

종균의 주사에 의한 작잠번데기 동충하초 생산

이상몽 · 박남숙 · 이호웅 · 조세연* · 성수일** · 문재유*** · 김두호****

밀양 대학교, *농업과학기술원, **수원대학교, ***서울대학교, ****농촌진흥청 연구관리국

Production of Vegetable Wasp and Plant Worm by Injection of *Paecilomyces japonica* to Pupae in the Chinese Oak Silkworm, *Antheraea pernyi*.

Sang Mong Lee, Nam Suk Park, Ho Oung Lee, Sae Yun Cho*,
Su Il Seong**, Jae Yoo Moon*** and Doo Ho Kim****

Miryang National University

*National Institute of Agricultural Science & Technology

**The University of Suwon

***Seoul National University, ***Research Management Bureau, RDA.

ABSTRACT

Injection method of *Paecilomyces japonica* to *Antheraea pernyi* pupal body was investigated on feasibility for production of the corresponding vegetable wasp and plant worm. Infection rate of *P. japonica* to the pupae was 100%, and also fruiting body formation rate was 97%. The initial pupal body weight of 9.38 g before injection of *P. japonica* to the pupae was finally reduced to 7.87 g after two weeks *in vivo* culture. From these results, the injection method to pupal body will be useful for the production of *Antheraea* vegetable wasp and plant worm in future.

Key words : *Antheraea pernyi*, *Paecilomyces japonica*, vegetable wasp and plant worm, fruiting body formation

서 언

동충하초는 동충하초균이 곤충체내에 침입하여 충체를 기주로 하여 내생 균사핵을 형성한 후 충체의 피부를 뚫고 충체의 체표면에 자실체를 형성하거나 충체위에 포자과를 형성하는 곤충+자실체(이하 "자실체"로 약칭함) 그 자체를 말하는 것으로 처음에는 곤충기생균(Entomopathogenic fungi)의 일종인 *Cordyceps sinensis*에 의해 감염된 중국산 자실체를 지칭하였으나 현재는 곤충, 거미 및 일부 균류에 기생하여 발생한 자실체를 총칭하고 있다(李, 1996).

농업에 있어 해충방제를 위해 과다한 화학살충제를 사용함으로 인해 발생하는 여러 가지의 문제를 환경친화적으로 해결하기 위한 방안의 하나로 동충하초균을 이용한 해충방제 연구가 국내외 학자들에 의해 시

도되어졌다(Sung *et al.*, 1993; Choo *et al.*, 1994).

이와같이, 해충방제를 위한 생물농약으로서 개발가능성이 높았던 동충하초균은 최근 그 자실체 및 균사체에 항암성분등 유용 약리 성분이 함유되어 있는 것으로 밝혀지고 있으며 그 결과 누에를 이용한 누에 번데기 동충하초의 대량생산기술개발을 통한 동충하초의 산업화가 모색되고 있다. 그리하여 '98년 춘기부터 양잠농가는 대한잠사회로부터 해당 종균을 구입하여 누에 번데기 동충하초를 상당량 생산하였다. 그러나 신누에나방과에서는 자생 동충하초가 생성된다는 문헌적 근거는 있으나 아직 인공생산방법에 대한 연구는 극히 적은것으로 알려져 있다(淸水, 1997). 따라서 본 연구에서는 야생견사곤충의 일종이면서 산업화 가치가 비교적 큰 작잠을 이용해 작잠번데기 동충하초의 생산법에 대해 연구한 바 약간의 결과를 얻었기에 보고한다.

재료 및 방법

공시 곤충으로서는 농업과학기술원 잠사곤충부의 放飼포장에서 '98춘기에 생산된 작잠번데기를 사용하였으며 공시 동충하초균주는 *Paecilomyces japonica* 였다. 균주의 고체배지배양은 PDA배지에서 행하였으며 주사형태의 종균은 PD배지에서 배양한 액체종균으로 포자농도는 10⁸/ml개 였고 작잠번데기당 주사량은 0.5 ml이었다. 주사 직전의 작잠 번데기는 70% ethanol로 약 5분간 번데기의 몸체를 침지하여 체표면을 소독한 후 꺼내어 크린벤치에서 건조시켰다. 작잠번데기에 종균을 일정량 주사한 후 충체내에 내생균핵이 형성될 때까지(충체가 딱딱해지는 시기) 24°C, 90%R.H.에서 1주일간 보호 하였으며 그후 자실체 형성시까지 20°C, 95% R.H.에서 보호하였다.

결과 및 고찰

'98년 춘잡기에 상수리나무로 구성된 인공 작수림에 야의 放飼하여 수확한 번데기를 사용, 번데기 중기 이후에 10⁸/ml개의 *Paecilomyces japonica* 눈꽃 동충하초균액을 개체당 0.5 ml씩 번데기의 두부로부터 꼬리 쪽 방향으로 체내에 1회용 1 ml 주사기로 직접 주사하여 배양한 작잠 번데기 동충하초 생산 실험 결과는 표 1, 그림 1, 그림 2, 그림 3과 같다.

종균액을 작잠 번데기의 두부에 직접 주사한 후 번데기 몸체로부터 균사가 발생하여 자실체를 형성하기까지의 과정을 그림 1에 나타냈다. 번데기의 충체 내부가 균사해 덩어리로 가득차서 만지면 딱딱한 느낌을 줄 정도로 변한 것은 균액주사 후 약 7일정도 지났을 때이며, 그 이후 균사체가 번데기 피부를 뚫고 자실체를 생성할 때까지는 20°C에서 약 7일 정도 소요되었다. 즉 균액을 번데기에 주사한 후 자실체 길이가 3 cm이상 되어 작잠 동충하초로서 수확이 가능하기 까지는 약 2주가 소요되었다(그림 1). 자실체가 형성된 작잠 번데기 내부의 균사핵 형성정도를 알기 위해 번데기의 종단면과 횡단면을 관찰한 결과 피부 및 내부 각 조직의 경계막을 제외한 대부분의 조직 및 세포들은 균사로 가득차 있음이 확인되었다(그림 2).

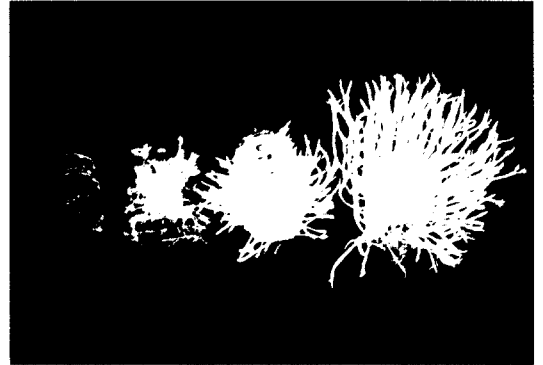


Fig. 1. Profile of fruiting body formation after Injection of *Paecilomyces japonica* to *Antheraea pernyi* pupae.

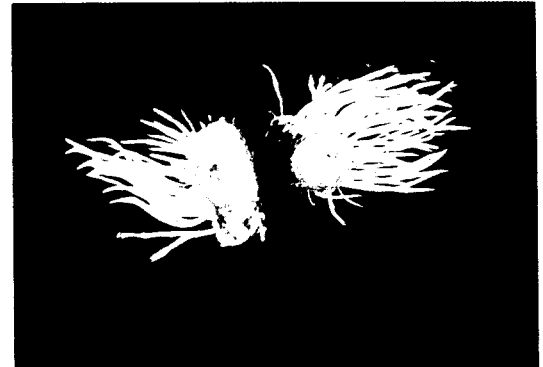


Fig. 2. Mycelial growth of *Paecilomyces japonica* in the tissues of *Antheraea pernyi* pupal body.

작잠번데기에 동충하초균을 주사하여 2주간의 생체 배양 후 작잠 번데기 동충하초를 수확한 결과 주사한 33개의 번데기 모두가 감염되어 감염율은 100%이었으며 자실체 형성율도 33개 번데기중 중·상위급 이상의 양호한 자실체 형성개체가 32개였으므로 약 97%였다(표 1). 번데기 무게는 종균주사전에 우.송 평균 9.38 g정도였으나 자실체 형성 후에는 7.87 g으로 약16%정도 체중감소 현상이 나타났다(표 1). 이와같은 체중감소 현상은 생체 배양중 내생균핵 생성과 자실체 형성에 따른 수분감소와 영양분 소모의 결과로 생각된다. 이상과 같이 작잠 번데기에 종균을 주사하

Table 1. Degree of fruiting body formation after Injection of *Paecilomyces japonica* to *Antheraea pernyi* pupae

No. of pupae injected	No. of pupae infected	Fruiting degree			Body weight of pupa producing fruiting body	
		High	Moderate	Low	Before injection	After <i>in vivo</i> culture
		pupae	pupae	pupae	(g)	(g)
33	33	30	2	1	9.38	7.87

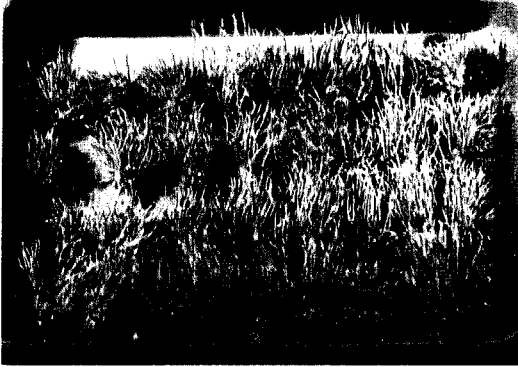


Fig. 3. Production of *Antheraea* vegetable wasp and plant worm by injection of *Paecilomyces japonica* to pupal body of *Antheraea pernyi*.

여 작잠번데기 동충하초를 생산하는 방법은 종균의 번데기감염율 100%로서 매우 좋은 결과를 보였다. 금후 이방법을 이용하면 작잠 번데기 동충하초의 안정 생산이라는 측면에서 실용화전망이 매우 밝을 것으로 판단된다. 작잠 동충하초 생산을 위해 현재 누에에서 실용화되고 있는 유충기 종균 접종과 같은 방법의 작잠유충에의 적용은 작잠이 야생이라는 점 때문에 거의 불가능할 것으로 보여진다.

아직까지는 작잠의 유충에 종균을 접종하여 동충하초를 생산하는 방법이 개발되어있지 않을 뿐 아니라 야생의 작잠에 누에의 경우와 비슷한 접종방식을 적용하는 것이 거의 불가능하며, 또 작잠의 개체간의 생육정도 차이도 심하여 유충기에 생력적으로 종균을 접종한다는 것은 상당히 어려울 것으로 생각된다. 작잠은 아직 사육 기술 체계가 완벽하게 확립되어 있지 않고, 사육기술도 농가에 보급되어있지 않지만 放飼에 의한 작잠사육은 획기적 사육 노력 절감이라는 점이 가장 큰 장점이다. 다만, 작잠 동충하초의 "약리성"이 먼저 밝혀져야 하리라 생각되나, 몇가지 약리성이 밝혀진 누에의 경우와 비슷하거나 작잠고유의 독특한 효능이 있을 가능성도 배제할 수 없다.

자연상태의 동충하초는 다종 다양한 곤충의 유충, 번데기, 성충 등 대부분의 발육단계에 침입하여 기주의 충체내에 내생균핵을 형성, 월동 후 이듬해 여름에 충체밖으로 자생체를 형성하거나 포자과를 형성하며 전세계적으로 100속 750여종이 분포하는 것으로 알려져 있으며(Evans, 1982; Samson *et al.*, 1989)국내에서도 약80여종 이상이 보고 되었다(Sung *et al.*, 1993; Sung *et al.*, 1995; 성, 1996). 또한 이들 중 수종의 자실체로부터 항암작용이 있는 다당류의 연구가 진행되었으며(Cunningham *et al.*, 1950; Ohmori *et al.*,

1988) 최근 농촌진흥청의 연구에서도 *P.japonica* 누에 동충하초가 항피로 효과등이 뛰어난 것으로 알려지고 있다.

작잠 번데기 동충하초도 누에 동충하초와 비슷한 약리성 또는 우수한 성분이 있을 것으로 판단되므로 이에 대한 연구가 활발히 진행되어야 할 것으로 판단된다. 특히, 사육노력이 획기적으로 절감되는 작잠放飼을 이용고 종균 감염율이 매우 높은 본 연구의 작잠번데기를 동충하초 생산기술을 적용 작잠동충하초를 대량생산하여, 약리성 등을 명확히 밝힌다면 장차 건강식품으로 또는 약재로서 실용화 가능성이 매우 클것으로 생각된다도 있게 할 필요성이 있는 것으로 판단된다.

적 요

'98 춘기에 인공적으로 조성한 상수리나무 사료 포장에 직접 야의 放飼하여 생산한 작잠(*Antheraea pernyi*)번데기의 충체에 균액을 직접 주사하는 방법으로 *Paecilomyces japonica* 작잠번데기 동충하초 생산 가능성을 실험한 결과, 종균액이 주사된 번데기의 감염율은 100%이었고 중,상급 이상의 자실체 형성율은 97%에 달했다. 이와 같이 생산된 작잠번데기 동충하초의 개체당 무게는 종균주사시 9.38 g이었으나 2주간의 생체번데기 배양후 7.87 g으로 감소하였다. 이상의 결과에서, 작잠동충하초 생산을 위해서는 균액의 번데기 주사방법이 매우 안정된 방법임이 확인되었다.

사 사

본 연구를 함에 있어서 조언을 하여 주신 강원대학교 성재모 교수께 감사드리며, 작잠 번데기 분양에 협조하여 주신 농업과학기술원 잠사곤충부 김계명박사, 김중채실장, 김정배선생 및 관계자 여러분들께 심심한 감사를 드립니다.

인용문헌

- Choo, H.Y., S.M. Lee and J. Huh(1994) Development of biological insecticide with entomopathogenic *Fungus Beauveria*. RDA. *J. Agri. Sci.(Agri. Inst. Cooperation)* 36: 119-129.
- Cunningham, K.G., W. Manson, F.S. Spring and S.A. Hutchinson(1950) Cordycepin, a metabolic product from cultures of *Cordyceps militaris* (Linn). *Link Nature* 166: 949.

- Cunningham, K.G., W. Manson, F.S. Spring and S.A. Hutchinson(1950) Cordycepin, a metabolic product from cultures of *Cordyceps militaris* (Linn). Part I. Isolation and Characterization. *J. Chem. Soc.* 2299-2300.
- Evans, H.C.(1982) Entomogenous Fungi in tropical forest ecosystem: an appraisal. *Ecological Entomology*. 7: 47-60.
- Ohmor, J.(1988) Component analysis of protein-bound poly saccharide(SN-C) from *Cordyceps ophioglossoides* and its effects on syngeneic murine tumors. *Chem. Pharm. Bull.* 36(11): 4505-4511.
- 李賢卿(1996) 한국산 동충하초 분포와 분류 및 배양적 특성에 관한 연구, 강원대 농학 석사 학위 논문.
- Samson, R.A., E.S., Von Reenen-Hoekstra and H.C. Evans(1989) New species of *Torrudiella*(Ascomycotina : clavicipitales) on insects from Ghana. *Studies in Mycology*. 30: 123-132.
- Shimizu, D.(1997) 冬蟲夏草圖鑑. 家の光協會.
- Sung, J.M.(1996) 한국의 동충하초도감. 교학사.
- Sung, J.M., C.H. Kim, H.K. Lee and Y.S. Kim(1993) Studies on distribution and utilization of *Cordyceps militaris* and *C. nutans*. *Kor. J. Mycol.* 21(2): 94-105.
- Sung, J.M., H.K. Lee and K.J. Yang(1995) Classification of *Cordyceps* spp. by morphological characteristics and protein banding pattern. *Kor. J. Mycol.* 23(1): 92-104.