

화본과식물에 발생하는 雪腐小粒菌核病菌의 동정 및 발생상태에 관한 연구

II. *Typhula incarnata*의 생육에 미치는 몇 가지 요인

金鎮元 · 李斗珩* · 沈揆烈

韓國잔디研究所, 서울시立大學校 環境園藝學科

Studies on the Ecology of Occurrence and Identification of *Typhula* Snow Mold of Graminous Plants

II. Several Factors Affecting Growth of *Typhula incarnata*

Jin-Won Kim, Du-Hyung Lee and Gyu-Yul Shim

Korea Turfgrass Research Institute, Kunpo 435-020, Korea

*Department of Environmental Horticulture, Seoul City University, Seoul 130-743, Korea

ABSTRACT: *Typhula incarnata* grew over a temperature range of -5 to 20°C with maximum growth at 10 to 15°C . Sclerotial production for *T. incarnata* was greatest at the higher temperature. Maximum mycelial growth of this pathogen occurred from pH 5.4 to 6.2. When carbon sources were added to a basal salt medium (Czapek's dox agar) at 5 g carbon sources/l, inulin, soluble starch, galactose, glucose, mannose, manitol, sucrose, maltose, cellobiose, trehalose, raffinose, and dextrin supported growth better than other carbon sources did. Of the twenty-three nitrogen sources tested, glycine, serine, ammonium sulfate, asparagine, asparatic acid, and β -alanine were the most favorable for mycelial growth of *T. incarnata*. Cystine and cysteine were poor nitrogen sources. Ammonium salt of nitrogen sources supported growth better than nitrate salt of nitrogen sources. Potato dextrose agar, oat meal agar, and V-8 juice agar were the most favorable for mycelial growth and sclerotial formation. Appropriate addition of pepton to PDA decreased mycelial dry weight, but sucrose supported good growth of *T. incarnata*. Percent viable sclerotia of *T. incarnata* buried in bentgrass soil decreased from 2 months after treatment remarkably. *Trichoderma viride* and bacteria were isolated from non-germinated sclerotia. Live orchard grass leaf pieces within the soil were colonized by *T. incarnata* better than sterile and unsterile dead leaf pieces at 0°C . Saprophytic ability of *T. incarnata* on sterile leaf sheath occurred better at 0°C than at 10°C . Saprophytic microflora consisting of *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Pythium* sp., and unidentified fungi were the competitors for the sterilized and unsterilized substrate, but their colonization was not found on live leaf sheath buried in the soil at 0°C . In the effect of fungicides to *Typhula* snow mold disease of creeping bentgrass, mixture of polyoxin and thiram was the most effective, followed by iprodione, mixture of iprodione and oxine copper, thiophanate-methyl, myclobutanil, and tolclofos-methyl.

KEYWORDS: *Typhula incarnata*, *Trichoderma viride*, Carbon source, Nitrogen source, Cultural media, Saprophytic ability, Fungicides.

*Typhula incarnata*는 雪腐褐色小粒菌核病菌으로서 추파성 맥류, 목초 및 잔디 등의 월동성 식물이 積雪地帶에서 재배될 때 큰 피해를 주는 병원균이며 (Jamalainen, 1974; Bruehl, 1975; Smiley, 1983), 우리나라에서는 1990년 경기도 용인군 소재 양지골프장에서 *T. incarnata*에 의한 설부병의 발생이

처음으로 확인된(李 등, 1992) 이래 여러 골프장에서 발생되고 있는 것으로 알려져 있다.

積雪下는 저온, 암흑, 무풍 및 다습의 특수한 조건으로 변동이 없으며 기주식물은 거의 생장이 정지되고 광합성도 저해되어 점차 쇠약해지는 상태에 놓이게 되나 *T. incarnata*는 이와 같은 조건에서

서서히 활동을 하면서 설부병을 일으키게 된다. 따라서 본 연구에서는 냉온성인 *T. incarnata*의 생육에 미치는 온도, pH, 탄소원, 질소원, 토양미생물 및 살균제의 영향을 조사하여 보고하고자 한다.

材料 및 方法

병원균의 배양 : 설부갈색소립균핵병에 걸린 골프장의 잔디에서 균핵을 채집하여 70% ethanol에 5초간, chlorine(Cl 농도, 0.125%)에 5분간 침지하고 살균수로 3회 씻은 다음 10°C에 14일간 배양하였으며, 균주는 5°C에 보관하면서 실험에 공시하였다.

온도, pH, 탄소원, 질소원 및 배지의 영향조사 : 균사생장에 미치는 온도의 영향을 조사하기 위해서 -5°C로부터 30°C까지 5°C 간격으로 7등급으로 나누어 15일간 배양시킨 후 균사의 성장 정도를 측정하였다. pH의 영향은 구연산과 제 2 인산나트륨(Na_2HPO_4)으로 pH를 4.6으로부터 7.0까지 0.4의 간격으로 조절된 PDA에 15°C에서 15일간 배양시킨 후 균사의 성장과 균핵의 형성 등을 조사하였다. 탄소원 실험에는 자당(Sucrose)을, 질소원 실험에서는 질산나트륨(NaNO_3)을 각각 제외시킨 Czapek's-dox agar 고형배지와 액체배지를 基本培地로 하여 19개 탄소원과 23개 질소원을 각각의 元素含量으로 5 g/l씩 첨가하고 15°C에서 60일간 배양시킨 후 균체 건물중을 조사하였다.

Corn meal agar, malt extract agar, oat meal agar, V-8 juice agar, potato dextrose agar 및 czapek's-dox agar를 사용하여 배지별 균사의 성장, 균체의 건물중 및 균핵의 형성 등에 관해서 15°C에서 10일간 배양 후 조사하였다. 이 실험을 하기 위해서 PDA에서 前培養한 colony를 5 mm 크기의 콜크볼러로 절취한 후 각각의 실험에 사용되는 배지에 이식하였으며 균체의 건물중은 배지를 녹인 후 균체를 뜨거운 물로 몇번 씻은 다음에 70°C에서 20시간 건조시키고 무게를 측정하였다.

펩톤과 蔗糖의 영향조사 : PDA배지와 감자액체배지를 기본배지로 하여 이에 pepton과 자당(sucrose)을 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 및 5.0%(v/w) 첨가한 뒤 15°C에서 15일간 진탕배양 후 균체 건물중을 조사하고 PDA배지 위에서의 균사생장 및 배양기간 중에 형성된 균핵을 채취하여 70°C에서 20시간 건조시킨

다음 무게를 측정하였다.

균핵생존력 조사 : 균핵 50개씩을 균핵생존력 검정용 망사주머니에 넣어 bentgrass 포장의 토양속 1 cm 깊이에 4월 10일에 묻고 11월까지 매월 10일에 균핵을 꺼내어 生死를 발아검사로 확인하였고 着生菌의 종류와 검출율을 조사하였다.

부생능력 조사 : Cambridge 법(Butler, 1953)에 의해서 병원균의 부생능력을 조사하였다. 병원균을 모래·oatmeal 배지에서 10°C 3주간 배양하고 무살균 토양과 100:0(접종원 대조구) 30:70, 5:95, 0:100(토양대조구)의 비율로 혼합처리하였다. 접종원과 토양의 혼합물 60 g을 넣은 100 ml용 삼각 후라스크에 고압살균한 orchard grass 葉鞘片(1 cm)을 기질로 해서 5개씩 넣고 마개를 한 다음 0°C 또는 10°C에 8일간 놓아 두었고 또 orchard grass의 枯死잎과 生葉을 무살균의 상태로 기질로 사용하였고, 이 때는 0°C에 10일간 두었다. 처리 후 기질을 꺼내어 PDA에서 10°C 3~5일간 배양하고 基質片에 생긴 colony를 현미경으로 관찰하였으며 공시균의 정착 빈도를 조사하였다.

살균제의 효과조사 : iprodione(Wp-50%) 1,000배액, iprodione과 oxine copper의 혼합제(Wp-50.5%) 500배액, myclobutanil(Wp-6%) 1,500배액, pencycuron(Wp-25%) 2,000배액, polyoxin-D와 TMTD의 혼합제(Wp-31.13%) 500배액, thiophanate-methyl(Wp-70%) 1,000배액 및 tolclofos-methyl(Wp-50%) 1,000배액을 *T. incarnata*를 접종시킨 포장에 1 l/m²의 비율로 12월 10일과 12월 19일에 각각 처리하였다. 살균제 처리구는 완전임의 배치법으로 3반복하였다. 접종 후 12주 동안 차광막과 비닐 천막으로 이중 피복하여 다습상태를 유지시켜 병의 발생을 유발시켰으며 피해면적율을 조사하여 살균제의 효과를 판정하였다.

結果 및 考察

온도의 영향 : PDA 배지상에서의 균사의 생장은 -5°C에서 시작되었으나 아주 미미하였고 10~15°C에서 가장 좋았으며, 25°C 이상에서는 멎었다(Fig. 1). 또 0°C와 5°C에서도 균사의 생장은 양호하였다. 이는 Remsberg(1940), Dejardin과 Ward(1971), Arsvoll과 Smith(1979) 및 Sweet과 Steinstra(19

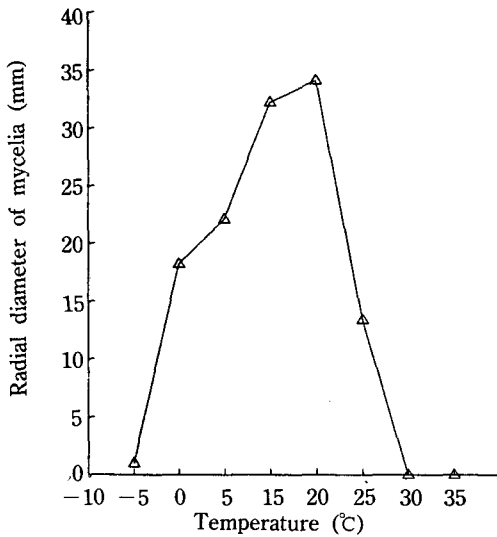


Fig. 1. Effect of temperature on mycelial growth of *Typhula incarnata* on potato dextrose agar for 15 days incubation.

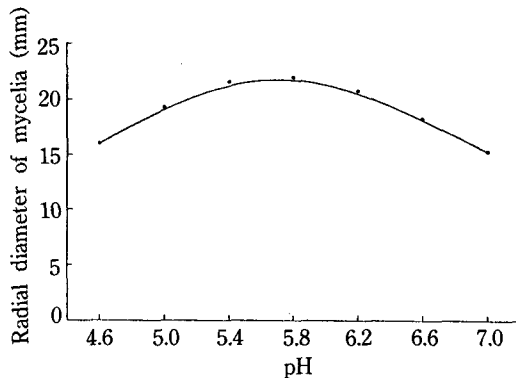


Fig. 2. Effect of pH on mycelial growth of *Typhula incarnata* on potato dextrose agar at 15°C for 15 days incubation.

81)의 연구결과와 비슷하다. 균핵은 5°C 이하에서는 접종 후 15일까지 형성이 되지 않았으며 15°C에서 5~10일 사이에 연분홍 및 균핵의 형성이 많았다. 따라서 *T. incarnata*는 好冷菌(Stokes, 1963)이며 눈이 쌓인 곳에서 雪腐病의 원인이 되는 것으로 생각할 수 있다.

pH의 영향 : pH를 달리한 배지상에서 균사의 생장은 큰 차이가 없었으나 pH 5.4~6.2의 범위에서 양호하였다(Fig. 2).

Dejardin과 Ward(1971), Sweet와 Steinstra(1981) 등의 연구결과에서는 pH 6 내외에서 가장 양

Table 1. Mycelial growth of *Typhula incarnata* on media containing different carbon sources at 15°C for 60 days incubation

Substrate basal medium with ^a	Ave. weight of mycelium (mg)	Initial pH	Final pH
Arabinose	11	4.2	3.9
Xylose	16	4.8	4.3
Glucose	24	4.8	4.4
Mannose	25	4.9	4.4
Galactose	23	4.8	4.3
Fructose	18	4.9	4.1
Rhamnose	17	4.8	4.5
Mannitol	22	4.8	4.5
Inositol	12	4.8	4.7
Sucrose	26	4.9	4.3
Maltose	26	4.9	4.3
Lactose	13	4.8	4.3
Cellobiose	22	5.3	4.6
Trehalose	26	4.8	4.4
Melibiose	15	4.9	4.5
Raffinose	23	4.9	4.5
Dextrin	26	4.0	3.7
Inulin	31	5.0	4.7
Soluble starch	27	5.1	4.9
Control	7	4.8	4.6

^aEach carbon source with equivalent concentrations of carbon (0.5 gC/l) was added to czapek's solution.

호한 것으로 보고되었다. 일반적으로 bentgrass의 생육에 알맞는 토양의 pH가 5.5~6.5이므로(Beard, 1973) 흙속에서의 병원균 활동에 도움을 준다고 생각할 수 있다.

탄소원과 질소원의 영향 : 각종 탄소원을 함유한 기본배지에서 *T. incarnata*의 균사생장을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 균사의 생장이 양호하였던 탄소원은 다당류의 inulin, dextrin과 수용성 전분, 단당류의 galactose 및 2탄당인 자당, 단당류의 galactose 및 2탄당인 자당, 맥아당과 trehalose 등이었다. Lilly와 Burnett(1953)는 진균에 의한 복당류의 이용이 나쁘다고 하였으며 Sweet와 Steinstra(1981)에 의하면 *T. incarnata*는 cellobiose, trehalose, melibiose 및 raffinose 등을 가수분해시키지 못한다고

Table 2. Mycelial growth of *Typhula incarnata* on media containing different nitrogen sources at 15°C for 60 days incubation

Substrate basal medium with ^a	Ave. weight of mycelium (mg)	Initial pH	Final pH
(NH ₄) ₂ SO ₄	60	4.9	3.0
Glycine	69	5.1	4.1
(NH ₄) ₂ HPO ₄	38	6.9	6.4
α-Alanine	28	5.6	5.1
β-Alanine	55	5.1	3.9
Valine	42	5.1	3.9
Leucin	37	5.1	3.8
Asparagine	58	4.5	4.8
Isoleucione	34	5.1	4.1
Proline	47	5.0	4.2
Methionine	51	5.0	3.9
Serine	68	5.0	4.0
Threonine	36	5.0	4.3
Cysteine	9	4.9	3.4
Cystine	8	4.7	3.9
Asparatic acid	55	3.4	2.9
Glutamic acid	52	3.6	2.8
Lysine	47	4.8	3.9
Histidine	50	4.3	3.7
Arginine	41	8.0	6.8
NaNO ₃	32	4.6	4.1
NH ₄ Cl	51	4.6	2.9
NH ₄ NO ₃	48	4.6	2.9
Control	26	4.6	4.3

^aEach nitrogen source with equivalent concentrations of nitrogen (0.5 gN/l) was added to czapek's solution.

추정하였으나 본 실험결과 반드시 그런 것은 아닌 것 같다.

질소원을 함유한 기본배지에서의 *T. incarnata*의 균사생장은 Table 2와 같으며, Sweet와 Steinstra (1981)의 실험결과 마찬가지로 glycine, asparagine, asparatic acid 및 glutamic aci와 같은 아미노산류에서 좋았고 유기황화합물이 포함된 cystein과 cystine의 첨가 배지에서는 질소원을 첨가하지 않은 무처리와 비교했을 때 보다도 균체형성량이 낮아서 오히려 균의 생장을 저해한 것으로 나타났다. 또

Table 3. Growth and dry weight of mycelium of *Typhula incarnata* on several different cultural media at 15°C for 10 days incubation

Media	Origin of isolates			
	Yang-ji		Young-pyong	
	Mycelial growth ^a	Dry weight (mg)	Mycelial growth ^a	Dry weight (mg)
CMA ^b	25	27	29	53
MEA ^c	19	38	22	41
OMA ^d	26	246	28	315
V8A ^e	20	177	23	156
PDA ^f	19	251	21	330
CZA ^g	15	37	19	50

^aDiameter of mycelial growth (mm),

^ban abbreviation of corn meal agar,

^can abbreviation of malt extract agar,

^dan abbreviation of oat meal agar,

^ean abbreviation of V-8 juice agar,

^fan abbreviation of potato dextrose agar,

^gan abbreviation of czapek-dox agar.

무기질소원의 이용도를 보면 암모니아태 질소의 이용이 질산태 질소의 이용보다 대체로 좋았다.

배지의 종류, 펩톤 및 자당의 영향: 배지의 종류별 균사생장 및 균체 건물중을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 양지와 용평의 분리균주 모두 PDA, OMA 및 V-8 배지에서 가장 좋았으며, CMA 배지의 경우 균사생장 속도는 좋았으나 균체형성량은 적었다. 균핵은 주로 배지 표면에 형성되었고, 형성량에 있어서는 PDA와 OMA에서 많았고 CMA, MEA 및 CZA에서는 적었으며, 형성된 균핵의 크기도 OMA, PDA 및 V-8 배지에서 컸고 그 외의 것에는 작았다. 그리고 MEA와 CZA의 경우에는 균핵이 배지 표면과 배지속에서 형성되는 특징이 있었다. 배지의 종류에 따라 특히 균체형성량이 다른 것은 배지성분의 C/N비의 차이 때문이 아닌가 생각되어(柳田, 1982) 탄소원으로 蔗糖과 질소원으로 pepton의 함량을 달리해서 균체중과 균핵형성량을 조사하여 보았다. 그 결과(Fig. 3) 자당의 함량이 증가함에 따라 균핵의 건물중은 약간씩 증가하는 추세이었으나 균체량은 확실히 증가하였고 균핵의 색깔도 짙은 연분홍색을 나타내었다. 그러나 pepton의 함량이 증가함에 따라서는 균사량 및 균핵의 건물중이 모두 감소하는

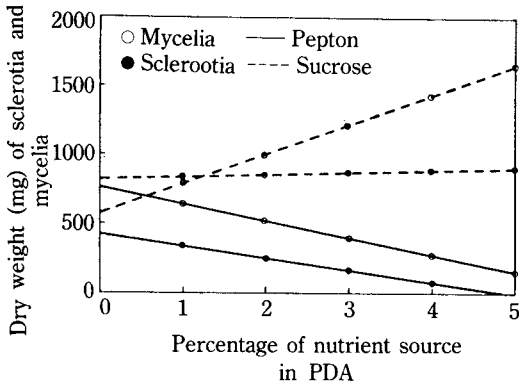


Fig. 3. Effect of several concentration of sucrose and pepton on mycelial growth of *Typhula incarnata* on potato dextrose agar at 15°C for 15 days incubation.

경향이였다. 이와 같은 결과로 보아서 배지의 질소 함량의 차이가 균사 및 균핵형성에 영향을 미쳤으며 질소가 많으면 균핵의 형성은 억제되었다(柳田, 1982). 따라서 배지의 종류별로 C/N비를 추후 검토해야 될 것으로 생각된다. 또 이것은 기주식물의 C/N비와도 연관될 것으로 생각되며 예컨대, 콩과 목초는 C/N비가 높아서 균핵의 형성이 적은 것으로 생각되기 때문에(Sullivan, 1966) 기주별로 성분을 분석하여 C/N비를 조사하여 *T. incarnata*에 의한 설부병의 발생에 대처해야 할 것으로 생각된다.

균핵의 생존력조사: *T. incarnata*의 균핵의 생존율은 실험 개시 2개월 후(6월 10일)에 78%이었던 것이 토양의 매몰처리 일수가 경과됨에 따라 급속히 낮아졌으며, 8월 10일에는 8%로 되었고, 그 후에는 약간의 변동이 있었을 뿐이었다(Table 4). 발아가 되지 않은 균핵은 대개 물러서 변색되고 분해되는 특징이 있었으며 대부분의 *Trichoderma viride*에 의해서 감염되어 있었다. 토양 매몰 균핵에서의 *T. viride*의 분리비율을 보면(Table 4) 5월부터 나타나기 시작하여 7월에는 66%이었고 9월에는 96.2%로서 최고이었다. 또 동정되지 않은 세균도 6월 이후 상당히 분리되었으나 *T. incarnata*의 균핵에서 *T. viride* 등 다른 균이 분리된 빈도는 균핵의 생존율과 역비례하고 있다. 따라서 *T. incarnata*의 균핵은 자연상태에서의 생존율이 극히 낮아서 설부병의 전염 원으로서의 가능성이 아주 낮은 것으로 생각되나 살아있는 균핵에서 자실체를 형성하여 담포자에 의

Table 4. Viability of sclerotia of *Typhula incarnata* and isolation of *Trichoderma viride* and bacteria from sclerotia of *T. incarnata* buried in bentgrass field soil

Date of sampling	Percentage of viable sclerotia of <i>T. incarnata</i>	Isolation % of <i>T. viride</i>	Isolation % of bacteria
May, 10	92.0	10.0	2.0
June, 10	78.0	26.0	14.0
July, 10	20.0	66.0	20.0
August, 10	8.0	92.0	30.4
September, 10	6.3	96.2	34.0
October, 10	6.4	68.4	4.3
November, 10	4.1	52.6	0

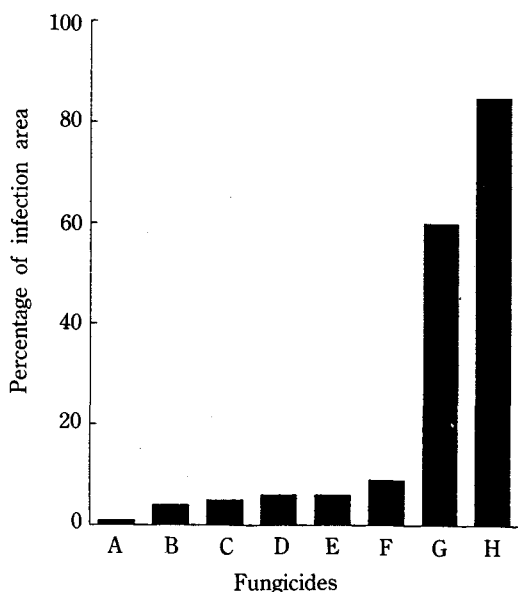
한 감염이 이루어지는 특징을 가지고 있다(Matsumoto와 Araki, 1982). *T. viride*는 gliotoxin을 생성하여 *Rhizoctonia solani*의 생육을 저해시킨다는 보고(Weindling과 Emerson, 1966)가 있으며 또 진균에 重複寄生을 하기 때문에 생물학적 방제에 이용되고 있다(Weindling, 1932). 그러므로 *T. viride* 및 다른 종의 *Trichoderma*에 의한 설부소립균핵병의 생물적 방제에 대해서 좀 더 깊은 연구가 필요하다고 생각된다.

부생력 조사: Orchard grass의 葉鞘을 기질로 했을 때의 *T. incarnata*의 정착빈도를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 살균기질에서는 10°C에서 보다 0°C에서 정착율이 높았으며 같은 0°C에서는 무살균 枯死葉鞘보다는 살균엽초, 살균엽초 보다는 生葉鞘에서 腐生율이 높았다. 경쟁균으로는 *Mucor* sp., *Pythium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. 및 몇 종의 미동정균이 분리되었는데 10°C의 살균엽초와 0°C의 고사엽초에서 많이 분리되었고 0°C의 생엽초에서는 분리되지 않았다. 이상의 결과로 볼 때 *T. incarnata*는 경쟁자로서의 성질이 강하고(Grime, 1977), 제 2차 착생능력이 우수하기 때문에(Rayner와 Webber, 1984) 노화 또는 고사된 아랫 잎으로 기주체 침입이 용이하게 된다(Matsumoto와 Araki, 1982). 따라서 일반 야외포장에서 설부갈색소립균 핵병은 0°C 부근에서 발생이 많을 것으로 추정할 수 있다.

살균제의 효과조사: 살균제의 처리구별로 피해면

Table 5. Saprophytic colonization of *Typhula incarnata* on autoclaved, dead, and live sheath pieces of orchardgrass at 10 and 0°C in flask

Percentage of inoculum in soil mixture	Percentage of saprophytic colonization on			
	autoclaved leaf sheath		dead leaf sheath	live leaf sheath
	10°C	0°C	0°C	0°C
0	0	0	0	0
5	49.0	79.0	52.0	88.0
30	68.0	82.0	66.0	100.0
100	100.0	100.0	67.7	100.0

**Fig. 4.** Effect of several fungicides on the control of *Typhula* snow mold disease in field condition of bentgrass.

적용 조사한 결과(Fig. 4), 무처리의 경우 약 90% 정도의 병 발생면적을 나타냈다. 방제효과가 가장 뚜렷한 것은 polyoxin-D와 thiram의 혼합제이었고, 다음은 iprodione과 oxine copper의 혼합제, thiophanate-methyl, iprodione, myclobutanil 및 tolclofos-methyl의 순이었다. 설부갈색소립균핵병의 방제를 위해서 그 동안 사용되었던 PCNB는 잔디에 대한 약해(Burpee와 Goultz, 1984)와 잔류독성 때문에 사용이 금지되었으므로 좋은 살균제의 개발이 시급한 실정이다.

摘 要

*Typhula incarnata*의 생육온도는 -5~20°C의 범

위이었으며 10~15°C에서 생육이 가장 좋았다. 균핵은 고온에서 형성량이 많았으며 pH 5.4~6.2에서 균사의 생장이 가장 좋았다.

기본배지에서 탄소원을 첨가했을 때 이눌린, 가용성 전분, 갈락토스, 포도당, 만노스, 만닛톨, 자당, 맥아당, 셀로비로스, 트레할로스, 라휘노스 및 덱스트린 등이 다른 탄소원보다 균의 생육이 더 좋았다. 23종의 질소원 중에서는 글리신, 셀린, 황산암모니움, 아스파라진, 아스파라틴산 및 β-알라딘 등이 *T. incarnata*의 균사생장에 가장 좋았다. 시스틴과 시스테인은 질소원으로서 적합하지 않았고 암모니아態 질소가 질산態 질소보다 균의 생육이 더 좋았다.

감자배지, 오프밀배지 및 V-8 배지 등은 균의 생육과 균핵형성에 가장 좋았다. 뿔튼을 첨가한 감자배지에서는 *T. incarnata*의 건물중이 감소하였으며,蔗糖을 첨가하면 생육이 좋았다.

*T. incarnata*의 균핵은 흡수에서 생존력이 저하되었으며 不發芽된 균핵으로부터 *Trichoderma viride*와 세균이 검출되었다. 토양속의 오리새 生葉鞘은 *T. incarnata*에 의한 着生이 살균 또는 無殺菌의 枯葉鞘보다 0°C에서 좋았다. 殺菌枯葉鞘에서의 *T. incarnata*의 부생능력은 10°C 보다는 0°C에서 좋았다. 살균 또는 무살균의 기질에 착생된 부생균은 *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Pythium* sp., 및 수종의 未同定菌이 경쟁균으로서 검출되었으나 0°C에서의 生葉鞘에서는 着生되지 않았다.

Bentgrass의 설부갈색소립균핵병에 대해서 살균제의 효과를 조사한 결과, 폴리옥신과 티람의 혼합제가 가장 좋았고, 이프로디온, 이프로디온과 옥신구리의 혼합제, 지오파나이트-메틸, 마이클로브탄일 및 톨클로포스-메틸의 순으로 좋았다.

謝 辭

본 연구는 1990~1991년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구 조성비에 의해서 수행되었으며 이에 감사하는 바이다.

參考文獻

- Arsvoll, K. and Smith, J. D. 1978. *Typhula ishihariensis* and its varieties var. *idahoensis* comb. nov. and var. *canadensis* var. nov. *Can. J. Bot.* **56** : 348-364.
- Beard, J. B. 1973. Turfgrass : science and culture. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N. J.
- Bruehl, G. W. and Cunfer, B. M. 1975. *Typhula* Species pathogenic to wheat in the Pacific Northwest. *Phytopathology* **65** : 755-760.
- Burpee, L. L. and Goultly, L. G. 1984. Evaluations of fungicides for control of pink and gray snow mold on creeping bentgrass. pp. 6-7 in : *Turfgrass Research Annual Report*. R. W. Sheard (ed.). Univ. of Guelph, Ontario. 38p.
- Butler, F. C. 1953. Saprophytic behavior of some cereal root-rot fungi. I. Saprophytic colonization of wheat straw. *Ann. Appl. Biol.* **40** : 284-291.
- Dejardin, R. A. and Ward, W. B. 1971. Growth and respiration of psychrophilic species of the genus *Typhula*. *Can. J. Bot.* **49** : 339-347.
- Grime, J. P. 1977. Evidence for the existence of three strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Amer. Nat.* **III** : 1169-1194.
- Jamalainien, E. A. 1974. Resistance in winter cereals and grasses to low-temperature parasitic fungi. *Ann. Rev. Phytopathology* **12** : 281-302.
- Lilly, V. G. and Burnett, H. L. 1953. The utilization of sugars by fungi. *West Virginia Univ. Agr. Expt. Sta. Bull.* 362T.
- Matsumoto, N. and Araki, T. 1982. Field observation of snow mold pathogens of grasses under snow cover in Sapporo. *Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Expt. Stn.* **135** : 1-10.
- Rayner, A. D. M. and Webber, J. 1984. Interspecific mycelial interactions an overview. pp. 383-417 in : *Ecology and Physiology of the Fungal Mycelium*. Jennings, D. H. and Rayner, A. D. M. (ed.). Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Remsburg, R. E. 1940. Studies in the genus *Typhula*. *Mycologia* **32** : 52-96.
- Smiley, R. W. 1983. Typhula blight. pp. 34-36 in : *Compendium of Turfgrass Diseases*. R. W. Smiley (ed.) APS Press. St. Paul, MN. U.S.A.
- Smith, J. D. 1980. Snow molds of Turfgrasses : Identification Biology, and Control. pp. 75-80 in : *Advances in Turfgrass Pathology* P. O. Larsen and B. G. Jayner (ed.) Harcourt Brace Jovanovitch, Duluth, MN. U.S.A.
- Stokes, J. L. 1963. General biology and nomenclature of psychrophilic micro-organisms. pp. 187-192 in : Gibbons, N. E. (ed.) Recent progress in microbiology. Univ. of Toronto Press. Toronto.
- Sullivan, J. T. 1966. Studies of the hemicellulose of forage plants. *J. Animal Sci.* **25** : 83-86.
- Sweet, L. E. and Stienstra, W. C. 1981. Factor affecting growth of *Typhula incarnata* and *T. ishihariensis* in culture. pp. 449-458 in : *Proceeding of the Fourth International Turfgrass Research Conference*. Guelph, Ontario. Canada.
- Weindling, R. 1932. *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. *Phytopathology* **22** : 837-845.
- Weindling, R. and Emerson, O. H. 1939. The isolation of a toxic substance from the culture filtrate of *Trichoderma*. *Phytopathology* **26** : 1068-1070.
- 李斗珩, 金鎮元, 1992. 화본과식물에 발생하는 설부소립균해병균의 동정 및 발생상태에 관한 연구. I. *Typhula incarnata*에 의한 Bentgrass와 Kentucky bluegrass의 설부병. 한국식물병리학회지 **8** : In press.
- 柳田友道, 1982. 微生物科學 3. 形態形成學會出版セツ一. 東京, 520p.

Accepted for Publication on March 12, 1992