

과제구분	지역특화작목기술개발과제	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
버섯재배 부가가치 향상기술 개발		버섯	'16~	농업기술원 버섯연구소	백일선
유용미생물 활용 버섯 재배법 개발		버섯	'16~'18	농업기술원 버섯연구소	백일선
색인용어	느타리버섯, 흑타리, 미발이, 미생물GM20-4				

ABSTRACT

In searching for microorganism to be utilized as reduction of 'Heuktari' non-primordia formation, GM20-4 was isolated from SMS(spent mushroom substrate) of oyster mushroom. GM20-4 was identified *Bacillus* sp. through sequencing by using ITS, ropB and gyraB partial gene. GM20-4 *Bacillus* sp. was used as additional agent for 'Heuktari' mycelial seed cultivation.

Used amount of GM20-4 *Bacillus* sp. optimized about 5~10% of mycelial liquid media. One thing to keep in experiment, GM20-4 *Bacillus* sp. should be added after cultivating 'Heuktari' mycelial growth in liquid media for 4 days, because of over-cultivation of GM20-4 *Bacillus* sp.. As result of the cultivation experiments, ratio of non-primordia formation in 'Heuktari' mycelial seed with GM20-4 *Bacillus* sp. was reduced than that of control. According to the farm-test, ratio of non-primordia formation was decreased by 12% by sawdust spawn with the GM20-4 *Bacillus* sp..

Key words : Heuktari, Microorganism GM20-4, Non-primordia formation, *Pleurotus ostretus*

1. 연구목표

느타리버섯은 국내에서 가장 많이 소비되는 버섯으로 전국 생산량의 71%를 경기도에서 생산하고 있다(농림축산식품부, 2017). 우리원 육성 품종인 '흑타리'는 갓색이 진하고 대가 흰 고품질로 농가에서 선호하는 품종이지만 버섯 발생이 되지 않는 미발이 현상이 해결해야 할 문제로 대두고 있다. 농가 보급을 확대하기 위해서는 미발이 발생을 최소화하는 것이 시급하다. 미발이 발생의 원인이 정확하게 밝혀지지 않았지만 병내 온도 상승, 가스장애와 같은 배양 중의 환경 또는 노화된 종균 사용 등 여러 가지 원인에 의해 발생하는 것으로 추정된다. 일반적으로 버섯균은 Cellulase, Xylanase를 분비하면서 톱밥배지의 유기물을 분

해하여 영양원을 얻는데, 유산균 및 *Bacillus* sp.는 리그닌이나 셀룰로오스 등의 난분해성 유기물을 가용하는 것으로 알려져 있어(Lee *et al.*, 2004, Marquesa *et al.*, 2008) 버섯균 배양에 유리할 것으로 예상된다.

일부 유산균은 병원균 증식을 억제하는 항생물질은 생성하는 것으로 보고되고 있다. 효모는 환경적응성이 뛰어난 미생물로 유기물 분해 능력이 우수하며 균주에 따라서는 작물 생육을 촉진시키며 효모가 분비하는 활성물질이 푸른곰팡이병균, 잿빛곰팡이병균 등의 생육 억제 효과가 있다고 알려져 있다(Lee *et al.*, 2008).

버섯재배에 미생물 활용은 국내외에서 다양하게 연구되었는데 폴란드에서는 EM-A, EM-5 처리로 양송이버섯에서 *T. harzianum*의 포자 형성이 억제되었다(Gorski *et al.*, 2009)고 보고하였으며, 인도네시아에서는 풀버섯에서 밀짚 및 면실박에 EM처리로 수량이 증대되었다고 보고하였다. 또한 Cellulase와 Xylanase 활성이 높은 부속촉진 세균 SJ21균주를 국립특작과학원에서 개발하였고(Shin *et al.*, 2011), 버섯의 세균성갈반병에 항균활성을 가지는 미생물 *P. asotoformans* HC5를 개발한 보고도 있다(Lee *et al.*, 2015). 따라서 본 연구에서는 미생물이 버섯 발생에 관련이 있다고 판단되어 시군농업기술센터와 느타리버섯 수확후배지에 존재하는 미생물들의 미발이 저감 효과를 구명코자하였다. 각 농업기술센터에서 보급하고 주요 미생물 4종 *Lactobacillus plantanum*(LP), *Saccharomyces cerevisiae*(SC), *Rhodobacter sphaeroides*(RS), *Bacillus subtilis*(BS)과 느타리버섯 수확후 배지로부터 분리한 미생물 4종 GM6-1, GM12-3, GM15-1, GM20-4 가지고 시험을 수행하였다. 느타리버섯 수확후배지에는 유산균, 효모, *Bacillus* sp. 등 다양한 미생물이 존재하고 있었으며 미발이 발생 저감을 위한 미생물로 GM20-4 *Bacillus* sp.를 분리하였다. 따라서 GM20-4 *Bacillus* sp.를 종균제조에 적용하여 미발이 발생저감 효과에 대한 결과를 보고하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 느타리버섯 종균생산용 미생물 선발

본 시험을 위해 각 시군 농업기술센터에서 보급하고 있는 주요 미생물 4종(*Lactobacillus plantanum*(LP), *Saccharomyces cerevisiae*(SC), *Rhodobacter sphaeroides*(RS), *Bacillus subtilis*(BS))을 광주시농업기술센터로부터 분양 받아 사용하였으며, 느타리버섯 균사 생장 억제능을 조사하기 위해 LB/PDB/Agar 배지에 코르크 보러로 천공 후 미생물을 각각 20 μ l 씩 접종하였다. 미생물은 10⁸ cfu/ml 농도로 배양하였으며, 버섯균에 적용할 미생물 선발을 위해서 미생물을 배양 후 균체를 0.45 μ l 필터로 2차 필터링 후 배양여액을 느타리버섯 종균 생산에 사용하였다. 또한 느타리버섯 수확후배지로부터 분리한 4균주 GM6-1(*Lactococcus lactis*), GM12-3(*Galactomyces* sp.), GM15-1(*Saccharomyces* sp.), GM20-4(*Bacillus* sp.))를 추가적으로 본 시험에 사용하였다.

가. 미생물의 배양조건

미생물 배양을 위한 배지 및 배양조건은 다음과 같다.

- (1) 유산균류(GM6-1, LP) : MRS배지, 35°C, 48~60시간
- (2) 효모류(GM12-3, GM15-1, SC) : PDB배지, 30°C, 48시간
- (3) 바실러스 속(GM20-4) : LB배지, 30±2°C, 18~24시간
- (4) 광합성세균(RS) : LB배지, 32±2°C, 48~60시간

나. 미생물의 느타리버섯 종균 적용 및 접종원

각각의 미생물을 적합 배지, 적합 배양조건으로 $10^7 \sim 10^8$ cfu/ml의 농도로 배양하였고 배양여액을 사용하는 처리구에는 0.45 μm 실린지 필터를 이용해 균체를 거른 후 여액을 느타리종균 제조에 사용하였다. 미생물은 대부분 액체종균 배지량의 5~10%로 첨가하였으며, 5일간 25°C에서 배양후, 톱밥종균배지(미송(8):미강(2), v/v)에 접종하여 배양이 완료되면 느타리버섯 생육배지의 접종원으로 사용하였다.

다. 균사밀도 및 건조균체량 측정

균사밀도는 육안으로 상중하로 3반복 조사하였으며, 건조균체량은 PDB 액체 배양(100 ml) 후 필터페이퍼로 배지를 거른 후 80°C 건조기에서 48시간 건조하여 느타리버섯 균체의 무게를 3반복 측정하였다.

라. 균사배양 및 생육특성 조사

느타리버섯 배양 및 생육특성 조사는 농촌진흥청 표준조사법(2012)에 준하여 수행하였으며, 완전임의 배치하여 처리구별로 400병씩 입병하여 3회 반복시험을 수행하였다. 배지는 1,100 ml 병에 입병 후 121°C에서 90분간 고압 멸균 과정을 거쳐 배지 내 온도가 18°C 이하로 되게 냉각시킨 후 톱밥 종균을 접종하였다. 접종 후 배양은 20±1°C에서 30~35일간 배양하였고 균굽기 후 생육실로 옮겨 생육온도 22±1°C, 상대습도 85~99%, CO₂ 농도 800~4,000 ppm에서 생육하였다. 발이와 자실체 발생 유도를 위해 CO₂ 농도 및 상대습도는 높였으며, 발이가 완료되면 자실체 생육에 따라 CO₂ 농도와 상대습도는 점차 낮춰주었다. 수확 적기가 되면 수확 후 자실체 무게, 갓 직경, 대 길이 등을 측정하였으며, 자실체의 물리적 특성과 색차계(CM-2600d, Konika minota)를 이용하여 명도와 색도를 측정하였다.

마. 농가적용 실증재배시험

GM20-4(10^7 cfu/ml)가 첨가된 대두분액체종균을 제조 후 톱밥종균(미송:톱밥:미루나무:톱밥:미강, 6:2:2, v/v)을 만들어 25일간 배양 후 생육배지에 접종하였다. 느타리재배 2농가에서 시험하였으며, 농가생육배지를 사용하여 농가기준의 생육조건으로 재배하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 느타리버섯 군사생장 촉진용 미생물 선발 및 배양조건 구명

미생물 첨가에 의한 느타리버섯 군사 생장은 표1의 분석결과, BS에 의해 버섯군사 생장이 크게 저해되었고, SC처리구에서도 군사생장속도가 느렸으며, RS에 의해서는 촉진, LP처리구에서는 무처리와 비슷한 군사생장을 보였다. 버섯군사 저해효과를 보인 BS균주를 제외하고 나머지 수집균주를 각각 버섯균 배양액에 첨가하여 배양한 결과 미생물의 성장속도가 버섯균보다 빨라서 버섯균의 생장이 억제되었다. 따라서 미생물을 배양 후 균체를 걸러 배양여액을 본 시험에 사용하였으며, 느타리버섯 수확후배지로부터 분리한 4종의 미생물(GM6-1, GM12-3, GM15-1, GM20-4)을 추가하여 시험하였다(표 1, 그림 1).

표 1. 분양균주 첨가에 의한 느타리버섯 군사생장특성

처리내용 ¹	군사생장속도(mm, plate)			군사밀도
	3일	5일	7일	
무처리	34.8	55.6	75.2	+++
LP	33.2	56.4	77.6	+++
SC	17.4	35.2	54.8	+++
RS	37.6	58.6	81.8	+++
BS	군사생장 억제			-

¹ LP: *Lactobacillus plantanum*, SC: *Saccharomyces cerevisiae*, RS: *Rhodobacter sphaeroides*, BS: *Bacillus subtilis*

※ 버섯균 4일 배양 후 분양균주 1% 첨가 후 36시간 배양

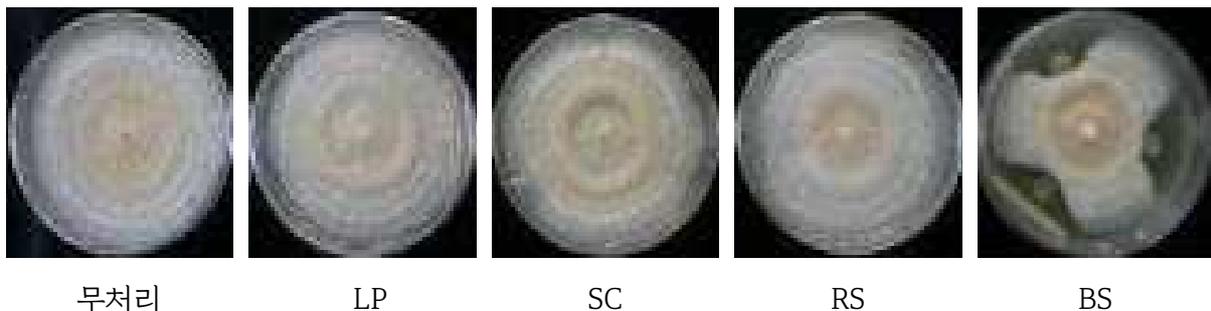


그림 1. 분양균주 첨가에 따른 느타리버섯 군사 성장(미생물 20 μ l 첨가)

느타리버섯 수확후배지로부터 분리한 균주 GM6-1의 배양여액 첨가로 군사생장이 7일차에서 77.2 mm로 가장 빨랐으며 건조균체량도 343 mg으로 가장 높았다. GM12-3 배양여액 처리에서의 군사생장속도와 건조균체량은 무처리보다 낮았다(그림 2, 표 2).

표 2. 분리균주 미생물 배양여액 첨가에 의한 느타리버섯 균사생장특성

처리내용 [↓]	균사생장길이(mm, plate)			건조균체량 (mg/5일)	균사밀도	CV(%)
	3	5	7			
무처리	25.0	47.0	70.1	120	+++	15.2
GM6-1	31.0	52.0	77.2	343	+++	10.6
GM12-3	27.9	48.3	70.5	112	+++	25.2
GM15-1	31.1	53.4	75.7	131	+++	16.4
GM20-4	27.0	48.8	75.2	138	+++	15.5

[↓] GM6-1: *Lactococcus lactis*, GM12-3: *Galactomyces* sp., GM15-1: *Saccharomyces* sp., GM20-4 : *Bacillus* sp.

※ 미생물 배양여액 첨가량 : 5~10%($10^7 \sim 10^8$ cfu/ml)

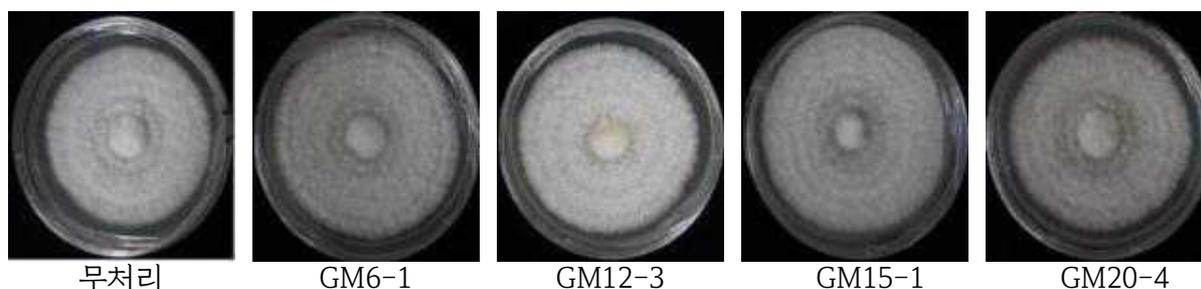


그림 2. 분리균주 배양여액 첨가에 따른 느타리 균사생장

혼합균주 처리구의 건조균체량 측정결과 변이계수(CV)를 고려할 때 수집균주에서는 LP+RS 배양여액 처리시 건조균체량이 179 mg으로 가장 높았으며, 분리균주간에는 GM6-1+GM12-3이 201 mg, GM6-1+GM15-1이 199 mg으로 높았고, 분리균주와 수집균주 혼합처리시에는 GM6-1+LP 238 mg, GM6-1+SC 235 mg, GM6-1+RS 210 mg으로 높게 조사되었다. 표 2와 표 3의 결과를 종합하여 보면 버섯 균체량 증진을 위해서는 GM6-1 단일균주를 사용하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났다.

표 3. 수집균주 및 분리균주 배양여액 혼합 첨가에 따른 느타리 건조균체량

처리내용	미생물	건조균체량(mg/5일)	CV(%)	
무처리	대조	125	22.2	
	수집균주	LP+SC	148	5.0
		LP+RS	179	11.1
		SC+RS	71	21.8
		LP+SC+RS	151	22.5
분리균주 + 수집균주	GM6-1+LP	238	10.4	
	GM6-1+SC	235	6.9	
	GM6-1+RS	210	1.9	
	GM12-3+LP	176	11.2	
	GM15-1+LP	124	8.2	
	GM20-4+LP	126	0.6	
	분리균주	GM6-1+GM12-3	201	5.0
GM6-1+GM15-1		199	0.4	
GM6-1+GM20-4		189	4.0	

나. 유용미생물 첨가종균 사용에 따른 버섯생육특성 구명

표 4의 결과 단일균주를 사용한 GM6-1, GM20-4첨가 종균을 사용했을 때 발이율이 96.7%로 무처리보다 10%이상 높았으며, GM6-1은 재배기간이 39일로 3일 단축되었다. 분리균주와 수집균주 혼합처리에서는 GM6-1+GM20-4 첨가 종균에서 재배기간이 32일로 대조보다 10일 단축되었고 발이율도 95.8%로 비교적 높게 조사되었으며, GM6-1+GM15-1 첨가 종균에서는 발이율 97.8%, 재배기간 37일로 대조보다 5일 단축된 결과를 얻었다(표 4).

표 4. 미생물 배양여액 첨가에 따른 재배특성

처리내용/미생물 ¹		발이 소요일수(일)	발이율 (%)	생육일수 (일)	재배기간 (일)	
무처리		4	84.0	6	42	
단일균주	분리균주	GM6-1	5	96.7	5	39
		GM12-3	4	66.2	6	35
		GM15-1	4	90.5	6	37
		GM20-4	4	96.7	6	40
수집균주	LP+SC	4	73.6	6	45	
	LP+RS	4	90.8	6	40	
	LP+SC+RS	4	95.1	6	42	
혼합균주	분리균주+ 수집균주	GM6-1+LP	4	90.1	6	37
		GM6-1+SC	4	78.9	6	38
		GM6-1+RS	4	93.7	6	35
분리균주+ 분리균주	GM6-1+GM12-3	4	82.0	6	32	
	GM6-1+GM15-1	4	97.8	6	37	
	GM6-1+GM20-4	4	95.8	6	32	

¹ GM6-1: *Lactococcus lactis*, GM12-3 : *Galactomyces* sp., GM15-1: *Saccharomyces* sp. GM20-4 : *Bacillus* sp.

LP: *Lactobacillus plantanum*, SC: *Saccharomyces cerevisiae*, RS: *Rhodobacter sphaeroides*,

※ 미생물 배양여액 5~10%첨가, 미생물농도 10⁷~10⁸ cfu/ml

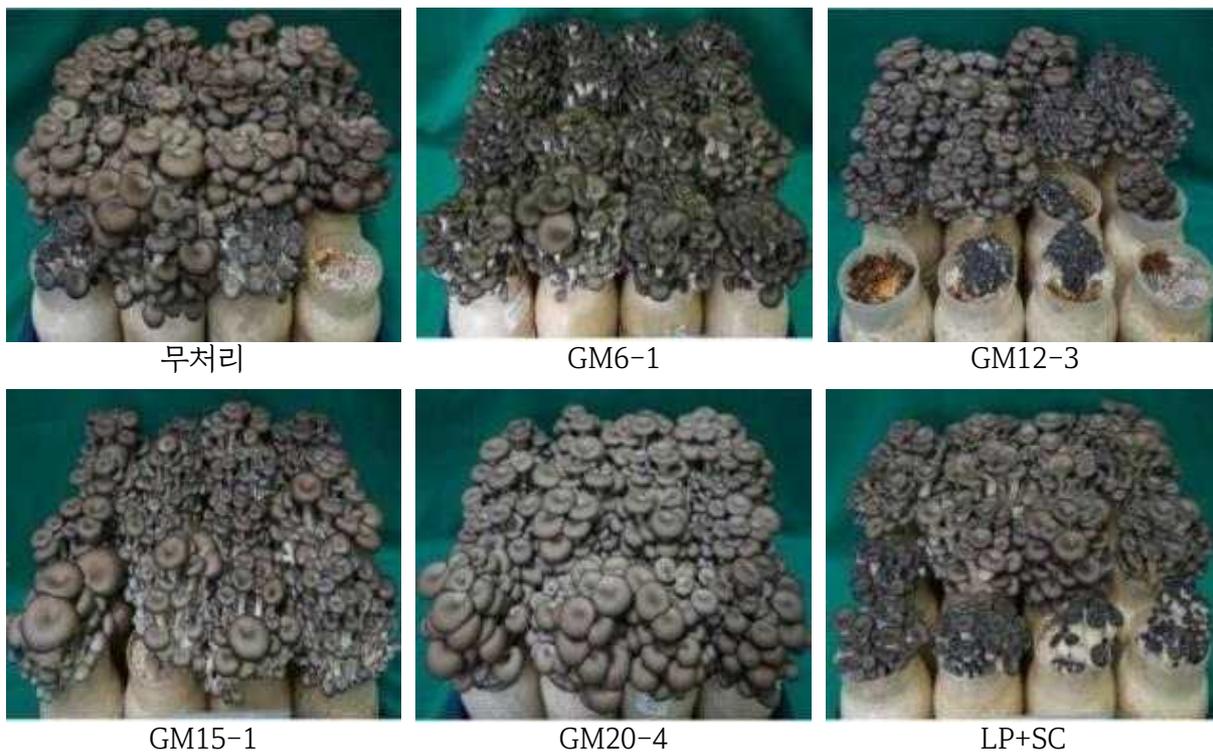
※ 병크기 : φ75 mm, 1,100 ml

표 4의 발이율, 표 5의 자실체 수량, 그림 3을 종합하여보면 GM6-1, GM20-4의 미생물 배양 여액 첨가로 느타리버섯 미발이 발생을 낮추고 수량이 증진된 결과를 보였다. 하지만 미생물 배양여액을 사용하려면 미생물 배양 후 필터링을 거쳐야하는 번거로움이 있어 미발이 발생이 낮고 수량이 높은 GM6-1과 GM20-4의 미생물 배양액을 그대로 사용하여 느타리버섯의 재배특성과 자실체 특성을 조사하였다.

표 5. 미생물 배양여액 첨가에 따른 자실체특성 및 수량

처리내용/미생물			갓직경 (mm)	대두께 (mm)	대길이 (mm)	유효경수 (개)	수량 [↓] (g/병)	비고
무처리			32.1	8.7	85.4	45	183ab	미발이
단일 균주	분리균주	GM6-1	28.8	7.9	78.2	50	203a	미발이, 생육부진
		GM12-3	26.5	7.5	77.7	42	172b	
		GM15-1	28.0	8.1	80.7	43	175b	
		GM20-4	32.0	8.1	87.3	44	208a	
수집균주	LP+SC	28.0	9.3	76.4	49	182b	생육부진	
	LP+RS	31.5	9.9	84.0	54	204a		
	LP+SC+RS	30.6	9.9	77.7	51	184b	생육부진	
혼합 균주	분리균주+	GM6-1+LP	30.0	8.9	79.8	49	204a	생육부진
		GM6-1+SC	30.3	9.0	85.5	43	172c	
	수집균주	GM6-1+RS	28.3	7.8	75.1	55	203a	
		GM6-1+GM12-3	29.9	8.6	78.9	47	193ab	
분리균주+	분리균주	GM6-1+GM15-1	30.2	8.1	76.1	47	189ab	
		GM6-1+GM20-4	28.6	8.8	81.4	45	185b	

[↓] DMRT at 5%



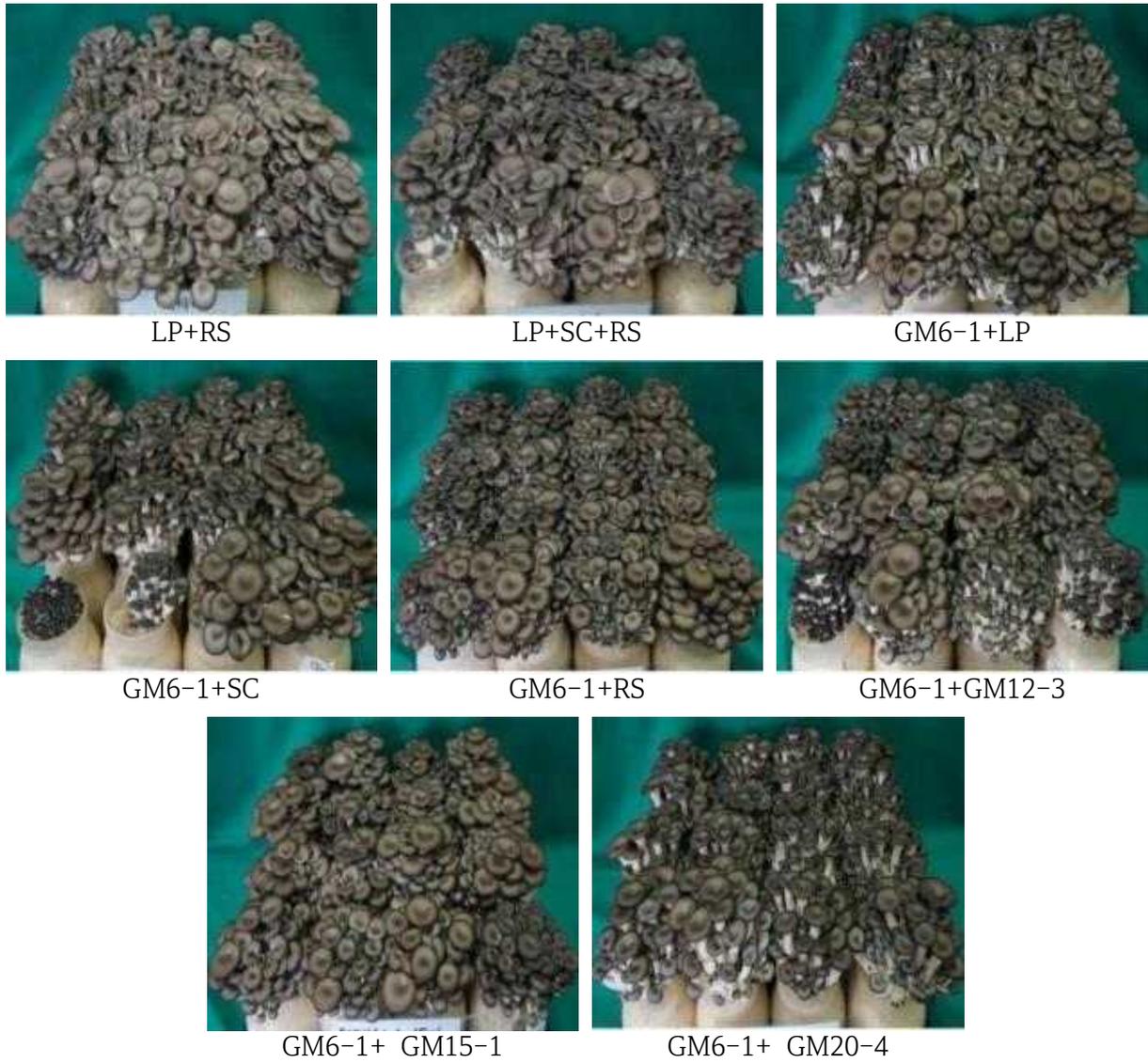


그림 3. 미생물 배양여액 첨가에 따른 자실체 생육

표 6, 표 7, 그림 4의 결과 미생물 배양액 사용으로 배양여액 사용시의 결과와 차이가 있었으며, GM6-1을 종균에 활용시에는 균체를 거른 배양여액을 사용해야 미발이율 낮출 수 있는 것으로 판단되며, GM20-4 배양액을 종균에 활용시에는 필터링을 거치지 않고 배양액을 사용하여도 미발율 저감에 효과가 있는 것으로 조사되었다.

표 6. 미생물 배양액 첨가에 따른 재배특성

처리내용/미생물	배양일수(일)	발이소요일수(일)	발이율(%)	생육일수(일)	재배기간(일)
무처리	32	4	83.3	6	42
GM6-1	31	5	87.5	6	42
GM20-4	31	4	95.8	6	41

표 7. 미생물 배양액 첨가에 따른 자실체특성 및 수량

처리내용/미생물	갓직경 (mm)	대두께 (mm)	대길이 (mm)	유효경수 (개)	수량 ¹ (g/병)	100병당 수량 (kg)
무처리	30.1	8.5	87.6	46	176a	14.7b
GM6-1	30.9	8.9	86.7	40	134b	11.7c
GM20-4	32.0	8.3	90.4	44	181a	17.3a

¹ DMRT at 5%

※ 병크기 : φ75mm, 1,100ml



그림 4. 미생물 배양액 첨가에 따른 자실체 생육

다. 농가적용 실증재배시험

흑타리 재배농가 미발이 발생은 양상은 그림 5와 같다. 농가실증재배 결과 GM20-4가 첨가된 흑타리 종균(처리구) 사용으로 두 농가 모두 미발이율이 낮아졌으며, 농가A는 발이율이 무처리구 85%에서 처리구 96%로, 농가B는 무처리구 88%에서 처리구 94%로 약 7% 증가되었다(그림 5, 그림 6, 표 9, 표 11). 병당 수량에 있어서는 A, B 농가 모두 처리구와 무처리구 사이에 차이가 없었지만 미발이를 감안한 수확량 조사에서는 처리구에서 수량이 모두 증가하였다(표 10, 12).

현장평가결과 농가A는 GM20-4를 첨가한 흑타리 종균 사용으로 미발이율 저감 뿐 아니라 균일한 생육으로 일시 수확이 가능하여 노동력이 절감된다고 하였고, 농가B는 배양 및 생육 악조건 하에서도 미발이 발생율이 낮아지고 발이개체수는 높아진다고 하였다.

표 8. 농가 재배정보

농가	배지조건				배양조건		생육조건	
	배지량 (g/병)	수분 (%)	건배지량 (g)	pH	온도 (°C)	기간 (일)	발이온도 (°C)	상대습도 (%)
A	632±7.4	69±1.5	198±7.5	5.0±0.21	21±1	47~75	23±1	95±5
B	658±2.8	70±1.4	198±10.6	4.6±0.21	20±1	35~37	22±0.5	95±5

※ 배지조성 - 톱밥+면실피+비트펄프+면실박+케이폭박
 살균조건 - 121°C, 90분(고압살균), 병크기 : φ75 mm, 1,100 ml

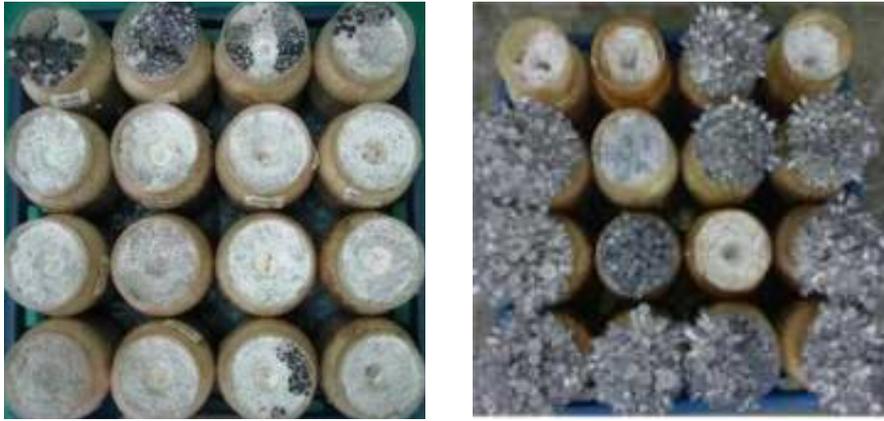


그림 5. 흑타리재배농가 미발이 현황

표 9. 농가 A 실증재배 생육특성

처리내용 ¹	배양기간 (일)	발이 소요일수(일)	생육일수 (일)	재배기간 (일)	발이율 (%)
1차	무처리	47	4	55	83.7
	처리	47	4	55	93.7
2차	무처리	62	4	69	91.4
	처리	62	4	69	94.9
3차	무처리	75	4	82	78.8
	처리	75	4	82	98.0

¹무처리: 미생물 무첨가 종균, 처리: GM20-4(*Bacillus* sp.)가 첨가된 종균



무처리구, 발이율 85±6.3%



처리구, 발이율 96±2.2%



무처리구

처리구

그림 6. 농가 A의 발이상태(상) 및 생육(하)

표 10. 농가A 실증재배 자실체특성 및 수량

처리내용 [↓]	갓직경 (mm)	대굼기 (mm)	대길이 (mm)	유효경수 (개)	갓명도 (L)	수량 (g/병)	수확량 [↓] (g/병)	
1차	무처리	25	9.4	93	38	35	209	175
	처리	25	9.3	89	41	35	202	189
2차	무처리	24	8.4	95	44	45	223	204
	처리	25	8.2	93	43	49	225	214
3차	무처리	23	7.6	72	50	46	204	161
	처리	26	8.0	78	56	47	233	228

[↓]무처리: 미생물 무첨가 종균, 처리: GM20-4(*Bacillus* sp.)가 첨가된 종균

[↓]수확량(g/병) : 수량×발이율

표 11. 농가 B 실증재배 생육특성

처리내용 [↓]	배양기간 (일)	발이 소요일수(일)	생육일수 (일)	재배기간 (일)	발이율 (%)	
1차	무처리	35	4	4	43	89.6
	처리	35	4	4	43	92.7
2차	무처리	37	4	3	44	85.5
	처리	37	4	4	45	95.8

[↓]무처리: 미생물 무첨가 종균, 처리: GM20-4(*Bacillus* sp.)가 첨가된 종균



무처리구, 발이율 88±2.4%



처리구, 발이율 94±3.5%



무처리구



처리구

그림 7. 농가 B의 발이상태(상) 및 생육(하)

표 12. 농가B 실증재배 자실체특성 및 수량

처리내용 ¹⁾	갓직경 (mm)	대굽기 (mm)	대길이 (mm)	유효경수 (개)	갓명도 (L)	수량 (g/병)	수확량 ²⁾ (g/병)	
1차	무처리	26	8.5	82	38	41	182	163
	처리	28	9.1	85	39	44	195	181
2차	무처리	30	8.9	96	36	41	181	155
	처리	26	8.7	82	47	37	195	187

¹⁾무처리: 미생물 무첨가 종균, 처리: GM20-4(*Bacillus* sp.)가 첨가된 종균

²⁾수확량(g/병) : 수량×발이율



그림 9. 농가실증 현장평가(2018.10.16, 이천)

4. 적 요

느타리버섯(흑타리) 종균에 미생물 적용으로 미발이를 저감을 위한 수행결과 다음과 같다.

- 가. 느타리버섯 수확후배지로부터 미생물을 분리하여 미발이 저감에 효과가 있는 GM20-4를 동정한 결과 *Bacillus* sp.로 확인되었다.
- 나. GM20-4를 흑타리 액체종균 적용시 배지량의 5~10%를 첨가하여 사용하되 흑타리 종균을 4일간 배양 후 GM20-4를 첨가하여 종균제조 후 생육배지에 접종원으로 사용하면 미발이 발생이 낮아졌다
- 다. 농가적용 시험결과 GM20-4 첨가된 흑타리 종균 사용으로 발이율이 86%에서 96%로 12% 높아졌고 균일한 발이를 보였으나 증수 효과는 없었다.

5. 인용문헌

- 김용기 외 11명 유기농업과. 유기농산물 생산을 위한 미생물 활용 유기농기술서-13. RDA 농촌진흥청 국립농원과학원 pp 20-22
- 농림축산식품부 특용작물 생산실적. 2017
- Gorski. R, Gora. K. 2009. The influence of effective microorganisms on in vitro development of fungus *Trichoderma harzianum* occurring in button mushroom (*Agaricus bisporus*) crop. *Progress in plant prot.* 49:2005-2008
- IGS Sukartono. Effects of steaming period and EM-Bokashi on yields of mushroom (*Volvariell volvaceae*). Faculty of Agriculture, National University Jakarta, Indonesia
- Lee CJ, Moon JW, Yoo YM, Han HYm Cheong JC 2015. Optimum cultivation

conditions for mass production of antagonistic bacterium *Pseudomonas azotoformans* HC5 effective in antagonistic of brown blotch disease caused by *P. tolaasii*. *J. mushrooms* 13:97-102

Lee JB, Kim SY, Chae HB Jung JH, Lee SY, 2008. Antifungal activity of *Saccharomyces cerevisiae* peroxisomal 3-ketoacyl-CoA thiolase. *BMB reports* 85: 281-285

Lee SM, Koo YM, Lin J. 2004. Production of lactic acid from paper sludge by simultaneous saccharification and fermentation. *Adv Biochem Eng Biotechnol.* 87:73-94

Marquesa, S., J. A. L. Santosb, F. M. Girioa, and J. C. Roseiro. 2008. Lactic acid production from recycled paper sludge by simultaneous saccharification and fermentation. *Biochem. Eng. J. In press*

Sin PG, Cho SJ. 2011. Cellulase and xylanase activity of compost-promoting bacterial *Bacillus* sp. SJ21. *Korean J. Soil Sci. Feri.* 44:836-840

6. 연구결과 활용제목

- 느타리버섯 종균 제조시 유용미생물 활용 기술(영농활용, 2017)

7. 연구원 편성표

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도
						'16~'18
유용미생물 활용 버섯 재배법 개발	책 임 자	농업기술원 버섯연구소	농업연구사	백일선	시험수행총괄	'16~'18
	공동연구자	"	농업연구사	김정한	시험분석	'16~'18
	"	"	농업연구관	이용선	자료분석	'17~'18
	"	"	농업연구사	신복음	배지분석	'18
	"	"	농업연구사	이윤희	자료분석	'18
	"	"	농업연구관	이영순	시험자문	'18