

약수터수로부터 분리한 *Yersinia enterocolitica*의 성장특성 및 Plasmid 유형

차인호[†] · 김미희 · 이상준*

부산광역시 보건환경연구원
*부산대학교 미생물학과

Growth Characteristics and Plasmid Profiles of *Yersinia enterocolitica* Isolated from Springs Water

In-Ho Cha[†] and Mi-Hee Kim

Institute of Health and Environment, Pusan 613-104, Korea

**Department of Microbiology, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea*

Abstract

The studies were conducted to explore the effects of growth or survival against various factors and plasmid profiles of 49 *Y. enterocolitica* isolated from springs water. In the presence of calcium hypochlorite, *Y. enterocolitica* was entirely extinguished by exposure for 33 hours at 0.8 ppm concentration, and was grown up to 7% NaCl, but not at 9% NaCl. *Y. enterocolitica* was presented optimal growth at pH 7.0 and 9.0, and not allowed the growth at pH 3.0, 5.0 and 11.0. The optimal temperature for growth of *Y. enterocolitica* was 25°C and 35°C, and allowed the growth at refrigerant temperature, 5°C. *Y. enterocolitica* was remarkably decreased by exposure for 30 seconds under UV light, and entirely extinguished by exposure for 90 seconds. Therefore, UV light was effective for sterilization of *Y. enterocolitica*. Forty-nine strains of *Y. enterocolitica* were screened for the presence of plasmid DNA by agarose gel electrophoresis. Of the isolates, 4 (8.2%) strains were noted to harbor plasmid DNA of approximately 46 Kb molecular weight.

Key words : *Yersinia enterocolitica*, plasmid, springs water

서 론

Yersinia 속균은 장내세균과에 속하는 통성 혐기성의 Gram 음성 간균으로서 *Y. pestis*, *Y. pseudotuberculosis*, *Y. enterocolitica*, *Y. intermedia*, *Y. frederiksenii*, *Y. ruckeri*, *Y. kristensenii*, *Y. rohdei*, *Y. aldovae*, *Y. bercovieri* 및 *Y. mollaretii* 등 11종으로 분류된다¹⁾. 이들중 *Y. enterocolitica*는 위

장염, 말단회장염, 장간막 임파절염과 같은 급성위장염을 일으키고 패혈증 및 이차면역질환인 결절성 홍반과 다발성 관절염 등을 유발한다^{2,3,4,5)}. 이러한 *Yersinia*의 감염증을 yersiniosis라고 하며, yersiniosis란 통상적으로 *Y. pestis* 이외의 균종, 즉 *Y. pseudotuberculosis* 또는 *Y. enterocolitica*에 의한 감염증을 의미하고, 이들 감염증은 인수공통 병원체로서 야생동물이나 가축의 질병경과증 또는 오염된 환경에

[†] Corresponding author

의하여 우발적으로 사람에게 감염된다.

*Y. enterocolitica*에 대한 병원성 검사는 실험동물의 모델이 규명되어 있지 않아 congored 흡착시험, calcium 의존성 시험, 자가응집시험, congo red-magnesium oxalate 시험, crystal violet 결합시험 및 pyrazinamidase 시험 등과 같은 실험실내 병원성 시험에 대부분 의존하고 있으나, 이들 검사 성적간의 상관관계는 연구자에 따라 많은 차이를 나타내어 건강한 숙주 또는 환경으로부터 분리된 균주의 사람에 대한 병원성 유무는 아직도 논란이 많다. *Yersinia enterocolitica*의 병원성에 영향을 미치는 인자로는 혈청형, 내열성 장독소의 생산 및 병원성과 관련된 plasmid의 존재를 들 수 있으며, 특히 병원성이 있는 균주는 혈청형 및 병원성에 관여하는 다른 인자에 관계없이 약 26~46 kilobase (Kb)의 분자량을 가진 plasmid를 보유하고 있는 것으로 밝혀져 *Yersinia enterocolitica*의 병원성 검사는 일차적으로 plasmid의 분석에 의존하여야 한다^{6,7,8,9}).

*Y. enterocolitica*는 최근 식육¹⁰, 식품¹¹, 음용수¹²와 환경¹³ 등 다양한 종류의 가검물로부터 분리되며, 특히 냉장식품을 통한 식중독의 원인균¹⁴으로 중요하게 취급되고 있어 이들로부터 분리되는 *Yersinia* 속균의 저감대책 및 병원성 규명이 시급하다.

병원성 미생물에 의한 집단발병을 예방하기 위하여는 감염원에 존재하는 원인균을 저감하거나 살균하여 감염력을 감소시키는 것이 무엇보다 중요하기 때문에 병원미생물의 오염 매개체와 연관된 원인균의 저감효과와 같은 연구가 많이 이루어져야 하지만 국내 뿐만 아니라 외국에서도 여러 가지 요인이나 인자들에 대한 *Y. enterocolitica*의 반응 특성에 관한 연구는 저조한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 약수터수로부터 분리한 *Y. enterocolitica*를 저감시킬 수 있는 기초자료로 이용하고자 화학적, 물리적 인자에 대한 생육 및 생존특성을 규명하고, 병원성과 관련된 plasmid의 보유율 및 성상을 조사하여 약수터수 유래 *Y. enterocolitica*의 병원성 여부를 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 실험에 공시된 *Yersinia enterocolitica*는 부산시내 일원의 약수터수로부터 분리 동정한 49주를 사용하였다.

분리균의 생육특성

화학적 및 물리적 인자에 대한 *Y. enterocolitica*의 생육능 시험을 위하여 분리균중 임의의 5 균주를 선택하여 공시하였으며, 온도에 대한 생육특성 시험을 제외한 모든 실험은 25°C에서 실시하였고 결과의 산출은 공시한 5 균주에 대한 결과의 산술적 평균치로서 나타내었다.

1) Calcium Hypochlorite에 대한 생육특성

염소소독에 대한 *Y. enterocolitica*의 저항성을 규명하기 위하여 0.1~12.8 ppm 농도의 범위로 Ca(OCl)₂를 첨가한 증류수에 10⁶ CFU/ml 농도로 공시균을 접종하여 Plate Count Agar (Difco)에 3시간 간격으로 균수를 측정하여 생존균수를 확인하였다.

2) Sodium Chloride에 대한 생육특성

Y. enterocolitica 분리주의 NaCl에 대한 저항성을 규명하기 위하여 1~9% 농도의 범위로 NaCl을 첨가한 TSB에 10⁶ CFU/ml 농도로 공시균을 접종하여 자동 미생물 성장 분석기 (Labsystems Bioscreen C)를 이용하여 10분간격으로 성장곡선을 관찰하였다.

3) pH에 대한 생육특성

*Y. enterocolitica*의 pH에 대한 생육특성은 pH 3.0, 5.0, 7.0, 9.0, 11.0으로 조정된 TSB에 분리균을 10⁶ CFU/ml의 농도가 되도록 접종한 다음, 25°C에 배양하면서 각각의 pH 조건에 대한 공시균의 성장을 자동 미생물 성장분석기로 관찰하였다.

4) 온도에 대한 생육특성

공시균을 TSB에 10⁶ CFU/ml의 농도로 접종하고 5, 15, 25, 35, 45 및 55°C에 배양하면서 650 nm의 파장에서 3시간 간격으로 혼탁도를 측정하여 각 온도범위에 대한 *Y. enterocolitica*의 생육특성을 관찰하였다.

5) UV 조사에 따른 생존특성

TSB에 10⁶ CFU/ml의 농도로 부유시킨 공시균을 멸균된 petri dish에 10ml 분주한 후 15 Watt, 2540 Å의 UV light하에서 60cm의 거리를 두고 10, 30, 60, 120, 300, 600초 동안 노출시킨 다음, 1ml중의 생존 균수를 표준 한 천평판법으로 계산하였다.

병원성 관련 Plasmid의 분리

분리균들로부터 plasmid분리는 Kado와 Liu¹⁵의 alkaline lysis 방법으로 실시하였다. TSA에 발육된 한 개의 집락을

5ml의 TSB에 접종하여 37°C에서 하룻밤 진탕배양하였다. 이 배양액 1.5ml를 eppendorf tube에 옮겨 12,000×g로 1분간 원심분리하여 상층액을 제거한 다음 pellet에 4mg/ml의 lysozyme이 함유되어 있는 solution I (50 mM Glucose, 10 mM EDTA, 25 mM Tris · Cl, pH 8.0) 100μℓ를 가하여 약 1분간 vortex mixer로 혼합하였다. 여기에 즉시 조제한 solution II (0.2 N NaOH, 1% SDS) 200 μℓ를 가한 다음 부드럽게 역위진탕하여 얼음에 5분간 방치한 다음 ice-cold solution III (3 M potassium acetate, 23% glacial acetic acid) 150μℓ를 가하여 10초간 역위진탕하여 얼음에 5분간 방치한 후 4°C, 12,000×g에서 5분간 원심분리하여 상층액을 새 tube에 옮겨서 동량의 phenol : chloroform (1 : 1) 용액으로 혼합하여 12,000 ×g에서 2분간 원심분리하였다. 상층액을 다시 깨끗한 tube로 옮겨 2배량의 ethanol을 가하고 -70°C에서 30분간 방치하여 DNA를 침전시킨 다음, 4°C에서 12,000×g로 5분간 원심분리하고 상층액을 제거한 후 pellet을 70% ethanol 1ml로 세척하였으며, 4°C에서 12,000×g로 5분간 원심분리한 다음 ethanol을 제거시키고 진공 데시케이터에서 건조시켰다. 건조된 DNA pellet은 RNase (20 μg/ml)를 함유하는 TE (10 mM Tris · Cl, 1 mM EDTA, pH 8.0) 용액 20μℓ에 용해하여 1% agarose gel에 전기영동하였다. 전기영동시 전개 buffer는 TAE (40 mM Tris-acetate, 10 mM EDTA) 용액을 사용하여 60 volt에서 1시간 30분동안 실시하였으며, plasmid size marker로는 HindIII로 처리한 λ DNA를 사용하였다. 전기영동이 끝난 gel은 ethidium bromide 용액 (10 μg/ml)에서 30분간 염색하고 증류수로 10분간 탈색한 다음 UV transilluminator에서 plasmid DNA를 관찰하였다.

결 과

분리균의 물리, 화학적 특성

약수터수로부터 분리한 *Y. enterocolitica*의 물리적, 화학적 인자에 대한 생육 특성을 조사한 결과 다음과 같은 결과를 나타내었다.

1) Calcium Hypochlorite의 농도변화에 대한 생육 특성
 Calcium Hypochlorite가 *Y. enterocolitica*의 생육에 미치는 영향을 조사한 성적은 Fig. 1과 같다. 공시균들은 0.1

ppm과 0.2ppm의 Calcium Hypochlorite에는 크게 영향을 받지 않았고, 0.4 ppm의 농도에서는 완만한 사멸곡선을 나타내었다. 0.8 ppm의 Calcium Hypochlorite 농도에 대하여서는 33 시간의 노출후에 완전한 사멸을 나타내었으며, 1.6 ppm 이상의 농도에서는 급격하게 사멸되어 노출 후 7 시간 전에 접종균량의 50% 이상이 사멸되었다.

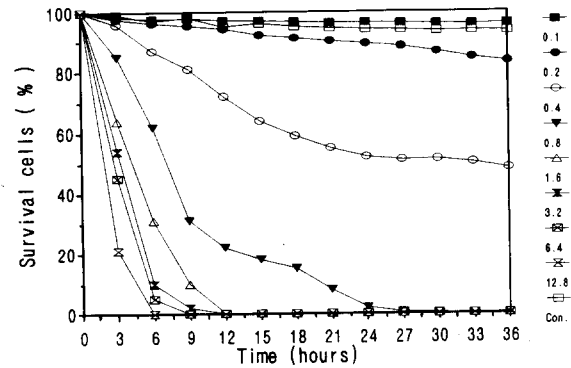


Fig. 1. Effects of growth inhibition for *Y. enterocolitica* isolated from springs water by calcium hypochlorite.

2) Sodium Chloride의 농도변화에 대한 생육 특성

NaCl 각 농도에 대하여 공시균을 10⁶ CFU/ml의 농도로 접종하여 억제되는 정도를 관찰한 결과 Fig. 2와 같이 3% NaCl 농도까지는 대조군과 유사한 성장곡선의 양상을 나타내었으나, 5% 농도에서는 성장이 둔화되어 완만한 곡선

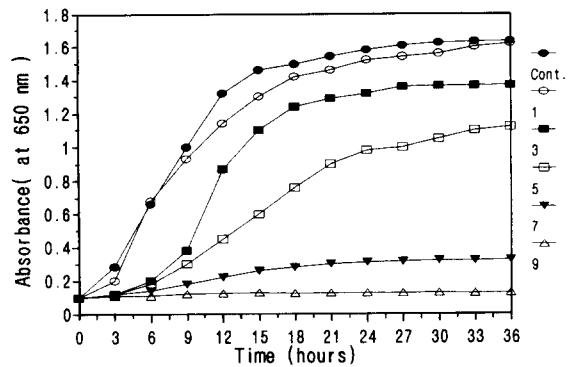


Fig. 2. Effects of growth inhibition for *Y. enterocolitica* isolated from springs water by sodium chloride.

을 나타내었다. 7% NaCl 농도에서는 급격하게 억제되었으나, OD 값이 접종후 36시간 까지도 극소량씩 증가되는 결과를 보였으며, 9%의 농도에서는 완전한 직선상의 성장곡선을 나타내었다.

3) pH 변화에 대한 생육 특성

pH 변화에 따른 분리균들의 생육 특성은 Fig. 3과 같다. 약수터수로부터 분리된 *Y. enterocolitica*는 pH 7과 pH 9로 조정된 배지에서 최적의 성장을 보였으며, 그의 pH 3, pH 5, pH 11에서는 성장이 인정되지 않았다.

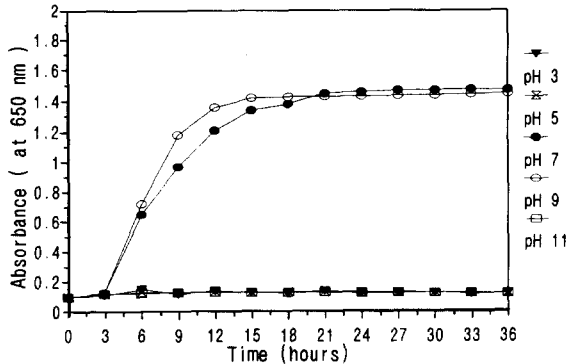


Fig. 3. Growth effects of *Y. enterocolitica* isolated from springs water by pH variation.

4) 배양온도 변화에 대한 생육 특성

공시균을 다양한 온도조건에서 배양하여 배양온도가 *Y. enterocolitica*의 성장에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 4

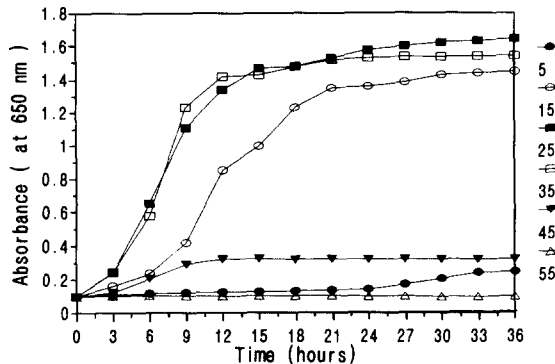


Fig. 4. Growth effects of *Y. enterocolitica* isolated from springs water by temperature variation.

와 같다. 공시균은 25°C와 35°C에서 최적의 성장곡선을 나타내었으며, 15°C에서도 전형적인 세균의 성장곡선을 나타내어 활발하게 분열 증식한다는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 55°C의 배양에서는 공시균의 성장을 전혀 인정할 수 없었고, 45°C 배양에서는 배양 9시간까지 소량의 균중식을 나타내었으며, 그 이후는 직선상의 성장곡선을 나타내었다.

5) UV 조사시간에 대한 생존 특성

약수터수로부터 분리한 *Y. enterocolitica* 공시균을 여러 시간별로 15Watt, 2540 Å의 UV light를 조사시킨 다음

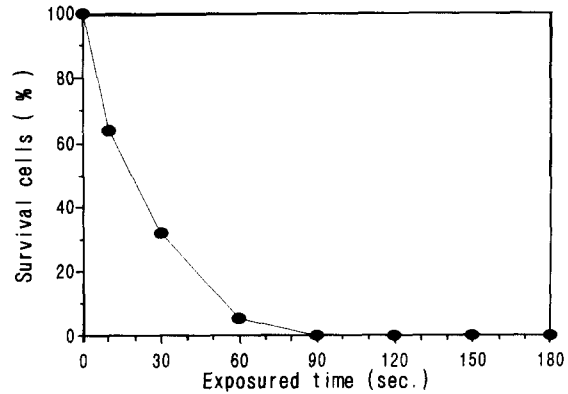


Fig. 5. Perishing effect of *Y. enterocolitica* isolated from springs water by UV exposure.

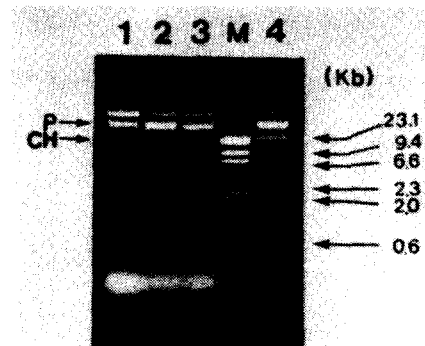


Fig. 6. Plasmid profiles of *Y. enterocolitica* isolated from spring waters. Four isolates harboured plasmids of approximately 46 Kb molecular weight plasmid DNA. Marker was lambda DNA digested with *Hind* III. Lane 1, 2, 3 and 4, isolates; M, marker

균의 생존율을 측정한 결과 Fig. 5와 같이 60초 이내에 급격한 사멸을 나타내었으며, 90초 동안의 조사 이후에는 모든 균이 사멸하였다.

병원성 관련 Plasmid의 분리

약수터수로부터 분리한 *Y. enterocolitica* 49주중 plasmid를 보유하는 균주는 4주(8.2%)였으며, 이들 4주 모두는 Fig. 6에서와 같이 약 46 Kb의 분자량을 지닌 단일 plasmid DNA를 보유하고 있었다.

고 찰

*Yersinia enterocolitica*는 가축, 야생동물^{16,17,18,19,20,21}, 식품¹¹, 환경¹³, 사람^{5,22,23,24} 등 여러곳에서 분리되고 있으며, 세계 각지에서 *Yersinia* 감염증이 보고되면서 대장균, *Salmonella*, *Shigella* 등의 장내 병원성 세균과 같이 세균성 식중독의 주요 원인균으로 부각되었다. 특히 최근에는 약수물로 인한 *Yersiniosis*의 집단발생이 보고^{25,26}되어 공중보건학적인 측면의 큰 문제점으로 대두되고 있다. 이와 같은 병원성 미생물의 오염차단, 감염의 치료 및 식품, 음료수 등과 같은 매개물로의 오염방지 등을 위하여 여러 인자에 대한 살균효과, 성장억제효과 또는 생육능 등은 식품과 의약품 등의 제조, 보관 및 유통기한 설정 등에 매우 중요한 기초자료가 될 수 있다.

이러한 기초자료를 위하여 본 연구에서는 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, pH, NaCl, 온도 및 UV 조사에 대한 *Y. enterocolitica* 분리균의 살균효과 및 생육능을 조사하였다.

약수터수로부터 분리한 *Y. enterocolitica*는 0.4 ppm의 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 농도에서 완전한 사멸곡선을 나타내었고, 1.6 ppm 이상의 농도에서는 7시간의 짧은 노출에도 완전히 사멸되었으며, 0.8 ppm이하의 농도에서는 확실한 살균효과를 위해서 33시간 이상의 비교적 긴 접촉시간이 요구되었다. *Y. enterocolitica*는 sodium chloride의 농도변화에 대하여 5%의 농도에서 생육이 완만하게 저하되었고, 7%의 NaCl 농도에서는 생육이 급격하게 감소되었으나 36시간까지 생존할 수 있는 것으로 나타나 NaCl에 대한 저항성은 비교적 높았다. pH 변화에 대한 성장특성은 pH 7과 pH 9에서 최적의 성장을 나타내었으며, 이는 *Yersinia enterocolitica*가 대부분의 다른 세균보다 알칼리 조건에 보다 더 저항성이

있기 때문에 KOH 처리를 함으로서 분리율이 높아진다는 Fukushima¹²⁾와 백 등²⁵⁾의 결과와 일치한다. *Y. enterocolitica*의 온도 변화에 따른 성장 결과는 55°C이상의 온도에서는 성장이 인정되지 않았고, 45°C에서는 접종 9시간 이후부터 직선상의 성장곡선을 나타내었으며 25°C 및 35°C에서 최적의 성장을 나타내었다. 또한 4°C에서도 24시간 이후부터 증식이 인정되어 *Y. enterocolitica*의 분리방법중 저온중균법에 의한 분리가 분리율을 높여준다는 Shayegani 등²⁶⁾과 Winblad²⁷⁾의 결과를 뒷받침하여 주며, *Yersinia enterocolitica*로 오염된 냉장식품에 의한 감염의 가능성이 매우 높은 것으로 추정할 수 있었다. 분리된 *Y. enterocolitica*의 UV조사에 대한 생존율은 90초의 노출로서 모든 균이 사멸되어 UV조사에 대하여 매우 큰 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

*Y. enterocolitica*의 병원성 시험을 위한 실험동물의 모델이 개발되어 있지 않기 때문에 자연환경, 사람, 동물 등에서 분리되는 *Y. enterocolitica*의 병원성 시험은 시험관내 시험에 의존하고 있다^{6,7,8,9,15,28,29)}. 이러한 시험관내 병원성 관련시험으로는 congo red 흡착시험, 칼슘의존성시험, 자가응집시험, crystal violet 결합시험, CRMOX 시험, pyrazinamidase 결핍시험 및 약 26~46 Kb의 분자량을 갖는 plasmid의 존재 등이 많이 이용되지만 이들 각 시험간의 상관관계가 연구자들 마다 정확하게 일치하지 않기 때문에 분리균의 병원성 결정을 위한 시험관내 시험방법은 논란의 소지가 많다. 그러나 이들 시험관내 병원성 결정 방법중 병원성을 가지는 분리균은 26~46 Kb 분자량의 plasmid를 보유한다는 사실에는 선행연구자들이 공통적인 견해를 보인다. 따라서 본 연구에서는 분리균의 병원성 결정을 위하여 약수터수로부터 분리한 49주의 *Y. enterocolitica*에 대하여 plasmid의 보유율을 조사한 결과 4주 (8.2%)의 분리균이 분자량 약 46 Kb의 plasmid를 보유하고 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 성적은 박 등³⁰⁾이 돼지로부터 분리한 *Y. enterocolitica*중 65.7%에서 병원성 plasmid를 검출한 결과와는 상당한 차이를 보이고 있으나 약수터에서 분리되는 *Y. enterocolitica*도 *Yersiniosis*의 원인균으로 작용할 수 있다는 것을 암시하고 있어 약수터수를 과신하는 현시점에서 예방책이 시급히 강구되어야 할 것으로 사료된다.

결론

*Yersinia enterocolitica*에 의한 yersiniosis의 집단발생은 오염된 식품과 음료를 통하여 유발될 수 있다. 본 연구에서는 부산시내 일원의 약수터수로부터 분리된 *Y. enterocolitica*를 대상으로 화학적 및 물리적 인자에 대한 분리균들의 생육특성 및 시험관내 방법을 이용한 병원성 유무를 확인한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

약수터수로부터 분리한 *Y. enterocolitica*를 다양한 농도의 calcium hypochlorite에 노출시킨 결과 0.8 ppm의 농도에서 33시간 노출후에 완전히 사멸하였다. NaCl 농도에 대하여는 5% 농도까지 계속적인 성장을 보였으나, 9%의 농도에서는 성장을 인정할 수 없었다. 분리균의 pH 변화에 따른 성장특성은 pH 7.0과 pH 9.0에서 최적의 성장을 보였으나, pH 3.0, 5.0 및 11.0에서는 성장을 인정할 수 없었다. 또한 *Y. enterocolitica*는 25°C와 35°C에서 최적의 성장곡선을 나타내었으며, 5°C에서도 느리게 발육을 계속하였으나 45°C 이상에서는 성장이 인정되지 않았다. 분리균들의 자외선 노출에 대한 저항성을 조사한 결과 90초 동안의 노출후에는 모든 균이 완전히 사멸하였다. 또한 약수터수로부터 분리한 *Y. enterocolitica* 49주중 4주(8.2%)가 분자량 약 46 Kb의 plasmid를 보유하여 병원성을 가진다는 것을 추측할 수 있었다.

참고 문헌

1. Albert, B., William, J. H. Jr., Kenneth, L. M., Henry, D. I. and Shadomy, H. J. : *Enterobacteriaceae* In *Manual of Clinical Microbiology*, 5th ed., pp.381, American Society for Microbiology, Washington, D.C. (1991).
2. Bercovier, H. and Mollaret, H. H. : *Yersinia* In *Bergey's manual of systemic bacteriology*, Vol. 1, pp. 498-506, William and Wilkins, Baltimore(1984).
3. Bottone, E. J. : *Yersinia enterocolitica* : a panoramic view of a charismatic microorganism. *Crit. Rev. Microbiol.*, 5, 211(1977).
4. Kapperud, G. and Bergan, T. : Biochemical and serological characterization of *Yersinia enterocolitica*. *Methods in Microbiol.*, 15, 295(1984).
5. Mollaret, H. H., Bercovier, H. and Alonso, J. M. : Summary of the data received at the WHO refer-

- ence center for *Yersinia enterocolitica*. *contr. Microbiol. Immun.*, 5, 174(1979).
6. Gemski, P., Lazere, J. R., Casey, T. and Wohlhieter. : Presence of virulence-associated plasmids in *Yersinia pseudotuberculosis*. *Infect. Immun.*, 28, 1044(1980).
7. Portnoy, D. A. and Falkow, S. : Virulence-associated plasmids from *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia pestis*. *J. Bacteriol.*, 148, 877(1981).
8. Wachsmuth, K., Kay, B. A. and Birkness, K. A. : Diagnostic value of plasmid analysis and assay for virulence in *Yersinia enterocolitica*. *Dign. Microbiol. Infect. Dis.*, 2, 219(1984).
9. Zink, D. L., Feeley, J. C., Wells, J. G., Vanderzant, C., Vickery, J. C., Roof, W. D. and O'Donovan, G. A. : Plasmid Mediated tissue invasiveness in *Yersinia enterocolitica*. *Nature*(London), 283, 224(1980).
10. Anonymous : *Yersinia enterocolitica* infections during the holidays in black families. *MMWR.*, 39, 819(1990).
11. Tacket, C. O., Ballard, J. and Harris, N. : An outbreak of *Yersinia enterocolitica* infections caused by contaminated tofu (soybean curd). *Am. J. Epidemiol.*, 121, 705(1985).
12. Fukushima H. : Direct isolation *Yersinia pseudotuberculosis* from fresh water in Japan. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58, 2688(1992).
13. Highsmith, A. K., Feeley, J. C. and Skaliy, P. : Isolation of *Yersinia enterocolitica* from well water and growth in distilled water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 34, 745(1977).
14. Butler, T. : *Plaque and other Yersinia infections*, pp. 55-62, Plenum Medical Book Comp., New York (1983).
15. Kado, C. I. and Liu, S. T. : Rapid procedure for detection and isolation of large and small plasmids. *J. Bacteriol.*, 45, 1367(1981).
16. Fukushima, H., Nakamura, R. and Itsuka, S. : prospective systematic study of *Yersinia* spp. in dogs. *J. Clin. Microbiol.*, 19, 616(1984).
17. Fukushima, H., Saito, K. and Tsubokura, M. : Isolation of *Yersinia* spp. from bovine feces. *J. Clin. Microbiol.*, 18, 981(1983).
18. Kaneko, K. I., Hamada, S. and Kasai, Y. : Occurrence of *Yersinia enterocolitica* in house rats. *Appl. Environ. Microbiol.*, 36, 314(1978).
19. Kawaga, J. and Iversen, J. O. : In vitro antimicrobial susceptibilities of *Yersinia enterocolitica* and related species isolated from slaughtered pigs and pork products.

- Antimicrob. Agents Chemother.*, **34**, 2423(1990).
20. Toma, S. and Deidrick, V. R. : Isolation of *Yersinia enterocolitica* from swine. *J. Clin. Microbiol.*, **2**, 487 (1975).
 21. 박석기, 최철순, 전운성 : 돼지에서 분리한 *Yersinia enterocolitica*의 생물형, 혈청형 및 항균제 감수성. *대한수의학회지*, **32**, 63(1992).
 22. 서일혜, 최태열 : CIN배지를 이용하여 분리한 *Yersinia Species* 예. *대한임상병리학회지*, **12**, 369(1992).
 23. 송원근, 황규열, 윤갑준, 배선우 : *Yersinia enterocolitica* 혈청형 O3에 의한 패혈증 1예. *감염*, **25**, 177(1993).
 24. 최철순, 김관옥, 정상인, 양용태 : 급성위장염 환자의 분변에서 분리된 *Yersinia* 균종 및 *Yersinia enterocolitica*의 혈청군과 생물형. *대한미생물학회지*, **24**, 143(1989).
 25. 백인기, 조종래, 구자욱, 김의종 : 서울 동북부지역에서 산발적으로 발생한 *Yersinia pseudotuberculosis* 감염에 대한 연구. *감염*, **26**, 1(1994).
 26. Shayegani, M., Morse, D., Deforge, I., Root, T., Parson, L. M. and Maupin, P. S. : Microbiology of a Major Foodborne Outbreak of Gastroenteritis caused by *Yersinia enterocolitica* serogroup O : 8. *J. Clin. Microbiol.*, **17**, 35(1983).
 27. Winblad, S. : *Yersinia enterocolitica*(synonyms : "Pasteurella X" *Bacterium enterocoliticum* for serotype O : 8, In Bergan, T and Norris, J. R. (eds.). *Methods in Microbiology*, Vol. 12, pp. 37-50, Academic Press, London(1978).
 28. Laird, W. J. and Cavanaugh, D. C. : Correlation of autoagglutination and virulence of *Yersiniae*. *J. Clin. Microbiol.*, **11**, 430(1980).
 29. Riley, G. and Toma, S. : Detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* by using congo red-magnesium oxalate agar medium. *J. Clin. Microbiol.*, **27**, 213 (1989).
 30. 박석기, 최철순, 전운성 : *Yersinia enterocolitica*의 병원성 성장, plasmid 보유 및 외막단백 질(OMP) 생산간의 관계. *대한수의학회지*, **32**, 181(1992).