

음식물 쓰레기중의 단백질을 효과적으로 분해하는 신규 미생물의 분리 및 응용

구경완^{1*}, 정용현², 홍성희³, 오상훈³, 김동섭³, 전희진³

Isolation of new microorganisms which degrades the protein of a food garbage efficiently and its application.

Kyung-Wan Koo^{1*}, Yong-Hyun Chung²,
Sung-Hee Hong³, Sang-Hoon Oh³, Dong-seop Kim³ and Hee-jin Jeon³

요 약 본 연구에서는 음식물쓰레기 중의 단백질 분해활성을 갖는 대사산물을 생산하는 신규 바실러스 속 PNV-1 균주를 분리하였고, 분리된 균주를 이용하여 한국형 음식물쓰레기 환경인 고염분, 극한 pH, 고농도의 미생물 생육 저해물질 등에 대한 내성정도를 측정하였다. 실험 결과, 분리된 바실러스 속 균주는 약 0.68 unit/ml 이상의 높은 단백질분해효소 활성을 보유하고 있으며, 음식물쓰레기 중에 형성되는 pH 4 내지 9 범위에서 생육이 가능하고, 염분농도 최고 8 %와 살균작용을 하는 것으로 알려진 고춧가루 5 %에서도 생육에 거의 영향이 없었다. 또한, 미생물 생육 저해물질로 알려진 후추와 겨자에 대한 내성을 나타내었다.

Abstract In this study, novel strains showing better protein degradation activity were isolated for the production of effective compost from garbages. Well growing bacteria with clear zone on the skim milk agar media were isolated. The strain was identified as *Bacillus subtilis* PNV-1 through various biochemical tests, Bergy's manual of determinative bacteriology and 16S rDNA partial sequence. The extracellular protease of the strain PNV-1 has its activity at broad pH and the optimal temperature was 50 °C. Also, the strain PNV-1 was highly tolerant to high concentration of salt, red/black pepper and mustard.

Key words : 단백질 분해, 음식물 쓰레기, 바실러스, 내성

1. 개 요

음식물 쓰레기의 발생량은 1인당 0.25 kg/day로 2003년 기준 약 11,400 ton/day이 발생하였으며, 이는 전체 생활 쓰레기 발생량의 약 30 %를 차지하고 있다[1]. 그러나 이중 일부만이 사료 및 퇴비로 재활용되고 있으며 대부분 매립 처리에 의존하고 있다[2]. 우리나라 음식물 쓰레기의 내용물은 함수율이 80 % 이상으로 매우 높으며 쉽게 부패하기 때문에 보관 및 운반에 문제가 되고 있다.

또한, 음식물 쓰레기를 매립할 경우 침출수에 의한 2차 환경오염의 유발과 소각 시 낮은 발열량(614 Kcal/kg)으로 처리에 많은 문제점을 지니고 있다[3]. 이러한 음식물 쓰레기의 처리 방안은 유효 자원의 재활용 및 환경오염 방지라는 관점에서 사료나 퇴비화에 의한 재활용에 대한 관심이 고조되고 있다.

최근 국내에서도 각종 음식물 쓰레기 처리에 사용할 목적으로 처리 장치, 미생물 제제 및 이를 이용한 음식물 쓰레기의 퇴비화에 대한 연구가 일부에서 진행되고 있다[4, 5, 6, 7].

그러나, 국내 음식물의 경우 독특한 식생활 문화로 인하여 소금 및 고춧가루 등의 첨가제 사용이 많고 김치 등 발효식품의 낮은 pH로 미생물 증식 및 퇴비화에 어려움이 있어 미생물 제제에 대한 체계적인 연구가 필요하다. 그러나, 보고된 미생물들은 음식물쓰레기 중의

이 논문은 2005년 페트&베트(주)의 산학 협력자금 지원에 의하여 연구되었음.

¹호서대학교, 산학협력중심대학

²산업안전보건연구원

³페트&베트 주식회사, 연구개발팀

*교신저자 : 구경완(alarmkoo@office.hoseo.ac.kr)

다양한 미생물 생육억제인자에 대한 내성에 대한 언급이 미비하다. 기술적인 면에서 여전히 고온 속성 발효에 의한 소멸화를 위해 보다 적합한 미생물 균주의 개발이 요구되고 있다.

Bacillus 속의 미생물은 알칼리 조건, 중성 조건 등에 따라 증식하는 종이 각각 다르며 이들이 발현하는 단백질 분해효소는[8, 9, 10] 이미 세제, 피혁, 식품, 의학적 용도 등 다양한 활용도로 인해 활발히 연구가 진행 중이다[11, 12].

본 연구에서는 일차적으로 단백질 분해 활성이 우수하고, 부가적으로 극한 pH, 고염, 다양한 생육억제물질에 대해 내성이 뛰어난 *Bacillus* 속의 신규 미생물 균주를 분리하였다. 분리된 균주의 음식물 쓰레기 등의 유기성 쓰레기의 소멸화 능력을 연구하였다. 또한, 분리주를 이용하여 음식물 쓰레기 소멸에 적합한 미생물 종균제를 개발하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 균주의 분리 및 보존

음식물 쓰레기를 처리할 단백질 분해능이 우수한 미생물을 분리하기 위하여, 분리원으로 충청북도 영동군 근교에서 채취한 부식토 및 퇴비를 사용하였다. 채취한 부식토 및 퇴비 1 g을 멸균 증류수 10 ml에 진탕하여 현탁시킨 후, 순차희석하여 0.5 % skim milk(Difco)가 첨가된 분리용 평판배지(peptone 0.6 %, beef extract 0.3 %, agar 1.5 %)에 도말하고, 50 °C에서 2일간 배양하였다. 균주가 세포외로 발현한 단백질 분해효소에 의해 skim milk가 분해되어 형성된 투명한(clear zone)의 크기가 큰 colony만을 선택하여 1차로 선별하였고, 이들 중 상대적으로 활성이 강한 3종의 균주를 선별하여 이후의 실험에 사용하였다. 균주는 멸균된 glycerol stock solution(20 % glycerol)을 사용하여 -70 °C 저온 냉동고에 보관하였고, 실험용 균주는 단백질 분해효소의 활성을 유지하기 위해 skim milk 배지에서 계대 배양하여 사용하였다.

2.2 배양 조건

선별된 균주를 이용하여 단백질 분해효소 생성을 위한 생육조건을 확인하기 위하여 액체배양을 수행하였는데, nutrient broth (peptone 0.6 %, beef extract 0.3 %, pH 7.0) 배지가 들어 있는 500 ml 진탕플라스크에 선별균주를 접종하여 45 °C에서 200 rpm으로 48시간 배양하였다. 균주의 생육은 분광광도계를 이용하여 600 nm에서의 흡광도

를 측정하여 결정하였다. 균주의 성장에 미치는 pH의 영향을 확인하기 위해 citrate-phosphate buffer 및 Tris (hydroxymethyl) aminomethane buffer로 pH를 조절하여 제조한 뒤 별도로 배양한 각각의 균주를 동량 접종하여 45 °C에서 200 rpm으로 48 시간 배양하였다. 선별 균주의 종균제로서의 가능성을 확인하기 위하여 고체배양을 실시하였다. 선별 균주를 종균제로 이용하기 위하여, 밀기울 고체배지와 밀기울 혼합배지에 5 %(v/w)되게 접종하여 45 °C에서 3일간 배양한 후 상온에서 2일간 건조하여 사용하였다. 밀기울 고체배지는 중량비로 밀기울 100에 urea 0.2와 tween 80을 0.1의 비율로 혼합한 후, 멸균수 100을 첨가하여 수분량을 조정하여 사용하였으며, 밀기울 혼합배지는 밀기울 200, 쌀겨 100, 커피박 100, urea 0.2 및 tween80 0.1의 비율로 혼합한 후 멸균수 100을 첨가하여 사용하였다.

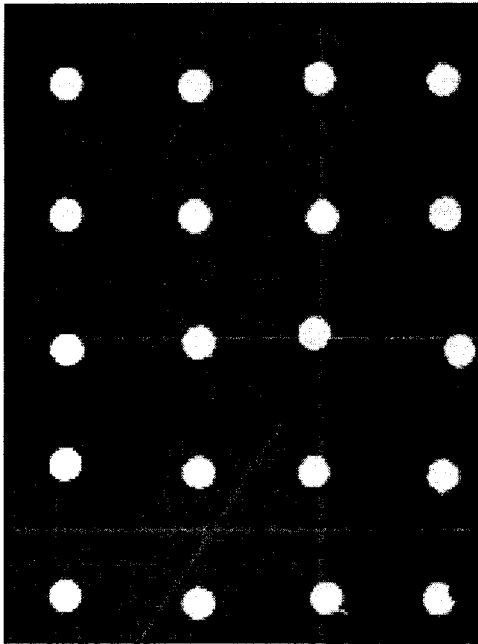
2.3 단백질 분해 효소 활성 분석 방법

균체배양액을 원심분리기를 이용하여 11,000 g에서 10분간 원심분리하여 상층액을 조효소용액으로 사용하고, 기질은 0.6 %(w/v) casein을 특정 pH의 buffer에 용해하여 사용하였다. 또한 단백질 분해효소의 활성은 Hagihara의 방법을 변형하여 측정하였다[13]. 기질용액 1 ml과 조효소용액 0.5 ml를 측정온도의 항온수조에 넣고 1시간동안 반응시킨 후 TCA mixture(0.11 M trichloroacetate, 0.22 M sodiumacetate, 0.33 M acetate) 1 ml와 혼합하여 다시 동일온도의 항온수조에 30분간 방치하였다. 그 후, 4 °C, 11,000 g에서 10분간 원심분리하여 상층액만을 회수하여 sample용액을 제조하였다. 대조균은 조효소용액 0.5 ml에 TCA mixture 1 ml을 넣고 측정온도에서 1시간 방치하여 효소의 활성을 제거 하였다. 여기에 기질용액을 1 ml 넣고 다시 30분간 반응시킨 뒤, 4 °C, 11,000 g에서 10분간 원심분리하여 그 상층액만을 회수하여 제조하였다. 이렇게 제조된 각각의 sample과 대조구는 Bradford reagent[15]와 동량 섞은 후 분광광도계를 이용하여 595 nm에서 흡광도를 측정하여 상대적 효소활성을 결정하였다. 또한 단백질 분해효소의 pH 변화에 의한 분해능력 변화 확인을 위해 pH 조절용 buffer를 이용하였다[8]. 각 pH 대 별로 0.6 %(w/v) casein기질용액을 제조하여 조효소 용액과 혼합하였다. 이것을 1시간 동안 반응시켜 단백질 분해능 확인 방법에 따라 측정하였다. 온도변화에 따른 효소활성의 변화를 보기 위해 기질용액을 각 균주가 최적 활성을 갖는 pH로 조정하고 이를 조효소 용액과 섞어서 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 °C로 온도를 변화시키며 효소의 활성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 단백질 분해력이 우수한 미생물의 분리

부식토 및 퇴비 1 g을 멸균 증류수 10 ml에 진탕하여 현탁시킨 후, 0.5 % skim milk (Difco)가 첨가된 분리용 평판배지(peptone 0.6 %, beef extract 0.3 %, agar 1.5 %)에 도말하고, 50 °C에서 2일간 배양하여 균주를 1차적으로 분리하였다.



Clear Zone

그림 1. 단백질 분해 활성을 갖는 신규 미생물의 분리

균주의 2차 분리를 위하여 영양배지(peptone 0.6 %, beef extract 0.3 %, pH 7.0)가 들어 있는 96 well plate에 분리한 균주를 백금으로 한 well에 한 colony 씩 접종하여 50 °C에서 200 rpm으로 48시간동안 진탕 배양한 후, 4 °C 냉장실에서 균주를 침전시킨 후, 96 well plate에서 발현된 배양액 20 µl를 skim milk agar plate위에 떨어뜨렸다. 37 °C incubator에 넣어 약 10시간 반응시킨 다음 [그림 1]에서와 같이 투명한(clear zone)이 선명하고 지름이 크게 형성된 colony를 선별하였다.

3.2 분리된 균주의 단백질 분해 효소의 활성

위의 방법으로 50여개의 신규 균주를 선택하였으며,

이 균주들을 대상으로 단백질 분해 효소의 활성을 측정하였다. 그 결과 [그림 2]에서 보여지는 것처럼 10, 11, 14, 22, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 38, 43번 균주 등 13개 미생물에서 0.5 unit/ml 이상의 효소가 분비되어 우수한 분해능을 보였고, 특히 10, 31, 43번 균주는 0.68 units/ml 이상의 월등한 단백질 분해능을 보였다. 따라서, 이 후의 실험에는 10, 31, 43번 균주를 사용하여 여러 조건에서 선별 균주들의 생육도 및 단백질 분해효소의 활성에 대한 실험을 수행하였다.

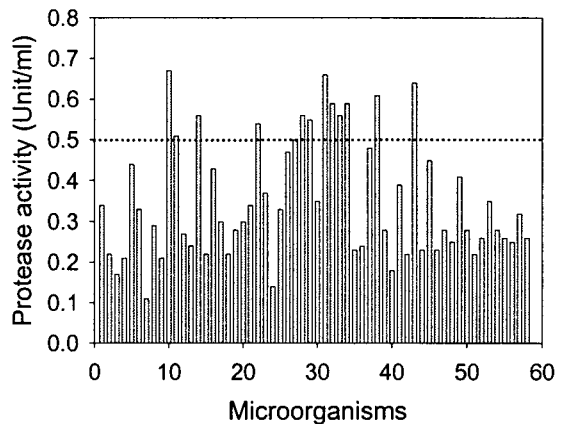


그림 2. 분리된 미생물의 단백질 분해 활성도

3.3 균주의 생육에 미치는 pH의 영향

발효식품이 주를 이루고 있는 국내 잔반의 특성상 낮은 pH에 대한 선별균주의 내성이 중요한 바, 단백질 분해 활성이 뛰어난 3종류의 선별균주를 대상으로 음식물쓰레기의 pH 환경에 대한 내성을 확인하기 위하여 pH에 따른 생육도를 조사하였다. 본 실험의 대조구로서 일반적으로 많이 사용되는 균주인 *Bacillus subtilis* DSM 10 균주를 이용하였다. 각각의 균주를 영양 배지(peptone 0.6 %, beef extract 0.3 %, pH 7.0)에 접종하여 50 °C에서 2일간 진탕 배양하였고, 배양액 1 %를 citrate-phosphate buffer 및 Tris (hydroxymethyl) aminomethane buffer를 이용하여 각각 pH 3에서 pH 9까지 조정한 영양 배지에 접종하여 50 °C에서 2일간 진탕배양 후 600 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 실험의 결과를 [그림 3]에 나타내었는데, 대부분의 균주가 pH 5~7사이의 영역에서 흡광도 0.9 이상으로 나타나 넓은 pH 영역에서 성장에 영향이 없는 것을 확인하였다. 특히, 균주 10번은 pH가 변화되어도 생육에 거의 영향을 받지 않아 다른 균주들에 비해 강한 내성을 보임을 알 수 있었다.

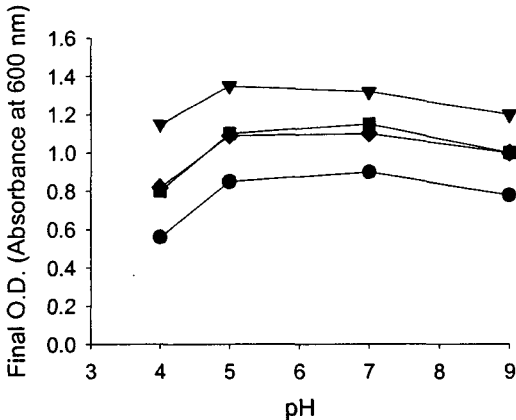


그림 3. 균주의 성장에 미치는 pH의 영향 (▽ : 10번, ■ : 31번, ◆ : 43번, ● : 대조구)

3.4 균주의 생육 및 단백질 분해효소의 활성에 미치는 온도의 영향

선별균주들의 자연계에 노출되었을 경우 타 오염 미생물에 대한 경쟁 우월성을 확인하기 위하여 고온에서의 생육도를 조사하였다. 본 실험을 위하여 각각의 균주를 50 °C에서 2일간 진탕 배양한 후 600 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 실험 결과, [그림 4]에 나타난 것처럼, 모든 균주가 50 °C에서 흡광도 1.5 전후를 보여 고온에서의 생육에 문제가 없음을 확인하였고, 특히, 선별 균주 10번은 대조구보다 2.3배 높은 1.95를 보여 가장 좋은 성장을 보였다. 또한 선별 균주가 분비하는 단백질 분해효소의 고온에서의 안정성을 확인하기 위하여 다양한 온도 범위에서 단백질 분해효소의 활성을 측정하였다.

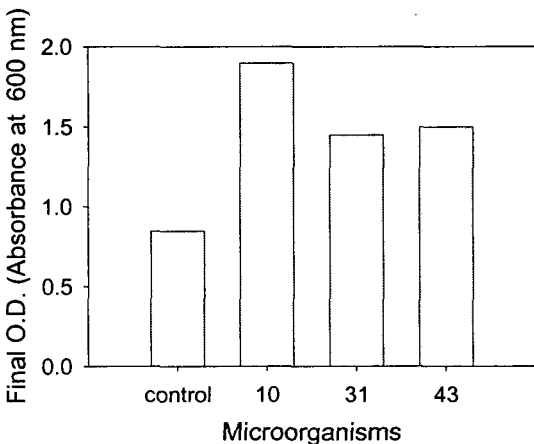


그림 4. 선별균주의 고온(50°C)에서의 성장 정도

그 결과를 [그림 5]에 보였는데 선별된 3 균주는 20~60 °C 사이에서 최소 60 % 이상의 활성을 보여 상온 및 고온에서 안정성이 있는 단백질 분해효소로 확인되었다. 10번과 43번 균주의 단백질 분해효소의 최적온도는 50 °C이었으며, 31번 균주는 40, 50 °C에서 효소의 활성이 75 % 전후로 비슷하게 나타났다. 이로써 선별된 균주들은 고온에서의 생육 및 단백질 분해 활성에 문제가 없으며, 음식물쓰레기 분해에 이용시 50 °C 조건에서 최적 생육 및 활성을 보일 것으로 사료된다.

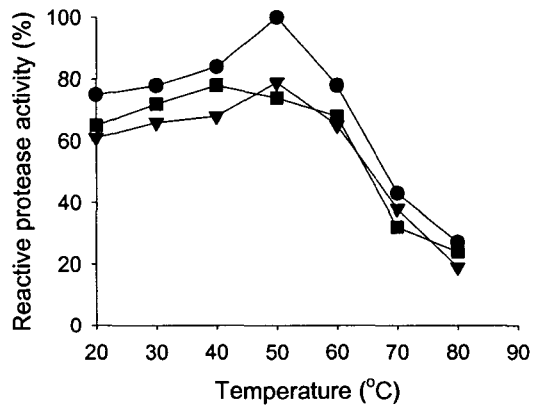


그림 5. 미생물에서 분비된 단백질 분해효소의 활성에 미치는 온도의 영향(● : 10번, ▼ : 31번, ■ : 43번)

3.5 생육 저해 물질에 대한 내성 확인

국내 음식물쓰레기의 특성상 고농도로 함유된 소금, 고춧가루, 후춧가루 및 겨자등의 미생물 생육 저해물질에 대한 선별 균주의 내성을 조사하였다. 선별균주를 영양 배지에 접종하여 50 °C에서 200 rpm으로 48시간동안 진탕배양하여 사용하였다. 내성을 조사하기 위하여 각각의 성분들을 농도에 따라 영양 배지에 첨가하였고, 여기에 미생물 배양액 1 %를 접종한 후 50 °C에서 48시간 진탕 배양 하였으며 배양된 균의 성장도는 평판도말법 및 흡광도법을 이용하여 조사하였다. 소금의 경우 0~8 %, 고춧가루의 경우 0~5 %, 후춧가루와 겨자의 경우 0~6 % 첨가하여 실험을 실시하였다.

소금과 고춧가루에 대한 선별균주의 내성을 조사한 결과를 [그림 6]과 [그림 7]에 나타내었는데, 선별 균주들은 소금 4 %이하에서 생육에 거의 영향이 없었다. 또한 소금 8 % 농도에서도 대조구에 비해 월등히 높은 생육을 보였으며, 특히, 10번 균주는 8 %의 소금 농도에서도 생육에 전혀 영향을 받지 않는 것으로 확인되었다. 이 실험을 통하여 음식물 쓰레기의 소멸화 과정에서 염분의 농

도가 최대 3 % 전후까지 농축되는 것을 감안 할 때에도 음식물 쓰레기의 장기간 연속 소멸화 처리가 가능한 것으로 판단되었다. 또한, 살균작용을 하는 것으로 알려진 고춧가루에 대해서도 5 %까지 미생물들의 생육에는 전혀 영향이 없는 것으로 나타났다. 대조구도 고춧가루의 실험 농도 범위에서 생육에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났지만, 선별 균주들은 대조구에 비해 2배 전후의 생육도를 나타내었다. 따라서, 국내 음식물 쓰레기에 함유된 고춧가루의 평균 함유량이 0.5 %인 점과 음식물 쓰레기의 소멸화 과정에서 농축시의 고춧가루 농도가 5 % 정도임을 고려할 때, 선별균주는 고춧가루에 대한 성장장애가 거의 나타나지 않아 고속 및 연속발효에 적합한 균주로서 그 이용가치가 클 것으로 판단된다.

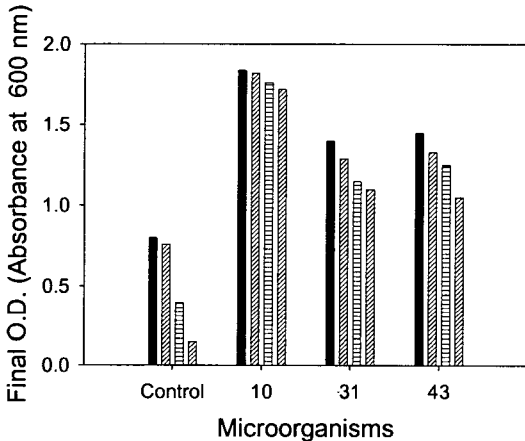


그림 6. 균주의 성장에 미치는 염분의 영향 (■ : 0%, ▨ : 2%, ▩ : 4%, ▪ : 8%)

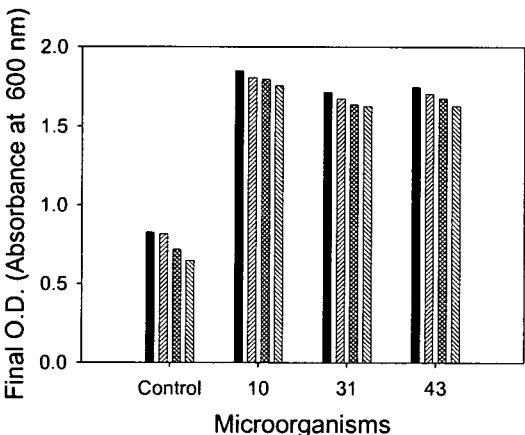


그림 7. 균주의 성장에 미치는 고춧가루의 영향 (■ : 0%, ▨ : 1%, ▩ : 3%, ▪ : 5%)

또한, 음식점에서 많이 이용되는 후추와 겨자에 대한 내성 특성을 조사하였다. 후추와 겨자를 각각 1, 3, 6 % 첨가하여 대조구와 비교하였다. 이 결과를 [그림 8]과 [그림 9]에 각각 나타내었다. 모든 선별 균주들의 흡광도가 1.5 전후를 보여, 후추로 인한 미생물의 생육저해 현상은 발생하지 않았으며, 특히 겨자의 경우 선별균주들에서 첨가량이 증가할수록 미생물의 생육도가 증가하는 것으로 나타나 선별균주들에 의한 겨자의 분해 및 대사과정의 이용 가능성도 있는 것으로 나타났다.

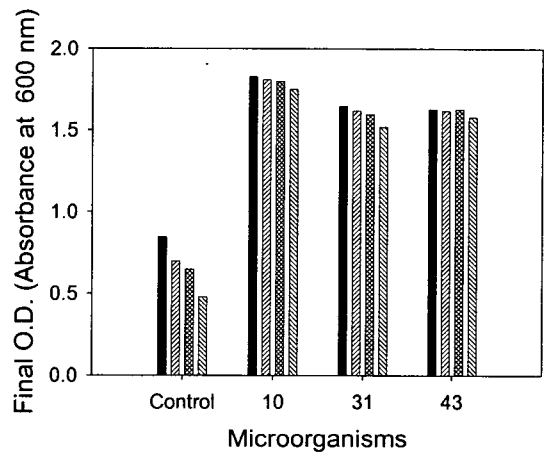


그림 8. 균주의 성장에 미치는 후추의 영향 (■ : 0%, ▨ : 1%, ▩ : 3%, ▪ : 6%)

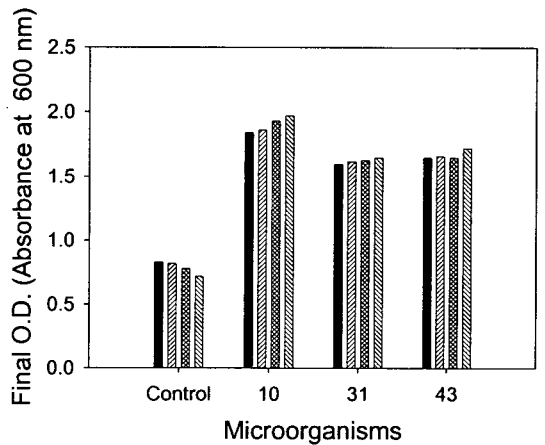


그림 9. 균주의 성장에 미치는 겨자의 영향 (■ : 0%, ▨ : 1%, ▩ : 3%, ▪ : 6%)

3.7 신규 분리주의 동정

위의 실험들을 통하여 분리 균주들의 생육특성을 조사하였고, 그 결과를 토대로 단백질 분해 활성이 가장 좋고 고온에서의 생육도 및 생육 저해 물질에 대한 내성이 강한 10번 균주를 음식물 쓰레기중의 단백질을 분해하는 미생물 종균제로 선정하였고, 이 균주에 대해, 목원대학교 미생물생태자원연구소에서 Bergy's 매뉴얼(Bergy's Manual of Determinative Bacteriology)과 16S rDNA의 부분 염기서열 분석에 따라 균주 동정을 실시한 결과 바실러스 서브틸리스(*Bacillus subtilis*)와 높은 상동성(99%)을 보였다. 분리된 균주는 일반적인 바실러스 서브틸리스와는 성장 염농도에서 커다란 차이를 보이는 신규 미생물로서 이를 바실러스 서브틸리스 PNV-1이라 명명하였다.

참고문헌

[1] 국립환경연구원, "2003 전국 폐기물 발생 및 처리현황", 환경부, 2004.
 [2] 환경부, "음식물쓰레기 감량자원화 기본 계획", 환경부, 1998.
 [3] 환경처, "부폐성 쓰레기 분리수거 및 적정처리방안 조사 연구 보고서", 환경처, 1992.
 [4] 양재경, 서용기, 최경민, 박용로, 황기, 이성택. "고온 호기법에 의한 중화요리 잔반의 처리과정에서의 중 고온균의 분리 및 특성", 한국산업미생물학회지, 제 25권, pp. 623-629, 1997.
 [5] 김영권, 홍명표, 김명진, 홍성일, 박명석, 김중석, 장호근. "음식물 찌꺼기 소멸효율 재고를 위한 발효균

및 발효 공정 최적화 연구", 폐기물자원화, 제6권, pp. 95-112, 1998.
 [6] 이기영, 양재경, "음식물 쓰레기의 혐기적 발효사료화", 한국유기성폐자원학회 추계학술대회 논문집, pp. 51-60, 1997.
 [7] 배동호. "음식찌꺼기의 발효사료화시 수분조절제와 발효방법이 화학적 조성분 및 소화율에 미치는 영향", 폐기물자원화, 제8권, pp. 100-110, 2000.
 [8] K. Horikoshi, "Production of alkaline enzymes by alkaliphilic microorganisms. Part 1. alkaline protease produced by *Bacillus* No. 22", Agr. Biol. Chem. 35. pp. 1407-1414, 1971.
 [9] P.L. Manachini, M.G. Fortima, and C. Parini. "Thermostable alkaline protease produced by *Bacillus thermoruber*-a new species of *Bacillus*", Appl. Microbiol. Biotechnol. 28, pp. 409-413, 1988.
 [10] D. H. Tsuru, T. Kira, Yamamoto, and J. Fukumoto. "Studies on bacterial protease. Part 16. purification, crystallization and some enzymatic properties of alkaline protease of *Bacillus subtilis* var. amylosacchariticus", Agr. Biol. Chem 30. pp. 1261-1268, 1966.
 [11] T. Codfrey, and J. Reichelt. "Industrial enzymology the application of enzymes in industry", The Nature Press. New York. 1983.
 [12] D. H. Tsuru, Kira, T. Yamamoto, and J. Fukumoto, "Studies on bacterial protease", Agr. Biol. Chem. 30(12) pp. 1261-1268, 1966.
 [13] B. Hagihara,, H. Matrubaraa, M. Nakai, and K. Okunuki. "Crystalline bacterial proteinase. 1. Preparation of crystalline proteinase of *Bacillus subtilis*" J. Biochem, 45, pp. 185-194, 1958.

구 경 완(Kyung-Wan Koo)

[정회원]



- 1983년 충남대학교 전자공학과 졸업.
- 1985년 동 대학원 전자공학과 졸업(석사)
- 1992년 동 대학원 전자공학과 졸업(공학)
- 1987-1989 현대전자(주) 반도체 연구소 선임연.
- 1989-1994 충청대학교 조교수,
- 1994-2005 영동대학교 부교수,
- 1998-1999 일본 우쓰노미야대학 Post Doc.,
- 2005-현재 호서대학교 부교수

<관심분야>

바이오센서, 화학센서, 센서응용, 반도체공학

정 용 현(Yong-Hyun Chung)

[정회원]



- 1992년 12월 ~ 현재 : 산업안전보건연구원 선임연구원

<관심분야>

안전성평가, 수의학, 독성학

홍 성 희(Sung-Hee Hong)

[정회원]



- 1999년 2월 : (주)휴먼바이오 발효연구팀 연구원
- 2000년 3월 : 군산대학교 화학공학과 (공학석사)
- 2003년 11월 : (주)HBI 개발팀 연구원
- 2004년 12월 : 페트&베트(주) 연구개발팀 연구원

<관심분야>
진단키트, 미생물발효, 면역학

김 동 섭(Dong-Seop Kim)

[정회원]



- 1999년 3월 : 충북대학교 생화학과 (공학석사)
- 2001년 1월 : (주)휴먼바이오 정제팀 연구원
- 2003년 11월 : (주)HBI 품질관리팀 연구원
- 2004년 12월~현재 : 페트&베트(주) 연구개발팀 연구원

<관심분야>
생화학, 면역학, 분자생물학

오 상 훈(Sang-Hoon Oh)

[정회원]

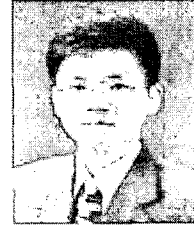


- 1996년 3월 : (주)LG생명과학 의약품사업부 연구원
- 2000년 3월 : (주)바이오포커스 연구원
- 2002년 1월 : (주)HBI 연구원
- 2004년 12월~현재 : 페트&베트(주) 연구개발팀 연구원

<관심분야>
분자생물학, 면역학, 생화학

전 희 진(Hee-jin Jeon)

[정회원]



- 1997년 3월 : 한남대학교 화학공학과 (공학석사)
- 2000년 4월 : (주)휴먼바이오 발효연구팀 팀장
- 2001년 11월 : (주)진투프로테인 부설생명공학연구소 연구실장
- 2005년 1월~현재 : 페트&베트(주) 연구개발팀 연구원

<관심분야>
진단키트, 미생물발효, 면역학