

왕송이버섯(*Tricholoma giganteum*)의 인공재배를 위한 환경조건 구명

장갑열* · 박정식 · 정종천 · 공원식 · 유영복 · 전창성 · 성재모¹

농업과학기술원 응용미생물과, ¹강원대학교 생물환경부

Development of artificial cultivation conditions on *Tricholoma giganteum*

Kab-Yeul Jang, Jeong-Sik Park, Jong-Chun Cheong, Won-Sik Kong, Young-Bok Yoo,
Chang-Sung Jhune and Jae-Mo Sung¹

Applied Microbiology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, Rural Development Administration 441-707, Korea

¹Department of Environmental Biology, Kangwon University, Chuncheon, 200-701

ABSTRACT : *Tricholoma giganteum*, an edible mushroom, belongs to Tricholomataceae of Tricholoma and is distributed at Jeju-Do in Korea. It is also well-known as the medicinal mushroom in Taiwan. The cultivation method using the compost was developed in Korea in 1995. To develop a mass cultivation method and a superior strain, four strains were collected and tested. To establish the optimal cultivation conditions, various examinations were accomplished. Bag cultivation was more effective than box cultivation and the optimal relative humidity was more than 80%. Although the mycelial growth was tested in the substrate supplemented with different additives, such as rice bran and wheat bran, there's no significant difference between them. It suggested that the environmental conditions were more important than the substrate additives for cultivation.

KEYWORDS : *Tricholoma giganteum*, cultivation, temperature, humidity

Tricholoma giganteum Masee(왕송이버섯)는 송이버섯과, 송이버섯속에 속하는 버섯으로 맛이 부드러우며 국내에는 1996년 제주도에서 처음으로 수집된 버섯이다(김 등, 1998). 일본에서는 흰송이(White matsutake)로 불리며 약용으로서의 효과가 검증되어 아시아에서는 오래전부터 민간에서 식용으로 이용되었으며(Lee 등, 2004) 특히, 대만에서는 동충하초, 땅태버섯, 노루궁뎅이버섯과 함께 상업적으로 식용되고 있는 버섯이다(Mau 등, 2001). 또한, *Fusarium oxysporum*, *Mycosphaerella arachidicola*, *Physalospora piricola*와 같은 병원성 균에 대한 항진균 단백질인 Trichogin이 왕송이버섯의 자실체에서 분리되었다고 보고되었다. 또한, 이 단백질은 기존의 느타리나 큰느타리와는 다른 새로운 단백질이라고 보고 되었다(Guo 등, 2005).

현재 재배되고 있는 버섯들은 약용버섯과 식용버섯으로 크게 나눌 수 있다. 느타리를 비롯한 팽이, 양송이, 큰느타리 등은 우리가 알고 있는 가장 대표적인 식용버섯이다. 대표적인 약용버섯은 상황버섯, 영지버섯 등이며 이외에 양송이와 재배법이 비슷한 신령버섯 등이 있다. 신령버섯을 제외한 대부분의 약용버섯은 원목을 기본으로 재배하기 때문에 톱밥, 폐면 배지를 사용하는 식용버섯들에 비해 배양기간이 대체로 길고 재배 방법 또한 까다롭고 힘들어 고

가에 팔리고 있다. 그래서, 이들 약용버섯들의 품종개발이나 속성재배법 개발에 많은 시간과 노력이 요구된다. 반면, 왕송이 버섯은 톱밥이나 폐면 재배가 가능하기 때문에 대량생산이 용이하고 다른 약용버섯 못지않은 기능성을 가지고 있는 버섯이다. 또한 벚짚, 톱밥, 폐면을 이용한 상자 재배가 가능하며 자실체는 대형으로 다발성이기 때문에 수확작업이 유리할 것으로 본다. 국내에서는 1996년에 재배법 개발이 시도되어 괄목한 만한 성적을 내었으나 대량 생산을 하기에는 좀 더 많은 연구가 필요하다(김 등, 1996). 이와 아울러, 국내 버섯산업은 느타리와 팽이버섯이 주를 이루고 있는데 품목의 다양화와 새로움을 찾는 소비자의 욕구에 발맞춰 이들에 대한 대체 품목의 개발이 어느 때보다도 필요하다.

본 시험은 왕송이버섯의 보다 효율적인 대량생산 체계를 구명하고자 재배 방법 및 재료를 달리하여 이에 적합한 환경을 선발하였던 바 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

수집 균주

본 시험에 사용한 균주는 농업과학기술원 응용미생물과에 보존 중인 왕송이버섯균 (*Tricholoma giganteum*)으로 제주도에서 수집된 MKACC 50853을 포함하여 총 4균주이다.

*Corresponding author: <gabriel@rda.go.kr>

표 1. 왕송이버섯 수집균주 내역

균주 번호	학 명	수 집 지 역
MKACC 50852	<i>Tricholoma giganteum</i>	일 본
MKACC 50853	"	제주도 (자생)
MKACC 53368	"	인천광역시 (자생)
MKACC 53359	"	태 국

수집 균주의 유전적 유사도

왕송이버섯 수집균주의 계통구분을 위하여 Zolan과 Pukkila(1986)이 사용한 DNA추출법을 인용하여 균사체에서 DNA를 추출한 다음 #OPC8 등 10mer OPERON 프라이머를 이용하여 PCR을 수행하였다. 얻어진 PCR산물은 2.0% 아가로스 겔에서 전기영동을 하여 밴드의 다형성을 비교하였다.

유연관계 분석은 밴드의 유무를 "1"과 "0"으로 구분(Smith와 Anderson, 1989)하였으며 이를 근거로 UPGMA(unweighted paired group methods with arithmetic average)법을 이용하여 Dendrogram을 작성하였다.

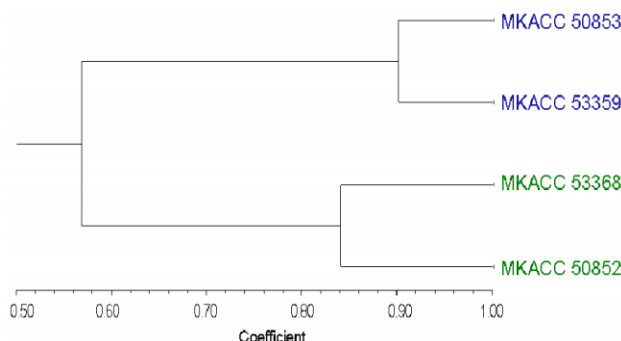


그림 1. 왕송이버섯 수집균주의 유전적 유사도

왕송이버섯의 재배환경

왕송이버섯의 재배 체계를 확립하고자 폐면과 톱밥배지를 사용하여 상자재배와 봉지재배를 실시하였다. 상자재배는 면적 0.8m² 상자에 1,000ml 크기의 톱밥종균 4병을 반으로 쪼개어 넣은 다음 양송이용 복토를 덮어 25℃에서 배양하였다. 봉지 재배는 67%로 수분이 맞춰진 폐면을 약 2kg 씩 충전하여 121℃에서 90분간 살균한 후 접종하여 25℃에서 배양하였다. 왕송이 발이 후에는 자실체 생육 환경을 구명하고자 재배사의 습도를 60%이하, 80%이상으로 유지하여 초발이소요일수, 자실체 형태, 균사생장정도를 조사하였다. 또한, 봉지재배를 통하여 폐면, 밀기울 등 배지종류 및 첨가제를 달리하여 재배한 후 수량, 초발이소요일수, 자실체 형태를 조사하였다.

결과 및 고찰

수집된 왕송이버섯의 계통분류

왕송이버섯의 RAPD 분석을 통한 유전적 다형성을 분석한 결과, MKACC 50852 균주와 MKACC 53368이, 그리고 MKACC 50853과 MKACC 53359가 각각 높은 유연관계를 보였다(그림 1).

왕송이버섯의 자실체 발생 유도

왕송이버섯의 자실체대량생산체계를 확립하고자 톱밥배지에서 배양한 종균의 윗부분을 제거한 후 노지에 매물을 하여 왕송이버섯의 자실체를 유도하였다. 또한, 노지의 조건과 흡사한 방법으로 실내 상자에서 양송이 복토를 사용하여 자실체를 유도하였다. 노지매물 및 실내 상자재배 모

두 자실체가 발생하였으며 발생 후 9일 경에 완전한 자실체로 성숙한 것을 확인 할 수 있었다(그림 2).

왕송이버섯의 대량 인공재배를 위하여 봉지재배 및 상자매물 재배를 실시하였다. 상자매물 재배를 위하여 1,000 ml 용량의 플라스틱병에 미송 40%와 포플라 40% 및 미강 20%를 혼합한 톱밥배지를 충전하여 왕송이 균을 접종하였다. 배양이 완료된 종균은 각각의 상자에 8병씩 넣어 복토한 후 자실체 발생을 유도하였다. 또한, 봉지재배를 위하여 수분을 67%로 조절한 폐면배지에 톱밥종균을 접종하여 총배지 무게를 2kg으로 맞춰 배양하였다. 그 결과, 종균의 배양율은 MKACC50852와 MKACC53368이 90% 이상으로 가장 좋았으나 나머지 균주는 배양율이 저조하였다. 균사밀도는 모두 보통이상으로 균사생장이 좋을수록 균사밀도도 높은 경향을 보였다. 최종적으로 버섯은 MKACC50852와 MKACC53368 두 균주에서만 발생이 되었으며 MKACC50852를 봉지재배했을 때 수량이 109.3g으로 가장 높게 나타났다. 초발이 소요일수는 57일에서 64일정도가 소요되어 일반적인 병재배나 봉지재배 버섯들에 비해 상당히 늦은 경향이였다(표 2).

폐면봉지재배시 영양원 첨가 효과

폐면을 사용한 왕송이버섯 봉지재배시 수량증수를 위해 첨가제를 처리하여 이들의 효과를 살펴보았다. 첨가제로는 구둑이 쉬운 밀기울과 미강을 사용하였으며 첨가비율은 각각 3, 5, 7%을 처리하여 자실체 수량을 조사하였다. MKACC50852 균주의 경우 첨가제를 처리하지 않고 폐면 단독처리한 대조구에서 수량이 높았으며 밀기울을 5% 첨가한 배지 이외에는 자실체가 발이되지 않았다.



그림 2. 왕송이버섯의 노지매물 및 실내상자 재배시 자실체 전경

표 2. 왕송이버섯 상자재배시 군사생장 및 자실체 성장 특성

균주 번호	재배방법	군사생장 및 자실체 성장 특성			
		중균배양율 (%)	군사밀도	초발이소요일수 (일)	발이개체수 (개/상자)
MKACC50852	상자	90	+++++	63.7	74.3
	봉지		++++	57.7	109.3
MKACC50853	상자	20	+++	-	-
	봉지		++++	-	-
MKACC53359	상자	30	+++	-	-
	봉지		++++	-	-
MKACC53368	상자	90	++++	63.7	51.7
	봉지		++++	57.0	44.0

* 군사밀도 : +++++;매우 높음, ++++; 높음, +++;보통, ++;낮음, +;매우 낮음* 복토산도 : 6.5



그림 3. 톱밥 봉지재배용 왕송이버섯균의 배양 전경

MKACC53359는 미강 7% 처리구를 제외한 모든 처리에서 버섯이 발생하였으며 밀기울을 3%처리한 처리구에서 가장 높은 수량을 보였다. 하지만 전체적으로 다른 처리구는 대조구에 비하여 수량이 낮았다. 왕송이버섯의 경우는 첨가제를 첨가해도 큰 효과를 보지 못했으며 폐면 단독 처리가 더 효과적이었다며 첨가제보다는 재배사 환경조절이 더 중요하다고 판단된다. 군사배양기간은 69일에서 74일 정도 소요되었다(표 3).

왕송이버섯 재배사의 습도조건 구명

왕송이버섯이 발이 후 재배사내 적정 습도조건을 구명하고자 60%이하의 저습조건과 80%이상의 고습조건을 두

표 3. 왕송이버섯 폐면 봉지재배시 첨가제 종류별 균사생장 정도

균주 번호	첨가제	첨가비율 (%)	배양기간 (일)	발이기간 (일/복토후)	자실체수량 (g/봉지)
MKACC50852	밀기울	3	69	25	273
		5			
		7			
	미 강	3	74		455
		5			
		7			
MKACC53359	밀기울	3	69	25	432
		5			
		7			
	미 강	3	71	28	367
		5			
		7			
대조구	0	71	28	367	
	0				
	0				



그림 4. 왕송이버섯의 폐면 상자시 발이 및 발생된 자실체

표 4. 왕송이버섯 재배사내 습도별 자실체 성장율

균주 번호	습도처리	발이율 (%/재배면적)	버섯 성장율* (%)
MKACC50852	60% 이하	40	-
	80% 이상		13.4
MKACC53368	60% 이하	20	-
	80% 이상		17.4

* 버섯성장율: 발이 후 갓을 형성하면서 자실체로 성장한 비율
 ** 재배사 온도: 25℃

어 자실체의 성장정도를 살펴보았다. 자실체의 발이율은 MKACC53368보다 MKACC50852가 40%로 더 높았으며 이중 실제 수확가능한 버섯으로 성장한 성장율은 MKACC53368이 17.4%로 높았다(표 4). 이 결과는 균주의 특성이라기 보다는 발이율이 높으면 낮을 때보다 발이

된 버섯개체간의 경쟁이 더 심해져 서로 자실체 성숙에 제한을 하는 것으로 판단된다. 그러므로, 발이 후 슈아주기 잡업을 해주는 것이 효율적이라고 판단된다.

습도조건에서는 발이 후 습도를 80%이상 유지할 때 자실체 성장율이 좋았으며 이는 일반적인 버섯의 특성에 준

한다고 판단된다. 복토작업 후 복토 위로 균상면적의 약 70% 정도 균사 생장이 되었을 때 하온 처리에 의한 발이유기가 효과적이라고 생각되며 발이유기 및 자실체 생장시 주야간 온도편차가 가능하고 환기가 용이한 재배사가 적절하다고 판단된다.

적 요

왕송이버섯의 인공재배법을 개발하기 위하여 농업과학기술원에서 보존중인 MKACC50852 등 4개 균주를 사용하였으며 우선 이들의 RAPD 분석을 통한 유전적 다형성을 분석하여 유사도를 알아보았다. 일본에서 수집한 MKACC50852균주와 인천에서 채집한 자생균주인 MKACC53368이 높은 유연관계를 보였으며, 제주도에서 채집한 MKACC50853은 태국에서 수집한 MKACC53359와 높은 유연관계를 보였다.

왕송이버섯의 인공재배 방법을 개발하기 위해 봉지재배 및 상자매물 재배를 비교 실험한 결과, 봉지재배가 상자재배보다 초발이소요일수가 빨랐으며 발이정도에서는 큰 차이는 보이지 않았다. 균주별 자실체 발생에서 MKACC50852 및 MKACC53368는 버섯이 발생되었으며 그 외의 균주는 버섯이 발생하지 않았다. 특히, MKACC50852가 자실체의 품질 및 발이율이 가장 높았으며 복토 후 균상생장도 양호하였다. 왕송이버섯의 재배사내 습도별 자실체 성장율은 발이 후 습도를 80%이상 유지시 자실체 성장율이 좋았으며, 복토 후 균사생장 완료전 약 70% 정도 균사 생장시 하온 처리에 의한 발이유기가 효과적이라고 생각되며 발이유기 및 자실체 생장시 주야간 온도편차 유지가 가능하고 환기가 용이한 재배사가 적절하다고 판단된다.

왕송이버섯의 간편한 재배 체계를 확립하고자 폐면 및 톱밥배지를 사용하여 상자재배와 봉지재배시 미강, 밀기울 등 첨가제를 각각 3, 5, 7%씩 처리하여 자실체발생 및 수량을 조사한 결과, 첨가제 중 미강 처리구보다는 밀기울 처리구에서 균사생장이 양호하였으며 배양기간과 발이기간도 단축되었으나, 수량은 폐면 단용구에 비해 낮았다. 균주

별로는 MKACC50852 균주가 폐면단용구에서 발이 및 수량(455g/봉지)이 가장 양호하였으며 MKACC53359는 비록 수량은 낮은 편이었으나 처리별로 고른 발이율을 보였다. 결론적으로, 왕송이버섯 자실체 발생을 위해서는 첨가제의 종류보다는 재배환경요인이 더 큰 영향을 준다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국책기술개발사업(과제번호 : 20070201030017)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 김한경, 김양섭, 석순자, 김광포, 차동렬. 1998. 한국산 왕송이버섯의 인공재배(I) -자실체 형태적 특징과 발생지 환경조사-. 한국균학회 26(2): 182-186
- 김한경, 정종천, 김광포. 1996. 시험연구사업보고서(생물자원부편): 660-665. 농업과학기술원.
- Guo, Y., Wang, H., and Ng, T. B. 2005. Isolation of trichogin, an antifungal protein from fresh fruiting bodies of the edible mushroom *Tricholoma giganteum*. Peptides 26(4): 575-580
- Lee, D.H., Kim, J.H., Park, J.S., Choi, Y.J., Lee, J.S. 2004. Isolation and characterization of a novel angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptide derived from the edible mushroom *Tricholoma giganteum*. Peptides 25: 621-627
- Mau, J.L., Lin, H.C., Ma, J.T., and Song, S.F. 2001. Non-volatile taste components of several speciality mushrooms. Food chemistry 73:461-466
- Smith, M. S. and Anderson, J. B. 1989. Restriction fragment length polymorphisms in mitochondrial DNAs of *Armillaria* : Identification of north American biological species. Mycological Research 93 : 247-256.
- Zolan, M. E. and Pukkila, P. J. 1986. Inheritance of DNA methylation in *Coprinus cinereus*. Mol. Cell. Biol. 6 : 185-200.