

*Pasteuria penetrans*의 땅콩뿌리혹선충(*Meloidogyne arenaria*)에 대한 온도와 pH별 부착 및 증식효과

박동식¹ · Yong-Zhe Zhu² · 조명래³ · 허장현¹ · 임춘근⁴

¹강원대학교 농업생명과학대학 원예자원생물환경학과 자원생물환경학과,

²(주)동부한농화학 농업기술연구소, ³농촌진흥청 고령지농업연구소,

⁴강원대학교 농업생명과학대학 생물자원공학부 응용생물학과

요약 : 본 연구는 *Pasteuria penetrans*의 대량 증식조건을 모색하기 위하여 다양한 온도(10, 30, 50, 70°C) 및 pH(4, 7, 10) 조건에서 처리한 *P. penetrans*의 땅콩뿌리혹선충(*Meloidogyne arenaria*)에 대한 부착효과와 위 조건에서 부착한 *P. penetrans*의 증식효과를 알아보았다. 부착 및 증식효과 실험결과 10~70°C 모든 온도 조건에서 96%이상, 모든 pH조건에서 80% 이상 뿌리혹선충에 대한 *P. penetrans*의 부착율을 보였으며, 상기 모든 온도 및 pH조건에서 부착한 *P. penetrans*가 토마토 뿌리에서 대량 증식되었으나, 부착 및 증식효과는 온도 및 pH에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과로부터 얻은 *P. penetrans*의 대량증식조건은 국내시설재배지에 피해를 주고 있는 뿌리혹선충의 생물학적 방제제 개발을 위한 기초자료가 될 것이라 사료된다. (2005년 6월 24일 접수, 2005년 9월 20일 수리)

색인어 : 생물학적 방제, 땅콩뿌리혹선충, *Pasteuria penetrans*.

서 론

식물에 기생하는 선충류 중 뿌리혹선충류(*Meloidogyne* spp.)는 기주식물의 뿌리에 침입하여 뿌리혹을 형성함으로써 기주식물에 필요한 수분과 양분 흡수를 저해하여 고사시키게 되며, 국내 시설재배지 토양의 경우 땅콩뿌리혹선충, 고구마뿌리혹선충, 당근뿌리혹선충, 자바뿌리혹선충, *M. cruciani*, 그리고 *M. hispanica* 등 6종이 서식하는 것으로 알려져 있다. 이들 중 고구마뿌리혹(*M. incognita*), 땅콩뿌리혹(*M. arenaria*), 당근뿌리혹(*M. hapla*)선충이 주요 우점 종으로, 이들의 발견 증가와 이로 인한 채소작물, 화훼작물 및 약용작물에 대한 피해가 급증하고 있는 추세이나 효과적인 선충방제법이 없는 실정이다(Cho *et al.*, 1997, 2000).

최근 뿌리혹선충의 생물적 방제인자로 많은 연구가 이루어지고 있는 *Pasteuria penetrans*는 내생포자(endospore)를 형성하는 선충 절대기생성 세균으로 일반적인 환경조건에서 10년 이상 생존하며, 뿌리혹선충에 부착하여 선충 내부로 침입 한 후 체강에서 영양분을 흡수하고, 대량의 내생포자로 분열되어 뿌리혹선충의 증

식을 지속적으로 억제하는 특성을 지니고 있다(Sayre and Starr, 1985; Chen and Dickson, 1997). *P. penetrans*를 이용한 뿌리혹선충의 효과적 방제를 위해서는 내생포자를 쉽게 대량증식 할 수 있는 체계개발이 필수적이거나 *P. penetrans*는 활물기생하는 특성을 가지고 있으므로 인공배지를 이용한 배양이 불가능한 것으로 알려져 있다(Chen *et al.*, 1996; Cho *et al.*, 2000; Yu *et al.*, 2003). 본 연구는 *P. penetrans*의 대량증식조건을 모색하기 위하여 실내에서 다양한 온도 및 pH 조건에서 처리한 *P. penetrans*의 땅콩뿌리혹선충(*Meloidogyne arenaria*)에 대한 부착효과와 상기 조건에서 부착한 *P. penetrans*의 증식효과를 포장에서 선충 기주식물을 이용하여 알아보았다.

재료 및 방법

*P. penetrans*와 땅콩뿌리혹선충(*Meloidogyne arenaria*)의 분리 및 유지

시험에 사용한 *P. penetrans*는 경상북도 성주지역의 시설재배지 내 참외(*Cucumis melo* L.) 뿌리혹으로부터 분리하였으며, 토마토 뿌리를 이용하여 Cytolase-sieving법으로 내생포자의 증식을 유도한 후 *P.*

*연락저자

*penetrans*를 추출하여 사용하였다(Oostendorp et al., 1990). 뿌리혹이 확인된 토마토 지상부를 제거하고 뿌리에 있는 이물질을 상수도로 세척하여 1~2 cm 길이로 자른 후 20% cytolase 용액에 48시간 침지하여 뿌리섬유질을 용해하였다. 이 용해액을 200 mesh sieve로 불투명한 유백색의 *P. penetrans*가 부착하여 증식된 뿌리혹선충 암컷을 수집하였으며, 이를 4°C의 냉장고에 보관하면서 시험에 사용하였다(Chen et al., 1996). 시험에 사용된 *P. penetrans*는 땅콩뿌리혹선충 표면에 부착시켜 토마토의 뿌리에 접종하여 강원대학교 농업생명과학대학 부속농장 온실에서 유지시켰다.

뿌리혹선충은 국내 우점종이며 증식이 용이한 땅콩뿌리혹선충(*Meloidogyne arenaria*)을 농촌진흥청 원예연구소로부터 분양받아 Hussey와 Barker (1973)의 방법에 준하여 증식하였다. 뿌리혹이 형성된 토마토의 지상부를 제거한 후 뿌리부분을 상수도로 세척하여 1~2 cm 길이로 잘라 밀폐용기에 넣어 0.5% sodium hypochlorite 용액에 침지한 후 1분 동안 충분히 흔들어 뿌리혹에 부착된 난낭을 용해시켰다. 이 용해액을 125 mesh sieve로 이물질을 제거한 후, 500 mesh sieve로 선충의 알을 분리하였다. 수집된 땅콩뿌리혹선충 알은 Baermann funnel법을 이용하여 상온에서 부화시켜 2령 유충(J2s)을 분리하였다(Cho et al., 2000). 시험에 사용된 땅콩뿌리혹선충은 강원대학교 농업생명과학대학 부속농장의 온실에서 유지시켰다.

뿌리혹선충의 기주식물

뿌리혹선충의 증식과 계대배양을 위하여 토마토를 기주식물로서 많이 이용하였다는 연구보고에 따라(Hanna et al., 1994; Ornat et al., 1997; Tzortzakakis et al., 1999), 본 실험에서는 선충에 감수성을 나타내는 서광품종의 토마토를 기주식물로 사용하였으며, 25°C 조건의 식물배양기(한국종합기기제작소, 한국)를 이용하여 육묘한 후, 온실에서 재배하였다.

실험용 상토

실험 온실토양의 선충오염과 외부의 선충 침입을 방지하기 위한 목적과 *P. penetrans*의 부착효과는 토양조건에 영향을 받으므로(Chen and Dickson, 1997), 기주식물인 토마토는 Cho 등 (2000)이 사용한 바로커®상토[(주)서울농자재]를 이용하여 재배하였다. 상토의 성분은 코코피트 65~70%, 피트모스 8~12%, 질석 10~14%, 제올라이트 3~5%, 그리고 수용성비료, 항균물질, 습윤제 외 기타물질로 구성되어 있었으며, 수분

함량은 40~60%이며, 보수력은 30~50%, 용적밀도는 0.15~0.25 mg m⁻³, EC(1:5, v/v)는 0.65±0.3 ds m⁻¹, 그리고 CEC는 35~55 cmol+ L⁻¹이었고, 유효인산은 200~350 mg L⁻¹, 암모니아질소는 <150 mg L⁻¹, 질산태 질소는 200~350 mg L⁻¹ 수준이었으며, pH(1:5, v/v)는 5.5~7.0 이었다.

*P. penetrans*의 땅콩뿌리혹선충에 대한 다양한 온도와 pH조건에서의 부착효과

P. penetrans 내생포자(3×10⁴ 수준)를 1.0 mL의 증류수에 희석하여 15 mL 튜브에 옮긴 후 10°C, 30°C, 50°C 및 70°C 온도조건의 수조에서 각각 60분간 방치하여 각 온도에 적응하는 시간을 부여하였다. 그 후 각각의 튜브에 땅콩뿌리혹선충 2령 유충(J2s)을 5×10² 마리 수준으로 첨가하여 28°C에서 진탕 배양기[(주)비전과학, 한국]로 12 시간 진탕(140 rpm)한 후, petri-dish(지름 5 cm)에 옮긴 다음 40배 해부현미경(SZ-ST, Olympus 사, 일본)을 이용하여 임의로 선정한 30마리의 땅콩뿌리혹선충에 대한 *P. penetrans*의 부착효과를 조사하였으며 6반복으로 수행하였다.

또한 상기와 동일한 방법으로 pH4, 7 그리고 pH10 조건에 따른 땅콩뿌리혹선충에 대한 *P. penetrans*의 부착효과를 조사하였다.

다양한 온도와 pH조건에서 부착한 *P. penetrans*의 증식 효과

다양한 온도 및 pH 조건에서 *P. penetrans*를 땅콩뿌리혹선충에 부착한 후 기주식물을 이용한 *P. penetrans*의 증식효과를 검정하였다. 상기 부착실험과 동일한 방법으로 각각의 온도별로 3×10³ 마리 수준의 땅콩뿌리혹선충 2령 유충(J2s)에 3×10⁵ 수준의 *P. penetrans* 내생포자를 부착시킨 다음 바로커® 상토가 충전된 직경 20 cm, 높이 17 cm의 포트에서 재배한 8 주령의 토마토 뿌리주변에 접종하여 *P. penetrans*의 증식효과를 알아보았다.

*P. penetrans*의 증식효과는 토마토뿌리에 내생포자가 부착된 땅콩뿌리혹선충을 접종한 7주 후 토마토를 수확하여 지상부를 제거하고 뿌리에 있는 이물질을 상수도로 세척한 다음 뿌리혹을 수거하였으며, 20% Cytolase 용액에 뿌리혹을 48시간 침지하여 암컷 뿌리혹선충으로부터 *P. penetrans*를 수집하였다. *P. penetrans*는 400배 현미경(KF2, Carl Zeiss 사, 독일) 하에서 hemocytometer (Marienfeld 사, 독일)를 이용하여 개체수를 확인하였다.

또한 상기와 동일한 방법으로 pH4, 7, 10 그리고 일반 토양의 pH인 5.8 조건에 따른 *P. penetrans* 내생 포자의 증식효과를 알아보았다.

결과 및 고찰

땅콩뿌리혹선충에 대한 다양한 온도와 pH조건에서 *P. penetrans*의 부착효과

다양한 온도조건에서 처리한 *P. penetrans*를 땅콩뿌리혹선충 2령 유충(J2s)에 대하여 부착시킨 결과, 10°C 처리구에서 96.7%, 30°C 처리구에서 98.9%, 50°C 처리구에서 96.7%, 그리고 70°C 처리구에서 96.7%의 부착률을 보여(표 1), 온도조건에 따른 부착효과 차이는 없는 것으로 나타났다. 이는 *P. penetrans* 내생포자가 다양한 온도범위에서 생존하여 선충에 부착할 수 있음을 보여주는 것이라 하겠다.

Table 1. Effect of pre-incubated temperatures on the attachment of *Pasteuria penetrans* (3×10^4 endospores) to *Meloidogyne arenaria* (5×10^2 , J2s)

Temperature (°C)	Attachment rate (%) ^{a)}
10	96.7 a
30	98.9 a
50	96.7 a
70	96.7 a

^{a)}Data are means of 6 replicates. Means within a column followed by the same letter are not different according to Duncan's test ($P < 0.05$)

다양한 pH 조건에서 땅콩뿌리혹선충 2령 유충(J2s)에 대한 *P. penetrans*의 부착효과실험에서는 pH4 처리구에서 86.7%, pH7 처리구에서 90.0%, 그리고 pH10 처리구에서 82.2%의 부착률로 pH4~10의 조건에서 모두 82%이상의 부착률을 보였다(표 2). 일반적으로 토양 중 뿌리혹선충에 대한 *P. penetrans*의 부착률은 pH가 낮아질수록 점차 낮아지며(Ahmed and Gowen, 1991; Chen and Dickson, 1998), 적합한 토양 pH는 4.8~8.5인 것으로 보고되어 있으나(Stirling, 1991), 본 실험에서는 pH7인 중성 조건에서도 부착률이 다른 처리구에 비하여 유의성 있게 높게 나타났다. 이는 *P. penetrans*가 다양한 자연조건하에서 적응하면서 나타난 변이에 의한 것이라 판단된다. 이상의 결과로부터 국내에서 분리된 *P. penetrans*가 다양한 온도 뿐만 아니라 산성이나 염기성 조건의 토양에서 모두 안전하게 생존하여

뿌리혹선충에 효과적으로 부착할 수 있음을 확인하였다.

Table 2. Effect of pre-incubated pHs on the attachment of *Pasteuria penetrans* (3×10^4 endospores) to *Meloidogyne arenaria* (5×10^2 , J2s)

pH	Attachment rate (%) ^{a)}
4	86.7 b
7	90.0 a
10	82.2 b

^{a)}Data are means of 6 replicates. Means within a column followed by the same letter are not different according to Duncan's test ($P < 0.05$)

다양한 온도와 pH조건에서 부착한 *P. penetrans*의 증식 효과

다양한 온도조건에서 처리한 *P. penetrans*를 뿌리혹선충에 부착시킨 후 토마토 뿌리주변에 접종하여 증식 실험을 수행한 결과, *P. penetrans*를 10°C에서 처리하여 증식한 경우 뿌리 당 5.5×10^7 내생포자의 증식효과를 나타내었으며, 30°C에서는 4.6×10^7 , 50°C에서는 6.1×10^7 , 70°C에서는 4.6×10^7 의 증식효과를 나타내었다(표 3). 이 중 50°C에서 처리한 후 뿌리혹선충에 *P. penetrans*를 부착시켜 내생포자를 증식한 처리구가 상대적으로 높게 나타났으나, 처리구간 유의성 있는 차이는 보이지 않았다. 이러한 결과는 실내에서의 부착효과실험 결과와 유사하게 온도조건에 따라 내생포자의 증식효과는 영향을 받지 않는 것으로 판단되었다. 그러나 *P. penetrans*가 22.5~30°C의 온도에서 암컷 뿌리혹선충의 체강 내에서 성숙되고 분열된다는 연구결과

Table 3. Effect of pre-incubated temperature on mass production of *Pasteuria penetrans* (3×10^5 endospores) attached to *Meloidogyne arenaria* (3×10^3 , J2s) within 8 weeks old tomato

Temperature (°C)	No. of endospores/root ^{a)}
10	5.5×10^7 a
30	4.6×10^7 a
50	6.1×10^7 a
70	4.6×10^7 a

^{a)}Data are means of 6 replicates. Number of endospores were counted 7 weeks after planting. Means within a column followed by the same letter are not different according to Duncan's test ($P < 0.05$)

(Stirling, 1991)를 고려한다면, 다양한 온도조건별 부착효과에 대한 파악뿐만 아니라 토양의 다양한 온도조건에 따른 국내 토착 미생물인 *P. penetrans*의 증식효과에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

다양한 pH 조건에서 *P. penetrans*를 처리하여 증식실험을 수행한 결과, pH4 실험구에서 뿌리 당 4.3×10^7 내생포자의 증식효과를 나타내었으며, pH5.8 실험구에서는 4.6×10^7 , pH7 실험구에서는 3.3×10^7 , 그리고 pH10 실험구에서는 3.4×10^7 내생포자의 증식효과를 나타내어 최고 150배 이상의 증식효과를 확인할 수 있었다(표 4). 그 중 일반 토양의 pH인 5.8 조건에서 처리한 처리구에서는 상대적으로 높은 내생포자 증식효과를 나타내었으나, 처리구간별로 유의성 있는 차이는 나타나지 않았다. 따라서 pH4~10의 범위에서 *P. penetrans*를 처리하여도 땅콩뿌리혹선충에 대한 부착효과에는 영향을 주지 않아, 내생포자의 증식효과가 유사하게 나타난 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 pH 중성인 조건에서의 부착효과가 다른 처리구에 비해 유의성 있게 높게 나타난 결과와 상반된 것으로, 이는 부착효과 실험에서 pH에 따른 유효 부착률은 유사하나 부착은 하였지만 선충체내로 침입하기 어려운 부위에 부착하여 증식을 못하는 무효한 부착이 이루어진 결과로 해석된다.

Table 4. Effect of pre-incubated pH on mass production of *Pasteuria penetrans* (3×10^5 endospores) attached to *Meloidogyne arenaria* (3×10^3 , J2s) within 8 weeks old tomato

pH	No. of endospores/root ^{a)}
4.0	4.3×10^7 a
5.8	4.6×10^7 a
7.0	3.3×10^7 a
10.0	3.4×10^7 a

^{a)}Data are means of 6 replicates. Number of endospores were counted 7 weeks after planting. Means within a column followed by the same letter are not different according to Duncan's test ($P < 0.05$)

*P. penetrans*는 분리지역과 온도조건에 따른 생활주기가 상이하게 나타나는 것으로 보고되고 있다. Hatz과 Dickson (1992)는 미국 Florida에서 분리한 *P. penetrans*가 30~35℃의 조건에서 가장 빨리 생활사를 완료하며, 단 기간 내에 증식한다는 사실을 밝혀냈으며, 일본에서 분리한 *P. penetrans*의 증식에 적합한 토양 온

도조건이 30℃임이 보고되었다(Nakasono *et al.*, 1993). 따라서 국내토착 *P. penetrans*의 증식에 적합한 온도의 구명은 앞으로 해결해야 할 주요 과제 중의 하나로 사료된다.

운동성의 특징을 갖는 *P. penetrans* 내생포자는 토양의 습도가 낮은 조건에서 뿌리혹선충에 대한 부착이 용이하지만, 이와 같은 조건에 장기간 노출되면 다시 뿌리혹선충의 표면에서 탈착하게 되는 것으로 알려져 있다(Chen and Dickson, 1998). 따라서 *P. penetrans*의 증식은 토성, 토양의 온도 뿐만 아니라 토양수분함량과 밀접한 관계가 있으며, 또한 기주식물이 뿌리혹선충에 감수성을 나타내어야 뿌리혹선충이 용이하게 뿌리에 침입하여 성공적으로 생활사를 완료할 수 있고, 뿌리혹선충에 부착한 *P. penetrans*가 선충 암컷의 체강 내에서 많은 양의 후대를 번식하게 된다. 따라서 *P. penetrans*의 증식은 토양의 조건뿐만 아니라 기주식물 선발이 내생포자의 증식여부에 관여하는 중요한 요소라 할 수 있겠다. 저항성품종을 이용하여 *P. penetrans*를 증식할 경우에는 *P. penetrans*가 부착된 뿌리혹선충이 쉽게 뿌리내부로 침입할 수 없거나, 침입을 하였다 하더라도 주위세포가 죽어버리거나 비닐화 되어 증식이 어렵다고 보고되었다(Huang, 1985; Oostendorp *et al.*, 1990; Stirling, 1991; Tzorzakakis and Gowen, 1994; Chen *et al.*, 1996). 따라서 국내 토착 미생물인 *P. penetrans*의 최적 증식법 확립을 위해서는 다양한 연구가 지속적으로 이루어져야 하나, *P. penetrans* 증식조건 확립에 대한 본 연구의 결과는 최근 국내 시설재배지에서 문제시 되고 있는 뿌리혹선충에 대한 생물학적 방제제 개발에 필요한 기초자료가 될 것이라 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-2003-037-F00002)

인용문헌

- Anmed, R. and S. R. Gowen (1991) Studies on the infection of *Meloidogyne spp.* with isolates of *Pasteuria penetrans*. *Nematologia Mediterranea* 19:229~233.
- Chen, Z. X. and D. W. Dickson (1997) A case study of nematode biocontrol using *Pasteuria penetrans*. *J.*

- Nematol. 29:573.
- Chen, Z. X. and D. W. Dickson (1998) Review of *Pasteuria penetrans*: Biology, Ecology, and Biological control potential. J. Nematol. 30:313-340.
- Chen, Z. X., D. W. Dickson, R. McSorley, D. J. Mitchell and T. E. Hewlett (1996) Suppression of *Meloidogyne arenaria* race 1 by soil application of endospores of *Pasteuria penetrans*. J. Nematol. 28:159-168.
- Cho, M. R., H. Y. Jeon, K. D. Ko, D. S. Kim, S. Y. Na and M. S. Yiem (1997) Screening of oriental melon rootstock cultures for resistance to *Meloidogyne incognita*. Korea RDA J. Crop Protec. 39:47-51.
- Cho, M. R., S. Y. Na and M. S. Yiem (2000) Biological control of *Meloidogyne arenaria* by *Pasteuria penetrans*. J. Asia-Pacific Entomol. 3(2):71-76.
- Hanna, H. Y., P. D. Colyer, T. L. Kirkpatrick, D. J. Romainem and P. R. Cernon (1994) Feasibility of improving cucumber yield without chemical control in soils susceptible to nematode buildup. Hortic. Sci. 29:1136-1138.
- Hatz, B. and D. W. Dickson (1992) Effect of temperature on attachment, development, and interactions of *Pasteuria penetrans* on *Meloidogyne arenaria*. J. Nematol. 24: 512-521.
- Huang, J. S. (1985) Mechanism of resistance to root-knot nematodes. pp. 165-174, In An advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol. 1, (ed. Sasser, J. N. and C. C. Carter), North Carolina State University, Graphics, USA.
- Hussey, R. S. and K. R. Barker (1973) A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne spp.*, including a new technique. Plant Dis. Rep. 57:1025-1028.
- Nakasono, K., J. T. T. Gaspard and Y. Tateishi (1993) Effects of soil temperatures on spore increase of *Pasteuria penetrans* parasitizing *Meloidogyne incognita* in vinyl house conditions. Japanese J. Nematol. 23:1-9.
- Oostendorp, M., D. W. Dickson and D. J. Mitchell (1990) Host range and ecology of isolates of *Pasteuria spp.* from the southeastern United States. J. Nematol. 22: 524-531.
- Ornat, C., S. Verdejo-Lucas and F. J. Sorribas (1997) Effect of previous crop on population densities of *Meloidogyne javanica* and yield of cucumber. Nematologica 27:85-90.
- Sayre, R. M. and M. P. Starr (1985) *Pasteuria penetrans*(ex Thorne 1940) nom. rev. comb. n., sp. n., a mycelial and endospore forming bacterium parasitic nematodes. Proc. Helminthological Soc. Washington 52:149-165.
- Stirling, G. R (1991) Biological control of plant parasitic nematodes. Progress, Problems and Prospects. CAB international, Wallingford, UK.
- Tzortzakakis, E. A. and S. R. Gowen (1994) The evaluation of *Pasteuria penetrans* alone and in combination with oxamyl, plant resistance and solarization for control of *Meloidogyne spp.* on vegetables grown in greenhouses of Crete. Crop Protec. 13: 455-462.
- Tzortzakakis, E. A., S. Verdejo-Lucas, C. Ornat, F. J. Sorribas and D. E. Goumas (1999) Effect of a previous resistant cultivar and *Pasteuria penetrans* on population densities of *Meloidogyne javanica* in greenhouse grown tomatoes in Crete, Greece. Crop Protec. 18:159-162.
- Yu, Y. M., M. R. Cho, Y. Z. Zhu, D. H. Park, J. H. Hur and C. K. Lim (2003) Suppression of *Meloidogyne incognita* in Lettuce and Oriental Melon by *Pasteuria penetrans* KW1. Plant Pathol. J. 19(3):177-180.

Effect of temperature and pH on the attachment of *Pasteuria penetrans* to *Meloidogyne arenaria* and the mass production

Dong-Sik Park, Yong-Zhe Zhu¹, Myoung Rae Cho², Jang-Hyun Hur and Chun-Keun Lim* (¹*Dongbu Hannong Chemicals, Yu Song, Science Town, Daejeon, 305-380, Republic of Korea;* ²*Rural Development Administration, National Institute of Highland Agriculture, Pyeongchang, 232-955, Republic of Korea;* *Division of Biological Environment, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Republic of Korea*)

Abstract : The cultivating agroproducts are damaged by the *Meloidogyne* spp. which are gradually increasing in farm land soil. No effective control method for *Meloidogyne* spp., however, is available. *Pasteuria penetrans* which is one of the microorganisms in soil is used for biological control of *Meloidogyne* spp. although the method of mass production is limited. This study was conducted to investigate attachment and mass production effect of *P. penetrans* to *M. arenaria* under different temperatures (10, 30, 50 and 70°C) and pH values (4, 7 and 10). Attachment rates under these temperature and pH were more than 96% and 80%, respectively. In mass production rates, the number of *P. penetrans* attached on *M. arenaria* under different temperatures and pH were highly increased in root of tomato but not significantly different. Therefore, we concluded that *P. penetrans* can survive and attach on *M. arenaria* under various conditions. This method for mass production of *P. penetrans* can be provided to develop environmentally-friendly nematicide.

Key Words : biological control, *Meloidogyne arenaria*, nematicide, *Pasteuria penetrans*.

*Corresponding author (Fax : +82-33-241-6640, E-mail : chunkeun@kangwon.ac.kr)