

큰느타리버섯 주요재배지 실태조사 및 병원균 분리동정

하태문¹⁾ · 지정현¹⁾ · 주영철¹⁾ · 성재모²⁾

¹⁾경기도농업기술원 버섯연구소, ²⁾강원대학교 농생물학과

Identification of pathogen and actual culture state of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*)

Tai-Moon Ha¹⁾, Jeong-Hyun Chi¹⁾, Young-Cheul Ju¹⁾, Jae-Mo Sung²⁾

¹⁾Mushroom Research Institute, Agricultural Research and Extension Services, Gwangju 464-873, Korea

²⁾Department of Environmental Biology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

ABSTRACT : We have investigated cultural circumstance and given condition of king oyster mushroom(*Pleurotus eryngii*) growing farmer. We collected many pathogens from King oyster mushroom growing farmer and identified with chemicobiological test and microscope. Most of investigated farmers neglected their's growing room cleaning and washing, after harvesting At pin-heading induction time, humidity degree in growing room was kept of high level and Air ventilation volume was so little that fruit-body formation ratio was low. The collected pathogens were twenty eight strains and identified with *Pseudomonas* sp., *Trichoderma* sp. mostly. During the spawn running time and pin-heading induction time, contamination by *Trichoderma* sp. occurred mostly, but during the fruit-body growing time, contamination by *Pseudomonas* sp., *Erwinia* sp. etc, occurred

KEYWORDS : *Pleurotus eryngii*, Fruit-body malformation, Pathogen, *Trichoderma* sp. *Pseudomonas* sp. *Erwinia* sp.

1. 서 언

큰느타리버섯은 1995년 일본에서 식용버섯으로 재배되기 시작하였는데, 당시 큰느타리버섯은 미나리과 식물에 대한 병원성 균으로 보고되어 있었으므로 버섯재배에 관련된 연구보다는 다른 식물에 대한 안정성 여부를 밝혀내는 연구가 주로 이루어졌다. 그러나 큰느타리버섯의 독특한 맛과 질감 때문에 일본정부의 공식적인 견해가 나오기 전 이미 일본 전역으로 확대재배되기에 이르렀다. 우리나라에서도 비슷한 시기에 도입되어 국내 연구기관에서 인공재배 연구를 시작하였는데 주로 큰느타리버섯 균사체의 영양생리 및 적정 재배용 기질이나 영양원을 선발하는 시험정도에 머무르고 있는 동안 전국적으로 재배농가가 확산되면서 새로운 문제점들에 직면하게 되었다. 배양중 오염을 증가, 발이상대 불량 및 발이율 격감, 기형자실체 형성 등 이른바 '연작장해'로 불리워지는 증상들이 나타나기 시작하였다. 큰느타리버섯을 1년 이상 재배한 농가에서는 첫째 재배시에는 문제없이 수확이 가능하였으나 재배 횟수가 늘어나고 재배기간이 경과하면서 연작장해 현상이 발생한다고 하며, 일부에서는 큰느타리버섯 자실체에서 비산되는 포자가 생육실내 높은 밀도로 축적되어 있어 오

염원을 매개하거나 밀도를 높여주는 역할을 한다고 한다. 이른바 연작장해로 일컬어지는 큰느타리버섯의 새로운 문제점들에 대하여 최근 들어 연구가 일부 발표되고 있다. 큰느타리버섯 톱밥 병재배 농가에서 팽이버섯 흰곰팡이병과 유사한 병징을 발견하여 보고하였는데, 이 병징은 어린자실체가 형성되기 시작하는 생육단계에 발생되기 시작하여 배지와 어린자실체 표면을 농백색의 포자되로 피복하여 자실체의 분화와 생장을 억제시키는 것으로 병원균은 *Cladobotryum varium*으로 동정되었다(김 등, 1999). 또한, 큰느타리버섯 자실체에 발생하는 푸른곰팡이 병반으로부터 병원균을 분리하여 병원균의 형태적, 생리적 특징을 조사한 결과 *Penicillium corylophilum*으로 동정되어 보고된 바 있다(조 등, 1999)

이(1999)는 큰느타리버섯 재배과정에서 발생하는 병리적 증상들에 대한 원인과 대책을 지적하였지만 정확한 실험에 근거한 자료체시가 미흡하고 경험과 추측에 비중을 둔 보고로 볼 수 있어 추가적인 연구와 검증이 필요하리라 생각된다.

木村瑩一(1999)은 큰느타리균주를 PDA 배지에서 3개월동안 계대배양하여 1년간 실시한 결과, 자실체 형성능력 저하와 수량감소를 지적하고 균주의 보존과 활력유지가 병 발생 예방과 안정적 버섯생산을 위해 무엇보다 중요함을 강조하였고, 차(2001)는 인공재배되고 있는 버섯에 세균성 병을 일으키는 대표적인 병원균은 *Pseudomonas*

*Corresponding author: <tmha@gg.go.kr>

*tolaasii*와 *P. agarici*이며 이들은 매우 강력한 독소 (tolaasin 등)를 생산하여 이 독소가 세포막에 구멍을 만들어 세포를 파괴하여 발병을 일으키지만 병원균이 존재한다고 해서 반드시 발병되는 것이 아니라 재배사내 미세환경에 따라 병원균 증식과 병 발생정도에 있어 상당한 차이를 나타낸다고 하여 병예방을 위한 재배관리기술을 제시하고 방제에 필요한 약제 중 염소계 살균소독제 종류별 살균효과를 보고하기도 하였다. 본 시험은 큰느타리버섯의 안정적인 재배를 위한 자료를 제공하고자 전국의 큰느타리버섯 주요 재배농가에서 전반적인 재배실태와 병 발생정도를 조사하고 병발생부위에서 분리한 병원균을 동정한 결과이다.

II. 재료 및 방법

2002년 4월부터 10월까지 경기, 경남 의령, 경북 상주, 김천 등 국내 주요재배지역의 재배농가를 대상으로 재배경력, 공조방식, 재배규모, 급수원, 가습방식 재배사청결도, 종균관리방법, 배지조성, 발이 및 생육조건, 연작피해정도 등을 조사하였다.

큰느타리버섯 재배농가에서 병원균 수집과 분리를 위해 멸균된 스크류캡이 달린 시료병에 핀셋으로 배양중 오염된 병과 발이유기 중 발병된 부위, 세균 및 곰팡이에 감염된 자실체 등을 담아 NA, MEA, PDA 배지를 이용하여 평판희석법(김흥기, 1992)으로 분리하였으며, 병원성 검정을 위해 순수분리된 병원균들은 Nutrient broth, ME broth, PD broth에 무균적으로 이식하여 3일간 30°C에서 120rpm으로 진탕 배양하여 건전한 자실체에 접종한 후 동일병징의 발생여부를 조사하였다. 또한 병원성이 확인된 병원균들 중 세균은 전자현미경을 통해 형태, 크기, 편모수 등을 조사하였고, 생화학적 실험을 통해 동정하였으며, 곰팡이는 Colony 형태, 현미경을 이용한 Conidia, Phialides, Conidiophores 형태 등을 조사하여 분류동정하였다. 분류동정된 병원균들은 NA, PDA, MEA 사면배지에 보관해 두었다.

III. 결과 및 고찰

표1은 국내 큰느타리버섯 재배농가를 직접방문하여 재배경력, 재배방법, 공조방식, 급수원, 재배사 청결도 등을 조사한 것으로서 재배경력은 1~2년이 11농가, 1년 미만인 8농가로 경험이 많지 않은 농가수가 전체 조사농가수 21농가중 19농가로 90%이상을 차지하고 있어 문제발생시 대체로 원인파악과 문제해결능력이 부족하였다. 재배방법은 병재배 19농가, 봉지재배 2농가로 병재배가 많았고, 급수원은 상수도시설보급이 되지 않은 지역이 많아 대부분 지하수를 이용하고 있었다.

공조방식은 강제흡기-강제배기식 7농가, 강제흡기-자연배기식 9농가, 자연흡기-강제배기식 5농가였고, 재배사 건축자재는 보온덮개를 사용한 간이재배사 8농가, 판넬이나 벽돌을 이용한 반영구재배사가 13농가였으며, 재배사내청결도는 높은곳 4농가, 보통 15농가, 낮은 곳 2농가로 보통인 농가가 많았다.

표2는 종균관리, 배지제조 및 배양관리 실태 등에 관한 조사내용이다. 규모가 큰 농가는 종균을 자가제조하여 배지 배양과 버섯생육 및 배지를 분양하는 농가로서 8농가였고, 나머지는 소규모 농가로서 종균을 구입하여 사용하고 있었다.

배지재료는 톱밥, 미강, 밀기울, 비트펄프, 대두박, 면실박 등 다양한 재료가 사용되고 있었고 배지조성도 농가마다 차이가 있었다. 배양실 온도는 18~25°C, 배양기간은 33일~40일로 차이를 보였고, 배양중 이병율은 1%미만으로 낮은 농가가 있는 반면 5% 정도로 높은 농가도 있었다. 배양중 이병율이 높은 농가의 배양실과 냉각실의 공기여과 방식은 Medium~Free filter, 낮은 농가는 헤파필터를 사용하고 있었던 차이로 판단된다. 병재배를 포함한 시설재배사의 경우 배양중 잡균오염은 배지살균미숙, 종균오염, 종균집중시 작업자의 부주의 등으로 생각하기 쉽지만, 조사한 결과와 마찬가지로 실제로는 냉각실, 접종실, 배양실의 청결과 공조방식에 따라 오염정도가 큰 영향을 받는다. 냉

Table 1. Survey on actual culture state of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) growing farms

Total survey farms	Carrier			Culture type		Watering source			Cleanliness degree of culture house		
	less than one year	one ~ two years	two ~ three years	bottle	bag	ground water	tap water	others	higher	middle	lower
21	8*	11	2	19	2	17	3	1	4	15	2

* Number of farms

Table 2. Survey on substrate and spawn running of king oyster mushroom (*P. eryngii*) growing farms

Total surveyfarms	Spawn preparation		Spawn running temperature		Spawn running periods		
	Self	buying	under 20	over 20	under 35days	35 ~ 39days	over 40days
21	8*	13	1	20	5	7	9

* Number of farms

각실의 경우 살균기에서 빠져나온 뜨거운 배지가 식으면서 빠른 속도의 공기가 병내부로 빨려 들어가게 되는데 이때 냉각실내부가 오염되어 있으면 쉽게 오염될 수 있으며, 실제 오염의 증상은 냉각실에서 발생되는 것이 아니라 일정기간이 경과 후에 배양실에서 발견되므로 냉각실이나 접종실 청결 및 공기관리의 중요성을 간과하기 쉽다.

따라서 배양실 뿐만아니라 냉각실, 접종실로 공급되는 공기공급 덕터(ductor)에는 반드시 헤파(hepa)필터를 부착하여 외부의 잡균이 유입되지 않도록 해야하고, 또한 배기구는 댐퍼(damper)를 부착하여 외부공기가 역으로 유입

되지 않도록 하는 것에 유의해야 한다

표 3은 큰느타리버섯의 발이 및 생육관리 방법, 연작피해 양상 등에 관한 조사내용이다. 초발이 소요일수는 7~10일로 농가마다 다소의 차이는 있었으나 이는 발이온도, 습도 등의 환경조건이나 배지조성, 종균의 활력 등의 차이 때문으로 생각된다. 발이온도는 16~19℃, 습도는 90%이상으로 관리하는 농가가 많았다.

발이유도시 환기는 억제하거나 소량, 보통, 다량실시하는 등 발이유도시 환기량의 조절수준이 농가마다 달랐고, 발이유도시 환기관리요령에 대한 이해가 부족하였다. 생육

Table 3. Survey on fruit body induction and growing management of king oyster mushroom (*P. eryngii*) growing farms

Total survey farms	Humidity during the fruit body induction(%)			Ventilation volume during the fruit body induction				Yields per bottle(g)			Quality		
	bellow 80	80~90	over 90	holdback	little	middle	plenty	bellow 80	80~100	over 100	good	ordinary	poor
21	1*	5	12	9	3	2	4	7	8	3	6	7	5

* Number of farms

Table 4. Improvement counterplan & problem on culture management of *P. eryngii* growing farms

Division	Problem	Cause	Improvement counterplan
Management of spawn running	○ increment of contamination ratio	○ weakening of spawn activity ○ air filtering inferiority of cooling room, inoculation room & incubation room	○ not using of long preserved spawn ○ sterilization & cleanliness of cooling room, inoculation room & incubation room ○ hepa filter establishment
	○ too much pin-heading	○ high humidity at the latter of fruit-body induction	○ maintenance about 70~80% humidity at the latter of fruit-body induction
Management of pin-heading induction & fruit-body growing	○ occurrence of contamination & mal-formation fruit-body	○ insufficient ventilation at the latter of fruit-body induction ○ contamination of water ○ increment of pathogen density in growing room	○ sufficient ventilation ○ maintenance about 70~80% humidity at fruit-body growing ○ sterilization of bed & bottom after harvest
	○ fruit-body browning	○ insufficient ventilation ○ repetition of higher & lower humidity ○ over high speed & plenty wind by unit cooler fan or ventilation fan	○ prevention from a sudden change of humidity ○ proper ventilation ○ wind speed control by regulator
	○ neglectful of growing room clean after harvest	—	○ cleaning & sterilization of growing room after harvest
Culture condition	○ mostly ground water & not sterilization of water	—	○ periodical inspection & sterilization of watering source
	○ unsatisfied with ability of the problem resolution to experience shortage	—	○ comprehension of a factor on failure & success ○ keep a careful record of culture process
	○ insufficient ventilation system(input by force, output by nature)	—	○ fast ventilation in growing room(input & output by force)

관리방법에 있어서, 생육온도는 발이온도와 동일하였고 습도는 70~90%로 발이유기시 습도보다 다소 낮게 관리하고 있었다. 병당 발생개체수는 적게는 3개, 많게는 10개 이상으로 농가마다 차이가 있었으며 병당 수량은 80g미만이 7농가, 800~100g이 8농가, 100g이상이 3농가였다. 생육중인 자실체 품질은 양호한 농가 6, 보통 7농가, 불량 5농가로 품질이 보통이거나 나쁜 농가의 경우 수량이 낮고, 자실체 갈변, 기형버섯 및 미분화개체의 발생, 발이유기시 곰팡이병 발생 등의 연관장해 발생과 환기불량에 의한 환기장해 현상이 나타났다.

이상의 결과를 토대로 표 4와 같이 큰느타리버섯 재배농가의 배양, 발이 및 생육관리 등의 문제점과 원인 및 개선대책을 요약해 보았다.

배양중 오염율이 높았던 농가의 경우 배양실, 냉각실로 공급되는 공기가 제대로 여과되지 않은 공기가 공급되었기

때문으로 판단되며, 병당 발생개체수가 많았던 농가는 발이유도 기간 7~10일동안 동일한 온도조건과 90%이상의 높은 습도가 유지되었기 때문에 판단되었다. 또한 발이유도 기간중 병원균에 의한 오염발생, 미분화개체의 발생, 자실체 갈변, 기형버섯발생 등 이른바 연관피해 증상은 발이유도 기간 중 환기가 억제되었거나 소량 이루어진 농가에서 피해가 컸던 것으로 조사되었다. 조사된 농가가 전반적으로 재배사 관리가 청결하지 못하였고, 수확 후 균상이나 바닥, 벽체의 소독에 소홀하였으며, 무엇보다도 기존의 팽이버섯을 재배하다가 큰느타리버섯 재배로 전환한 농가들이 많아 공조방식이 강제흡기-자연배기식 또는 자연흡기-강제배기식이어서 실내·외 공기를 빠른 시간내 교환시킬 수 없는 방식임에도 불구하고 발이유도시 환기량이 적거나 억제되었던 것이 재배관리의 문제점으로 판단되었다.

표 5는 큰느타리버섯 재배농가로부터 배양중, 발이유기

Table 5. A number of contaminant collection from *Pleurotus eryngii* growing farmers

Microbe division	Collection time			total	Collection region				
	spawn running	pin-heading induction	fruit-body growing		Yangpyeong	Gwangju	Pocheon	Sangju	Uiryong
Bacteria	3	2	8	13	1	8	-	3	1
Fungus	5	10	-	15	-	7	4	3	1
Total	8	12	8	28	1	15	4	6	2

Table 6. The pathogenicity of bacteria isolated from diseased *P. eryngii* fruit-body spawn bottle and pin-heading induction part

Bacteria	Isolation part	Isolation region	Isolation time	Symptom	Pathogenicity
020612-5	spawn bottle	Sangju	June	incubation delay, different line formation	2
020612-6	"	"	"	"	0
020612-7	"	"	"	"	2
020417-2	pin-heading induction part	Yangpyeong	April	fruit-body not formation, rot	1
020627-2	"	Uiryong	june	"	1
020820-2	fruit-body	Gwangju	August	fruit-body mal-formation, pileus not formation	0
020820-3	"	"	"	"	0
020820-4	"	"	"	fruit-body browning	3
020820-5	"	"	"	"	0
020826-1	"	"	"	fruit-body mal-formation, pileus not formation	△
020826-2	"	"	"	fruit-body mal-formation, rot	2
020827	"	"	"	"	2
020828	"	"	"	fruit-body mal-formation, pileus not formation	△

※ pathogenicity : 3 - powerful, 2 - medial, 1 - insignificant, 0 - not pathogenicity , △ : variable

시, 생육시 발생한 병징으로부터 분리한 병원균 수집에 관한 것이다. 배양중 8점, 발이유기시 12점, 생육시 8점으로 총 28점을 분리하였고, 배양중에는 세균 3점, 곰팡이 5점,

발이유기시에는 세균 2점, 곰팡이 5점으로 곰팡이병의 발생량이 많았고, 생육중에는 세균만 8점으로 세균병의 피해가 많았다. 사진 1, 표 6과 표 7은 큰느타리버섯 재배농가의

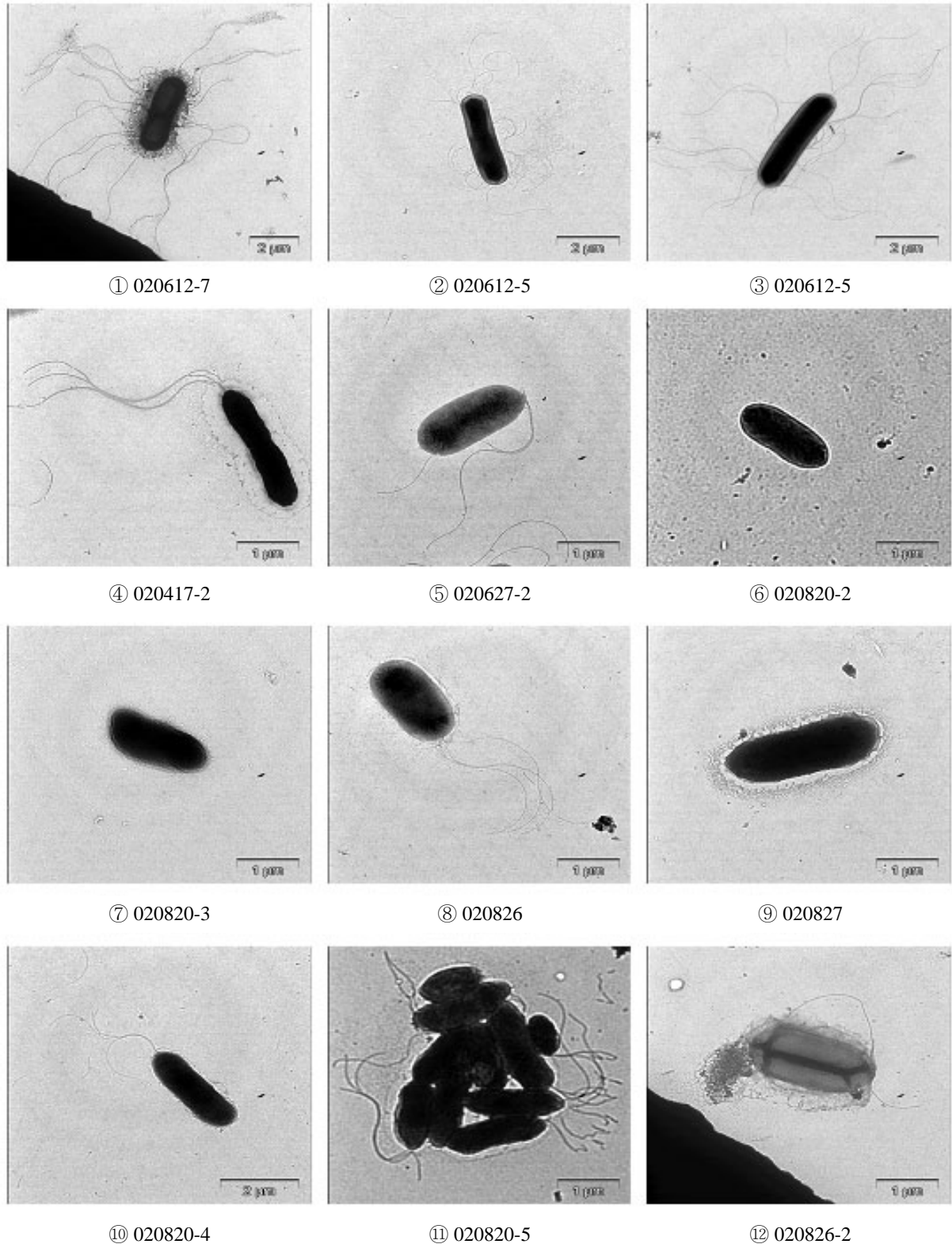


Fig. 1. Bacteria isolated from diseased *Pleurotus eryngii* fruit-body, spawn bottle and pin-heading induction part(SEM).

오염된 배양병, 균급기후 오염된 배지상단부 및 자실체로부터 분리된 세균의 전자현미경사진, 병원성 검정 및 분류 동정 결과이다. 020612-5, 020612-6, 020612-7 균주는 사진3의 ③과 같이 배양중 띠를 형성하는 병징부위에서 분리한 세균으로 동정결과 020612-5, 020612-7은 *Bacillus* sp 로 살균미숙이나, 접종작업시 혼입된 것으로 생각되며, 020612-7 *Photobacterium* sp.로 병원성은 없는 것으로 보아 배양 병 내부에서 띠를 형성하는 병징과는 무관한 것으로 판단된다.

020417-2과 020627-2 균주는 사진 3의 ④,⑤와 같이 균급기 후의 배지상단부에서 형성된 갈색으로 응결된 물방울에서 분리한 세균(사진1-④,⑤)으로 동정결과 *Stenotrophomonas* sp. 이었으며 병원성은 약하였다.

020820-2, 020820-3, 020826-1, 020828 균주는 사진3의 ⑧, ⑨, ⑩과 같이 원기형성 이후 갓이 분화되지 않고 대가 둥근 공과 같은 모양으로 자라다 기저부와 내부가 괴사 되면서 빈공간이 생기는 병징을 보였으며 전형적인 연작장해의 증상의 하나이다. 020820-2, 020820-3 균주는 병원성이 없어 단순히 병반 주변 기생하는 비병원성균으로 밝혀졌고, 020826-1, 020828균주는 각각

Pseudomonas sp, *Erwina* sp. 로 균급기 한 배지상단에 접종하였을 때 환경조건에 따라 병징이 나타나기도 하고 나타나지 않기도 하여 병원성을 확인하기 어려웠다. 020820-4과 020820-5은 사진 3의 ⑫와 같이 자실체에 갈변을 일으키는 병징으로부터 분리한 균으로 020820-4는 재접종시 병원성이 강하였고 동정결과 *Pseudomonas* sp. 로 밝혀졌으나, 020820-5 균주는 병원성이 없었다. 현재까지 보고된 버섯 병원성 세균은 *Pseudomonas agarici*와 *P. tolaasii* 등이 있는데, 이들 균은 느타리버섯(Bessette 등, 1985), 팽이버섯, 양송이버섯(Young, 1970) 등 주요 식용버섯에 세균성갈변병을 유발하는데, 버섯발생시에 이병에 감염되면 버섯의 대와 갓이 분화되지 않고 생장이 정지되며, 버섯이 어느 정도 성장한 후에 감염되면 갓색이 갈변하다가 병이 진전되면서 점액질을 분비하면서 썩게 된다. *P. agarici*와 *P. tolaasii* 등은 물을 매개로 전염되며, 실내습도가 과습하거나, 환기가 이루어지지 않을 때, 주야간 온도편차가 클때 주로 발생될 수 있고, 관수나 가습수로 사용되는 물을 소독하여 병원균의 전염을 방지하고 실내온도를 급격히 낮추거나 높이지 말아야 한다(김 등, 2000).

Table 7. Identification of bacteria isolated from diseased *Pleurotus eryngii* fruit-body, spawn bottle and pin-heading induction part

Bacteria	Gram reaction	Grows anaerobically	Grows aerobically	Colonise yellow/orange	Colonies on YDC at 30°C	Fluorescent pigment on KB	Oxidase	Grows at 40°C	Growth on DIM agar	Aerial mycelium	Result
020417-2	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	<i>Stenotrophomonas</i> sp.
020612-5	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	<i>Bacillus</i> sp.
020612-6	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	<i>Photobacterium</i> sp.
020612-7	-/+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	<i>Bacillus</i> sp.
020627-2	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	<i>Stenotrophomonas</i> sp.
020820-2	-	-	+	-	+	-	+	-	+/-	-	<i>Stenotrophomonas</i> sp.
020820-3	-	-/+	+/-	-	+	-	+	-	+	-	<i>Spingobacterium</i> sp.
020820-4	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	<i>Pseudomonas</i> sp.
020820-5	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	<i>Stenotrophomonas</i> sp.
020826-1	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	<i>Pseudomonas</i> sp.
020826-2	-	+	-	-	-	-	-	-	+/-	-	<i>Erwina</i> sp.
020827	-	+	-	-	-	-	-	-	+/-	-	<i>Erwina</i> sp.
020828	-	+	-	-	-	-	-	-	+/-	-	<i>Erwina</i> sp.

국내·외에서 느타리버섯이나 양송이버섯을 중심으로 세균성갈변병에 대한 방제연구는 많이 이루어져 있으나, 큰느타리버섯에 발생하는 세균성갈변병에 대한 보고는 많지 않다. 020826-2, 020827은 질무름 증상을 보이는 자실체(사진3의 ⑪)로부터 분리한 균으로 재접종시 동일한 병징을 보였으며 *Erwinia* sp.로 동정되었다.

Erwinia 속균은 일반적으로 식물의 무름병을 유발하는 세균으로 버섯류의 병발생과 관련된 보고 많지 않으나, 1999년 일본의 Okamoto 등은 *Erwinia caratovora* subsp. *caratovora*가 느타리버섯에 썩음병(Bacterial rot)

을 유발하며, 버섯이 암갈색으로 변화고 점액질 물질이 형성된 후 썩는 냄새가 심하게 나며 고온 다습하고 환기가 부족한 조건에서 발생하기 쉽다고 하였다. 국내에서도 진 등(1996)이 느타리버섯에서의 *Erwinia* 속균의 발병 가능성을 제시한바 있어 *Erwinia* 속균의 버섯에 대한 관련된 추가적인 연구수행이 필요할 것으로 생각된다.

표 8, 표 9, 사진 2는 조사대상 농가의 오염된 배양병, 발이유기부위로부터 분리한 곰팡이들에 대한 병원성과 포자 및 Phialides, Conidia 등의 형태 등을 기준으로 현미경관찰을 통해 분류동정한 결과이다.

Table 8. The pathogenicity of fungus isolated from diseased *Pleurotus eryngii* spawn bottle and pin-heading induction part

Fungus	Isolation part	Isolation region	Isolation time	Symptom	Pathogenicity
020416	pin-heading induction part	Gwangju	april	fruit-body not formation, conidiophores formation	2
020417-1	"	Pocheon	"	"	3
020417-2	spawn bottle	"	"	incubation failure	3
020417-3	"	"	"	"	3
020417-4	pin-heading induction part	"	"	fruit-body not formation, rot	2
020420	"	Gwangju	"	"	2
020507	"	"	may	"	3
020520	"	"	"	fruit-body not formation, conidiophores formation	2
020612-2	spawn bottle	Sangju	june	incubation failure	3
020612-3	"	"	"	"	3
020612-4	"	"	"	"	3
020717-1	pin-heading induction part	Gwangju	july	fruit-body not formation, conidiophores formation	2
020717-2	"	"	"	"	3
020826-3	"	"	august	fruit-body not formation, rot	2
020827-1	"	Uiryeong	"	fruit-body not formation, conidiophores formation	3

Table 9. Identification of fungus isolated from diseased *P. eryngii* spawn bottle and pin-heading induction part

Fungus	Mycelium growth (mm/25°C/4days)	Colony	Conidia	Phialides	Conidiophores	Result
020416	77 ¹	white→green	ellipsoid	verticillate	short pyramidal	<i>Trichoderma</i> sp.
020417-1	81	white→green	obovoid	"	short pyramidal	"
020417-2	79	white→yellow green	subglobose	"	pyramidal	<i>T. atroviride</i>
020417-3	65	white→green	ellipsoid	"	regular branched	<i>T. harzianum</i>
020417-4	83	white→yellow green	subglobose	"	pyramidal	<i>T. atroviride</i>
020420	70	white→green	ellipsoid	"	broadly pyramidal	<i>Trichoderma</i> sp.
020507	82	white→green	subglobose	"	pyramidal	"
020520	55	white→green	obovoid	"	repeatedly branched	"
020612-2	75	white→yellow green	subglobose	"	pyramidal	<i>T. atroviride</i>
020612-3	84	white→yellow green	subglobose	"	pyramidal	<i>T. atroviride</i>
020612-4	34	white→white yellow	macro, septa	mono	—	<i>Fusarium</i> sp.

¹ Malt Extract Agar 배지

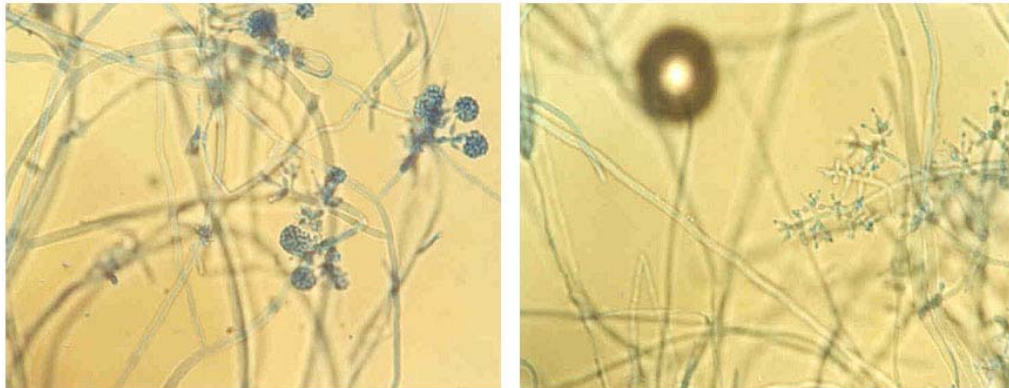


Fig. 2. Conidiophores and phialides of *Trichoderma atroviride* isolated from diseased *Pleurotus eryngii* spawn bottle.
 - Conidiophores of *Trichoderma. atroviride*(L), Phialides of *T. atroviride*(R) -

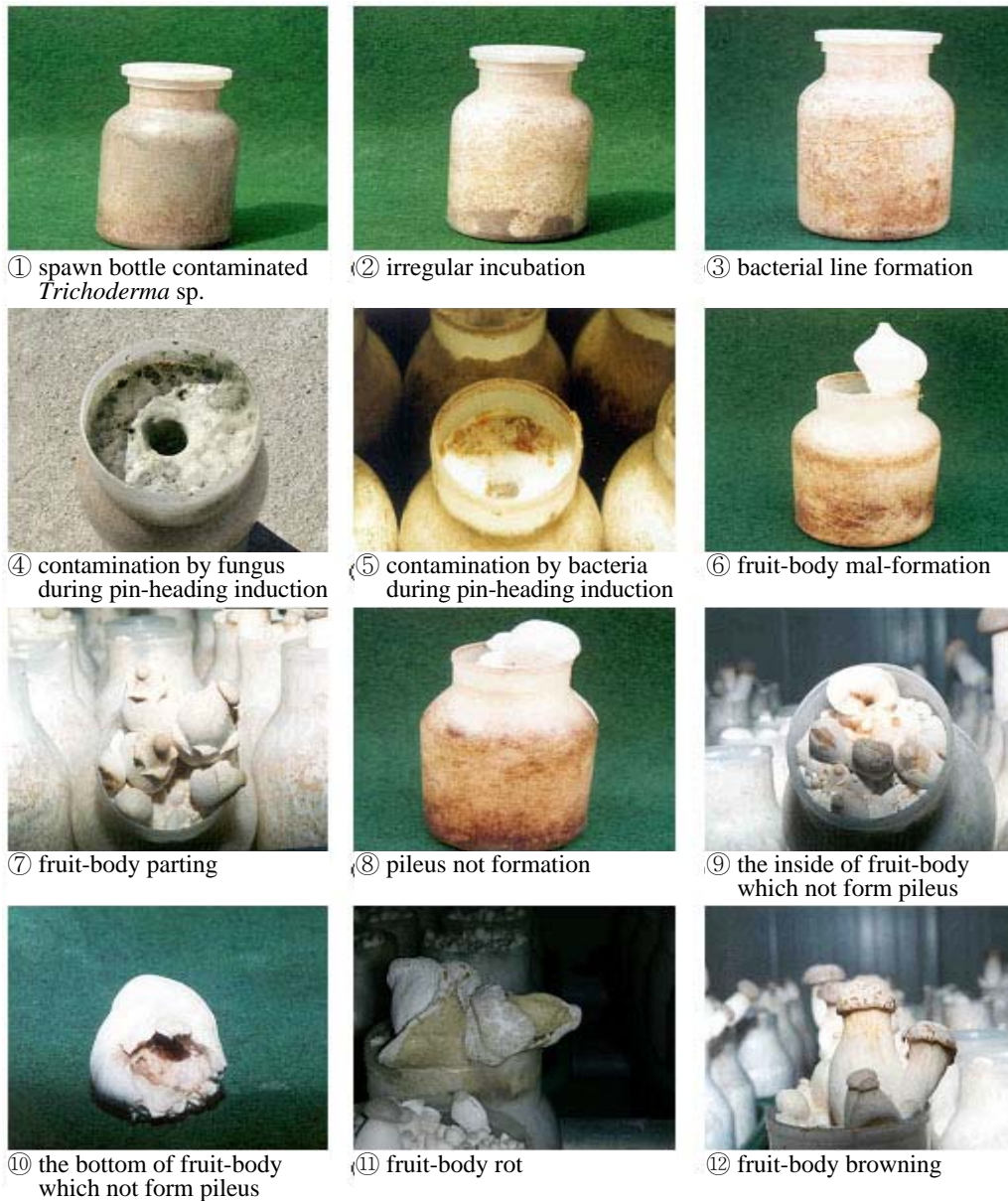


Fig. 3. The various diseased symptoms of *Pleurotus eryngii*.

020417-2, 020417-3, 020612-2, 020612-3, 020612-4 균주는 사진3의 ①과 같이 오염된 배양병으로부터 분리한 곰팡이들로서 배양병 내부에서 분생포자를 형성하여 큰느타리버섯 균배양이 전혀 이루어지지 않도록 만드는 균들로서 재접종시 100%발병하여 강한 병원성을 나타내었고, 동정결과 020417-2, 020612-2, 020612-3은 *Trichoderma atroviride*, 020417-3은 *T. harzianum*, 020612-4는 *Fusarium* sp. 로 밝혀졌다. 020416 등을 비롯한 나머지 9균주들은 사진3의 ④,⑤와 같이 발이유기 후의 오염된 배지상단부에서 분리한 균들로서, 원기형성이 되지 않고 분생포자를 형성하거나, 갈색 물방울을 형성하면서 질무르는 증상을 보였는데, 동정결과 *T. atroviride*와 *Trichoderma* sp. 로 밝혀졌다.

IV. 적 요

1995년이후부터 재배되어온 큰느타리버섯은 배양중 오염을 증가, 발이상대불량, 기형버섯의 발생, 수량 격감 등이론바 연작장해로 불리어지는 재배상 문제점들에 대한 원인파악과 해결책이 요구되어, 전국의 큰느타리버섯 주요 재배농가에서의 종균관리, 배지제조, 배양 및 생육관리 등 전반적인 재배실태와 연작장해 발생정도를 조사한 결과와 균배양, 버섯발생, 자실체 생육과정에서 발생된 병원균을 분리하여 동정한 결과는 다음과 같다.

- 가. 재배실태조사 결과 재배사 청결관리가 미흡하고 수확 후 재배사 세척 및 소독이 소홀하였다.
- 나. 발이유기시 습도가 90%이상, 환기는 소량 또는 억제하여 관리한 농가들에서 발이 유기부위에서 세균 및 곰팡이에 의한 오염과 기형버섯 발생 등으로 인해 수량이 낮았다.
- 다. 자실체 생육시 발이개체수가 과다하였고 환기 및 습도 관리 미숙으로 자실체 갈변, 환기장해 등으로 자실체 생육이 불량하였다.
- 라. 강제흡기-강제배기 방식보다 강제흡기-자연배기 방식이나 자연흡기-강제배기 방식의 농가가 많아 발이유기시 많은 양의 환기를 필요로 하는 큰느타리버섯 재배에 부적합한 환기시스템을 갖추고 있었다.
- 마. 큰느타리버섯 재배농가에서 수집한 병원균은 총 28점으로 세균13점, 곰팡이15점이었고 채집부위별로는 배양병에서 8점, 발이유기부위에서 12점, 자실체에서 8

점을 분리하였다.

- 바. 큰느타리버섯 재배시 문제가 되는 세균은 *Pseudomonas* sp. *Erwinia* sp 가 많았는데. 발이유기 배지표면 오염과 자실체 갈변 및 괴사와 관련된 병징을 유발하였고, 곰팡이는 대부분 *Trichoderma* sp. 이었으며 주로 배양병 및 발이유기부위에서 발병하였다.

V. 참고문헌

김광포, 김한경, 박정식, 유영복, 유창현, 전창성, 정종천, 조세연. 2000. 최신 버섯병 해충방제도감. 한국버섯연구회.

김재봉. 2002. 버섯산업의 발전방향과 새송이버섯 재배기술. 버섯 6(1) : 87~102.

김태성, 이현욱, 송근우, 신원교. 1999. *Cladobotryum varium* 에 의한 새송이(큰느 타리)버섯 흰곰팡이병. 한국균학회지. 11(1) : 46.

김한경. 2003. 큰느타리(새송이)버섯 안정생산기술. 버섯 7(2) : 111~129.

김흥기. 1992. 미생물실험 기초와 응용. 세문사.

木村瑩一. 1999. 기초からい エリンギ 栽培. 農村文化社.

신관철, 조수목, 전낙범, 구자형. 1995. Sodium Hypochlorite(NaOCl) 처리가 느타리버섯의 세균성갈변병에 미치는 효과. 한국균학회지 22(2) : 190~195.

이현욱. 1999. 큰느타리버섯(새송이) 재배기술 및 병해진단. 버섯 3(1) : 137~165.

조우식, 류영현, 김승환, 윤재탁, 최부술. 1999. *Penicillium cladobotryum*에 의한 큰느타리버섯(*Pleurotus eryngii*) 푸른곰팡이병. 한국균학회지 27(6) : 412~414.

차재순. 2001. 인공재배버섯 세균병의 원인 및 방제대책. 버섯 4(1) : 31~49.

Bessette, A. E., R. W. Kerrigan, and D. C. Jordan. 1985. Yellow blotch of *Pleurotus ostreatus*. Appl. & Environ. Microb. 50(6). 1535~1537.

Geels, F. P., L. J. L. D. van Griensven, and A. J. Rutjens. 1991. Chlorine dioxide and the control of bacterial blotch on mushrooms caused by *Pseudomonas tolaasii*. Mushroom science VIII. Science and Cultivation of Edible Fungi. 437~442.

Okamoto, H., Sato, M., and Isaka, M. 1999. Bacterial soft rot of winter mushroom and oyster mushroom caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 65 : 460~464.

Young, J. M. 1970. Drippy gill - a bacterial disease of cultivated mushrooms caused by *pseudomonas agarici*. J. Agric. Res. 13 : 977~990.