

## 생육패턴에 영향을 미치는 성분에 의한 헬리코세균의 미세적 구조 관찰\*

송재철 · 정혜진 · 박현정\* · 조은경\*

울산대학교 생활과학부, \*다손식품연구소

### <요약>

본 연구는 위암유발 요인인 *Helicobacter pylori*(*H. pylori*)와 이 균의 생육에 영향을 미치는 식품성분과의 상관관계를 규명하기 위해 실시하였다. 균의 생육에 영향을 미칠 것으로 생각되는 기본배지를 용용한 촉진 또는 억제배지에 ascorbic acid, sodium chloride, sodium nitrate를 첨가, 각 성분이 *H. pylori*의 생육 활성에 미치는 영향을 검토하였다. 그 결과 기본배지에 첨가한 ascorbic acid, sodium nitrate, sodium chloride는 모두 균의 생육 억제에 관련되었고 특히 ascorbic acid는 가장 좋은 억제효과를 나타내었다. 촉진 및 억제 배지상 실험에서 촉진배지에서의 균의 생육활성은 기본배지의 결과와 유사하였고 ascorbic acid가 가장 높은 억제율을 보여 주었다. 전자현미경적 관찰에서 대조군 배양균의 경우는 형태 변형이 없는 간균의 형상을 유지하였으나 촉진배지상에서 sodium chloride, sodium nitrate, ascorbic acid를 첨가하여 배양한 균은 구조가 파손, 왜곡, 붕괴 등의 모습으로 나타났으며 많은 부분이 구균의 형상으로 변한 것으로 관찰되었다. 억제배지에서도 균의 형상은 균이 파괴되어 서로 뒤엉켜 덩어리를 이루고 있는 구조로 관찰되었다. 특히 ascorbic acid에 의한 억제효과가 가장 높은 것으로 검정에서도 관찰되었다.

## Observation of microstructure of *Helicobacter pylori* treated by additives affecting the growth patterns of microorganism

Jae Chul Song · Hae Jin Jeung · Hyun Jeung Park\* · Eun Kyung Cho\*

Dept. of Food Science and Nutrition, University of Ulsan

\*Dason Food Research and Manufacture Institute

\* 이 논문은 1998년 울산대학교의 연구비에 의하여 연구되었으며 감사드립니다.

## <Abstract>

This study was conducted to elucidate the relationship of *Helicobacter pylori*, being associated with gastritis, peptic ulcers and stomach cancer, and food components such as ascorbic acid, sodium chloride and sodium nitrate added to the promotion and suppression medium. Addition of ascorbic acid, sodium chloride and sodium nitrate to the basal medium respectively was indicated to inhibit the growth of *Helicobacter pylori*. Ascorbic acid showed maximum growth inhibition of microbe. In experiment of growth patterns on the promotion medium and suppression medium, growth pattern of *Helicobacter pylori* was shown to be high on the promotion medium with ascorbic acid, and this pattern had a strong resemblance to the result of the basal medium. In the examination of morphological changes by scanning electron microscopy, ascorbic acid, sodium chloride and sodium nitrate exhibited the negative growth activation of microbe by using a basal medium. Untreated control cells were identified to be curved bacilliforms, with bluntly rounded ends and showed smooth surfaces. However the treated cells on the promotion medium with sodium chloride, sodium nitrate and ascorbic acid revealed respectively the structure being destructive orient and collapse resulted from breakdown of cell wall. Cells treated with the suppression medium were observed to be intertwined and conglomerated each other as a result from breakdown of cells. The degree of inhibition of growth by ascorbic acid was developed a tendency to be independent with concentration.

## 1. 서 론

우리나라의 암 발생률은 매년 증가하는 추세이며 그 중에서 특히 위암의 발생율과 위암으로 인한 사망율이 세계 1위를 기록하고 있다(1, 2). 한국인의 위암발생에 영향을 미치는 식이 요인으로는 한국인의 식생활 중 짜고 매운 자극성 식품의 섭취가 주요한 원인으로 추정되고 있다. 특히 과다한 염분의 섭취는 위축성 위염과 만성위염을 발생시키고(3-7) 이러한 반응들이 *H. pylori*가 감염된 위내에서 위암으로 더욱 가속화되는 것으로 알려져 있다. 현재 위장관 질환의 요인으로 알려진 *H. pylori* 감염은 세계 인구의 절반이상이 감염되는 가장 일반적인 박테리아의 감염 중 하나이며 위장관 질환을 가진 사람의 대부분이 이균에 감염되어 있고 우리나라의 경우에도 20세 이상의 성인 80% 정도가 이균을 보유하고 있다. 그러나 어떤 경로를 통해 언제부터 감염되었는지는 아직까지 확실하게 알려진 바 없다. 특히 위장관 질환을 가진 사람의 대부분이 이균에 감염되어 있는 것으로 보아 그 원인이 *H. pylori* 감염과 상관성이 있을 것으로 추정된다. 일반적으로 위암의 유발 요인은 식품을 통해 흡입되는 *H. pylori* 감염이외에 식품성분 중에 포함되어 있는 salt, nitrate 등(8)으로 알려져 있는데 ascorbic acid,  $\beta$ -carotene과 같은 항산화성분들은 오히려 위암의 발전을 저해하는 성분으로 알려져 있다.

실제 평상시 식사에는 *H. pylori*의 생육을 저해하거나 억제하는 식품류도 많고 식품성분

도 다양할 것으로 생각된다. 예를 들면 ascorbic acid는 nitrosamine형성(9, 10)을 억제하는 비타민으로 알려져 있는데 이 성분은 nitrite를 nitroso oxide로 환원시키고 자체는 dehydroascorbic acid로 산화하여 N-nitrosamine 형성에 필요한 nitrite를 제거하는(11) 기능을 가지고 있다. 특히 *H. pylori*는 위점막에 염증을 유발하면서 활성유리산소(reactive oxygen species)을 방출하는데 이 때 ascorbic acid는 산소제거제의 기능으로 이들을 결합, 불활성화시키게 된다. 이러한 경우는 *H. pylori*에 감염된 사람의 위액에서 ascorbic acid의 함량을 측정하면 정상인들보다 훨씬 낮은 농도로 관찰되는 것과 관련이 있으며 *H. pylori* 감염을 치료한 후에는 ascorbic acid 농도가 정상으로 회복된다는 실험 결과와도 관련이 있는 것으로 생각된다(11). 따라서 *in vivo*상에 *H. pylori*와 nitrate, sodium chloride가 공존할 경우 위점막의 손상정도, 염증 유발 가능성, 위염의 발생 빈도 등이 어떻게 변하며 이를 조절하는 성분이 어떤 것인지는 앞으로 좀 더 연구되어야 할 분야이다.

본 연구에서는 상기 이론을 근거로 *H. pylori*가 식이 요인에 영향을 받는지 여부, 궤양의 유발을 가속화시키고(12, 13) 위암으로 발전하는데 관계하는지를 규명하기 위하여 주요 관련 예상 성분들을 중심으로 *H. pylori*의 생육상태를 검토하였다. 따라서 *H. pylori*의 증식과 관련된 식품 중 흔히 섭취하고 있는 일반 성분 즉 탄소원, 질소원, 무기염류를 기본으로 균의 생육 및 저해 정도를 검토하고 이를 근거로 특히 위장질환과 관련이 있는 것으로 알려진 특수성분인 sodium chloride, sodium nitrate, ascorbic acid를 실험군으로 선정, *H. pylori*의 생육상태를 검토하고 전자현미경을 사용하여 생육억제, 촉진물질과 균의 생육 형태적 변화를 구조적인 측면에서 관찰하였다.

## 2. 실험재료 및 방법

### 1) 사용배지, 균주 및 배양방법

본 실험에 사용한 시험 미생물은 위궤양 유발 *H. pylori*의 ATCC 43126이며 부산대 의대 병리학 교실에서 균주를 분양받아 계대하였다. 계대에 사용한 배지는 초콜릿 배지(Korea media, Table 1)를 사용하였고 Gas Pack(BBL사의 Campy pouch)에서 배양하였다. 진탕배양에 사용한 배지는 Brucella broth(Difco)(Table 2)에 7% horse serum(Gibco)을 첨가한 것을 사용하였다. 배양조건은 시험 미생물이 미호기성균이므로 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 37°C, 5일간 배양하였고, 진탕배양시에는 튜브를 느슨하게 풀어서 시험관안의 공기 조성을 조절, 미호기로 한 후 배양하였다. 실험에 사용한 제반 시약은 특급을 사용하였다.

### 2) 각종 성분과 생육관계

Ascorbic acid, sodium chloride, sodium nitrate를 사용하여 균의 생육에 관한 패턴을 검토하였다. 멸균한 15ml 시험관에 마리 각 시약을 적당한 농도(0.1, 0.2, 0.5, 0.1%)로 첨가한 후 세균을 적당량 분주, vortex(Thermolyne, 37600 mixer)로 혼합하여 incubator(Jouan, Ig150)에서 CO<sub>2</sub> 5%의 공기조성에서 37°C, 5일간 배양하였다. 탄소원은 glucose, mannose, fructose, lactose, maltose 등을 각각 1%, 질소원은 NH<sub>4</sub>Cl, lysine, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, methionine,

arginine 등을 선정하여 각각 1%, 무기염류는 소량 또는 다량 요구하는 미생물이 있는데 본 연구에서는 효소나 조효소 구성에 요긴하고 구조적 기능에 관련하는 다량 무기질인  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $FeSO_4$ ,  $MgCl_2 \cdot 2H_2O$  등을 선정, 각각 1%씩 첨가하였다.

### 3) 촉진 및 억제 물질 첨가

기본 영양성분의 첨가와 *H. pylori* 생육과의 관계를 근거로 *H. pylori*의 생육을 촉진하는 성분군과 저해하는 성분군으로 구분, *H. pylori*의 생육 촉진 및 억제정도를 검토하였다. 촉진 및 억제배지는 기본배지(brucella broth)에 촉진 및 억제물질로 분류한 탄소원, 질소원, 무기염류를 각각 1% 되도록 첨가하여 사용하였다. 촉진 및 억제배지 9ml에 각 시약을 0.5%의 농도로 첨가하여 세균을 적당량 분주, vortex로 혼합시켜 incubator에서  $CO_2$  5%의 공기조성에서  $37^{\circ}C$ , 5일간 배양하였다.

### 4) 전자현미경에 의한 구조 관찰

균의 생육과 관련된 각종 물질을 배지에 투여한 후 일어나는 균의 생육형태와 구조적인 변화를 확인하기 위하여 전자현미경적 관찰을 실시하였다. 검경을 위해서 5일간의 배양액을 원심분리하여 침전된 균체를 고정, 세척, 탈수하여 1시간 가량 냉동한 후 동결건조 한 것을 검경용 샘플로 하였다(Figure 1). 샘플은 금도포하였으며 JSM820 전자현미경으로  $\times 1K$ ,  $\times 4K$ 의 배율로 검경하였다.

## 3. 연구결과 및 토의

### 1) 촉진물질 및 억제물질 첨가로 인한 균의 생육패턴

*H. pylori*의 생육과 관련되는 성분을 규명하기 위하여 식생활과 관련된 주요 식품성분인 ascorbic acid, sodium chloride, sodium nitrate를 우선 실험대상으로 하였다. 이 성분들은 *H. pylori*의 생육과 직접 관련된 것으로는 밝혀지지 않았으나 위염이나 위암과 관련이 있을 것이라는 일반인들의 우려 대상이 되는 식품성분이기 때문에 본 연구에서 실험실적 규모로 이 균의 생육에 대한 패턴을 연구하였다. 특히 상기 세가지 성분들은 본 연구팀에 의해서 *H. pylori*의 생육에 영향을 미치는 것으로 확인되었으므로 기본배지에 촉진 및 억제하는 성분들을 첨가한 두종류의 배지에 상기 식품성분을 첨가, *H. pylori*의 생육정도를 검토하게 되었다.

Figure 2는 촉진배지 상에서 *H. pylori*의 생육 정도를 나타낸 것이다. 그 결과 기본배지의 경우보다 균의 생육이 촉진되었는데 이것은 균의 생육과정 중 대사공급 물질인 glucose가 충분히 작용하였기 때문으로 해석된다. Figure 3은 억제배지 상에서 균의 생육정도를 검토하였는데 그 결과 각 성분을 단독으로 첨가한 경우보다 균의 생육은 억제되었다. Figure 4는 촉진배지에 ascorbic acid, sodium chloride, sodium nitrate를 각각 첨가하여 균의 생육활성을 검토한 결과이다. 첨가한 성분 중 ascorbic acid는 균의 생육을 억제하는 것으로 나타났다. 이는 전 실험에서와 마찬가지로 ascorbic acid가 지니는 항산화성 및 침

가시 산도의 저하에 기인한 것으로 사료된다. 특히 ascorbic acid는 항산화 성분이 *N*-nitrosamine 생성을 억제하는 능력을 가지고 있으며 *H. pylori*의 감염으로 인해 발생되는 ROS(reactive oxygen system)를 제거하는 산소제거제로서의 기능을 겸비하므로 이러한 복합기능이 *H. pylori*의 생육에 영향을 미쳤을 것으로 추측된다. 그러나 이러한 추측은 ascorbic acid 첨가시 일어나는 배지의 산도 변화와 위내에서의 균 성장 억제와는 어떤 관련이 있는지를 규명해 주진 않는다. 동일 배지에서 sodium chloride의 첨가효과는 배양 5일 후 균의 생육이 대조군에 비해 억제되었고 sodium nitrate를 첨가한 경우에도 비슷한 경향을 나타내었다. 특히 sodium chloride의 경우는 첨가된 농도에 상관없이 균의 생육이 억제되는 것으로 관찰되었는데 일반적인 연구결과와는 다소 상이한 결과로 간주하고 있다. *In vivo*에서 과다한 염분의 섭취는 위상피세포에 염증을 유발하여 위질환을 유도하고 *H. pylori*의 감염이 있을 시에는 균에 의한 위벽의 상해와 더불어 위염이 가속화된다. 이로 인해 위산의 분비가 저하되고 염분에 의한 위내의 산도 저하가 일어나면 균의 생육환경은 개선되어 *H. pylori*의 생육은 촉진된다. 그러나 본 실험의 *in vitro*상에서 균의 생육이 억제되는 것은 식염 첨가로 인한 미생물의 원형질분리와 삼투압, 그리고 Na<sup>+</sup>와 Cl<sup>-</sup>에 의한 미생물의 방부효과 때문인 것으로 추측하고 있다. Sodium nitrate는 체내에서 내인성 및 외인성 인자로 인해 발암원인 *N*-nitrosamine을 형성하여 위축성 위염과 위암 발생을 촉진하는 인자로 알려져 있다(3). 그러나 본 연구에서는 Na<sup>+</sup>나 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>에 의한 미생물의 방부작용으로 *H. pylori*의 생육이 억제되는 것으로 사료된다.

Figure 5는 억제배지상에서 ascorbic acid, sodium chloride, sodium nitrate를 첨가하여 균의 생육활성을 검토한 결과이다. 그 결과 ascorbic acid를 첨가한 배지의 경우, 균의 생육이 약간 억제되었으나 sodium chloride, sodium nitrate를 첨가한 경우에는 배양기간 동안 균의 생육에는 큰 변화가 나타나지 않았다. 이것은 억제배지 자체의 억제성분 때문에 균이 배지에 첨가하는 즉시 사멸 또는 억제되는 것으로 생각된다.

## 2) 촉진물질 및 억제물질 첨가로 인한 균 생육패턴의 미세적 관찰

*H. pylori*의 생육에 영향을 미치는 주요 식품성분인 ascorbic acid, sodium chloride, sodium nitrate가 촉진 및 억제배지에서 균의 생육에 어떤 영향을 미치는지를 규명하기 위해 전자현미경을 통해 관찰하였다. 일반적으로 *H. pylori*는 생육환경에 영향을 많이 받는 균주로 환경이 좋지 않을 때는 간균이 타원형으로 왜곡되는 특징을 가지고 있다(14). 이 왜곡현상은 경시적으로 점차 대사기능을 상실, 사멸하는 경향으로 이어지므로 균의 구조를 관찰하는 것은 균의 생육정도를 이해하는데 매우 중요하다. Figure 6은 기본배지에 균을 배양하여 전자현미경으로 관찰한 것이다. 이 균은 전형적인 간균의 형태를 나타내고 균의 형상이 정상적인, 변형되지 않은 것으로 관찰되고 있다. 일반적으로 *H. pylori*의 조직은 그람염색한 후 관찰하는데 이 결과는 Kago 등(15)이 5일간 진탕 배양한 균을 전자현미경으로 검정한 결과와 유사하다. Figure 7은 촉진배지에 sodium chloride를 첨가하여 배양한 균을 형태를 나타낸 것이다. 이 그림은 간균 형태의 균이 다소 변형된 구상 또는 손상된 균체끼리 덩어리를 형성하여 불규칙적인 형태를 이루고 있다. 이러한 결과는 sodium chloride에 의한 균의 생육장애로 볼 수 있으며 또한 삼투압에 의한 균의 내용물의 이동에 의한 비틀림구조로 나타나는 결과이기도 하다. Figure 8은 동일 촉진배지에 sodium

nitrate를 첨가하여 배양한 결과이다. 실제 sodium nitrate의 첨가는 균의 생육에 많은 변화를 보이고 있다. 우선 배양기간동안 생육의 억제가 많이 나타났다. 또 검경 결과 여러 곳에 구상의 균이 관찰되고 균의 형태가 간균에서 구상 쪽으로 변하고 있음을 알 수 있다. 이러한 경향은 균의 생육이 정상적으로 일어나고 있지 않음을 의미한다. 실제 구상으로 변한 균은 경시적으로 사멸하는 것으로 나타나기 때문이다. Figure 9도 촉진배지에 ascorbic acid를 첨가하여 배양한 균의 검경 결과이다. Ascorbic acid를 첨가한 경우에는 sodium nitrate를 첨가한 경우보다 심하지 않지만 대부분 간균이 구상의 형태로 변형하는 중간과정에 있음을 알 수 있다. 특히 이 경우에는 ascorbic acid에 의해 균의 외부가 매우 손상되어 경시적으로 물질이동에 문제가 생겨 대사가 원활하게 이루어지지 않는 것으로 추측된다. 이와 같이 촉진배지상에서의 균의 생육형상은 균의 생육 저하에서도 관찰되듯이 균의 생육 조건이 나빠져 균의 형상이 변형되고 있음을 나타내고 있다. 이러한 균의 형태는 본 실험과정에서 배양기간이 길거나 항생제 등을 첨가할 경우에도 간균의 형태가 구형으로 변형되고 뇌행성 균으로 변화되는 것으로 확인되었다. 이러한 구형의 균은 *in vitro*상에서는 사멸되며 *in vivo*상에서는 병인학적 요인으로 작용할 수 있다. Kago 등(15)의 연구 결과에 의하면 plauontol과 같은 항생제로 처리한 균의 형상을 전자현미경을 통해 관찰했을 경우 세포벽의 용해 등(cellular lysis)으로 변형 또는 파괴가 일어난다고 보고하였다.

유사한 실험을 억제배지에서도 실시하였다. 이 실험은 sodium chloride, sodium nitrate, ascorbic acid 등이 어떤 배지에서 균의 생육에 많은 영향을 미치는지를 관찰하기 위해서 실시한 것이다. 그 결과는 Figure 10에 나타난 바와 같이 sodium chloride를 첨가한 경우에는 촉진배지에서의 경우보다 심하게 균이 파손 또는 왜축, 변형되었다(2). 이러한 균은 정상적으로 생육할 수 없으며 곧 사멸하게 된다. Figure 11은 sodium nitrate를 첨가한 경우인데 이 경우에도 균은 심하게 변형되어 있었으며 대부분의 균이 서로 엉켜 제대로 대사작용이 일어나지 못할 정도로 변형되었다. 상기 결과에서 *in vivo*에서 sodium chloride, sodium nitrate는 위내에서 *H. pylori*와 공존시에 위벽의 상피세포에 손상을 주고 위침막을 자극하여 위암을 비롯한 소화기계 질환을 가속화시키는 요인으로서 작용하나 *in vitro*상에서는 삼투압 및 성분자체의  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  또는  $\text{Cl}^-$ 의 성분이 균의 생육을 저해하는 것으로 사료된다. Figure 12도 비슷한 경향을 나타내었다. Ascorbic acid를 첨가한 경우는 원래 간균의 형태를 찾아 볼 수 없었고 대부분의 균이 용해된 듯 서로 엉켜있는 형태를 나타내었다. 이것은 ascorbic acid의 첨가로 pH가 다소 변하여 균의 세포벽과 박의 성분이 용해되거나 분해되어 다당류 및 중합물질간에 서로 결합된 것으로 생각된다. 이 결과는 배양기간 동안 균이 거의 생육하지 않았던 사실과 일치하고 있다.

상기 결과를 종합할 때 현재 chemoprevention 차원에서 암을 예방하자는 연구와 같은 맥락으로 식품성분 중 위암유발을 억제하는 식이를 발굴하면 위장관 질환의 감소에 도움이 될 것으로 사료된다.

#### 4. 참고문헌

1. 경제기획원 조사통계국. 1989년 사망통계연보. 대한통계협회, 서울(1990)
2. 이광호, 조명제, 김종배, 최상경, 김영채 : 위십이지장 염증성 질환과 *Campylobacter pylori*에 관한 연구. 대한미생물학회지. 23(1), 9-16(1988)
3. Morris A. and Nicholson G. : Ingestion of *Campylobacter pyloridis* causes gastritis and raised fasting pH. Am. J. Gastroenterol. 82, 192-9, (1987)
4. Stolte M. : *H. pylori* gastritis and MALT-lymphoma. Lancet. 339, 745-6(1992)
5. 성자원, 육은주, 임의혁, 김병호, 이기천, 허승식 : 소화성 궤양과 위암에서 *H. pylori*의 검출빈도. 대한내과학회지. 45, 77-83(1993)
6. Goodwin C.S., Armstrong J.A. and Marshall B.J. : *Campylobacter pyloridis*, gastritis, and peptic ulceration. J. Clin. Pathol. 39, 353-65(1986)
7. Harazell S.L., Hennessy W.B., Borodt T.J., Carrick J., Ralston M. and Brady L, et al. : *Campylobacter pyloridis* gastritis II: Distribution of bacteria and associated inflammation in the gastrointestinal environment. Am. J. Gastroenterology. 82, 297-301(1987)
8. Barthel J.S., Westblum T.U., Havey A.D. and Conzalez F.Z. : Gastritis and *Campylobacter pylori* in healthy, asymptomatic volunteers. Arch. Intern. Med. 148, 1141-1151(1988)
9. Marshall B.J. : *Campylobacter pyloridis* gastritis. J. Inf. Dis. 153(4), 650-655(1986)
10. McNulty C.A.M. : *Campylobacter pyloridis*-associated gastritis. J. Inf. Dis. 13, 107-113(1986)
11. Doll peto : The cause of cancer. J. Nat. Can. Inst. 66, 1191-1308(1981)
12. Marshall B.J., Goodwin C.S. : Revised nomenclature of *Campylobacter pyloridis*. Int. J. Syst. Bacteriol. 37, 68(1987)
13. Rathboen B.J., Wyatt J.I. and Healtley R.V. : *Campylobacter pyloridis*. A new factor in peptic ulcer disease. Gut 27, 635-41(1986)
14. 윤희상, 백승철, 이우곤, 조명제, 류항희, 최휴진, 이광호 : *Helicobacter pylori* 감염의 혈청학적 진단법, 대한미생물학회지, 25(6), 463-474(1990)
15. Tetsufumi Kago, Harumi Kawada, Yukio Utasui, Haruki Domon, Chika Ishii and Hiroshi Ysuda : *in vitro* and *in vivo* antibacterial activity of plauonitol, a cytoprotective antiulcer agent, against *Helicobacter pylori*, Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 37, 919-929(1996)

Table 1. Composition of Chocolate medium

Ingredient	Chocolate medium(%)
Polypeptone	0.15
Dipotassium Phosphate	0.40
Sodium Chloride	0.50
Isovitate X	1.00
Corn starch	0.10
Monopotassium Phosphate	0.10

Table 2. Composition of Brucella broth medium

Ingredient	Brucella broth medium(%)
Bacto Tryptone	1
Bacto Dextrose	0.1
Bacto Yeast Extract	0.2
Sodium Chloride	0.5
Sodium Bisulfide	0.01
	pH 7.0±0.2

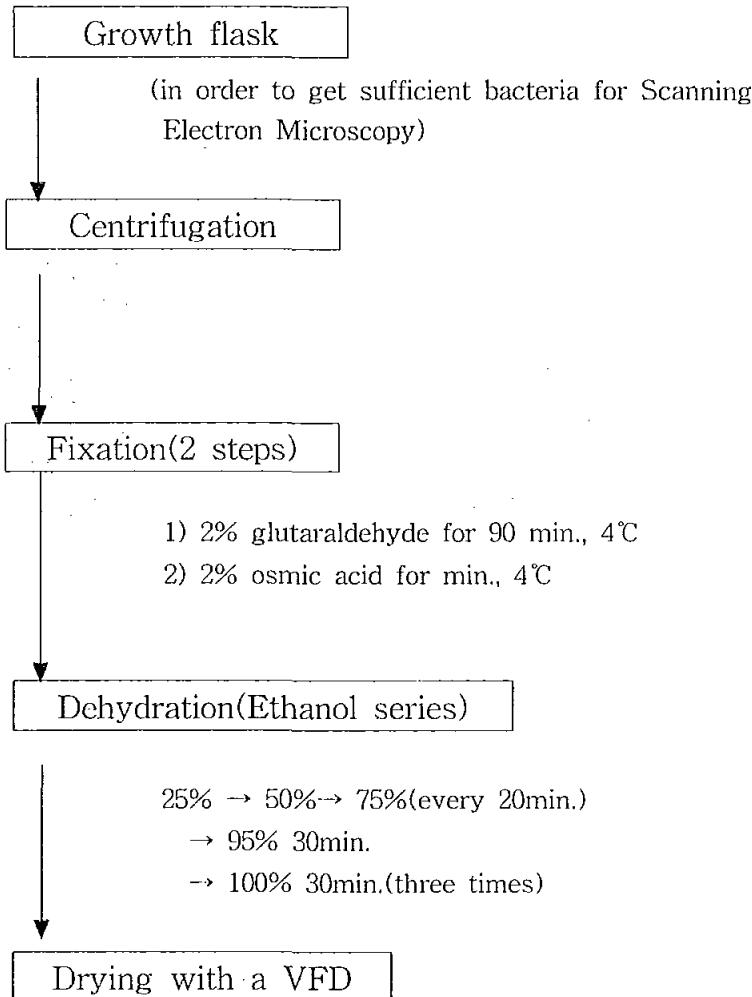


Figure 1. Preparation of sample by Scanning Electron Microscopy

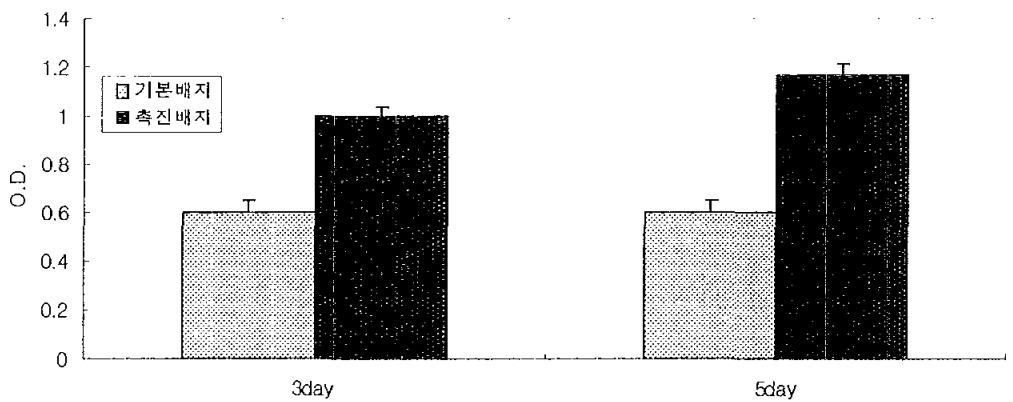


Figure 2. Growth of *H. pylori* on the promotion medium

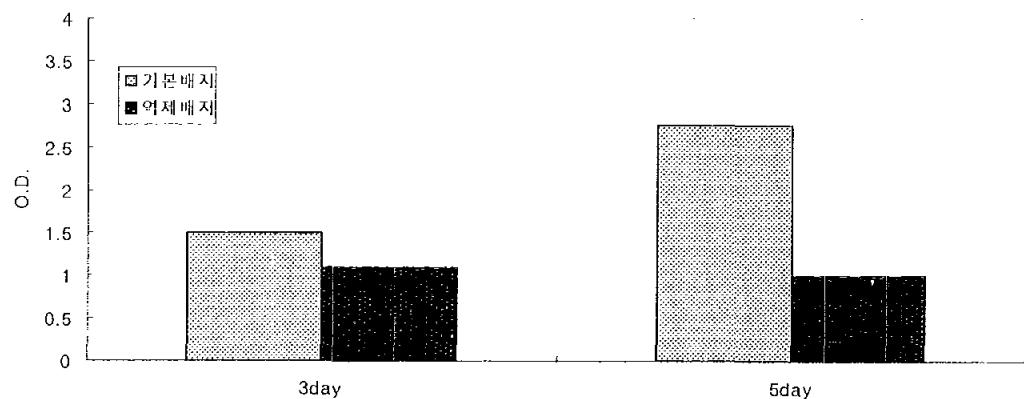


Figure 3. Growth of *H. pylori* on the suppression medium

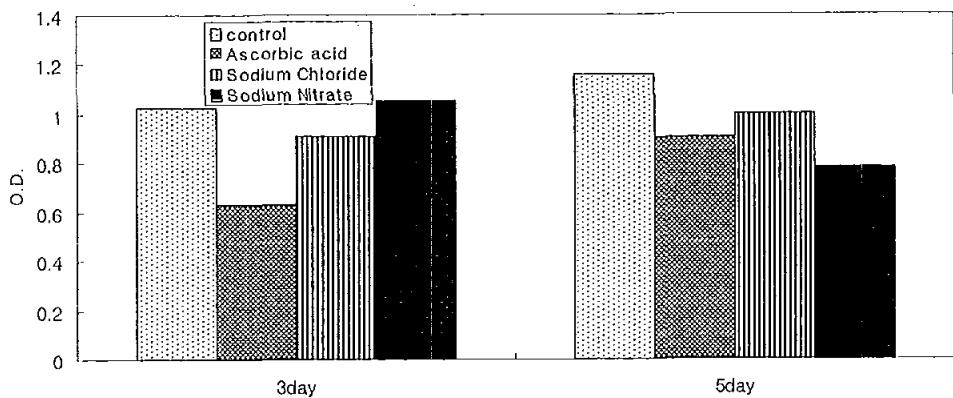


Figure 4. Effect of food additives on the growth of *H. pylori* on the promotion medium

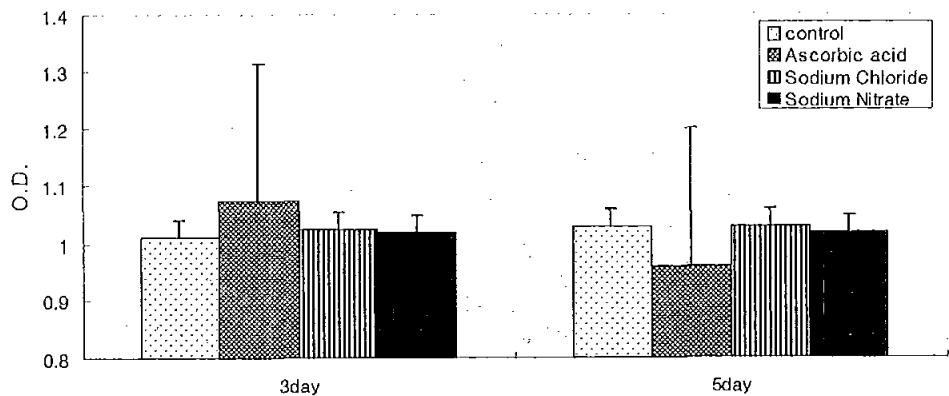


Figure 5. Effect of food additives on the growth of *H. pylori* on the suppression medium

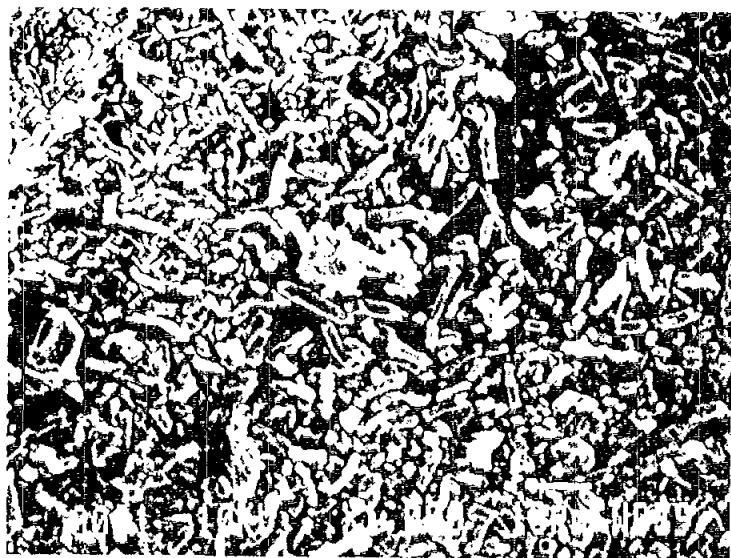


Figure 6. Scanning electron micrographs of untreated cell of *H. pylori*

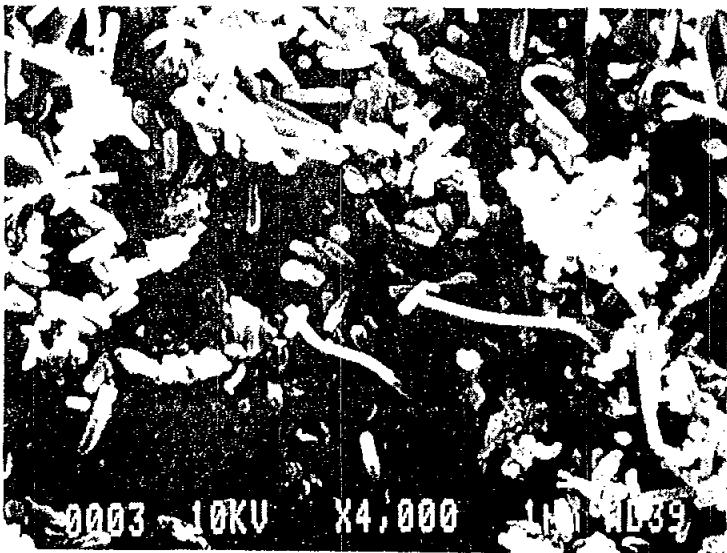
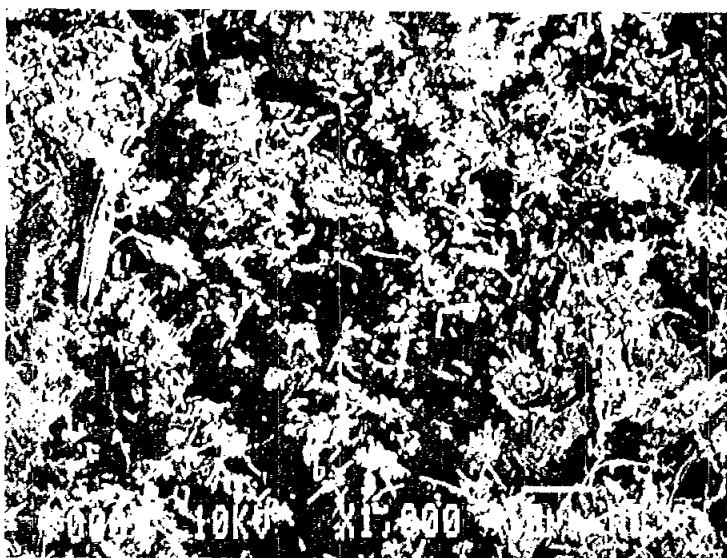


Figure 7. Scanning electron micrographs of *H. pylori* treated with sodium chloride on the promotion medium



Figure 8. Scanning electron micrographs of *H. pylori* treated with sodium nitrate on the promotion medium

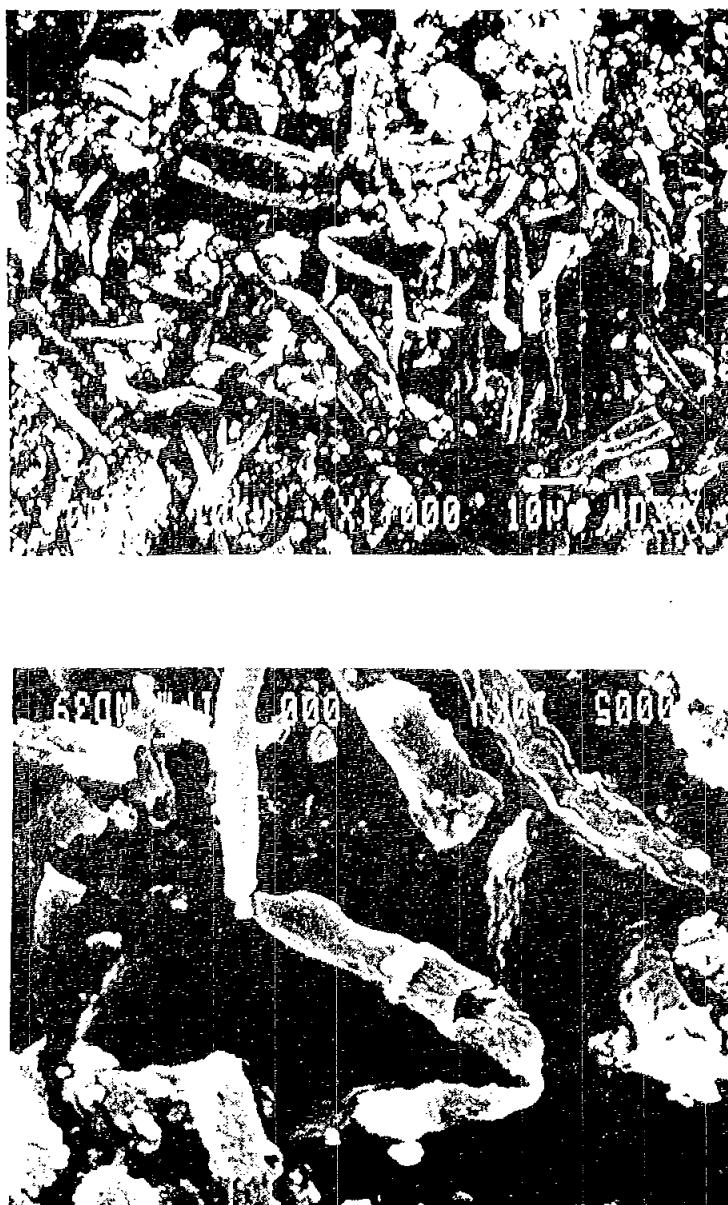


Figure 9. Scanning electron micrographs of *H. pylori* treated with ascorbic acid on the promotion medium

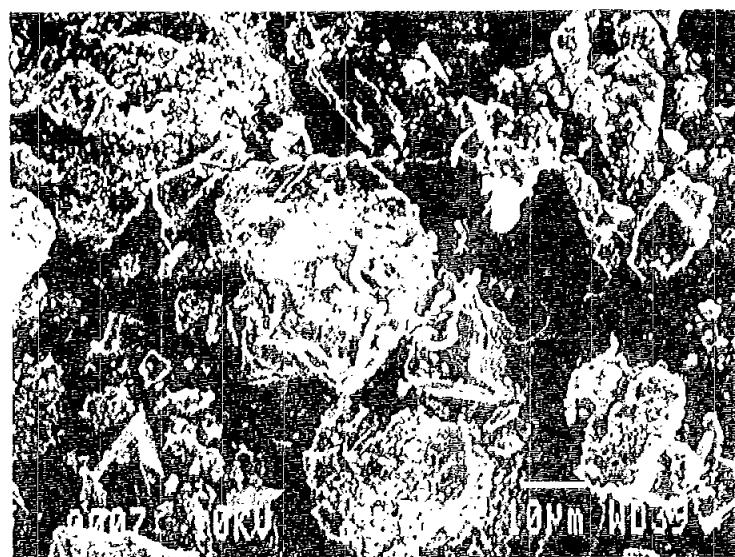
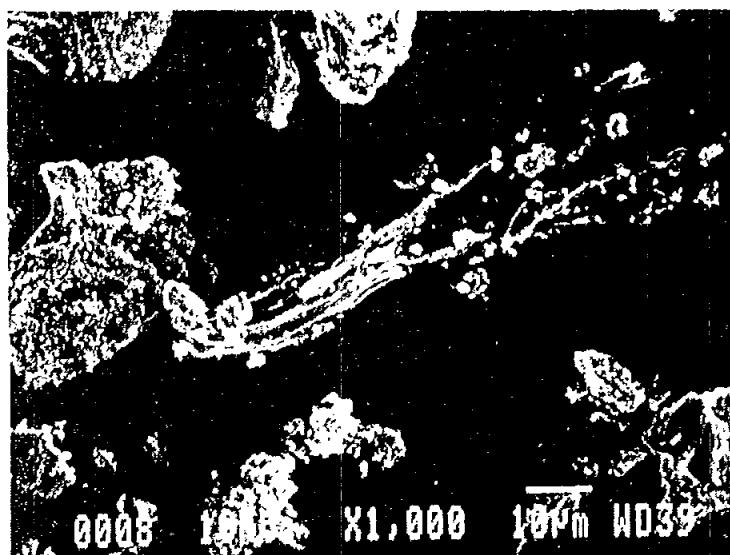
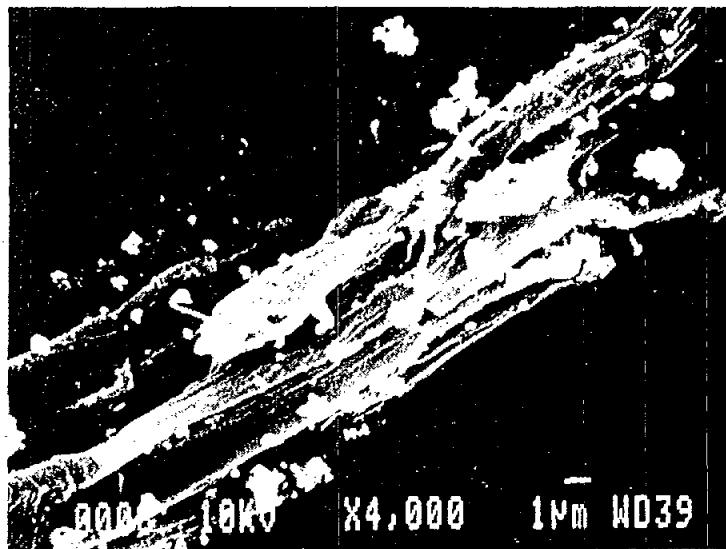


Figure 10. Scanning electron micrographs of *H. pylori* treated with sodium chloride on the suppression medium



0008 10KV X1,000 1μm WD39



0008 10KV X4,000 1μm WD39

Figure 11. Scanning electron micrographs of *H. pylori* treated with sodium nitrate on the suppression medium

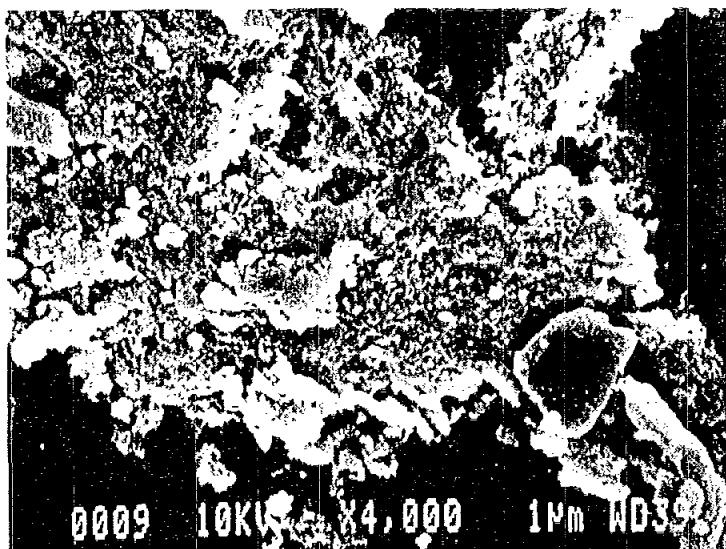
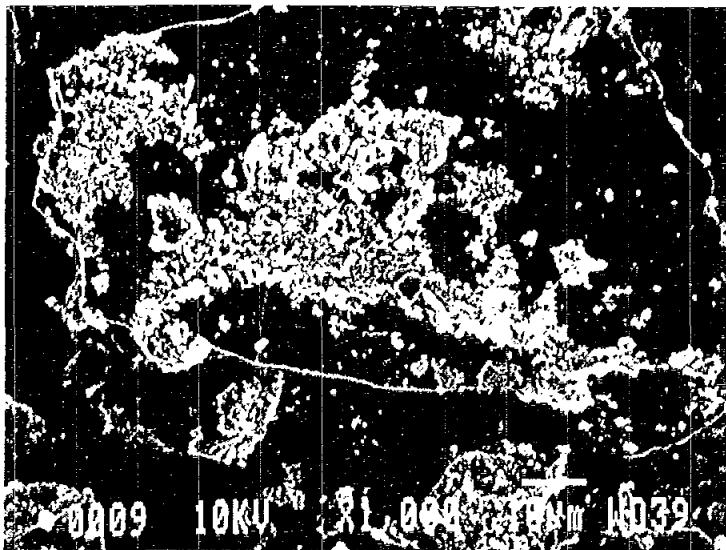


Figure 12. Scanning electron micrographs of *H. pylori* treated with ascorbic acid on the suppression medium