

플버섯의 균사배양 적합조건 및 우량균주 선발

장명준* · 이한범 · 김정한 · 이윤혜 · 주영철

경기도농업기술원 버섯연구소

The Suitable Condition for Mycelial Growth of *Volvariella volvacea* strains and Selection of the Superior strain

Myoung-Jun Jang*, Han-Bum Lee, Jeong-Han Kim, Yun-Hae Lee and Young-Cheol Ju

Mushroom Research Station, GARES, Gyeonggi Province Gwang-ju 464-870, Korea

(Received November 4, 2009. Accepted December 30, 2009)

ABSTRACT: This study was carried out to obtain basic data on mycelial growth characteristics for an artificial cultivation of *Volvariella volvacea*. Twelve URP primers were used to assess genetic relationship of *V. volvacea* and its result was divided into two groups. But there was nothing different in morphological characteristics in *V. volvacea*. Among five kinds of mushroom media, MCM medium was selected as the favorable culture medium. The optimal range of temperature and pH for mycelial growth on *V. volvacea* were 35°C and pH 6-8, respectively. Carbon sources had not an effect on 10 strains of *V. volvacea*, and nitrogen source for the optimum mycelial growth was yeast extract. Also, we selected GMVV 79004 as a superior strain of 10 strains *V. volvacea* based on the mycelial growth and yield.

KEYWORDS: Media, Mycelial characteristics, pH, Temperature, *Volvariella volvacea*

플버섯류는 전 세계적으로 100여개 이상의 종, 이중, 품종이 소개되어 있으며(Chang과 Philip, 2004), 이 중 플버섯(*Volvariella volvacea*)은 난버섯과(Pluteaceae)에 속하는 버섯이며, 전통적으로 벼짚에서 재배되어 왔기 때문에 벼짚버섯(paddy-straw mushroom)이라고도 한다. 플버섯 자실체의 성장은 크게 자실체원기(Pinhead), 작고 어린 자실체(tinybutton), 어린 자실체(button), 신장(elongation) 및 성숙의 5단계로 나뉘어 지며, 균사생장이 약 32-35에서 성장하는 고온성 균주이다. 그리고 고온다습한 조건에서 자라기 때문에 성장속도가 매우 빠른 버섯으로 폐면, 벼짚 등을 이용하여 재배하고 있다(Chang과 Philip, 2004). 플버섯은 한국과 일본의 표고, 유럽과 미국의 양송이와 더불어 세계 3대 재배버섯으로 고온다습한 아열대지방에서 재배되고 있으며(Chang과 Philip, 2004), 2005년 플버섯의 세계 총생산량은 44만톤 내외이고, 중국의 생산량은 27.4만톤(Shiyong 과 Zaipel, 2007)에 달하며, 중국의 균목잡집(周, 2007)에는 52종의 플버섯이 기재되어 있다. 현재 플버섯은 세계 많은 나라에서 재배되고 있으나 국내에서는 재배되고 있지 않아 수입 의존도가 매우 높다. 그러나 우리나라는 해외에서 열장된 버섯을 수입하며, 요식업체에서는 솥총각버섯이라는 별명으로 고급 식재료로 이용되고 있다.

플버섯의 약리효과를 살펴보면 면역 증강물질인 베타글루칸이 냉알칼리 추출물에서 분리되었으며(Etsu 등, 1992), 고히

암 이식 실험용 쥐에 대한 항종양활성을 실험한 결과 항암효과가 인정되었고, 괴혈병, 치은염, 창상 등에 응용된다고 하였다(한, 2009)

플버섯의 인공재배는 중국에서 1822년경 시작되었고, 필리핀에서 Bresadola(1912)가 시험재배를 실시하였으며, 중국, 베트남, 인도네시아, 필리핀 및 태국과 같은 고온다습한 아열대지방에서 주로 재배되고 있다(Chang과 Philip, 2004).

플버섯의 배지재료로 Akinyele와 Akinyosoye (2005)는 폐면을 미강을 혼합할 경우 균사생장이 양호하다고 하였으며, Cambel 등(1997)은 콘코브, Belewu 등(2005)은 바나나 잎을 이용하여 재배한 결과 플버섯 재배에 성공하였다고 하였다. 국내에서 플버섯 재배에 관한 연구가 1974년 농촌진흥청 농업과학원에서 벼짚발효배지를 이용한 재배방법 개발을 진행하였으나, 다른 재배버섯과 달리 사용한 재료에 대한 생산성이 낮고, 저장이 어려워 운송도중 변질 될 가능성이 높다고 하여(박 등, 1974), 이후 플버섯의 재배방법에 대한 연구가 진행되지 못했다. 그러나 현재 수입 의존도가 높은 플버섯에 대해 우리나라의 재배기술을 확립하여 재배에 대한 안정성 확보가 필요하며, 느타리, 팽이버섯 등 일부 품종의 편중재배를 해소하여 버섯시장에 대한 신수요 창출이 필요한 실정이다. 따라서 플버섯 재배법 확립을 위해 플버섯 균사생리특성을 구명하고, 우량균주를 선발하여 플버섯의 안정적인 재배법을 개발하고자 본 연구를 실시하게 되었다.

*Corresponding author <E-mail : plant119@gg.go.kr>

재료 및 방법

시험균주 및 유연관계 분석

본 시험에 사용한 균주는 농촌진흥청 농업유전자원센터 (KACC)에서 분양받은 4개의 균주와 미국 미생물보존센터 (ATCC) 등 외국에서 수집한 6개의 균주를 공시균주로 사용하였다. 균주별 유연관계를 분석하기 위하여 PDB (potato dextrose broth)배지에 균사를 정치배양한 후 배양된 균체를 3 MM filter paper 위에 놓고 vacuum으로 배지를 제거한 후 균체를 동결건조 하여 액체질소를 넣고 마쇄하였다. 마쇄된 균사체 0.2 g에 Nucleic lysis buffer 1 와 Proteinase K (25 mg/ml) 10 μ l를 넣고 2-3분 vortexing 후 60°C 1시간동안 반응시켰다. 반응 후 14,000 rpm 에서 10분 동안 원심분리 하여 상등액 250 μ l를 4개 E-tube에 나누어 담았다. 수거된 시료에 DNA binding buffer 500 μ l 를 첨가 혼합한 후, Spin column에 옮겨 14,000 rpm에서 1분씩 4회 반복하여 원심분리하고 column에 모았다. 75% 800 에탄올로 세척한 후 14,000 rpm, 1분 동안 원심분리하고 75% 300 μ l 에탄올로 세척한 후 14,000 rpm, 1분 동안 원심분리 하였다. Elution buffer 100 μ l 를 첨가한 후 14,000 rpm, 2분 동안 원심분리한 후 전기영동 하여 DNA의 분해여부를 확인 하였다. 프라이머의 종류는 URP primer 12종을 이용하였으며, PCR 조건은 94°C에서 5분간 예열, 94°C에서 1분간 변성, primer에 따라 50~54°C로 온도조절하여 1분간 부착, 72°C에서 2분 동안 확장을 1 cycle로 하여 총 35 cycle을 돌린후 72°C에서 10분 post extension하고, 4°C로 유지하였다. PCR 산물은 1.4% agarose gel에서 100 V 로 전개한 후 EtBr (ethidium bromide)에서 10분간 염색하여, UV transilluminator lamp 상에서 밴드를 관찰하였다. RAPD를 이용한 각 균주간 유연관계분석은 균주간 유사도를 근거로 UPGMA (unweighted paired group methods with arithmetic average)법을 이용하여 군분석하였다.

기본배지 선발

Table 1의 배지조성을 갖는 고체 합성배지를 121°C에서 15분간 고압살균(1.5 kg/cm²) 후 살균된 petri-dish (87 × 15 mm)에 15~20 ml씩 분주하였고, 생체중 조사를 위하여 멸균된 셀로판지를 배지표면에 올려놓았다. 접종원으로 PDA배지에서 미리 배양된 공시균주의 균사 선단부분을 직경 5 mm cork borer로 잘라낸 다음 고체 합성배지가 분주된 petri-dish의 중앙에 옮겨 32°C 항온기에서 7일 동안 정치 배양한 후 균사생장길이와 생체중을 조사하였다.

균사생장 최적온도와 pH

균사생장을 위한 최적온도를 조사하기 위하여 PDA배지에 살균된 셀로판지를 배지표면에 올려놓은 후 공시균주를 접종하였다. 그리고 접종된 평판표시를 20, 23, 26, 29, 32, 35, 38 및 41°C로 설정된 항온기에서 5일동안 정치배양한 후 균사생장길이와 생체중량을 조사하였다. 그리고 균사생육을 위한

Table 1. The composition of culture media used in this study

Ingredient	Concentration (g/l)				
	GPYM	MCM	MYP	PDA	CDA
Potato dextrose				24	
Dextrose		20			
Glucose	10				
Peptone	10	2	5		
Sucrose					10
Malt extract	15		3		7
Yeast extract	10	2	3		
K ₂ HPO ₄		1			
KH ₂ PO ₄		0.46			
MgSO ₄ ·7H ₂ O		0.5			
Dried compost					40
Agar	20	20	20	20	20

최적 pH 선발을 위해 1/2 GPYM 액체배지를 조제하였고, 0.1 N-HCl과 0.1 N-NaOH를 이용하여 pH를 3, 4, 5, 6, 7 및 8로 조절하여 250 ml 삼각플라스크에 100 ml 씩 분주하였다. 살균 후 공시균주를 접종하여 항온기에서 30, 250 rpm 으로 7일간 진탕배양한 후 Whatman No. 2여과지로 여과시킨 다음 50°C의 건조기에서 48시간 건조하여 균체량을 측정하였다.

영양원 선발

풀버섯 균주의 균사생장에 적합한 탄소원을 선발하기 위하여 Czapek-Dox배지를 응용하여 탄소원(glucose 등 9종) 30 g, NaNO₃ 3 g, KH₂PO₄ 1.0 g, MgSO₄·7H₂O 0.5 g, KCl 0.5 g, FeSO₄·7H₂O 0.01 g 및 증류수 1,000 ml로 제조하였으며, 질소원을 선발하기 위하여 Sucrose 30 g, 질소원(peptone 등 8종) 3 g, KH₂PO₄ 1.0 g, MgSO₄·7H₂O 0.5 g, KCl 0.5 g, FeSO₄·7H₂O 0.01 g 및 증류수 1,000 ml로 제조하였다. 탄소원 및 질소원 모두 250 ml 삼각플라스크에 100 ml씩 분주하여 살균하였으며, 공시균주를 접종한 다음 32°C에서 250 rpm 으로 7일간 진탕배양한 후 균사 생장정도를 측정하였다.

종균제조

풀버섯 우량균주 선발을 위한 종균배지는 버섯연구소에서 수집한 풀버섯 10균주를 PDA평판배지에서 5일간 배양하여 접종원으로 사용하였다. 배지는 면실피, 밀기울 및 탄산칼슘을 90:10:1(v/v)로 혼합하여 삼각플라스크에 일정량 담아 고압살균하였다. 접종원을 배지에 접종하여 30°C에서 20일동안 배양하여 종균으로 사용하였다.

생육배지 제조 및 배양관리

우량균주선발을 위한 기본배지는 면실피 + 밀기울 + 탄산칼슘(90:10:1)에 일정량의 물을 공급시킨 후 망사가 깔린 파렛트 위에 높이 1~1.2 m, 폭 1~1.2 m로 쌓고 통기가 잘되는

얇은 부직포를 덮어 호기성 발효를 유도하면서 8일간 야외발효를 실시하였고, 이 기간의 야외온도는 평균 23.8°C(2008년 6~8월 평균 실외온도)이었다. 야외발효가 끝난 배지를 혼합기에 넣은 후 배지수분을 65±5%가 되도록 조절한 후 450 mm × 450 mm × 150 mm의 상자에 5 kg 씩 담았다. 배지 품은 기준 65°C에서 12시간 저온 증기살균을 실시하고 58°C에서 72시간 동안 후 발효를 실시하였다. 풀버섯 종균은 상자당 100 g씩 혼합접종한 후 배양온도 30°C, 상대습도 70%의 조건에서 20일 동안 균배양을 하였다. 배양일수는 종균접종 이후부터 균배양이 완료될 때까지의 소요일수로, 배양일은 전체 투입상자 중 오염되거나 배양이 완료되지 않은 상자를 제외한 건전 배양 상자수에 대한 백분율로 나타내었다.

생육관리 및 생육조사

배양완료 후 버섯발생을 유도하기 위하여 온도를 30°C, 상대습도는 90% 내외로 조절하였고, 버섯발생 후 환기는 버섯의 형태를 관찰하면서 적절히 조절하였다. 발이유도 및 생육관리를 실시하면서 초발이 소요일수, 생육일수, 자실체 너비, 자실체 높이, 상자당 수량, 상자당 수확 개체수를 조사하였다. 자실체의 색도는 색차계(CM-3800d, Konica Minolta社)로 측정하여 L, a, b값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

계통별 유연관계 분석

URP primer 12종으로 PCR밴드양상을 분석한 결과, Fig 1과 같이 나타났으며, PCR 반응산물이 이루어진 URP 1, 3, 8이 유연관계 분석에 유용하였으며, 10개의 수집계통을 크게 GMVV 79003과 GMVV 79004의 그룹, 그 외 8계통의 그룹으로 분류할 수 있었다. URP primer는 느타리버섯의 품종간 PCR 다형성 분석에 유용하다는 연구결과가 있으나(김 등, 2007), 풀버섯은 느타리버섯에 비하여 증폭된 밴드수가 적어 분석에 유용한 primer가 적었고, 보다 다양한 primer로 풀버섯의 유전적 유연관계를 통한 계통분류가 필요하다고 판단되었다.

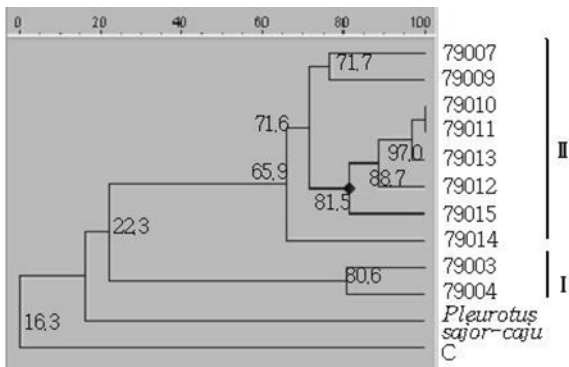


Fig. 1. Grouping of *V. volvacea* strains by URP 1, URP 3 and URP 8 primers. The numbers of each branch indicate the coefficient value. The right number indicates the strain number.

배지종류에 따른 균사 성장량

Table 2와 Table 3은 배지 종류에 따른 풀버섯 균주별 평균

Table 2. Effect of media on mycelial growth of *V. volvacea* strains

Strain Number	Length of mycelial growth (mm/7 days)				
	GPYM	MCM	MYP	PDA	CDA
GMVV79003	47c ^a	69a	59b	58b	70a
GMVV79004	57d	87a	74b	60c	76b
GMVV79007 (ATCC22377)	48d	78a	68c	51d	72b
GMVV79009	50d	87a	75b	64c	87a
GMVV79010	50d	87a	74b	66c	87a
GMVV79011	53d	87a	78b	58c	87a
GMVV79012 (KACC43558)	43c	87a	54b	33d	87a
GMVV79013 (KACC43559)	40b	54a	61a	57a	58a
GMVV79014 (KACC43560)	60d	87a	87a	73c	80b
GMVV79015 (KACC43561)	58d	87a	80b	73c	87a
Mean ± SD ^b	50d ± 6	81a ± 11	71b ± 10	59c ± 12	79ab ± 10

^aValues followed by the same letter do not differ significantly at $p > 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

^bStandard deviation.

Table 3. Effect of media on mycelial fresh weight of *V. volvacea* strains

Strain Number	Fresh weight of mycelia (mg/7 days)				
	GPYM	MCM	MYP	PDA	CDA
GMVV79003	306b ^a	414a	331b	209c	196
GMVV79004	310b	419a	408a	200c	214c
GMVV79007 (ATCC22377)	174c	266a	336b	151d	192c
GMVV79009	288b	386a	390a	226c	199c
GMVV79010	303c	342a	406b	189d	207d
GMVV79011	303b	363a	396a	223c	230c
GMVV79012 (KACC43558)	276b	412a	315b	162d	220c
GMVV79013 (KACC43559)	162b	283a	290a	177b	168b
GMVV79014 (KACC43560)	340a	364a	379a	227b	228b
GMVV79015 (KACC43561)	247b	315a	314a	333a	219b
Mean ± SD ^b	271b ± 59	356a ± 55	357a ± 44	210c ± 51	207c ± 19

^aValues followed by the same letter do not differ significantly at $p > 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

^bStandard deviation.

균사 성장량을 나타낸 것으로 균사 성장길이는 MCM에서 81 mm, CDA에서 79 mm로 다른 처리구에 비해 가장 길었고, 생체중량은 MCM에서 356 mg, MYP배지 357 mg으로 다른 배지보다 높았다. MCM에서는 모든 균주가 다른 배지에서 생육하였던 것보다 균사 성장길이 및 생체중량이 모두 높았다. 따라서 풀버섯 균주별 평균 균사 성장길이와 생체중이

모두 높았던 MCM을 최적배지로 선발하였다.

배양온도에 따른 균사 성장량

풀버섯의 균사배양에 적합한 온도를 조사한 결과 Table 4 및 Table 5와 같다. 전반적으로 29~38°C의 범위에서 풀버섯의 균사 성장길이가 우수하였으며, 41°C에서 급격히 감소하는 경

Table 4. Effect of temperature on mycelial growth of *V. volvacea* strains

Strain Number	Length of mycelial growth (mm/5 days)							
	20	23	26	29	32	35	38	41
GMVV79003	15e ^a	37d	64c	75b	87a	87a	87a	15e
GMVV79004	13e	34d	66c	77b	87a	87a	87a	9f
GMVV79007 (ATCC22377)	9f	25d	39c	72b	70b	87a	87a	14e
GMVV79009	10e	21d	58b	84a	87a	87a	87a	33c
GMVV79010	13d	28c	50b	87a	87a	87a	87a	6e
GMVV79011	9e	23c	61b	83a	87a	87a	87a	14d
GMVV79012 (KACC43558)	11e	24d	30c	39b	37b	42b	61a	8e
GMVV79013 (KACC43559)	9d	19c	53b	87a	87a	87a	87a	11d
GMVV79014 (KACC43560)	14c	44b	80a	87a	87a	87a	87a	6d
GMVV79015 (KACC43561)	13d	40c	66b	87a	87a	87a	87a	7e
Mean±SD ^b	12d±2	30c±9	57b±14	78a±15	80a±16	83a±14	84a±8	12d±8

^aValues followed by the same letter do not differ significantly at $p > 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

^bStandard deviation.

Table 5. Effect of temperature on mycelial fresh weight of *V. volvacea* strains

Strain Number	Fresh weight of mycelia (mg/5 days)							
	20	23	26	29	32	35	38	41
GMVV79003	100d ^b	115d	170c	353b	326b	413a	412a	112d
GMVV79004	205cd	164d	280c	416b	446b	564a	446b	129d
GMVV79007 (ATCC22377)	173cd	133d	116d	164c	213b	256a	271a	129cd
GMVV79009	158c	177c	191c	279b	342a	402a	341a	157c
GMVV79010	113e	135d	219d	300c	373b	427a	321c	111e
GMVV79011	119d	116d	187d	275c	397b	506a	414b	139d
GMVV79012 (KACC43558)	126c	126c	191b	179b	166b	212b	364a	121c
GMVV79013 (KACC43559)	97c	132c	159c	333b	395b	500a	359b	125c
GMVV79014 (KACC43560)	114d	141d	275c	513a	475a	491a	407b	160d
GMVV79015 (KACC43561)	101e	124e	283d	406c	489b	580a	549a	127e
Mean±SD ^b	131d±36	136d±20	207c±57	322b±107	362ab±106	435a±122	388ab±77	131d±17

^aValues followed by the same letter do not differ significantly at $p > 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

^bStandard deviation.

항이었다. 균주별로는 26~38°C에서 GMVV 79014, 29~38°C에서 GMVV 79009, 79010, 79011, 79013, 79015, 32~38°C에서 GMVV 79003, 79004, 35~38°C에서 GMVV 79007, 38°C에서 79012가 가장 우수하였다. 균주별로 균사 생장길이가 모두 높았던 온도는 38°C이었고, 35°C의 경우는 GMVV 79012를 제외한 모든 균주가 우수한 경향이었다. 배양온도에 따른 평균 생체중량은 32~38°C에서 우수한 결과를 나타내었고, 38°C에서 균주간 편차가 가장 작은 경향이었다. 균주별로 살펴보면 32~38°C에서 GMVV 79009, 29~35°C에서는 GMVV 79014, 35~38°C에서는 GMVV 79003, 79007, 79015에서 생체중량이 높았으며, 38°C에서만 생육이 우수하였던 균주는 GMVV 79004, 79010, 79011, 79013이었다. 균주별로 모두 생체중량이 높은 처리온도는 없었으나, 35°C의 경우 GMVV 79012를 제외한 모든 균주가 우수한 경향이었다.

Chang(1994)은 플버섯의 균사생장적온이 32~36°C라고 하였으며, 차 등(1994)은 균사생장 온도범위가 20~45°C, 최적온도는 35°C라고 하였는바 본 실험에서 유사한 경향이었다. 따라서 플버섯 수집균주별로 다양한 온도 적응성을 나타내었으나 대체적으로 29~38°C에서 균사 생장량이 우수하였으며, 이 중 35°C에서 GMVV 79012를 제외한 모든 균주에서 균사 생장량이 양호하였기에 이를 플버섯에 적합한 최적 온도로 선발하였다.

pH에 따른 균사 생장량

pH에 따른 플버섯 평균 균사 생장량은 pH 6~8에서 높은 경향이었으며, pH가 낮아질수록 균사 생장량이 불량하였다 (Table 6). 균주별로는 pH 6~8은 GMVV 79007, 79010, 79014, 79015, pH 5~7은 GMVV 79012, pH 7~8은 79004, 79009, 79013의 균사 생장량이 우수하였으며, pH 7에서만 우수한 결과를 나타낸 균주로는 GMVV 79003가 있었고, pH 8에서만 우수한 경향을 보인 균주는 GMVV 79011이었다. pH 7의 경우 GMVV 79011균주를 제외한 모든 균주의 균사생장이 우수하였고, pH 8에서는 GMVV 79003 및 79012를 제외한 모든 균주의 균사생장이 우수하였다.

Chang과 Philip (2004)은 플버섯에 적합한 pH의 범위는 5.0~8.5라고 하였으며, 최적 pH는 7.5라고 하였는바 본 실험에서도 유사한 경향이었다. 따라서 플버섯 균사생장에 적합한 pH범위는 6~8로 판단되었다.

탄소원에 따른 균사 생장량

Table 7은 탄소원에 따른 균사 생장량을 조사한 것으로 탄소원의 종류와 상관없이 모두 평균 균사 생장량이 양호하였으며, 처리구별 균사 생장량의 유의차가 없었다. 균주별로 GMVV 79003과 79011은 glucose, galactose, xylose, maltose, sucrose에서 균사생장이 우수하였고, GMVV 79004는 galactose, xylose, maltose에서 균사생장이 양호하였다. 그리고 GMVV 79007은 sucrose, GMVV 79009는 glucose, xylose, sucrose, GMVV 79010, 79013, 79015는 xylan, GMVV 79012는 starch, xylan, GMVV 79014는 lactose, starch, xylan

Table 6. Effect of pH on mycelial dry weight of *V. volvacea* strains

Strain Number	Dry weight of mycelia (mg/7 days)					
	pH 3	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8
GMVV79003	83d ^a	133c	156c	174b	232a	185b
GMVV79004	71d	135c	174b	185b	203a	207a
GMVV79007 (ATCC22377)	65d	130c	150b	171a	178a	185a
GMVV79009	64c	149b	150b	155b	163a	173a
GMVV79010	77c	144b	147b	211a	218a	200a
GMVV79011	63d	148c	161c	182b	207b	268a
GMVV79012 (KACC43558)	103b	166b	171a	171a	174a	159b
GMVV79013 (KACC43559)	90d	174c	196b	205b	242a	216a
GMVV79014 (KACC43560)	107c	190b	193b	223a	231a	261a
GMVV79015 (KACC43561)	116c	177b	181b	221a	224a	229a
Mean ± SD ^b	84d ± 19	155c ± 21	168bc ± 18	190ab ± 24	207a ± 27	208a ± 36

^aValues followed by the same letter do not differ significantly at *p* > 0.05 according to Duncan's multiple range test.

^bStandard deviation.

에서 균사생장이 우수한 것으로 나타났다. 플버섯 수집균주에 따라 적합한 탄소원이 다양하여 단당류에서 다당류까지 광범위한 탄소원에 대한 적응성을 가진 것으로 생각된다.

Chandra와 Purkayastha (1977)는 균사생장에 대부분의 탄수화물은 양호하고, glucose나 glucose 총합체에서 균사 생장량이 아주 양호하다고 하였으나 본 연구결과와 다른 것은 균주의 차이에 의한 것으로 추정된다.

질소원에 따른 균사 생장량

Table 8은 무기태 질소 NaNO₂ 등 4종과 유기태 질소 Yeast extract 등 4종을 각각 첨가하여 실험한 결과로서 질소원에 따른 평균 균사 생장량은 유기태 질소인 Yeast extract은 182 mg, Peptone은 175 mg으로 다른 처리구에 비해 높은 반면 상대적으로 무기태 질소 첨가구에서는 상대적으로 균사 생장량이 낮은 경향이었다. 질소원의 경우 탄소원과 달리 질소원에 대한 적응도가 광범위하지 못했고, 유기태 질소원에서 우수한 양상을 보였다. 균주별로 살펴보면 GMVV 79003은 NH₄Cl, yeast extract, peptone에서 균사 생장량이 우수하였고, GMVV 79004는 유기태 질소인 yeast extract, peptone, urea, tryptone 모두에서 균사생장이 우수하였다. 그리고 GMVV 79007과 79014는 tryptone에서, GMVV 79009, 79010 및 79011은 yeast extract, peptone에서, GMVV 79012와 79015는 yeast extract에서, GMVV 79013은 peptone에서 균사생장이 높았다.

Ofosu-Asiedu 등 (1984)은 플버섯 균사에 적합한 질소원은 peptone이라고 하여 본 연구결과와 일치하였고, yeast extract

Table 7. Effect of carbon sources on mycelial dry weight of *V. voluacea* strains

Strain Number	Dry weight of mycelia (mg/7 days)								
	Glu ^a	Gal	Xylo	Fru	Mal	Suc	Lac	Sta	Xyla
GMVV79003	187a ^b	190a	238a	100b	219a	215a	89b	100b	130b
GMVV79004	186b	227a	214a	109c	220a	160b	103c	108c	123c
GMVV79007 (ATCC22377)	201b	206b	199b	82c	206b	251a	82c	80c	89c
GMVV79009	119a	94b	113a	63c	99b	106a	56c	63c	86bc
GMVV79010	110b	120b	113b	96b	104b	120b	106b	111b	145a
GMVV79011	212a	205a	195a	125b	213a	206a	121b	101b	126b
GMVV79012 (KACC43558)	66cd	77c	57d	96b	79c	71c	105b	111a	129a
GMVV79013 (KACC43559)	104c	74d	75d	107c	84d	85d	123b	106c	156a
GMVV79014 (KACC43560)	86b	81b	88b	91b	78b	70b	108a	100a	121a
GMVV79015 (KACC43561)	108b	80c	86c	82c	104b	110b	105b	111b	133a
Mean ± SD ^c	138a ± 53	135a ± 64	138a ± 66	95a ± 17	141a ± 64	139a ± 65	100a ± 20	99a ± 16	124a ± 22

^aGlu: glucose, Gal: galactose, Xylo: xylose, Fru: fructose, Mal: maltose, Suc: sucrose, Lac: lactose, Sta: starch, Xyla: xylan.

^bValues followed by the same letter do not differ significantly at $p > 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

^cStandard deviation.

Table 8. Effect of nitrogen sources on mycelial dry weight of *V. voluacea* strains

Strain Number	Dry weight of mycelia (mg/7 days)							
	NaNO ₂	NaNO ₃	NH ₄ Cl	NH ₄ NO ₃	Yeast extract	Peptone	Urea	Tryptone
GMVV79003	84c ^a	93c	164a	110b	173a	156a	86c	122b
GMVV79004	105b	87b	104b	105b	169a	153a	148a	153a
GMVV79007 (ATCC22377)	68c	62c	84c	68c	157b	166b	166b	186a
GMVV79009	71c	65c	68c	54c	187a	171a	144b	130b
GMVV79010	72d	112d	95d	76d	192a	179a	138c	159b
GMVV79011	107c	97c	99c	114c	152a	166a	130b	125b
GMVV79012 (KACC43558)	86c	91c	109c	71c	176a	139b	129b	122b
GMVV79013 (KACC43559)	91e	149c	151c	119d	210b	264a	112d	120d
GMVV79014 (KACC43560)	73c	87c	93c	75c	201b	192b	192b	277a
GMVV79015 (KACC43561)	69c	72c	93c	72c	204a	165b	160b	152b
Mean ± SD ^b	83c ± 15	92c ± 25	106c ± 30	86c ± 23	182a ± 20	175a ± 34	141b ± 29	155ab ± 48

^aValues followed by the same letter do not differ significantly at $p > 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

^bStandard deviation.

및 tryptone 또한 질소원으로 적합한 것으로 나타났다. 그러나 풀버섯에 적합한 질소원으로는 균주간 표준편차가 가장 작은

yeast extract를 선발하였다.

풀버섯은 무기태질소 보다는 유기태질소에서 균사 생장이

우수하였고, 古川久彦(1992)은 탄소원 및 질소원 이외에도 전체 버섯에 공통적인 생장필수인자로 티아민을 보고하였으며, 향후 이에 대한 추가실험이 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

우량균주 선발을 위한 균주별 배양 및 생육특성

Table 9는 생육온도 30에서 상자재배한 결과로서 GMVV 79011, 79012 및 79013균주를 제외한 모든 균주에서 배양일

Table 9. Cultivation period of *V. voluacea* strains (unit : days)

Strain Number	Incubation period ^a	Pinhead formation ^b	Total cultivation period ^c
GMVV79003	11	3	26
GMVV79004	11	3	26
GMVV79007 (ATCC22377)	11	3	26
GMVV79009	11	3	26
GMVV79010	11	4	27
GMVV79011	13	4	28
GMVV79012 (KACC43558)	13	4	28
GMVV79013 (KACC43559)	13	4	29
GMVV79014 (KACC43560)	11	3	26
GMVV79015 (KACC43561)	11	3	26

^aInoculation ~ Mycelial incubation completion

^bMycelial incubation completion ~ Pinhead formation completion

^cIncubation period ~ Harvesting period

Table 10. Characteristic of fruit-body growth in *V. voluacea* strains

Strain Number	Shape			L	Color ^a		Yield (g/box)
	Length (mm)	Height (mm)	Length/Height		a	b	
GMVV79003	32.2	35.9	0.90	28.30	5.31	-3.59	116d ^b
GMVV79004	36.0	38.3	0.94	28.38	4.44	-6.24	292a
GMVV79007 (ATCC22377)	33.3	45.7	0.74	25.64	6.62	-5.79	198c
GMVV79009	30.0	42.4	0.71	26.62	4.35	-8.64	221b
GMVV79010	29.3	38.9	0.75	26.75	5.38	-3.94	116d
GMVV79011	28.2	37.2	0.76	30.84	5.53	-3.80	113d
GMVV79012 (KACC43558)	27.2	34.6	0.81	27.76	6.30	-2.36	117d
GMVV79013 (KACC43559)	28.7	34.5	0.83	29.07	4.23	-5.93	42e
GMVV79014 (KACC43560)	29.6	37.8	0.79	30.06	4.58	-4.95	200c
GMVV79015 (KACC43561)	29.9	38.3	0.79	30.09	5.31	-2.43	195c

^aL: Lightness, a: redness, b: yellow.

^bValues followed by the same letter do not differ significantly at $p > 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

수가 11일로 나타났는데, 이는 표준재배법(2004, 농촌진흥청)에 의해 재배되고 있는 느타리버섯의 배양일수 20~30일에 비해 훨씬 빠른 경향이었다. 초발이 소요일수는 균주 모두 3~4일이었으며, 재배일수도 균주간의 차이 없이 모두 26~29일 소요되었다. 배양율은 GMVV 79004, 79007 및 79011에서 100%로 안정적인 균사배양이 가능하였다.

플버섯 균주별 생육 및 자실체 특성

Table 10은 플버섯 균주별 생육 및 자실체 특성으로서 너비는 GMVV 79004에서 36 mm로 가장 컸고, 높이는 GMVV 79007에서 45.7 mm로 가장 높았으며, 자실체의 형태는 GMVV 79003과 GMVV 79004는 너비/높이가 0.9이상으로 원형에 가까웠으며, 그 외 균주들은 타원형에 가까운 형태였다. 플버섯 균주간 수량은 GMVV 79004가 292 g/box으로 다른 균주들에 비해 높았고, 색도의 경우 전체적으로 명도값이 낮아 검정색에 가까운 색상을 나타내었다.

이상의 결과 균사 배양특성 및 자실체 생육특성이 다른 균주에 비해 우수하며, 수량이 높은 GMVV 79004를 우량균주로 선발하였다. 이는 플버섯은 일정 재료에 대한 생산성이 매우낮다(박 등, 1974)고 보고되어 있는바 균주별 비교에서 수량이 가장 우수하였던 GMVV 79004를 이용하여 재배에 관한 추가연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

적 요

플버섯 균주에 대한 계통별 유연관계를 분석결과 URP 1, 3, 8에서 2개의 분류군으로 나누어지며, GMVV 79003과 GMVV 79004의 1그룹, 그 외 8계통의 1그룹으로 나타났다.

배지종류에 따른 균사 성장량을 조사한 결과 MCM배지에서 균사 성장길이 및 생체중량이 다른 처리구에 비해 높은 경향이었고, 풀버섯 수집균주의 배양온도 35°C, pH는 7과 8이 선발되었다. 탄소원들에 대한 균사 성장량의 균주간 유의차가 없었으며, 질소원들에 대한 균사 성장량은 유기태 질소원에서 전반적으로 생육이 우수하였고 이 중 yeast extract를 선발하였다. GMVV 79011, 79012 및 79013균주를 제외한 모든 균주에서 배양일수가 11일로 나타났고, GMVV 79004, 79007 및 79011에서 배양율이 100%로 높았고, 수량이 GMVV 79004가 292 g/상자로 다른 균주들에 비해 우수하였다. 이상의 결과로 안정적인 균사배양과 짧은 재배기간 및 높은 수량을 나타낸 GMVV 79004를 우량균주로 선발하였다.

참고문헌

- 김종균, 임선화, 이대성, 지정현, 서건식, 주영철, 강희완. 2007. URP-PCR 다형성에 의한 국내 느타리버섯 품종의 유전적 특성 분석. 한국균학회지 35: 61-67.
- 농촌진흥청. 2004. 표준영농교본. 느타리버섯.
- 박용환, 장학길, 정청삼, 김동수. 1974. 한국에 있어서 풀버섯 [*Volvariella volvacea*(Bull. ex Fr.) Sing.] 재배에 관한 몇가지 시험. 한국균학회지 2: 21-24.
- 차동열, 유창현, 김광포. 1994. 최신 버섯재배 기술. 농진회. pp. 427-440.
- 한용봉. 2009. 식용버섯. 성분과 생리활성. 고려대학교출판부. pp. 421-425.
- 古川久彦. 1992.きのこ學. 共立出版株式會社.
- 周宇光. 2007. 中國菌中目錄. pp. 643-644. 化學工業出版社.
- Akinyele, B. J. and Akinyosoye, F. A. 2005. Effect of *Volvariella volvacea* cultivation on the chemical composition of agrowastes. African Journal of Biotechnology. 4: 979-983.
- Belewu, M. A. and Belewu, K. Y. 2005. Cultivation of mushroom (*Volvariella volvacea*) on banana leaves. African Journal of Biotechnology. 4: 1401-1403.
- Bresadola, J. 1912. Basidiomycetes Philippinensis. Ser. 1. Hedwigia. 51: 306-326.
- Chang, S. T. 1994. Mushroom biology and mushroom products. Chapter 8. Biology and cultivation technology of *Volvariella volvacea*. pp. 73-83. The Chinese University Press.
- Chang, S. T. and Philip, G. M. 2004. Mushrooms. pp. 277-302. CRC. PRESS.
- Cambel, T. L., Marquez, D. L. and Marcelino, J. P. 1997. Mushroom (*Volvariella volvacea*) production in corn cobs. Philippine Journal of crop science. 22: 69.
- Chandra, A. and Purkayastha, R. P. 1977. Physiological studies on Indian edible mushrooms. Transactions of British Mycological Society. 69: 63-70.
- Etsu Kishida, Chigusa Kinoshita, Yoshiaki Sone and Akira Misaki. 1992. Structures and Antitumor activities of polysaccharides isolated from mycelium of *Volvariella volvacea*. Biosci Biotechnol Biochem. 56: 1308-1309.
- Oforu-Asiedu, A., Schmidt, O. and Liese, W. 1984. Growth studies of *Volvariella volvacea* for cultivation on wood waste. Material and Organism. 19: 241-251.
- Shiyong, Jun. and Zaipel, Jishu. 2007. 食用菌栽培技術. 第4章 草腐型食用菌栽培. pp. 112-118. 化學工業出版社.