5마리를 사용하였다. 모든 동물은 ether로 마취시킨 후 복부의 백색선(linea alba)을 절개하여 오른쪽 콩팥을 적출하였다. 이 후 바닥에 거즈를 깔 직경 약 9 cm의 petri-dish 위에 놓고 실험하였다.

### 2. 자몽추출물 처리

대조군 및 실험군을 37°C incubator에 각각 넣어 처리하였으며, 습도는 80±5%를 유지하였다. 실험군에는 자몽추출물 분말 부직포제 한 포를 실험 시작부터 첨가하여 실험이 끝날 때까지 incubator 내에 방치하였으며, 1일마다 1회씩 실험군 조직에는 자몽추출물 수용액을 분무하였다. 실험 개시일로부터 5일간 처리하였다.

### 3. 광학현미경 시료처리

대조군과 실험군을 해당 날에 꺼내어 시료를 10% NBF (neutral buffer formalin)로 고정시킨 후, 통상적인 방법으로 파라핀 블록을 제작하고 4µm 두께의 절편을 제작한 다음 2% AES (3-aminopropyltriethoxysilane: Sigma A 3468)로 도말한 슬라이드에 시료를 붙였다. 이후 조직절편에서 파라핀을 제거하기 위해 슬라이드를 80°C 오븐에서 1일 방치한 다음 xylene에 5분간 처리 후, 순수 ethanol에 5분간 처리하였다. 파라핀이 제거된 슬라이드를 80°C의 건조기에서 1일 건조시켰다.

수세된 시료의 핵을 염색하기 위하여 Hematoxylin (Harri's method) 용액으로 3분간 염색하였고, 흐르는 물에서 20분간 세척하였다. 이 후 세포질을 염색하기 위하여 Eosin Y 용액으로 5분간 염색 후, 다시 흐르는 물에서 5분간 세척하였다. 모든 처리가 끝난 시료를 광학현미경 (Olympus BX51, Japan)에서 200배로 관찰하였다.

### 4. 투과전자현미경 시료처리

시료를 2.5% paraformaldehyde-glutaraldehyde (4°C, phosphate buffer, pH 7.4)에 1일 전고정하고, 인산완충용액 (4°C, 0.1 M phosphate buffer, pH 7.4)으로 15분씩 2회 세척한 다음, 1% OsO<sub>4</sub> (4°C, phosphate buffer)로 1일 후고정하였다. 고정이 끝난 시료는 동일 완충용액으로 2회 세척한 후, ethanol 농도 상승 순으로 탈수하고, propylene oxide로 치환하여 Poly/EM Bed 812 embedding medium으로 포매한 다음, 60°C vacuum drying oven (Yamato, Japan)에서 2일 동안 중합 반응시켰다. 포매된 조직은 초박절편기 (ultramicrotome, LKB-2088)로 1µm 두께의 준초박절편 (semi-thin section)을 제작

하여 1% toluidine blue로 염색하고 광학현미경으로 관찰하였다. 동일부위에서 60~80 nm로 초박절편을 제작하여 copper grid에 부착시킨 다음, uranyl acetate와 lead citrate로 이중 염색하여 투과전자현미경(H-7600, Japan)으로 80kV에서 관찰하였다.

## 결 과

### 1. 광학현미경 관찰

#### 1) 대조군

대조군 0일군의 콩팥에서는 보우만주머니(Bowman's capsule), 사구체(glomerulus), 세뇨관(convoluted tubules) 및 이들을 이루는 세포들은 전형적인 형태가 관찰되었다. 세뇨관은 관들 사이의 경계가 명확하였고 핵 또한 뚜렷이 관찰되었다(Fig. 1A). 1일군에서는 보우만주머니의 경계가 불분명해지기 시작하였고, 사구체의 형태는 0일군과 유사하였으나, 부분적으로 괴사(necrosis)가 진행되고 있는 것이 관찰되었다. 또한 세뇨관 내 각각의 세포 구분이 불분명해지기 시작하였고, 세뇨관이 다소 신장된 형태(longitudinal form)로 확인되었다(Fig. 1B). 2일군의 경우, 사구체의 형태는 유지하고 있었으나, 보우만주머니의 경계는 구분하기 어려웠고, 세포 또한 구분이 불분명했으며 일부에서는 형태를 구분할 수 없었다. 그리고 세뇨관 내 세포핵이 관찰되지 않았으며, 대조군 1일군보다 더욱 신장된 형태로 관찰되었다(Fig. 1C). 대조군 3일군에서는 보우만주머니의 형태는 완전히 유지되었고 사구체 역시 완전히 붕괴되어 세포사이 경계와 핵이 모두 관찰되지 않았다. 세뇨관에서도 세포사이 경계가 대부분 유지되어 구분하기 어려웠으며 핵 또한 관찰되지 않았다(Fig. 1D). 4일군의 보우만주머니는 형태와 경계가 완전히 유지되어 형태를 확인하기 어려웠고 사구체 및 세뇨관의 경우도 세포사이 경계가 모두 유지되어 혼재된 양상이 관찰되었다(Fig. 1E). 한편, 5일군에서는 보우만주머니, 사구체, 세뇨관 및 주변세포들이 모두 붕괴되어 각각의 조직으로 구분할 수 없었다(Fig. 1F).

#### 2) 실험군

실험군 1일군에서는 보우만주머니, 사구체, 세뇨관 및 주변세포들이 대조군과 마찬가지로 전형적인 콩팥 조직의 미세구조가 관찰되었다. 즉, 보우만주머니, 사구체, 세뇨관 및 이들을 이루는 세포들은 대조군 0일군과 동일한 형태로 관찰되었고, 세뇨관들 사이의 경계가 명확하였고 핵이 뚜렷이 관찰되었다(Fig. 1G). 2일군은 정상적인 형태의 보우만주머니가 관찰되었고, 사구체의 일부가 괴사되었으나 핵은 뚜렷이 확인되었다. 또한 세뇨관의 경우, 형태는 유지되었으나 세뇨관을 이루는 세포가 괴사되기 시작하였고, 일부에서 핵이

관찰되었다. 그리고 세뇨관 사이에 장액물질이 차있는 것이 확인되었다(Fig. 1H). 3일군의 경우, 보우만주머니의 형태를 명확히 구별할 수 있었고, 사구체는 2일군과 유사한 형태로 확인되었으나 뚜렷한 형태의 구분은 어려웠다. 또한 각각의 세뇨관 형태는 구분되었고 세뇨관 내 핵은 일부 존재하였으나, 내부 세포들이 대부분 괴사되어 세포의 형태를 구별하기 어려웠다(Fig. 1I). 4일군의 경우에서도 보우만주머니의 형태 구분이 가능하였고, 사구체에서 일부 핵이 확인되었으나 내부가 거의 붕괴된 상태로 관찰되었다. 또한 각각의 세뇨관의 경계가 불분명해지기 시작하였다(Fig. 1J). 한편, 5일군의 경우에서도 보우만주머니, 사구체, 세뇨관 및 주변세포 대부분이 4일군에서 관찰된 결과와 유사하게 관찰되었다(Fig. 1K).

### 2. 전자현미경 관찰

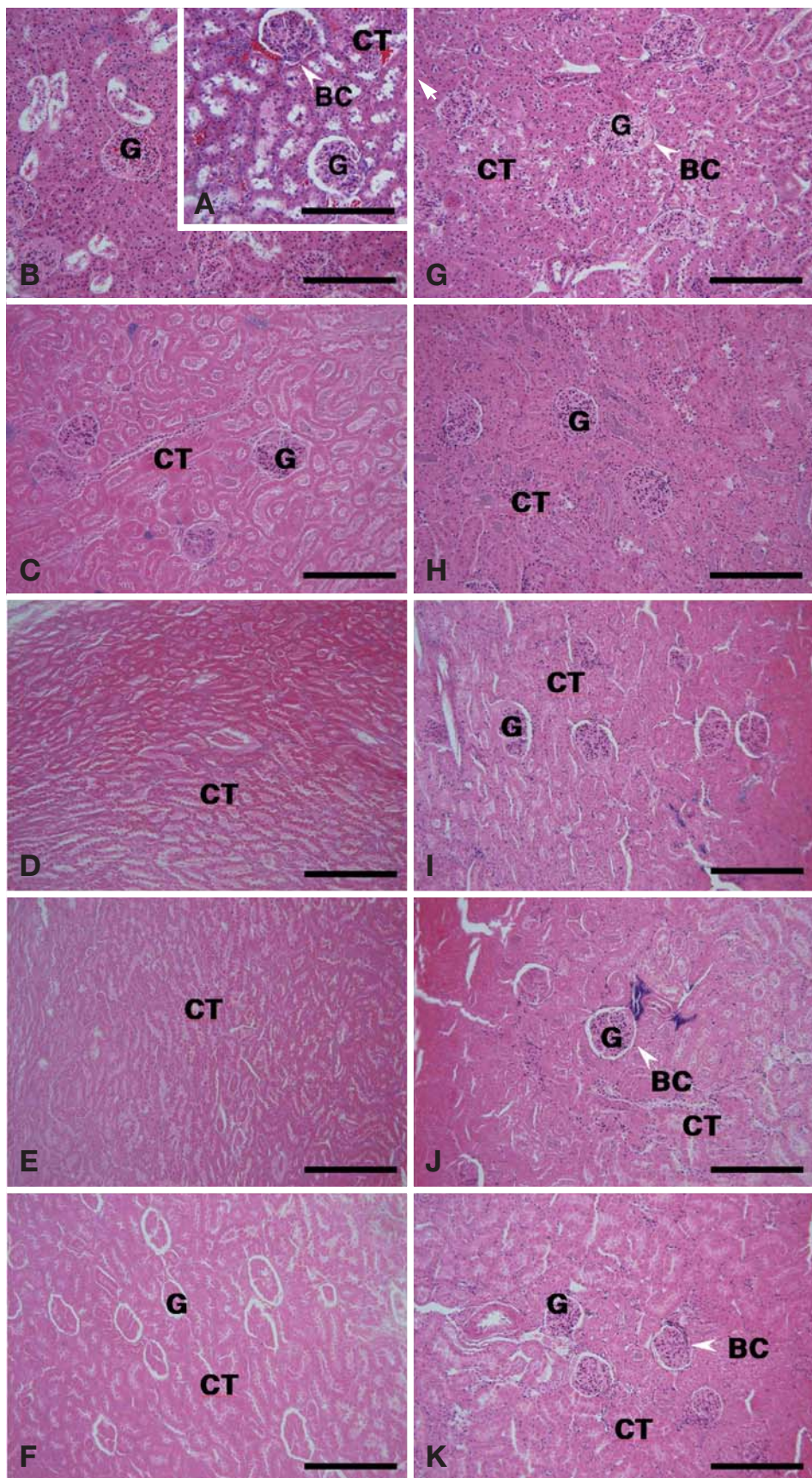
#### 1) 대조군

대조군 0일군의 콩팥에서는 치밀한 세포구조를 가지고 있는 독특한 형태의 발세포(podocyte)가 관찰되었다. 발세포의 세포돌기는 세포체에 인접한 일차돌기(primary foot process)와 이차돌기(secondary foot process)로 구성되어 있었고, 이차돌기들이 뺨어 나와 모세혈관의 바닥판(basal lamina)에 부착되어 있었으며 명확한 형태의 핵이 산재되어 관찰되었다(Fig. 2A). 1일군에서는 바닥판의 전체적인 형태는 유지되어 있었으나, 부분적으로 파괴되어 있었고 세포질 내 세포소기관들의 붕괴가 관찰되었다. 특히 미토콘드리아의 경우, 부분적으로 막이 붕괴되면서 미토콘드리아 과립들이 응집되어 일부에서는 전자밀도가 높게 나타났고, 또한 붕괴된 세포질의 일부가 응집되어 관찰되었다(Fig. 2B). 2일군의 경우는 세포질 내 세포소기관들은 대부분 붕괴되어 형태를 구별할 수 없었으며, 일부 미토콘드리아는 붕괴된 외막이 존재하였으나, 대부분의 미토콘드리아는 완전히 붕괴되어 과립들이 세포질에 산재되어 관찰되었다. 또한 부패 세균들이 세포사이에 산재되어 관찰되었다(Fig. 2C). 3일군에서는 세포막과 세포소기관 모두 붕괴되어 세포의 형태를 전혀 구별할 수 없었다(Fig. 2D). 한편, 4일군 및 5일군에서도 3일군과 유사한 양상으로 관찰되었는데, 세포막 및 세포소기관이 모두 붕괴되어 세포의 형태를 전혀 구별할 수 없었으며(Fig. 2E), 세포질의 대부분을 부패 세균으로 가득 차 있었다(Fig. 2F).

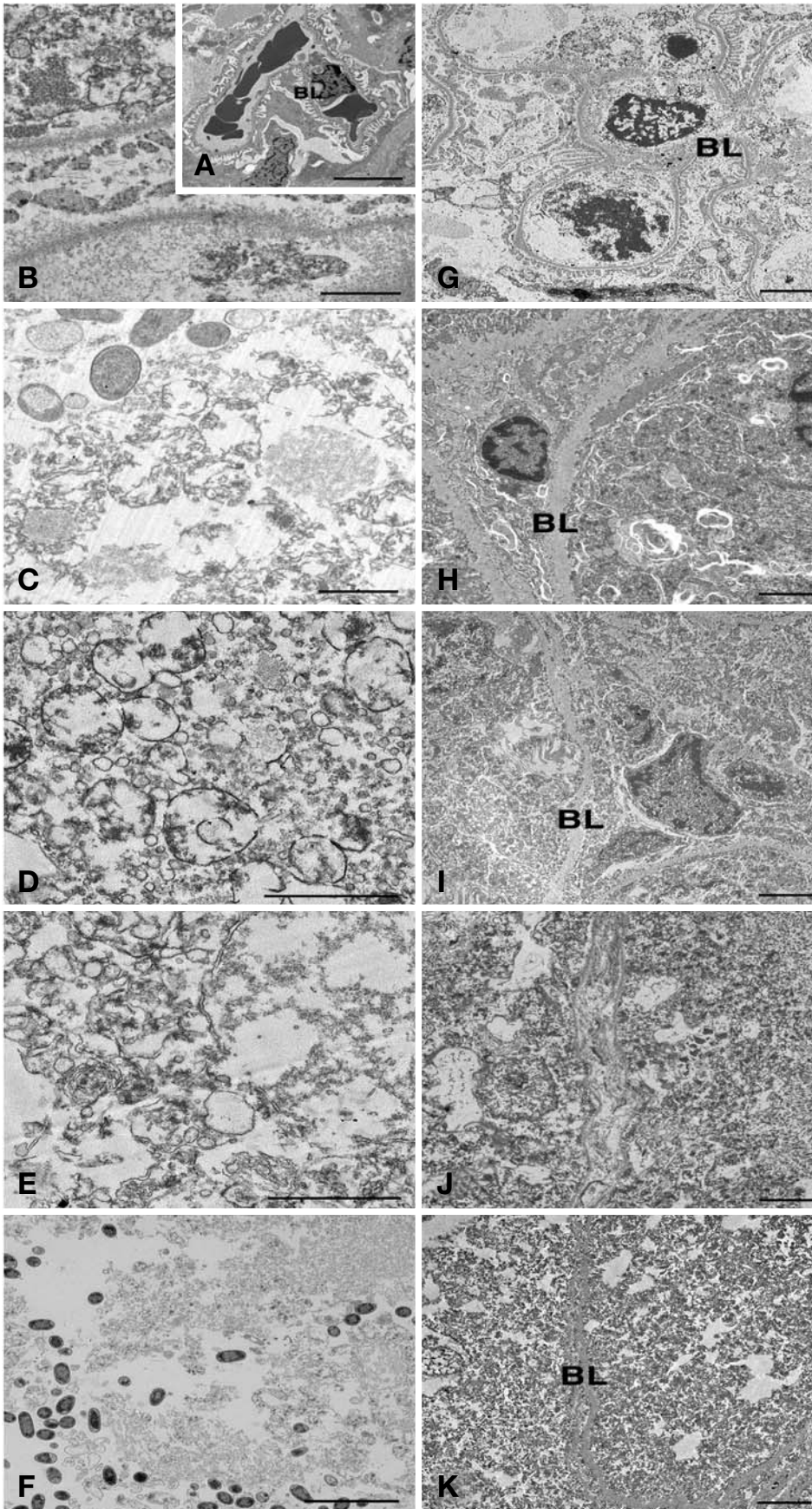
#### 2) 실험군

실험군 1일군에서는 대조군의 0일군과 거의 유사하게 관찰되었는데, 전형적인 형태의 응집된 사구체와 보우만주머니 및 주변세포들이 관찰되었다. 또한 발세포(podocyte)의 이차돌기(secondary process)와 바닥판 그리고 전자밀도가 높은 농축된 염색질이 가득 찬 핵이 뚜렷하게 관찰되었다(Fig.





**Fig. 1.** Light microscopic observation of rat kidney with passage of time (BC=Bowman's capsule, CT=convoluted tubules, G=glomerulus; A~F: Control, G~K: Experimental; A=0 day, B, G=1 day, C, H=2 days, D, I=3 days, E, J=4 days, F, K=5 days). Scale bars=25 μm.



**Fig. 2.** Transmission electron microscopic observation of rat kidney with passage of time (BL: Basal lamina; A~F: Control, G~K: Experimental; A=0 day, B, G=1 day, C, H=2 days, D, I=3 days, E, J=4 days, F, K=5 days). Scale bars indicate 10  $\mu$ m (A, F), 2  $\mu$ m (B~E) and 4  $\mu$ m (G~K).



2G). 2일군의 경우, 일부 세포소기관에서 막의 유실이 나타났고 바닥판의 부분적인 붕괴가 관찰되었으나, 전체적인 바닥판의 형태는 뚜렷하였다. 또한 세포질 일부에 myelin-like body가 관찰되었고, 핵질의 농축된 염색질은 일부 응집현상과 조각화 현상이 나타났으나, 전체적인 형태는 1일군과 유사하게 관찰되었다(Fig. 2H). 3일군에서는 바닥판이 2일군에 비해 더욱 확장되어 나타났고, 부분적으로 붕괴되어 형태를 구분하기 어려운 양상을 관찰할 수 있었다. 또한 세포소기관들의 붕괴 현상이 나타났고, 특히 붕괴된 세포소기관들이 세포질에 응집되어 관찰되었다. 그리고 붕괴가 진행되는 핵의 핵질은 대부분 산재되어 있었고 부분적으로 응집된 염색질이 관찰되었으나, 핵막은 바깥막과 속막이 뚜렷하게 관찰되었다(Fig. 2I). 한편, 4일군 및 5일군의 경우는 세포소기관들이 대부분 붕괴되어 세포의 형태를 구분할 수 없었고, 바닥판의 대부분은 현저하게 확장되어 붕괴된 양상을 보였으나, 전체적인 바닥판의 형태는 그대로 존재하여 3일군의 양상을 관찰할 수 있었다. 그리고 특이한 양상은 대조군 5일군과는 다르게 붕괴된 세포소기관들이 서로 응집되어 전자밀도 매우 높게 관찰되었다(Fig. 2J, K).

## 고 찰

살균 및 보존제로 사용되고 있는 대부분의 화학적 합성 물질의 사용 시 독성이 강하여 사용량에 제한이 있기 때문에 살균력과 비독성을 가진 천연 살균 보존제에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 중 정균 및 항균 효과가 뛰어나며 인체에 안정성이 높은 자몽추출물에 대한 연구가 광범위하게 진행되고 있다.

자몽추출물에 관한 연구는 항균, 항진균 및 항산화작용에 관한 연구와 혈전생성저해, 간세포보호 및 알코올에 의한 위보호 효과 등 치료약제에 관한 것으로 대별되어 연구되고 있다(Shoko et al., 1999; Blankson et al., 2000; Keevil et al., 2000; Tirillini, 2000; Zayachkivska et al., 2005). 특히 적은 양으로도 H. pylori 억제효과와 100% 알코올로 유발된 급성 위손상 감소효과가 매우 크다고 보고되었다(Bea et al., 1999; Brzozowski et al., 2005).

자몽추출물은 천연 식물성 추출물로 ascorbic acid, ascorbyl palmitate 및 flavonoid의 일종인 naringin을 포함하고 있는 물질이다. 자몽추출물의 주성분인 ascorbic acid, ascorbyl palmitate는 부패성 및 병원성 미생물의 세포벽과 세포막의 파괴, 효소 활성 저해 작용에 따른 보존효과가 크며, naringin은 세포독성 및 DNA 손상을 억제하고 매우 광범위하고 효과적으로 항균, 항진균 및 항산화작용을 한다고 연구된 바 있다(Kim et al., 2005; Park & Kim, 2006). 자몽추출물은 800여 종의 세균, 100여 종의 곰팡이 및 단세포와 다세포

기생충에 효과가 있음이 관찰되었으며, 이러한 광범위한 항균력은 자몽추출물이 짧은 시간동안 세균막을 파괴하여 세포소기관을 밖으로 유리시켜 사멸시키기 때문으로 알려져 있다(Heggers et al., 2002; Cvetnic & Vladimir-Knezevic, 2004; Edwards-Jones et al., 2004).

자몽추출물의 보존효과에 대한 연구도 많이 보고되고 있다. Cho et al. (1995)은 자몽추출물처리 세균을 주사전자현미경으로 관찰한 결과에서 세포막 파괴로 인해 속이 빈 ghost 형태의 균체가 증대되며, 특히 내생 포자막의 생리기능을 파괴하여 포자 생성균까지 살균된다고 하였다. von Woedtke et al. (1999)은 자몽추출물에 보존적 약제로 알려진 benzethonium chloride가 함유되어 있어 항균력 및 보존효과가 높다고 하였다. Xu et al. (2007)은 세균억제효과가 좋고 안전하여 효과적인 보존제로 사용이 가능하다고 하였으며, Kim et al. (2005)도 자몽추출물을 10 ppm 이상 첨가한 경우 4°C에서 17일까지 호기성 세균 및 yeast의 성장을 억제하는 효과를 관찰할 수 있었다고 하였다.

그런데 알데히드 계통의 소독제가 주로 단백질, 아미노산 등에 존재하는 질소기에 알데히드가 결합하여 부패 억제 효과를 나타내는 것(Dorn & Hopkins, 1998)에 비해 자몽추출물 소독제는 부패성 및 병원성 미생물의 세포벽과 세포막의 파괴 그리고 효소 활성 저해 작용에 효과가 있다고 보고되었을 뿐, 최근까지도 조직의 부패 또는 보존효과에 대한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구결과, 광학현미경 관찰에서 대조군은 시간경과에 따라 콩팥 피질의 안쪽부위보다 바깥부위에서 보다 많은 괴사가 나타났는데, 이것은 공기 및 수분의 접촉이 많은 바깥부위가 안쪽부위에 비해 부패의 활성도가 높았기 때문으로 확인되었다(Sundberg & Jönsson, 2008). 부패가 진행됨에 따라 콩팥피질에서 나타나는 부패양상의 특징은 사구체(glomerulus), 보우만주머니(bowman's capsule) 및 세뇨관(convoluted tubules) 세포 내의 핵과 세포사이 경계가 뚜렷하지 않으며, 세뇨관은 신장되었다가 마침내 수축되는 현상이 관찰되었다. 그리고 전자현미경 관찰에서 대조군 1일군에서는 바닥판의 전체적인 형태는 유지되어 있었으나, 부분적으로 파괴되어 있었고 세포질 내 세포소기관들의 붕괴가 관찰되었다. 특히 미토콘드리아의 경우, 부분적으로 막이 붕괴되면서 미토콘드리아 과립들이 응집되어 일부에서는 전자밀도가 높게 나타났고, 또한 붕괴된 세포질의 일부가 응집되어 관찰되었다. 2일군의 경우는 세포질 내 세포소기관들은 대부분 붕괴되어 형태를 구별할 수 없었으며, 일부 미토콘드리아는 붕괴된 외막이 존재하였으나, 대부분의 미토콘드리아는 완전히 붕괴되어 과립들이 세포질에 산재되어 관찰되었다. 또한 부패 세균들이 세포사이에 산재되어 관찰되었는데, 이 결과는 Hwang et al. (2008)의 안정화 이산화염소 연구결과와 유사하게 나타났다.

한편 실험군의 광학현미경 관찰의 경우, 대조군의 2일군 부패양상과 실험군의 5일군 부패양상이 유사하게 관찰되었다. 실험군에서 3일군까지 사구체 및 세뇨관의 핵이 전형적인 모습으로 관찰되었고, 일부 세뇨관이 신장된 형태로 확인되었으나 전체적인 형태 변화는 나타나지 않았다. 그리고 보우만 주머니의 형태는 5일까지 희미하게 윤곽을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 Xu et al. (2007)의 자몽추출물이 세균 억제 효과가 탁월하여 보존시간을 길게 한다는 연구와 Park & Kim (2006)의 자몽추출물이 부패 미생물의 세포막 파괴에 의한 보존효과를 증대시킨다는 연구결과와 일치하는 것으로 사료된다. 그리고 Reagor et al. (2002)도 자몽추출물이 pH 5.5로 산성적 특성을 가져 광범위한 세균의 억제효과를 나타낸다고 하였다. 즉, 조직을 산성화시켜 세균의 부패를 억제하는 것으로 추정되나, 이에 대해서는 보다 면밀한 검토가 필요하다. 그리고 전자현미경 결과의 경우, 대조군의 1일군에서 나타나는 소견들, 즉 바닥판의 부분적인 파괴, 세포질 내 세포소기관들의 붕괴 그리고 막이 붕괴되면서 미토콘드리아 과립들이 응집되어 일부에서 전자밀도가 높게 나타나는 현상이 실험군에서는 3일군에서 관찰되었다. 이러한 결과는 조직의 부패과정이 내부조직이 먼저 파괴되고 이후 외부조직으로 붕괴가 이어져 가는 것으로 확인되었다. 따라서 전자현미경 소견은 대조군의 1일군과 유사한 부패양상은 실험군의 3일군과 비슷한 것으로 사료된다 (Hwang et al., 2008).

결론적으로 본 연구결과는 37°C, 습도 80±5%에서 55% 자몽추출물이 부패와 변성을 억제하는 부패억제제로서 효과가 있고, 실험군의 3일군 조직의 형태가 대조군의 1일군 조직의 형태적 특성과 유사하게 나타났다. 따라서 자몽추출물의 부패억제 효과는 최소 2일 이상이라고 판단된다. 그리고 자몽추출물이 부패억제제로 광범위하게 사용되기 위해서는 여러 조직에 대한 부패억제 효과에 대해서도 다양한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- Bea EA, Han MJ, Kim DH: In vitro anti-Helicobacter pylori activity of some flavonoids and their metabolites. *Planta Med* 65 : 442-443, 1999.
- Blankson H, Grotterod EM, Seglen PO: Prevention of toxin-induced cytoskeletal disruption and apoptotic liver cell death by the grapefruit flavonoid, naringin. *Cell Death Differ* 7 : 739-746, 2000.
- Brzozowski T, Konturek PC, Drozdowicz D, Konturek SJ, Zayachivska Oxana, Pajdo R, Kwiecien S, Pawlik WW, Hahn EG: Grapefruit-seed extract attenuates ethanol-and stress-induced gastric lesion via activation of prostaglandin, nitric oxide and sensory nerve pathways. *World J Gastroenterol* 11(41) : 6450-6458, 2005.
- Cho SH, Lee SY, Kim JW, Ko GH, Seo IW: Development and application of natural antimicrobial agent isolated from grapefruit seed extract. *J Fd Hyg Safety* 10(1) : 33-39, 1995.
- Cvetnic Z, Vladimir-Knezevic S: Antimicrobial activity of grapefruit seed and pulp ethanolic extracts. *Acta Pharm* 54 : 243-250, 2004.
- Dorn JM, Hopkins BM: *Thanatochemistry*. Prentice-Hall, Inc., pp. 311-322, 1998.
- Edwards-Jones V, Buck R, Sahwcross SG, Dawson MM, Dunn K: The effect of essential oils on methicillin-resistant *S. aureus* using a dressing model. *Burns* 30 : 772-777, 2004.
- Heggors JP, Cottingham J, Gusman J, Reagor L, McCoy L, Carino E, Cox R, Zhao JG: The effectiveness of processed grapefruit-seed extract as an antibacterial agent II. Mechanism of action and in vitro toxicity. *J Altern Complement Med* 8 : 333-340, 2002.
- Hwang KS, Choi KJ, Paik DJ, Lim DS: Microscopic study of decomposition-inhibition in stabilized ClO<sub>2</sub> gas in kidney of rat with passage of time. *Korean J of Microscopy* 38(3) : 259-264, 2008.
- Keevil JG, Osman HE, Reed JD, Folts JD: Grape juice, but not orange juice or grapefruit juice, inhibits human platelet aggregation. *J Nutr* 130 : 53-56, 2000.
- Kim MK, Park MS, Choi SU, Park HR, Hwang YI: Antimicrobial effect of grapefruit seed extracts on preservation for carrot and spinach. *Journal of Life Science* 15(1) : 66-70, 2005.
- Park HK, Kim SB: Antimicrobial activity of grapefruit seed extracts. *Korean J Food & Nutr* 19(4) : 526-531, 2006.
- Reagor L, Gusman J, McCoy L, Carino E, Heggors JP: The effectiveness of related grapefruit-seed extract as an antibacterial agent I. An in vitro agar assay. *J Altern Complement Med* 8 : 325-332, 2002.
- Shoko T, Soichi T, Megumi MM, Eri F, Jun K, Michiko W: Isolation and identification of an antibacterial compound from grape and its application to food. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 73 : 125-128, 1999.
- So FV, Guthrie N, Chambers AF, Moussa M, Carroll KK: Inhibition of human breast cancer cell proliferation and delay of mammary tumorigenesis by flavonoids and citrus juices. *Nutrcancer* 26 : 167-181, 1996.
- Sundberg C, Jönsson H: Higher pH and faster decomposition in biowaste composting by increased aeration. *Waste Management* 28 : 518-526, 2008.
- Sundheim G, Langsrud S: Natural and acquired resistance of bacteria associated with food processing environments to disinfectant containing an extract from grapefruit seeds. *International Biodeterioration & Biodegradation* : 441-448, 1995.
- Tirillini B: Grapefruit. the last decade acquisitions. *Fitoterapia* 71 : 29-37, 2000.
- von Woedtke T, Schlüter B, Pfliegel P, Lindequist U, Jülich WD: Aspects of the antimicrobial efficacy of grapefruit seed extract and its relation to preservative substances contained. *Pharmazie*

54(6) : 452-456, 1999.

Xu W, Qu W, Huang K, Guo Feng, Yang J, Zhao H, Luo Y: Anti-bacterial effect of grapefruit seed extract on food-borne pathogens and its application in the preservation of minimally processed vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 45 : 126-133, 2007.

Zayachkivska OS, Konturek SJ, Drozdowich D, Konturek PC, Brzozowski T, Ghegotsky MR: Gastroprotective effects of flavonoids in plant extracts. *J Physiol Pharmacol* 56 : 219-231, 2005.

### < 국문 초록 >

광범위한 천연 소독제로서 사용되어온 자몽추출물의 조직에 대한 부패억제 효과를 확인하고자 본 연구를 수행하였다. 실험을 위해 8주령 SD계 흰쥐 콩팥(kidney)을 사용하였고, 자몽추출물을 처리하지 않은 대조군과, 55% 자몽추출물의 분말과 수용액을 처리한 실험군으로 구분하여 광학 및 전자현미경으로 관찰하였다.

광학현미경적 소견에서 대조군의 경우, 1일군부터 보우만주머니의 경계가 불분명해지기 시작하였고, 사구체 및 세뇨관의 형태로 부분적으로 괴사가 진행되었으며, 3일군에서 보우만주머니, 사구체 및 세뇨관의 형태가 대부분의 괴사나 유실되어 형태의 구분이 어려웠다. 그러나 실험군의 경우, 3일군부터 보우만주머니, 사구체 및 세뇨관 형태의 명확한 구별이 어려웠고, 부분적인 괴사가 관찰되었다.

한편, 전자현미경적 소견에서 대조군의 경우, 1일군은 바닥판의 일부가 붕괴되었으나 전체적인 형태는 유지되었고, 세포질 내 세포소기관의 붕괴로 전자밀도가 높은 응집된 형태로 관찰되었다. 2일군에서는 대부분이 붕괴되어 형태를 구별할 수 없었다. 그러나 실험군의 경우는 2일군에서 세포막의 부분적인 파괴가 확인되었고, 3일군에서 바닥판의 일부가 붕괴되기 시작하였고 세포소기관의 붕괴로 인한 응집 현상이 관찰되었다.

본 연구결과는 37°C, 습도 80±5%에서 55% 자몽추출물은 부패와 변성을 억제하는 부패억제제로서 효과가 있고, 실험군의 3일군 조직의 형태가 대조군의 1일군 조직의 형태적 특성과 유사하게 나타났다. 따라서 자몽추출물은 최소 2일 이상의 부패억제 효과가 있는 것으로 확인되었다.