

과제 구분	Code : LS0603	수행시기	전반기	연구기간	1998-1999(2년차 완결)
연구과제명	버섯 병해충 방제에 관한 연구			과제책임자	홍 정 기
세부과제명	영지버섯의 노랑곰팡이병 방제에 관한 연구				
색 인 용 어	영지버섯, 노랑곰팡이병, 발병조사, 약제방제				
연구원별 임무					
구 분	소 속	성 명	전화번호	담 당 임 무	
연구책임자	특화작목개발시험장	손형락	(0361) 243-1822	연구계획, 수행, 총괄	
공동연구자	"	홍정기	"	연구방향설정	
	강원대학교	이종규	(0361)250-8364	공동연구, 분류·동정	
	홍천군농업기술센터	김수호	(0366)434-2219	지역적응시험, 농가협조	
	원주시농업기술센터	경상현	(0371)765-5993	지역적응시험, 농가협조	
	(주)경농경주연구소	신호철	(0561)749-9741	약제선발 및 실내시험	

ABSTRACT

This study was carried out control to Yellow disease (*Xylogone sphaerospora*) occurring in Reish mushroom(*Ganoderma lucidum*) . This disease caused a lot of losses in the Reish mushroom production that distributed in Chunchon, Hongchon, Wonju of the Kangwon province. Average contamination rate was 38 ~ 62% and contamination time was 5 ~ 6 month. As the log cultivation period of Reish mushroom had gone by over 15 months, the contamination rate appeared as over 50%. The optimum culture temperature, pH, culture media in vitro of Yellow disease were 30℃, 5, PDA respectively. As fungicide for control Yellow disease 1,000 dilution of Vinclozolin revealed that Reish mushroom inhibition rate was 20.8% and Yellow disease was 100% in vitro, control effect was no counted in field and green house.

연구 배경

영지(*Ganoderma lucidum*)는 오랜 옛날부터 불로초라 불렸으며 각종 질병에 유효한 성분이 많이 함유되어 있는 약용버섯으로 알려져 왔다. 근래에는 약용으로 뿐만 아니라 건강음료의 주원료로도 이용되기 때문에 대량으로 소비되고 있으며 앞으로 시장이 더욱 확대될 것으로 전망이다.

1980년대 중반이후로 우리 나라에서 영지의 재배면적과 생산량은 매년 증가해 오고 있지만 1980년대 말기부터 강화, 철원, 신탄진 등지에서 발생하기 시작한 새로운 병원성 진균의 출현에 의해서 막대한 경제적 손실을 입고, 영지재배의 제한적 요인이 되고 있는 실정이다. 영지 재배시에 발생하는 병해로는 *Trichoderma* sp. 에 의한 푸른곰팡이병이 유일한 병으로 알려져 있었으나, 1996년 이 등은 영지 노랑병에 감염된 영지로부터 병원균을 분리하고 이 균의 완전세대를 자낭균인 *Xylogon spaerospora*로 동정하여 노랑곰팡이병을 처음 보고하였다. 원래 이 균은 스웨덴에서 소나무, 가문비나무, 자작나무 등의 나무부스러기 토막에서 분리된 적이 있으며, 또한 오스트레일리아에서 펄프용 목재로 사용되는 여러 다른 종류의 수목에서 분리되어 1969년에 처음으로 보고되면서 명명되었으나 한국에서 영지 재배시에 문제가 되는 병원균으로는 처음으로 보고되었다.

따라서 영지 노랑곰팡이병을 효과적으로 방제하기 위하여 병원균의 생리, 생태와 발병 생태 등에 대한 연구를 바탕으로 종합적 방제가 요구되지만, 현재 이 병이 영지 재배지역에서 전국적으로 발생하여 많은 피해를 주고 있으며 더욱 넓은 면적으로 확산되고 있는 상황이므로 병해의 확산저지를 위해서는 우선 방제 효과가 빠르게 나타나는 화학적 방제 방법을 강구하는 것이 필요하다고 생각되어 진다.

현재 우리 나라에서는 영지 및 느타리버섯 재배시에 발생하는 푸른곰팡이병의 방제를 위하여 benzidazol 계 살균제인 thiabendazol(상품명:판마시)이 등록되어 있으며 그 외에도 양송이 마이코곤병을 방제하기 위하여 prochloraz manganese complex(상품명:스로르곤)가 등록되어 사용되고 있다.

본 연구는 강원도내 영지버섯 재배단지 중심으로 발병상황 및 피해정도를 조사하고 기존에 연구 발표된 병원균과 동일한지 여부를 확인하였으며, 기내 시험에 의해 선발된 약제를 포장에 처리하여 방제 효과를 춘천, 원주, 홍천 등 3개 지역의 농가포장을 선정하여 관행 재배법에 준하여 약제를 처리하고 그 결과를 원목재배 지역의 영지버섯 노랑곰팡이병에 대한 방제법으로 소개하여 농가소득 증대를 도모하고자 수행하였다.

재료 및 방법

<시험 1> 영지버섯 원목재배 지역의 노랑곰팡이병 발생 상태 조사

영지를 접종한 참나무 원목의 표면을 절개하여 이 병원균에 의해 형성된 전형적인 병징을 확인하고 감염여부를 판단하는 방법으로 춘천, 원주, 홍천에서 발병여부를 조사하였다.

<시험 2> 영지버섯 원목재배 지역의 병원균 분리·동정

병원균을 분리하기 위하여 영지를 접종한 참나무 원목의 절편을 살균수에 2시간 동안 침지한 후 거즈로 거른 다음, 10^4 농도로 희석하고 $100\mu\text{l}$ 를 $200\mu\text{l}/\text{ml}$ 농도의 vancomycin, $100\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 PCNB가 첨가된 PDA (Potato dextrose agar)에 도말하여 25°C 항온기에 보관하면서 자라나는 균사 선단부를 새로운 배지에 옮겨 배양하였다. 병원성 시험은 분리한 균주 중에서 참나무 원목에서 나타난 것과 동일한 색깔의 균총을 형성하는 균주를 참나무 원목과 참나무 톱밥에 각각 접종하여 동일한 병징을 형성하는지 여부를 확인하였다.

<시험 3> 영지버섯 및 노랑곰팡이병 병원균에 대한 약효·약해시험

영지균은 농촌진흥청 농업과학기술원에서 영지 2호를 분양받아 사용하였다. 영지 노랑곰팡이병 원균은 전형적인 병징을 나타내는 영지 원목으로부터 분리한 영지노랑병균 (*Xylogon sphaerpsora*)을 사용하였으며 시험을 위한 배지는 증류수에 영지버섯을 1%(w/v)넣고 처음 물량의 1/4이 될 때까지 끓인 다음, PDA를 2%(w/v) 첨가하여 고압살균기에서 121°C , 15분간 살균한 다음 분주하였다. 약액배지는 전술한 바와 같이 제조한 배지를 56°C 정도로 식힌 다음 최고 농도에 해당하는 량의 약을 넣고, 이른 기준으로 살균된 배지를 첨가하여 희석하는 방법으로 해당 농도의 약액배지를 제조하였다. 제조된 배지에 이식한 균은 25°C 항온기에서 배양하면서 균사생장을 조사하였다. 사용한 살균제는 경농(주) 경주연구소로부터 원제를 분양받아 실험에 사용하였다.

<시험 4> 영지버섯 노랑곰팡이병 약제방제 농가실증시험

약제효과를 알아보기 위한 실험은 참나무 원목을 길이 20~25cm로 자른 다음 폴리프로필렌 봉지에 넣고 스펀지가 된 마개로 밀봉한 후 고압살균기에서 121°C 90분간 살균하여 무균적으로 영지 균을 접종하고 25°C 에서 배양하였다. 여기에 노랑곰팡이병을 톱밥에 배양한 것을 접종하여 육안으로 이병된 것을 확인 한 후 버섯 발생을 위해 표준 재배법에 준하여 처리하였다.

포장효과 검정을 위한 원목실험에는 Vinclozolin 50% 수화제, Cabendazim 60% 수화제, Mepanipyrim + Carbendazim SC, Sulfer+ Carbendazim SC, Mycrobutanil WP를 사용 영지를 접종하여 2년차 되는 원목에 대해 1000배 희석액을 소형 분무기를 사용하여 원목 주변이 충분히 젖을 정도로 살포한 후 최초 살포일로부터 10일 간격으로 3회 살포하였다.

결과 및 고찰

<시험 1> 영지버섯 원목재배 지역의 노랑곰팡이병 발생 상태 조사

강원도내 3개 지역(춘천, 원주, 홍천)에서 각 지역별 재배 농가를 대상으로 임의로 3개 지점을 선정하여 영지버섯 재배 면적과 면적에 대한 원목수, 발병원목수, 발병율을 조사한 결과 조사지점에서의 발병율은 다소 차이가 있으나 대체적으로 춘천 지역은 62%, 원주는 38%, 홍천은 51%의 원목이 발병된 것으로 확인되었으며 점차 병이 확대되고 있는 것으로 나타났다.

표 1-1. 조사지역별 노랑곰팡이병 발병상태

조사지역	재배면적	조사원목수	발병원목수	발병율	
시군	조사지점	(평)	(개)	(개)	(%)
춘천	A	2,100	50	32	64
	B	1,200	50	28	56
	C	400	30	21	70
	소계	3,700	130	81	62
원주	A	2,400	50	20	80
	B	1,200	50	19	38
	C	1,000	50	18	36
	소계	4,600	150	57	38
홍천	A	1,200	50	15	30
	B	1,000	50	42	84
	C	800	50	24	48
	소계	3,000	150	81	54
총	계	11,300	430	219	51

조사지역에서의 영지 재배방법은 춘천은 단목재배방법이 대부분이었는데 참나무 원목을 길이 20cm 내외로 절단하여 종균을 절단면 사이에 접종하여 샌드위치 모양으로 배양하여 재배사에 매몰하는 방법이었으며 원주지역은 표고버섯을 재배하는 것과 동일한 방법인 장목 구멍접종에 의한 방법과 단목재배하는 방법을 겸하고 있었으며, 홍천지역은 단목을 비닐로 피복한 후 살균하여 접종하는 개량단목재배법으로 버섯을 생산하고 있었다. 조사한 지역에서의 원목은 재배사에 따라 1년~3년까지 각각 차이가 있었으나 접종한 후 배양과정에서 노랑곰팡이병에 감염되어 발병한 경우도 있었다. 방문조사 결과 지역적으로는 춘천에서 가장 빨리 이 병이 발병되었으며 '95년 봄에 최초로 발병한 것으로 추정되었으며, 원주와 홍천 지역은 '97년 가을부터 발병된 것으로 조사되었다.

표 1-2. 발병지역의 재배방법

지 역	발 병 지 역 의 재 배 환 경			
	원목형태	원목재배년수 (년)	발병시기 (월)	최초발병시기
춘 천	단 목	3	5~6	'95년 봄
원 주	장목, 단목	1~3	5	'97년 가을
홍 천	개량단목	1~3	5	'97년 가을

영지 원목의 매몰기간별 노랑곰팡이병 발병은 매몰 3개월 후부터 감염되어 매몰 15개월이 지나면 대부분의 원목이 감염되었으며 이러한 경향은 지역적으로 큰 차이가 없었다. 특히 재배를 오랫동안 해 온 재배사일수록 발병율이 높았으며, 인근의 건전한 재배사에도 쉽게 전파가 되는 것으로 판단되었다.

표 1-3. 원목의 매몰기간별 노랑곰팡이병 발생율

(%)

지 역	매 몰 기 간 (개월)				
	3	6	9	15	24
춘 천	15	30	50	70	90
원 주	20	40	60	90	100
홍 천	-	10	30	50	70

<시험 2> 영지버섯 원목재배 지역의 병원균 분리·동정

노랑곰팡이병의 발병양상은 영지버섯을 접종한 후 배양이 되는 과정에 원목이 땅위에 노출되어 있을 경우 토양으로부터 감염이 되어 나타나기 시작하였으며 이러한 경우 버섯이 발생되지 않고 원목이 쉽게 썩어 들어가 버섯을 전혀 생산할 수 없었으며 대부분의 경우 원목에서부터 자실체로 이행되는 형태의 발병양상을 보였다. 이 병에 감염된 영지 원목은 전형적인 노랑색의 병징을 나타내는데 육안으로 원목외부에 확인되지 않았다 하더라도 원목내부에 균사가 만연되어 있는 것을 볼 수 있었고, 2회 수확을 목적으로 자실체의 대를 남겨두고 갓만 수확한 경우 갓을 절단한 부분으로 감염이 되어 원목으로 병이 전이되는 경우도 있었다. 어떠한 경우라도 영지 노랑곰팡이병이 만연된 원목의 자실체는 원목으로부터 자실체가 쉽게 떨어지며 이러한 자실체는 무게가 가벼워 상품가치가 떨어졌다.

표 2-1. 원목재배 지역 노랑곰팡이병의 발병양상

발 병 부 위	발 병 경 로	발 병 양 상
원목과 갓경, 자실체	원목→갓경 →자실체	원목 갓경, 자실체 부후

이 병원균에 의해 형성되는 자낭과는 성숙시 검은색의 두꺼운 막으로 된 구형으로 직경은 45~95 μm 로 크기가 다양하였다. 자낭은 막이 얇고 형성되는 즉시 없어지기 때문에 매우 관찰하기 어려우며 자낭포자는 구형으로 무색이며 비교적 두꺼운 막으로 싸여 반들반들하게 보이고 크기는 3.6~4.3 μm 정도로 균일하였다. 분생자병은 즉시 막이 두꺼워지고 격막으로 나누어지면서 분절포자가 형성되었고 분절포자는 원통형으로 길이가 3~6 μm , 폭이 3~4 μm 정도였다. 이상의 결과로 이 병원균은 이 등(1996)이 발표한 영지의 노랑곰팡이병과 동일한 것으로 동정하였다.

노랑곰팡이병에 대한 최적 배지를 선발하고자 PDA 등 5종의 배지에 대한 군사생장량과 군사밀도를 조사한 결과 PDA에서 배양 7일째 68.6mm로 군사생장이 가장 빨랐으며

표 2-2. 노랑곰팡이병원균 배양을 위한 최적 기내배지선발

구 분	기내 배지 종류				
	PDA	YM	MCM	Czapek	CMA
군사생장량 (mm/7일, 25℃)	68.6	65.1	50.4	43.5	62.5
군사밀도 ↓	++++	+++	++	+	++

↓ + ; 성감, ++ ; 다소성감, +++ ; 치밀, ++++ ; 아주치밀

군사밀도도 가장 치밀하였으며 Czapek 배지에서 가장 불량하였다.

<시험 3> 영지버섯 및 노랑곰팡이병 병원균에 대한 약효·약해시험

영지 노랑곰팡이병에 대한 효과적인 방제약제의 선발기준은 영지와 영지 노랑곰팡이병원균이 모두 진균에 속하므로 자낭균류에 속하는 영지 노랑곰팡이병원균의 군사생장은 강하게 억제하지만 담자균류에 속하는 영지의 군사생장에는 영향을 거의 미치지 않는 선택적 살균활성을 나타내는 약제여야 한다. 최(1998) 등의 연구에 의해 기내시험이 입증된 Vinclozolin과 Procymidone 이외에 비슷한 작용기작을 가진 것으로 알려진 Carbendazim에 대한 기내 약효시험을 수행한 결과 표 3-1과 같았다. 동일한 처리농도에서 Vinclozolin이 영지버섯에 대한 억제율이 20.8%로 낮았으나 노랑곰팡이병은 거의 자라지 못하여 가장 우수한 억제력을 보였다.

표 3-1. 영지버섯 및 노랑곰팡이병 병원균에 대한 방제약제별 약효 비교

방 제 약 제	희석 배율 (배)	영 지 버섯		노랑곰팡이병 병원균	
		균사생장 (mm)	억제율 (%)	균사생장 (mm)	억제율 (%)
무 방 제 J	-	37.9	0	49.0	0
Vinclozolin	1000	30.3	20.8	-	100
	10	21.7	42.7	-	100
Procymidone	1000	32.0	15.6	15.9	67.6
	10	27.0	28.8	-	100
Sulfer+	1000	19.6	48.3	-	100
Carbendazim	10	-	100	-	100
Mepanipyrim+	1000	16.5	56.5	-	100
Carbendazim	10	-	100	-	100

J 무방제 : mm/PDA, 5일

<시험 4> 영지버섯의 노랑곰팡이병 약제방제 능가실증 시험

Vinclozolin의 영지 노랑곰팡이병에 대한 포장실험 결과, 무처리구에서는 영지가 전혀 형성되지 않았으나 약제 침지처리시에는 약 60%에서 영지버섯이 형성되었으므로 Vinclozolin의 침지처리에 의한 영지 노랑곰팡이병의 방제효과는 이미 보고되어 있으나 이병원목에 대한 약제처리로 이병원목에서의 영지버섯 생산은 불가능하였으며, 수확까지는 특정한 약해가 관찰되지 않았으나 치료효과는 없었다.

표 4. 노랑곰팡이병원균에 대한 약제방제 효과

원 목 구 분	재 배 지 역			
	홍 천	천	원	주
	버섯생산량 (kg/3.3㎡)	방제효과 (%)	버섯생산량 (kg/3.3㎡)	방제효과 (%)
◦이병원목				
- 약제방제	0	0	0	0
- 무방제	0	0	0	0
◦ 건전원목	2.1	-	2.5	-

J 약제처리 : 시험3의 공시 약제 4종(1,000배액)

진균에 대한 살균제의 작용기작은 다양하므로 균사생장 억제효과 실험에서 Vinclozolin 이 영지의 균사생육은 억제하지 않더라도 자실체 형성을 억제할 가능성은 충분하다. 기존의 연구결과 병원균을 접종하지 않은 Vinclozolin 처리구의 약 90% 이상

의 원목에서 약제 무처리구처럼 영지버섯이 형성되었다. 그러나 이 약제를 처리하는 방법 즉 침지, 살포, 처리시간 등에 대한 세부적인 연구가 진행되어야 하며 병원진균을 화학적으로 방제할 때 병원균의 약제 저항성 발현, 버섯내 약제의 잔류 등 여러 문제점이 발생할 수 있으므로 환경조절에 의한 경종적 방제를 바탕으로 하여 화학적 방제를 적시적소에 적용하는 종합적 방제방법이 필요하다고 생각되며 앞으로 이 병원균의 생리 및 생태 등에 대한 연구가 더 수행되어야 할 것이다.

적 요

영지버섯 노랑곰팡이병 방제에 관한 연구를 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

<시험 1> 영지버섯 원목재배지역 발병상태 조사

1. 영지버섯 주요 재배지역별 노랑곰팡이병의 평균발병율은 38~62% 였으며, 발병 시기는 5~6월이고
2. 원목 매몰 기간이 길어질수록 발병율이 높아서 매몰 15개월 이후에는 50%이상 발병하였다.

<시험 2> 영지버섯 원목재배 지역의 병원균 분리·동정

1. 영지버섯 원목 재배지역을 조사한 결과 원주, 흥천, 춘천에서 모두 노랑곰팡이병 병원균이 분리 동정되었다.
2. 노랑곰팡이병원균은 최적배양온도는 30℃, 배지의 pH는 5 였으며 최적기내배지는 감자전증배지(PDA)였다.

<시험 3> 영지버섯 및 노랑곰팡이병 병원균에 대한 약효·약해시험

Vinclozolin 1,000배액을 처리시 영지버섯균 억제율은 20.8%이나 노랑곰팡이병원균 억제율은 100 %로 나타나 가장 효과적이었다.

<시험 4> 영지버섯의 노랑곰팡이병 약제방제 농가실증시험

영지버섯 포장에서 1차 수확후 4가지 선발 약제를 1,000배 농도로 1주일 간격으로 3회 분무처리하여 약효를 조사하였으나 기 발병된 원목에서의 방제효과는 없는 것으로 나타났다.

인 용 문 헌

- Lee, J.K., Choi, G. K., Cho, K.Y., Oh, S. J. and Park. J. S. 1996. *Xylogone spherospora*, A new fungal pathogen of cultivated *Ganoderma lucidum*. The Korean Journal of Mycology. 24(4):246-254.
- 신범수. 1985. 오성출판사. 최신 버섯 재배기술과 경영-영지, 느타리, 팽이, 만가닥, 표고, 목이, 양송이. pp. 41-109.
- 조광연, 이종규, 김병섭, 최경자. 1995. 영지버섯 노랑병(가칭)방제에 관한 연구(I). 79pp. 과학기술처.
- 차동열, 박정식, 강안석. 1989. 약용버섯(영지) p 382-403. 최신버섯재배기술. 농진회.
- 최경자, 이종규, 우성희, 조광연. 1998. 영지 노랑병 방제에 효과적인 살균제의 선발. 한국식물병리학회지 14(5) : 491-495.
- Eicker, A., Peng, J.T., and Chen, Z.C. 1991. A survey of pathogenic fungi and weed moulds of cultivated mushrooms in Taiwan. Pp 425-429. In: Michael J. Mather. Eds. Mushroom Science XIII. Science and Cultivation of Edible fungi, Vol II. Balkema, Rotterdam, Netherlands.
- Von Arx, J.A., and Nilsson, T. 1969. *Xylogone sphaerpsora*, a new ascomycetes from stored pulp and chips. Svensk Botanisk Tidskift. 63(3):345-348.

결과활용 계획

- 영지버섯 원목재배시 노랑곰팡이병 방제를 위한 기초자료로 활용