

누에분말을 이용한 곤충기생균의 최적생장배지 개발

남성희 · 정이연 · 지상덕 · 조세연
농촌진흥청 농업과학기술원 잠사곤충부

The Medium Development for Entomopathogenic Fungi by Using Silkworm Powder

Sung-Hee Nam, I-Yeon Jung, Sang-Duk Ji and Sae-Yun Cho
Department of Sericulture and Entomology, NIAST, RDA, Suwon 441-400, Korea.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the optimal medium and optimal dextrose concentration of 12 entomopathogenic fungi. The colonies of *Cordyceps gracilioides*, *C. sp.*(J23), *Paecilomyces farinosus*(J5), *P. tenuipes*, *Paecilomyces sp.*(J4), *Beauveria bassiana* and *B. brongniartii* on SLA(silkworm larva agar) medium are similar to those on PDA(Potato dextrose agar) medium. On the contrary, the colonies of 5 fungi are very various according to its medium. The optimal medium for 11 fungi was SLA-A medium, which was better than PDA medium with regard to the mycelial growth. The optimal concentration on mycelial growth was superior to 6% for 6 fungi. When silkworm larvae was injected with *P. tenuipes* on SLA medium for fruiting body production. Infection rate, fruiting body formation rate, synnemata number and synnemata length were $91.3 \pm 1.5\%$, $88.6 \pm 2.3\%$, 56.6 ± 3.2 and 33.4 ± 2.8 mm, respectively. In economical analysis, the prototype medium can reduce 61.9% of production cost per 1 liter compared with PDA medium.

Key words : Entomopathogenic fungi, *Paecilomyces tenuipes*, Silkworm powder, Medium, PDA, SLA

서 론

동충하초균 생육에 요구되는 영양물질에는 에너지원으로서 유기태 탄소, 단백질이나 비타민의 합성을 위한 질소원, 수 중의 무기물 및 특수한 분화단계 증식을 위한 특정 영양성분 등이 있는데(Deacon, 1997), 균 생장에 필요한 모든 영양성분을 함유한 물질을 배지라 한다.

배지는 균사생장 및 자실체 형성에 중요한 요인으로 작용하며 그 종류는 균종 및 용도에 따라 수십 종의 배지가 알려져 있으나, 동충하초 균에 적합한 배지는 많은 연구에도 불구하고 아직까지 개발되어 있지 않다. 따라서 현재까지는 식물진균용 배지인 PD(Potato dextrose) 한천배지, Sabouraud's maltose 한천배지 및 Malt extract 한천배지를 사용하여왔다(Evans, 1982). 특히 눈꽃동충하초균 배양시 사용되는 PD 한천배지는(최 등, 1999a; 윤 등, 1998), 균 생장이 14일간 32 mm로 생장이 늦을 뿐 아니라(남 등, 1999) 계대에 따른 균의 병원력 감소 및 균 변이(최 등, 1999b) 등 많은 문제점이 야기되었으며, 고가의 수입

품이므로 동충하초를 포함한 곤충기생균 생장에 적합한 적정배지 개발이 시급히 요구되고 있다.

최근에는 진균류의 성장기에 활발히 요구되는 유기질소원으로써 동물성 단백을 사용한 배지가 개발되었는데, 이는 단백질이 진균류의 단백질 분해효소들에 의해 쉽게 세포 내로 들어가 균 생장에 용이하게 이용되기 때문이다(김 등, 1985).

그 중 Sabouraud와 YM 한천배지에 함유된 Peptone은 1%의 첨가량이나 단백질 함량이 98%에 달하는 우수한 단일질소원이며, Trichophyton 속균용 배지류는 기생성 진균류에 의해 쉽게 분해되어 이용되는 Casein 단백을 함유한다(Cappuccino, 1992). 또한 이러한 배지상에서 균생장 양상은 단백질 함량에 따라 집락의 크기와 모양이 변화된다는 보고가 있다(Norris & Ribbons, 1970).

본 시험에서는 고단백질원으로서 이용가치가 있는 누에분말로부터 곤충기생균의 적정배지를 선별함으로써 기존 배지의 사용상 문제점을 보완하고 균 생장이 우수하면서도 저가생산이 가능한 최적배지를 개발하였다.

재료 및 방법

1. 균주 및 배지조제

본 실험에 사용한 균주는 농업과학기술원 잠사곤충부에서 야외 채집하였으며, *Cordyceps* 4종, *Gibellula* 1종, *Paecilomyces* 5종 및 *Beauveria* 2종으로 총 12 균주를 Potato dextrose agar(PDA) 배지에서 순수분리하여(남 등, 1999) 24±1°C 항온기에서 정처배양 후 시험에 사용하였다. 배지는 유충 경과 5령 3, 5, 7일째 건조누에 100 g을 취하여 분쇄기에서 2분간 3회 마쇄한 후 채로 여과하여 분말을 얻었다. 회수된 누에분말 24 g을 증류수 1 l에 넣은 다음 121°C에서 15분간 멸균한 용액을 4점의 가제에 1차 여과 후 100, 75 µm 크기의 채로 재차 여과하였다. 누에분말 용액에서 배지 1 l당 15 g의 한천을 첨가하고 재 멸균 후 페트리디쉬에 각 25 ml씩 분주하여 SLA(누에유충배지)를 고형화하였으며, 배지 조제시 유충 경과 5령 3, 5, 7일째의 시기별로 각각 SLA-A, SLA-B, SLA-C 배지로 명명하고 PDA 배지를 대조로 사용하였다.

2. 배지선발 및 탄소원 적정농도

12 균주를 PDA 및 3유형의 SLA(SLA-A, SLA-B, SLA-C) 배지에 직경 3 mm 크기로 각각 접종하여 24±1°C 항온기에서 14일간 배양한 후 PDA 및 SLA-A 배지 상의 균 배양형태 및 SLA 배지 상의 성장량을 조사하였다. 또한 영양원 시험을 위해 *C. gracilioides*, *C. pruinosa*(J9), *Cordyceps* sp.(J23), *P. farinosus*(J5), *P. tenuipes*, *Paecilomyces* sp.(J3) 등 6종의 균주를 이용하여 SLA-A 배지에 Dextrose를 1, 3, 6, 9% 농도로 첨가하여 고형화하고, 균 접종 후 농도별 성장량을 측정하였다. 또한 본 시험 결과는 SAS 패키지(1985)를 이용하여 분산분석 후 처리별 비교를 위해 다중검정을 실시하였다.

3. 선발배지 배양균의 누에접종

Dextrose가 첨가된 SLA배지 상에서 배양된 *P. tenuipes* 균주를 직경 3 mm로 자른 후 현미배지(현미 300 g, Distilled water 1 l)에 접종하여 포자 배양법에 준하여(남 등, 00), 생산된 포자를 0.01%의 Tween 20을 첨가하여 1.0×10⁸ conidia/ml 농도로 조절한 후 5령 기잠에 경피접종하고 감

Table 1. Cultural characteristics of 12 entomopathogenic fungi on the agar medium

Fungus	Medium	Colonies on agar plates		
		Forms	Elevation	Margins
<i>Cordyceps gracilioides</i>	PDA ⁽¹⁾	Circular	Raised	Undulate
	SLA-A ⁽²⁾	Circular	Raised	Undulate
<i>Cordyceps militaris</i>	PDA	Circular	Convex	Entire
	SLA-A	Circular	Raised	Filamentous
<i>Cordyceps pruinosa</i> (J9)	PDA	Circular	Convex	Entire
	SLA-A	Irregular	Umbonate	Undulate
<i>Cordyceps</i> sp.(J23)	PDA	Circular	Umbonate	Entire
	SLA-A	Circular	Umbonate	Entire
<i>Gibellula</i> sp.(J7)	PDA	Circular	Convex	Entire
	SLA-A	Circular	Raised	Entire
<i>Paecilomyces farinosus</i> (J5)	PDA	Irregular	Umbonate	Undulate
	SLA-A	Irregular	Umbonate	Undulate
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	PDA	Circular	Raised	Entire
	SLA-A	Circular	Raised	Entire
<i>Paecilomyces sinclairii</i>	PDA	Irregular	Raised	Undulate
	SLA-A	Irregular	Convex	Undulate
<i>Paecilomyces</i> sp.(J3)	PDA	Circular	Raised	Entire
	SLA-A	Irregular	Convex	Undulate
<i>Paecilomyces</i> sp.(J4)	PDA	Circular	Raised	Entire
	SLA-A	Circular	Raised	Entire
<i>Beauveria bassiana</i>	PDA	Irregular	Raised	Undulate
	SLA-A	Irregular	Raised	Undulate
<i>Beauveria brongniartii</i>	PDA	Irregular	Raised	Undulate
	SLA-A	Irregular	Raised	Undulate

(1), Potato dextrose agar; (2), Silkworm larva agar the powder of 5th instar 3rd day.

염율 및 생산된 자실체 특성을 관찰하였다.

결과 및 고찰

1. 배양형태 및 성장량

12 균주에 대해 SLA-A배지 상에서의 배양형태를 관찰한 결과, *C. gracilioides*, *Cordyceps* sp.(J23), *P. farinosus* (J5), *P. tenuipes*, *Paecilomyces* sp.(J4), *B. bassiana* 및 *B. brongniartii* 등 총 7 균주에서 현상, 용기, 주변이 대조와 각기 일치하였다. 반면 *C. militaris*, *Gibellula* sp.(J7), *P. sinclairii*는 SLA배지 상에서 배양 형태가 현상 및 주변은 대조와 유사하였으나 용기상은 배지에 따라 상이하게 형성되었으며, 특히 *C. pruinosa*(J9) 및 *Paecilomyces* sp.(J3)의 균주는 현상, 용기, 주변의 모든 형태가 대조와 매우 다른 양상을 나타내었다(Table 1). 따라서 사면배지 상에서 균 배양형태는 균종 및 배지에 따라 동일하거나 다양하게 형성될 수 있으며, 이러한 특징은 균 분류를 용이하게 하고 동정을 위한 중요한 기준이 될 수 있을 것이다.

한편 균주별 배지에 따른 성장율을 측정된 결과 3 유형의 배지(SLA-A, B, C) 모두 대조와 비교해 *C. militaris*를 제외한 11 균주에서 대부분의 균 생장이 양호하였으며, 그 중 SLA-A배지는 10 균주에서 생장이 우수하였는데, 특히 *P. tenuipes*는 최고 61.8±1.25 mm로 대조에 비해 2배 이상의 성장율을 나타내었다(Fig. 1). 반면 *C. militaris*는 기존배지와 비교해 SLA배지에서 성장율이 78.6%로 낮았으며, *Cordyceps* sp.(J23)은 SLA의 C 유형배지 상에서 58.6±1.68 mm로 최고 성장률을 보였으며, SLA-A 배지에서는 55.6±0.78 mm로 나타났(Table 2). 상기의 배지 및

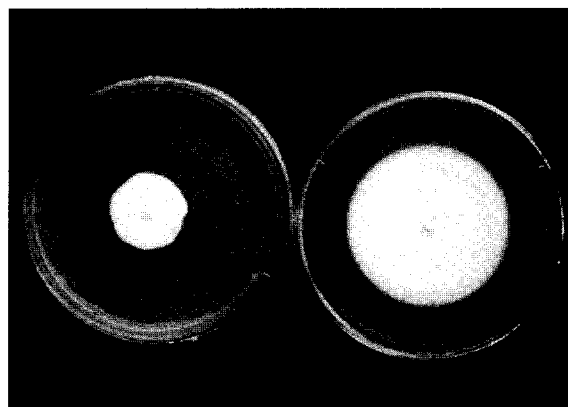


Fig. 1. Cultural characteristics of *Paecilomyces tenuipes* on the agar plates(Left, PDA; Right, SLA).

누에유충 시기별 시험은 던컨의 다중검정 결과 그 유의차가 인정되었다.

본 최적배지 선발시험에서 *Cordyceps* sp.(J23) 균종은 SLA-C배지에서 최대 성장율을 나타내었으며 SLA-A배지에서도 생장이 양호할 뿐 아니라 *C. gracilioides* 등 10 균종에서도 SLA-A배지에서 최고 성장율을 나타냄에 따라 이용 측면상 경제성을 고려할 때 차선택으로 SLA-A 배지를 이용하는 것이 더욱 효율적이라 생각된다.

따라서 본 시험에서 *C. gracilioides*를 포함한 11 균주의 최적배지로써 SLA-A배지를 선발하였고, *C. militaris*는 기존배지를 이용하는 것이 적절하다고 생각된다.

2. 영양원 및 최적농도 구명

균류는 매우 많은 유기화합물을 영양원으로 이용할 수

Table 2. Comparisons of the mycelial growth of 12 entomopathogenic fungi on various media

Fungus	Medium	PDA ⁽¹⁾	SLA ⁽²⁾		
			A ⁽³⁾	B ⁽⁴⁾	C ⁽⁵⁾
<i>Cordyceps gracilioides</i>		31.0 ± 1.62 ^{(6)*c}	50.6 ± 1.05 ^a	43.8 ± 1.76 ^b	49.2 ± 0.80 ^a
<i>Cordyceps militaris</i>		60.5 ± 1.04 ^a	47.6 ± 0.78 ^b	45.9 ± 1.51 ^b	47.1 ± 0.90 ^b
<i>Cordyceps pruinosa</i> (J9)		35.4 ± 1.55 ^b	42.6 ± 1.65 ^a	41.4 ± 1.41 ^a	40.2 ± 1.10 ^a
<i>Cordyceps</i> sp.(J23)		35.8 ± 0.87 ^d	55.6 ± 0.78 ^b	47.8 ± 0.85 ^c	58.6 ± 1.68 ^a
<i>Gibellula</i> sp.(J7)		40.4 ± 1.57 ^c	50.0 ± 1.77 ^a	45.2 ± 0.56 ^b	50.2 ± 1.25 ^a
<i>Paecilomyces farinosus</i> (J5)		45.9 ± 0.98 ^b	54.5 ± 1.21 ^a	47.2 ± 1.27 ^b	53.6 ± 0.90 ^a
<i>Paecilomyces tenuipes</i>		30.1 ± 1.00 ^c	61.8 ± 1.25 ^a	53.8 ± 0.87 ^b	52.8 ± 1.45 ^b
<i>Paecilomyces sinclairii</i>		35.6 ± 0.96 ^c	69.8 ± 0.69 ^a	57.2 ± 1.73 ^b	70.2 ± 1.31 ^a
<i>Paecilomyces</i> sp.(J3)		39.8 ± 1.51 ^d	64.3 ± 1.05 ^a	51.3 ± 1.06 ^b	45.2 ± 1.05 ^c
<i>Paecilomyces</i> sp.(J4)		43.4 ± 0.53 ^d	69.4 ± 1.16 ^a	64.4 ± 1.30 ^b	57.8 ± 0.78 ^c
<i>Beauveria bassiana</i>		52.0 ± 1.00 ^b	70.5 ± 1.20 ^a	70.0 ± 2.06 ^a	71.0 ± 1.00 ^a
<i>Beauveria brongniartii</i>		47.0 ± 1.50 ^c	58.0 ± 1.05 ^a	53.1 ± 1.64 ^b	52.1 ± 1.32 ^b

(1), Potato dextrose agar; (2), Silkworm larva agar; (3), The powder of 5th instar 3rd day; (4), The powder of the 5th instar 5th day; (5), The powder of 5th instar 7th day; (6), mm. All values are meanstandard deviation.

*, Means with the same letter do not differ significantly at the 5% level based on Duncan's Multiple Range Test.

있지만 모든 균류가 전체 유기화합물을 필요로 하는 것은 아니며, 유기화합물 중 포도당이나 단당류 및 이당류를 쉽게 이용한다(김 등, 1999). 따라서 상기에서 선발된 SLA-A배지의 성장율을 증가시키기 위해 배양 및 재배가 비교적 용이해 활용도가 높은 *C. gracilioides* 등 6 균주를 대상으로 하여, SLA-A배지에 대조와 비교해 결여된 탄소원 Dextrose를 농도별로 첨가하고 배지를 조제하였으며, 균접종 후 그 최적농도를 조사하였다.

결과 Dextrose 첨가시는 무처리에 비해 생장이 양호한데 그 중 *C. pruinosa*(J9), *P. farinosus*(J5) 및 *P. tenuipes*는 1% 첨가시 대조와 차이를 보이지 않다가, 6% 첨가시 47.2 ± 1.70 , 70.1 ± 0.75 , 72.0 ± 0.87 mm로 높은 성장율을 나타내었으며, *C. gracilioides*는 1, 3% 첨가시 다소 완만한 성장율을 나타내다가 6% 첨가시 57.6 ± 0.53 mm로 최고 성장율을 나타내었으며 그 외 *Cordyceps* sp.(J23), *Paecilomyces* sp.(J3) 균주에서도 6% 처리구에서 가장 높은 성장율을 나타내었다. 한편 본 시험에 사용한 6 균주는 9% 첨가시 모든 균주에서 성장율이 다소 감소하는 경향치를 나타내었다(Table 3). 따라서 진균생장에 요구되는 영양원의 적정농도는 균종에 따라 다소 차이가 있을 것으로 알려져 있으나, 6 균주의 최적농도는 6%로 동일하였으며 최적농도 이상을 첨가하였을 때에는 성장율이 감소되는 것을 알 수 있었다. 따라서 균생장에 필요한 영양원을 적정농도로 첨가해 주었을 때 목적으로 하는 균의 인공배양을 극대화할 수 있을 것으로 생각된다.

3. 누에감염력 및 자실체 재배

선발된 배지를 이용하여 균을 배양하고, 누에에 경피접종 후 눈꽃동충하초 재배형태를 조사한 결과 누에에 대

한 감염율은 대조가 $87.7 \pm 1.5\%$ 인 것에 비해 SLA배지 배양균은 $91.3 \pm 1.5\%$ 로 다소 높았으며, 감염증상도 육안상 매우 균일하였다. 또한 감염잠에서 유발된 자실체 형성율은 대조가 $82.0 \pm 1.0\%$ 인 것에 비해 SLA 처리구에서는 $88.6 \pm 2.3\%$ 로 높게 나타났으며, 자실체의 분생자경수, 분생자경의 길이는 각각 56.6 ± 3.2 개, 33.4 ± 2.8 mm로 대조가 55.3 ± 3.0 개, 29.2 ± 2.0 mm인 것에 비해 모두 우수하였다(Table 4). 본 시험에서 대조배지에 비해 SLA배지에서 감염율, 자실체 형태 및 분생자경 등의 형성이 우수한 것은 SLA배지가 *P. tenuipes* 균 성장을 위해 매우 안정적이며 적합하다는 것을 의미한다. 즉 SLA배지가 누에유충을 분말화하여 조제하므로 기존의 식물성 원료를 이용한 PDA배지에 비해, 곤충기생균이 필요로 하는 영양 요구량에 더욱 부합하고, 영양이 충족됨에 따라 병원력 유지가 더 용이하게 작용한 것으로 판단된다.

4. 개발된 SLA배지의 경제성 분석

본 시험에서 개발된 배지의 경제성 분석 결과 관행의

Table 5. Economical analysis of SLA-A medium by partial budgeting method

Items	Medium (Per 1 l)	
	Conventional PD	Prototype SLA-A
Medium power	5,136	1,252
Nutrition source	-	9
Agar	1,125	1,125
Total cost	6,261	2,386
Index	100	38.1

Unit, Won(Exe. V. A. T); Note, Report on the Production Cost Survey of Agricultural Products, 1999.

Table 3. Effect of dextrose concentration on the mycelial growth of 6 species of *Cordyceps* spp. and their imperfect fungi

Fungus	Control	Concentration			
		1	3	6	9
<i>Cordyceps gracilioides</i>	$50.6 \pm 0.56^*$	53.0 ± 0.53^b	53.0 ± 0.85^b	57.6 ± 0.53^a	54.1 ± 1.32^b
<i>Cordyceps pruinosa</i> (J9)	42.6 ± 0.66^b	42.7 ± 0.21^b	48.8 ± 1.10^a	47.2 ± 1.70^a	42.0 ± 1.44^b
<i>Cordyceps</i> sp.(J23)	55.6 ± 1.10^d	57.6 ± 0.86^c	60.4 ± 1.18^b	64.8 ± 1.21^a	61.2 ± 0.95^b
<i>Paecilomyces farinosus</i> (J5)	64.8 ± 0.31^c	63.8 ± 0.49^c	63.7 ± 0.95^c	70.1 ± 0.75^a	68.5 ± 0.89^b
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	61.8 ± 0.56^c	62.0 ± 0.66^c	63.5 ± 0.74^b	72.0 ± 0.87^a	65.0 ± 1.17^b
<i>Paecilomyces</i> sp.(J3)	64.3 ± 0.76^b	62.1 ± 0.20^c	62.0 ± 0.70^c	67.4 ± 1.59^a	57.0 ± 1.00^c

Unit: mm, All values are meanstandard deviation

*, Means with the same letter do not differ significantly at the 5% level based on Duncan's Multiple Range Test.

Table 4. Effect of PDA and SLA-A media on the fruiting body of *Paecilomyces tenuipes*

Medium	Infection rate(%)	Fruiting body formation rate(%)	Synnemata number(no.)	Synnemata length(mm)
PDA	87.7 ± 1.5	82.0 ± 1.0	55.3 ± 3.0	29.2 ± 2.0
SLA-A	91.3 ± 1.5	88.6 ± 2.3	56.6 ± 3.2	33.4 ± 2.8

Unit: mm, All values are meanstandard deviation

PDA 배지를 1 l 생산하기 위해서는 PD 분말 5,136원, 한천 1,125원으로 총 6,261원이 소요되는 반면 SLA-A배지는 누에분말 1,252원, Dextrose 9원 및 한천 1,125원으로 총 2,386원이 소요되어 SLA-A배지로 대체시 61.9%의 절감효과를 나타내었다(Table 5).

따라서 본 선발배지는 국내생산 누에분말을 원재로 하여 저가생산이 가능할 뿐 아니라 균 병원력을 유지하고, 성장률을 향상시킴으로써 곤충기생균 최적배지로 이용가치가 충분히 있을 것으로 예상된다.

적 요

현재까지 곤충기생균 고유배지가 개발되어 있지 않아 식물기생균 배지를 대체 이용해 음에 따라, 본 시험에서는 고단백질원으로써 이용가치가 있는 누에분말을 이용하여 곤충기생균 최적배지를 개발코자 하였다.

그 결과 사면배지상에서 균 배양시 12종의 배양형태는 현상, 용기, 주변형태가 균종 및 배지에 따라 배양 상이 동일 혹은 다양하게 형성되었다. 균주별 성장율은 12 균주 중 *C. militaris*를 제외한 11 균주가 SLA배지에서 PDA에 비해 대부분의 균생장이 양호하였으나 *C. militaris*는 기존배지와 비교해 성장률이 78.6%로 감소하였다.

Dextrose 첨가시 최적 농도는 *C. gracilioides* 등 6 균주에서 6% 처리시 가장 높은 성장률을 나타내었다. 본 시험결과 선발된 배지로부터 배양균을 누에접종 후 재배 시험한 결과 감염율, 자실체 형성율, 분생자경수 및 분생자경의 길이는 $91.3 \pm 1.5\%$, $88.6 \pm 2.3\%$, 56.6 ± 3.2 개, 33.4 ± 2.8 mm로 대조에 비해 모두 높게 나타났다.

본 시험에서 개발된 Dextrose를 첨가한 SLA-A배지의

경제성 분석결과 1 l 생산시 기존배지가 6,261원이 소요되는 것에 비해 총 2,386원으로 생산이 가능해 본 배지로 대체시 61.9%의 절감효과를 나타내었다.

인용문헌

- Cappuccino, J. G. (1992) Microbiology a laboratory manual. Benjamin Cummings, Inc. pp 453-456.
- 최인영 · 최정식 · 이왕휴(1999a) *Paecilomyces japonica* 인공자실체 형성, Kor. J. Mycol. 27(2) : 87-93.
- 최인영 · 최정식 · 이왕휴 · 유영진 · 정기태 · 주인옥 · 최영근(1999b) *Cordyceps militaris* 인공자실체 형성조건, Kor. J. Mycol. 27(4) : 243-248.
- Deacon, J. W. (1997) Modern mycology, Blackwell Science, Inc. pp 93-94.
- Evans, H. C. (1982) *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (FORMICIDAE) in tropical forest ecosystems 1. The Cephalotes (Myrmicinae) complex. Trans. Br. Mycol. Soc. 79(3) : 431-453.
- 김태중 · 이형환 · 장영수 · 이장수 · 이택주(1985) 누에번데기를 사용한 진균배지에 관한 연구, Kor. J. vet. Publ. Health. 9(1) : 33-40.
- 김규중 등(1999) 균학개론, 월드사이언스. pp 95-97.
- 남성희 · 정이연 · 지상덕 · 조세연(1999) 눈꽃동충하초의 형태 및 배양조건, Kor. J. Seric. Sci. 41(1) : 36-40.
- 남성희 · 윤철식 · 김근영 · 조세연 · 한명세(2000) 국내 미기록 누에 적강균(*Paecilomyces fumosoroseus*)에 관한 보고. Kor. J. Seric. Sci. 42(1) : 28-30.
- Norris, J. R. and Ribbons, D. W. (1970) Methods in microbiology Vol 3A. Academic Press. New York and London.
- 농촌진흥청(1999) 농축산물 소득자료집, pp 88.
- 윤철식 · 윤태유 · 이진형 · 유재기(1998) 복숭아 흑진딧물에서 발견된 국내 미기록 곤충병원성 사상균 *Zoophthora radicans*에 관한 보고, Kor. J. Mycol. 26(3) : 300-302.