

풍뎅이동충하초(*Cordyceps scarabaeicola*)의 균사 성장 조건 규명

이재근 · 최영삼 · 성재모*

강원대학교 자원생물환경학부

Investigation on Cultural Characteristics of Mycelial Growth by *Cordyceps scarabaeicola*

Jae-Keun Lee, Young-Sang Choi and Jae-Mo Sung*

Department of Environmental Biology, Kangwon National University, Chunchun 200-701, Korea

ABSTRACT: The optimal synthetic medium, temperature and pH range for the mycelial growth of *Cordyceps scarabaeicola* were PDA, 25°C, and pH 8.0-8.5, respectively. The effects of carbon sources, nitrogen sources and mineral salts on mycelial growth were superior to lactose, ammonium phosphate and CaCl₂, respectively. Liquid spawn culture was selected out BM(brown sugar 3%, soybean flour 0.3%, potassium phosphate 0.05%, magnesium sulfate 0.05%) medium.

KEYWORDS: Mycelial growth, *Cordyceps scarabaeicola*, Carbon source, Nitrogen source, Liquid spawn culture

풍뎅이동충하초(*Cordyceps scarabaeicola*)는 풍뎅이상과(Scarabaeoidea)의 성충을 기주로 하여 자실체를 형성하는 곤충을 침입하는 균으로 분류학적 위치는 자낭균아문(Ascomycotina), 핵균강(Pyrenomycetes)의 맥각균목(Clavicipitales), 동충하초과(Cordycipitaceae), 동충하초속(*Cordyceps*)에 속하는 균이다. 본 균은 한국을 비롯하여 중국, 일본 등 전세계적으로 분포되고 있으며(Breitenbach and Kränzlin, 1984; Clements, 1931; Dennis, 1981; Kobayasi, 1940) 풍뎅이만을 특이적으로 침입하며 불완전세대로는 백강균속(*Beauveria*)의 포자를 생산한다(Kobayasi, 1982; Kobayasi and Shimizu, 1983; 성, 1996; 이, 1996).

동충하초는 고대로부터 중국에서 인간에게 유효하게 사용되었으며 현재 약재로 이용되고 있는 동충하초는 중국산 동충하초인 *C. sinensis*이며 이밖에도 *C. militaris*, *C. martialis*, *C. ophioglossoides*, *C. sobolifera*, *C. hawkesii*, *Beauveria bassiana* 등 약 7종의 동충하초가 이용되고 있으나(Jianzhe, et al, 1989) 앞으로 다른 동충하초도 생리활성 물질이 밝혀지면 많은 종류의 동충하초가 이용 될 수 있으리라 본다.

풍뎅이동충하초의 불완전세대는 현재 미생물 살충제로 사용되는 백강균(*Beauveria* sp.)으로 밝혀져 앞으로 한방약제로 이용될 뿐만 아니라 선진국을 중심으로 한 여러 국가에서 그 특성을 이용해 생물 살충제의 개발이 되어 그 중요성은 이미 입증되었다.

본 연구는 국내에서 채집된 풍뎅이동충하초의 인공재배를 위한 기초적인 자료를 제공하고자 균사배양의 최적조건과 앞으로 대량생산을 기초 연구로써 필요한 액체배지

를 선발하여 풍뎅이동충하초를 연구할 위한 기초자료를 제공하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

공시균주

본 실험에 사용한 풍뎅이동충하초 균주는 국내에서 채집 분리되어 EFCC(강원대학교 동충하초은행)에 보관중인 C251, C252, C1092를 공시균주로 사용하였다(Table 1). 각 균주는 PDA (Potato Dextrose Agar) 평판 배지에 접종한 후 24±1°C 항온기에서 배양하여 실험에 접종원으로 사용하였다.

기본적정배지의 선발

풍뎅이동충하초의 균사생육에 적합한 기본배지를 선발하기 위하여 Table 2의 배지 조성을 갖는 합성배지를 121°C (1.5 kg/cm²)에서 15분간 고압살균 후 살균된 petri-dish(87φ × 15 mm)에 15~20 ml씩 분주하여 조제한 배지에 PDA배지에서 생육한 C251, C252, C1092의 균사 선단부분을 직경 5 mm cork borer로 잘라 낸 다음 petri-dish의 중앙에 옮겨 놓고 24±1°C의 항온기에서 11일간 기르면서 균사의

Table 1. List of *Cordyceps scarabaeicola* used in this experiment

Isolate	Date(m/d/y)	Origin	Host
C251	8/20/93	Galcheon*	Scarabaeicola
C252	8/20/93	Galcheon	Scarabaeicola
C1092	6/14/97	Galcheon	Scarabaeicola

*Kangwon Province, Korea.

*Corresponding author

Table 2. The Composition of cultural media

Nutritional medium	Reagents (g/l)										
	PDA ^a	MCM	MMM	YM	Czapek	MEA	OA	SA	HAM	NPDA	
potato	200										
dextrose	20		20	10				40		10	
peptone		2.0		5.0		5.0		10		5	
sucrose					30						
MgSO ₄ · 7H ₂ O		0.5	0.5		5.0					0.5	
KH ₂ PO ₄		0.5	0.46		1.0					1	
K ₂ HPO ₄		1.0	1.0								
yeast extract				3.0					3.0		
malt extract		2.0		3.0		20					
hyponex									3.0		
ebiase									5.0		
NaNO ₃					2.0						
KCl					0.5						
FeSO ₄ · 7H ₂ O					0.01						
DL-Asparagine			2								
Thiamine HCl			120 ^b								
oatmeal							30				
agar	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

^aPDA : potato dextrose agar, MCM : mushroom complete media, MMM : mushroom minimum media, YM : yeast-malt agar, MEA : malt extract agar, OA : oatmeal agar, SA : sabouraud agar, HAM : Hamada media, NPDA : peptone dextrose media.

^bunit : μ g.

생장정도 및 밀도 그리고 색을 조사하였다.

최적온도

풍뎅이동충하초의 균사가 자라는데 적합한 온도를 알기 위하여 균이 자라는데 가장 좋은 배지로 밝혀진 PDA를 기본배지로 사용하였다. 기본배지를 조제하여 121°C에서 15분간 고압으로 살균 한 후, 각각의 접종원 균사가 자란 끝부분을 직경 5 mm cork borer로 잘라내어 petri-dish(87 ϕ × 15 mm)의 가운데에 놓고 접종한 후 온도를 각각 10, 15, 20, 25, 30, 35°C 범위로 맞춘 항온기에서 11일간 배양하면서 균사의 생장정도 및 밀도 그리고 색을 조사하였다.

최적 pH

풍뎅이동충하초의 균사가 자라는데 좋은 수소이온농도 (pH)를 조사하기 위하여 0.1N HCl과 0.1N NaOH로 pH 4.0~9.0까지 0.5 간격으로 맞춘 후 접종한 C251, C252, C1092를 25°C의 항온기에 11일간 배양하여 균사의 생장정도 및 밀도 그리고 색을 조사하였다.

영양원의 선발

공시균주의 균사생장에 적합한 영양원을 선발하기 위하여 합성배지인 NPDA를 기본배지로 하여 탄소원은 galactose 등 단당류 6종, sucrose 등 이당류 4종, dextrin 등 다당류 3종 등 총 13종의 탄소원 농도를 dextrose 10 g과 동일한 탄소량이 되도록 배지를 조제하였다. 질소원은 ammonium tartrate 등 무기태 질소원 6종, urea 등 유기태 질소원 3종,

serine 등 아미노산류 5종 등 총 14종의 질소원 농도를 peptone 5 g과 동일한 질소 함량이 되도록 조절하여 배지를 조제하였다. 무기염류로는 CaCl₂ 외 14종의 무기염류 0.05%(w/v)를 첨가하여 배지를 조제하였다. 각 영양원별로 조제 된 배지는 121°C(15 psi)에서 15분간 고압살균 후 직경 5 mm 균사체를 접종하여 C251, C252, C1092를 25°C의 항온기에 11일간 배양하여 균사의 생장정도 및 밀도 그리고 색을 조사하였다.

결과 및 고찰

풍뎅이동충하초의 특성

딱정벌레목에 속하는 풍뎅이의 성충을 기주로 하여 기주의 두부와 복부 마디로부터 1-2분의 자실체를 형성한다. 자실체는 곤봉형의 머리부분과 이를 지지하는 원주형의 자루부분으로 이루어져 있는데 지상부는 25-40 × 3-4 mm이고 담황색을 띠며 자루부분은 15-20 mm가량이다. 유공자낭각은 달걀형으로 머리부분에 반쯤 돌출형의 형태로 밀생하며 550-600 × 180-200 μ m이다. 자낭은 135-150 × 4 μ m이다. 자낭포자는 사상으로 방출 후 격막이 분열하여 이차포자를 형성한다. 불완전 세대로는 Beauveria속의 포자와 유사한 형태의 포자를 생산한다. 양양군 갈천에서 채집되었다.

기본적정배지의 선발: 풍뎅이동충하초의 균사생육에 적합한 배지를 선발하기 위하여 Table 2의 배지에 공시균주를 접종하여 균사생육 및 밀도를 조사한 결과, MCM,

Table 3. Effect of mycelial growth of C251 on different cultural media incubated at $24^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*

	Media									
	YM ^c	MEA	MMM	MCM	PDA	HAM	SA	OA	Czapek	NPDA
Colony diameter (mm/11days)	39.75	32.67	49.67	65.17	57.50	64.25	32.92	54.33	56.00	31.25
Mycelial density	+++ ^b	+++	+++	++	+++	+	++	++	+++	+++
Color	Y.W ^c	Y.W	Y.W	L.Y	L.Y	A	L.Y	L.Y	P.Y	Y.W

^aFor illustrate of symbols, see Table 2.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact

^cY.W: yellowish white, L.Y: light yellow P.Y: pale yellow, A: argent.

Table 4. Effect of mycelial growth of C252 on different cultural media incubated at $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*

	Media									
	YM	MEA	MMM	MCM	PDA	HAM	SA	OA	Czapek	NPDA
Colony diameter (mm/11days)	28.17	31.42	51.00	68.00	53.25	64.67	29.67	52.50	49.67	28.17
Mycelial density	+++	++	+++	+	+++	+	++	++	++	+++
Color	L.Y	P.Y	O.Y	Y.W	P.Y	Y.W	O.W	Y.W	L.Y	O.Y

^aFor illustrate of symbols, see Table 2.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact

^cY.W: yellowish white, L.Y: light yellow P.Y: pale yellow, O.Y: orange yellow, O.W: orange white.

Table 5. Effect of mycelial growth of C1092 on different cultural media incubated at $24^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*

	Media									
	YMa	MEA	MMM	MCM	PDA	HAM	SA	OA	Czapek	NPDA
Colony diameter (mm/11days)	50.67	38.17	46.83	70.91	65.33	70.83	40.25	62.50	54.50	37.25
Mycelial density	+++ ^b	+++	+++	+	+++	+	+++	++	++	+++
Color	Y.W ^c	Y.W	Y.W	W	P.Y	Y.W	Y.W	Y.W	P.Y	Y.W

^aFor illustrate of symbols, see Table 2.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact.

^cY.W.: yellowish white, P.Y.: pale yellow, W: white.

HAM, PDA 배지 순서로 균사생장이 가장 좋게 나타났으나 밀도와는 관계에서는 PDA배지가 균사 생육에 있어서 가장 적합한 것으로 나타났다(Table 3, 4, 5).

최적온도: 풍뎡이동충하초의 균사생장에 적합한 최적 온도를 구명하기 위하여 $10\sim 35^{\circ}\text{C}$ 범위로 조절된 항온기에서 11일간 배양한 결과, 25°C 가 최적온도로 나타났다(Table 6, 7, 8).

최적 pH: 균사생육에 적합한 최적 pH를 구명하기 위하여 pH 4.0~9.0의 범위로 시험한 결과, 풍뎡이동충하초는

Table 6. Effect of mycelial growth of C251 on different cultural temperatures by *Cordyceps scarabaeicola*

	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)					
	10	15	20	25	30	35
Colony diameter (mm/11days)	22.00	49.67	61.00	61.33	25.00	5.83
Mycelial density	++ ^a	+++	++	++	++	+
Color	W ^b	W	O.W	D.Y	W	W

^a+: thin, ++: moderate, +++: compact ^bW: white, D.Y: deep white, O.W: orange white.

Table 7. Effect of mycelial growth of C252 on different cultural temperatures by *Cordyceps scarabaeicola*

	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)					
	10	15	20	25	30	35
Colony diameter (mm/11days)	13.33	34.33	50.67	59.33	51.00	6.00
Mycelial density	+ ^a	++	+++	+++	++	+
Color	W ^b	W	B.O	L.O	W	B

^a+: thin, ++: moderate, +++: compact ^bW: white, B.O: brownish orange, L.O: light orange, B: brown.

Table 8. Effect of mycelial growth of C1092 on different cultural temperatures by *Cordyceps scarabaeicola*

	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)					
	10	15	20	25	30	35
Colony diameter (mm/11days)	13.50	43.33	61.67	63.00	37.33	5.83
Mycelial density	+ ^a	+++	++	++	++	+
Color	W ^b	W	O.W	L.O	P.O	W

^a+: thin, ++: moderate, +++: compact ^bW: white, O.W: orange white, L.O: light orange, P.O: pale orange.

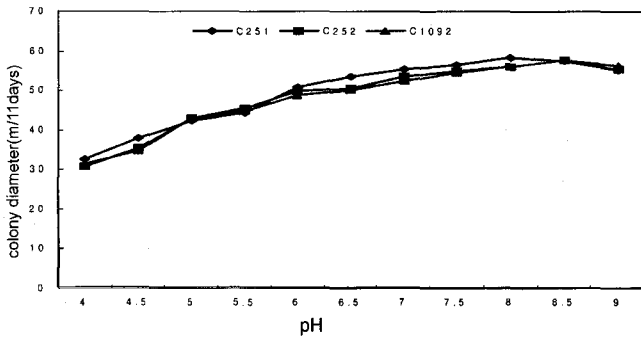


Fig. 1. Effect of pH on the mycelial growth incubated at 25°C by *Cordyceps scarabaeicola*, C251, C1092 and C252.

pH 7.5-9의 알가리성 범위에서 우수한 균사생장을 나타냈다. C251은 pH 8에서 C252와 C1092에서는 pH 8.5에서 균사생장이 가장 우수하게 나타났다(Fig. 1).

최적 영양원의 선발

탄소원: 풍뎡이동충하초의 탄소원 선발 시험결과 C251, C252, C1092 모두 탄소원을 첨가하지 않은 것에서 균사생장이 가장 높게 나타났지만 균사밀도는 가장 낮게 나타났다. 균사생장과 밀도와의 관계로 볼 때 lactose가 적합한 탄소원으로 나타났다(Table 10, 11, 12).

질소원: NPDA배지에 14종의 질소원을 첨가하여 11일간 배양한 결과, Ammonium phosphate에서 가장 높은 균사생장을 보여 모두 무기태 질소원에서 우수하게 나타났다. 그 외에 C251은 Sodium nitrate, C252는 Ammonium nitrate, Tryptone을 첨가한 경우도 비교적 균사생장이 양호하였다(Table 12, 13, 14).

무기염류: 무기염류의 선발 시험한 결과, CaCl₂에서 균사생장이 우수하였고, C252는 KH₂PO₄를 제외한 다른 무기염류에서도 비교적 양호한 균사생장을 보였다(Table 16, 17, 18).

Table 9. Effects of carbon sources on mycelial growth incubated at 25°C for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*, C251

	Carbon sources													
	N ^a	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
Colony diameter (mm/11days)	63.15	42.08	33.25	30.75	55.50	29.75	31.75	29.58	31.75	31.00	61.92	41.75	34.33	61.00
Mycelial density	+ ^b	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++
Color	G	Y.W ^c	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.G

^aN: None, C-1: Galactose, C-2: Mannitol, C-3: Sucrose, C-4: Starch, C-5: D-Xylose, C-6: D-Mannose, C-7: Glucose, C-8: Dextrose, C-9: Fructose, C-10: Lactose, C-11: Maltose, C-12: Dextrin, C-13: Arabinose ^b+: thin, ++: moderate, +++: compact ^cY.W: yellowish white, Y.G: yellowish grey, G: grey.

Table 10. Effects of carbon sources on mycelial growth incubated at 25°C for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*, C252

	Carbon sources													
	N ^a	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
Colony diameter (mm/11days)	66.83	35.25	35.50	37.92	40.75	30.83	38.50	38.17	37.50	35.92	52.42	35.25	38.83	39.58
Mycelial density	+ ^b	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	++
Color	Y.W ^c	L.Y	L.Y	L.Y	P.Y	L.Y	L.Y	L.Y	L.Y	L.Y	P.Y	L.Y	P.Y	P.Y

^aN: None, C-1: Galactose, C-2: Mannitol, C-3: Sucrose, C-4: Starch, C-5: D-Xylose, C-6: D-Mannose, C-7: Glucose, C-8: Dextrose, C-9: Fructose, C-10: Lactose, C-11: Maltose, C-12: Dextrin, C-13: Arabinose.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact.

^cL.Y: light yellow, P.Y: pale yellow, Y.W: yellowish white.

Table 11. Effects of carbon sources on mycelial growth incubated at 25°C for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*, C1092

	Carbon sources													
	N ^a	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
Colony diameter (mm/11days)	64.67	30.00	35.75	32.17	51.58	26.33	30.42	30.50	30.58	34.08	64.67	52.08	39.17	64.58
Mycelial density	+ ^b	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	++
Color	D.Y ^c	Y.W	Y.W	Y.W	Y.G	Y.G	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W

^aN: None, C-1: Galactose, C-2: Mannitol, C-3: Sucrose, C-4: Starch, C-5: D-Xylose, C-6: D-Mannose, C-7: Glucose, C-8: Dextrose, C-9: Fructose, C-10: Lactose, C-11: Maltose, C-12: Dextrin, C-13: Arabinose.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact.

^cD.Y: dull yellow, Y.G: yellowish grey, Y.W: yellowish white.

Table 12. Effects of nitrogen sources on mycelial growth incubated at 25°C for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*, C251

	Nitrogen sources														
	N ^a	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8	N-9	N-10	N-11	N-12	N-13	N-14
Colony diameter (mm/11days)	55.67	31.83	57.00	42.00	60.67	47.50	57.08	14.42	45.25	39.42	43.75	34.33	36.08	45.92	36.75
Mycelial density	+ ^b	+++	++	+++	++	+++	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Color	L.Y ^c	Y.W	B.G	Y.W	B.G	Y.G	Y.G	P.Y	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	B.G	Y.W

^aN: None, N-1: Peptone, N-2: Sodium nitrate, N-3: Ammonium tartrate, N-4: Potassium nitrate, N-5: Ammonium nitrate, N-6: Ammonium phosphate, N-7: Ammonium sulfate, N-8: Urea, N-9: L-Asparagine, N-10: DL-Arginine, N-11: DL-Alanine, N-12: Serine, N-13: DL-Glycine, N-14: Tryptone.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact.

^cL.Y: light yellow, Y.W: yellowish white, Y.G: yellowish grey, B.G: brownish grey, P.Y: pale yellow.

Table 13. Effects of nitrogen sources on mycelial growth incubated at 25°C for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*, C252

	Nitrogen sources														
	N ^a	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8	N-9	N-10	N-11	N-12	N-13	N-14
Colony diameter (mm/11days)	39.58	41.08	41.42	43.92	39.58	44.50	46.00	14.67	38.92	34.42	39.17	43.17	39.25	42.33	44.00
Mycelial density	+ ^b	+++	++	++	+++	++	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++
Color	L.Y ^c	P.Y	P.Y	L.Y	P.Y	P.Y	P.Y	R.Y	P.Y	L.Y	L.Y	P.Y	L.Y	L.Y	P.Y

^aN: None, N-1: Peptone, N-2: Sodium nitrate, N-3: Ammonium tartrate, N-4: Potassium nitrate, N-5: Ammonium nitrate, N-6: Ammonium phosphate, N-7: Ammonium sulfate, N-8: Urea, N-9: L-Asparagine, N-10: DL-Arginine, N-11: DL-Alanine, N-12: Serine, N-13: DL-Glycine, N-14: Tryptone.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact.

^cL.Y: light yellow, R.Y: reddish yellow P.Y: pale yellow.

Table 14. Effects of nitrogen sources on mycelial growth incubated at 25°C for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*, C1092

	Nitrogen sources														
	N ^a	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8	N-9	N-10	N-11	N-12	N-13	N-14
Colony diameter (mm/11days)	43.42	30.67	39.50	36.92	40.42	38.58	41.83	22.08	36.42	32.75	28.92	31.25	30.17	34.50	36.08
Mycelial density	+ ^b	++	++	++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Color	Y.W ^c	G.Y	B.G	G.Y	B.G	Y.G	Y.W	L.Y	G.Y	G.Y	G.Y	G.Y	G.Y	G.Y	Y.W

^aN: None, N-1: Peptone, N-2: Sodium nitrate, N-3: Ammonium tartrate, N-4: Potassium nitrate, N-5: Ammonium nitrate, N-6: Ammonium phosphate, N-7: Ammonium sulfate, N-8: Urea, N-9: L-Asparagine, N-10: DL-Arginine, N-11: DL-Alanine, N-12: Serine, N-13: DL-Glycine, N-14: Tryptone.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact.

^cL.Y: light yellow, Y.W: yellowish white, Y.G: yellowish grey, B.G: brownish grey, G.Y: greyish yellow

Table 15. Effects of mineral salts on mycelial growth incubated at 25°C for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*, C251

	Mineral salts											
	N ^a	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11
Colony diameter (mm/11days)	39.50	50.50	46.00	50.50	34.33	24.33	40.33	45.67	32.17	38.67	48.67	32.50
Mycelial density	++ ^b	++	++	++	++	+++	++	++	++	++	++	++
Color	B.O ^c	O.W	O.W	O.W	S.B	O.W	O.W	B.O	B.O	G.B	B.O	O.W

^aN: None, M-1: CaCl₂, M-2: CaCO₃, M-3: CaSO₄·2H₂O, M-4: FeSO₄·7H₂O, M-5: KH₂PO₄, M-6: K₂HPO₄, M-7: MgSO₄·7H₂O, M-8: MnSO₄·6H₂O, M-9: MnCl₂·4H₂O, M-10: Na₂SO₄, M-11: NaCl.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact.

^cB.O: brownish orange, G.B: greyish brown, O.W: orange white, S.B: soot brown.

적 요

곤충을 기주로 하여 자실체를 형성하는 곤충기생균(entomopathogenic fungi)의 일종인 풍뎅이동충하초(*Cordyceps*

scarabaeicola Kobayasi)는 풍뎅이상과(Scarabaeoidea)의 성충을 기주로 하여 자실체를 형성한다(Evans, 1982; Evans and Samson 1982; Humber(unpublished); Kobayasi, 1940). 풍뎅이동충하초(*C. scarabaeicola*)는 자낭균아문(Ascomycotina),

Table 16. Effects of nitrogen sources on mycelial growth incubated at 25°C for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola* C252

	Mineral salts											
	N ^a	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11
Colony diameter (mm/11days)	60.00	63.83	59.17	62.33	53.50	34.83	57.67	63.17	62.50	62.33	58.83	62.50
Mycelial density	++ ^b	++	++	++	++	+++	++	++	++	++	++	++
Color	G.O ^c	O.G	L.O	Y.W	O.G	O.W	G.O	Y.W	Y.W	G.O	G.O	G.O

^aN: None, M-1: CaCl₂, M-2: CaCO₃, M-3: CaSO₄·2H₂O, M-4: FeSO₄·7H₂O, M-5: KH₂PO₄, M-6: K₂HPO₄, M-7: MgSO₄·7H₂O, M-8: MnSO₄·6H₂O, M-9: MnCl₂·4H₂O, M-10: Na₂SO₄, M-11: NaCl.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact.

^cG.O: greyish orange, L.O: light orange, O.G: orange grey, O.W: orange white, Y.W: yellowish white.

Table 17. Effects of nitrogen sources on mycelial growth incubated at 25°C for 11 days by *Cordyceps scarabaeicola*, C1092

	Mineral salts											
	N ^a	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11
Colony diameter (mm/11days)	49.83	57.33	57.00	48.67	18.67	31.50	42.00	52.50	40.67	46.50	54.50	51.83
Mycelial density	++ ^b	++	++	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	++
Color	W ^c	W	Y.W	W	W	W	W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W	Y.W

^aN: None, M-1: CaCl₂, M-2: CaCO₃, M-3: CaSO₄·2H₂O, M-4: FeSO₄·7H₂O, M-5: KH₂PO₄, M-6: K₂HPO₄, M-7: MgSO₄·7H₂O, M-8: MnSO₄·6H₂O, M-9: MnCl₂·4H₂O, M-10: Na₂SO₄, M-11: NaCl.

^b+: thin, ++: moderate, +++: compact.

^cY.W: yellowish white, W: white

핵균강(Pyrenomycetes)의 맥각균목(Clavicipitales), 동충하초과(Cordycipiteae), 동충하초속(Cordyceps)에 속하며 한국을 비롯하여 중국, 일본 등 전 세계적으로 분포한다(Dennis, 1981; Sung, et al, 1997; 清水, 1981). 또한 이(1996)는 풍뎡이동충하초의 불완전세대는 *Beauveria*속의 분생포자를 형성한다고 보고하였다.

풍뎡이동충하초는 MCM에서 잘 성장하나 균사밀도는 PDA배지가 가장 적합한 것으로 나타나 다른 버섯균과는 별다른 차이를 보이지 않았으며 온도는 25°C가 가장 좋았으며 pH는 7.5~9.0으로 균주에 따라 차이를 보였다. 이러한 결과는 이(1996)의 연구결과인 PD배지와 24°C에서 우수한 균사생장을 보였고 30°C에서는 약간의 균사생장이 억제되었고, pH 8~9의 알칼리성 범위에서 우수한 균사생장을 보였다는 보고와 거의 일치함을 보였다.

풍뎡이동충하초는 탄소원을 첨가하지 않은 것에서 균사생장이 가장 높게 나타났지만 균사밀도는 가장 낮게 나타났다. 균사생장과 밀도는 lactose가 적합한 탄소원으로 나타났다. 질소원은 ammonium phosphate에서 높은 균사생장을 보여 모두 무기태 질소원에서 우수함을 보였다.

감사의 말씀

본 연구는 한국과학재단 특성화 장려사업으로 선정된 동충하초은행으로부터 균주를 분양 받아 수행한 것으로 한국과학재단과 동충하초은행에 감사를 드립니다.

참고문헌

- Breitenbach, J. and Kränzlin, F. 1984. Fungi of Switzerland. vol. 1. Ascomycetes.
- Clements, F. E. 1931. The Genera of Fungi and Bacteria. 1978. CMI, Kew, Surrey, England.
- 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. 1951. Cordycepin, a metabolic product from cultures of *Cordyceps militaris* (Linn.) Link. Part I Isolation and characterization. *J. Chem. Soc.* 2299-2300.
- Dennis, R. W. G. 1981. British Ascomycetes. J. Cramer. pp. 253-258.
- Evans, H. C. 1982. Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems: an appraisal. *Ecological Entomology* **7**: 47-60.
- Evans, H. C. and Samson, R. A. 1982. *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (Formicidae) in tropical forest ecosystems 1. The Cephalotes (Myrmicinae) complex. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **79**: 431-453.
- Feng, M. G., Poprawski, T. J. and Khachatourians, G. G. 1994. Technology for production, formulation and application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for insect control: Current status worldwide. *Biocontrol Science and Technology* **4**: 3-34.
- Humber, R. A. Fungal pathogens of insects, spiders, and

- mites; isolation, preservation, and identification., USDA Agricultural Research Service. (unpublished)
- Jianzhe, Y., Xiaoloan, M., Qiming, M., Yichen, Z. and Huaan, W. 1989. Icons of medicinal fungi from China. Science Press. China. p. 575.
- Kobayasi, Y. 1940. The genus *Cordyceps* and its allies. Sci. Rept. Tokyo Bunrika Daikaku, Sect. B., **5**: 53-260.
- Kobayasi, Y. and Shimizu, D. 1983. Iconography of vegetable wasps and plant worms. Hoikusha Publishing Company Ltd. Osaka, pp. 280.
- Sung, J. M., Lee, H. K., Choi, Y. S., Kim, Y. Y., Kim, S. H. and Sung, G. H. 1997. Distribution and taxonomy of entomopathogenic fungal species from Korea. *Kor. J. Mycol.* **25**(4): 239-252.
- 상재모. 1996. 한국의 동충하초. 교학사: 123-128.
- 이현경. 1996. 韓國産 冬虫夏草의 分布와 分類 및 培養의 特性에 관한 研究. 江原大學校 碩士學位 論文.
- 清水 大典. 1981. 冬虫夏草. 東京. pp. 56.