과제구분	기본	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
소득유망버섯 육성 및 부가가치 향상 기술 개발		버섯	'14~	농업기술원 친환경미생물연구소	김연진
잎새버섯 우량계통 생산력 검정 및 농가실증		버섯	'19~'21	농업기술원 친환경미생물연구소	**김연진**
색인용어	소득유망버섯, 잎새버섯, 우량계통, 신품종, 생산력 검정, 농가실증				

ABSTRACT

This study was conducted to reduce the phenomenon of biased cultivation of some mushroom items and to develop competitive variety of Grifola frondosa. We made the first Korean white commercial strain 'Bakyeon' developed by crossing between monokaryons derived from brown strains. We have collected and tested characteristics of genetic resources from domestic and abroad since 2018. The characteristic test(2020), productivity test(2021), and farm demonstration test(2021) were sequentially conducted. we bred the unique domestic variety ‘Bakyeon’ and the results of the characteristic for the new ‘Bakyeon’ are as follows. The proper temperature for mycelial growth was 25~28℃ and fruit body growth temperature was 16~18℃. It was similar to the control variety(Daebak) in the pileus form of a pine cone shape and the number of days of cultivation. The yield was 94.1g/bottle (1,100cc), which was 23% lower than those of the control variety 108.5g/bottle (1,100cc). When incubating the parent and control varieties, the replacement line was clear and as a result of mycelial DNA PCR reaction, the band pattern was different from that of the parent and control varieties, confirming the hybrid species.

Key words : Bakyeon, *Grifola frondosa*, New variety, Yield

1. 연구목표

잎새버섯(*Grifola frondosa*)은 민주름버섯목 구멍장이버섯과 잎새버섯속에 해당하는 버섯으로 늦가을에 활엽수의 고사목이나 절주에서 자연발생한다(공 등, 2007). 작은 버섯갓이 수십개에서 수백개 모여 솔방울과 같은 모양인 버섯이다. 갓은 폭 2~5mm, 두께 2~4mm이며 반원 또는 부채모양이다.

잎새버섯은 Misuno 등 (1995)에 의해 기능성버섯으로서의 약리효능에 관해 보고된 이후로, 항고혈압성 ACE 저해능 (유 외, 2004), 잎새버섯 추출물의 혈당강하효과와 지질대사 개선효과 (김 외, 2004) 및 치유력 (Mayell, 2001), 잎새버섯 배양여액의 항균력 (정 등, 1991), 잎새버섯 다당류의 항암성(Li 등, 2003) 등 다양한 효능에 대해 보고 되었다. 또한 잎새버섯이 생산하는 세포외 다당체가 피부에 우수한 보습효과를 유지하면서도 외부자극물질에 의한 피부손상에 대하여 자극완화소재 (이 등, 2005) 및 UV에 의한 광노화방지소재 (심 등, 2005)로 적용될 수 있어 화장품 첨가제로서의 활용도 기대되고 있다.

본 연구는 느타리, 표고 등 일부 버섯품목의 편중재배를 해소하고 다양한 버섯품목의 보급과 확산을 위하여 발이가 안정적이고 자실체가 백색인 잎새버섯 신품종 '백연'을 육성하고 그 특성을 보고하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

본 연구의 품종육성을 위해 육종모본으로 사용된 잎새버섯 균주는 경기도농업기술원 친환경미생물연구소에서 수집 보관중인 'GF19026'과 'GM44100'을 사용하였다. 선발균주의 배양과 증식을 위해 PDA(potato dextrose agar)배지를 사용하였다.

나. 배지조성 및 배지 제조

잎새버섯 종균 제조는 PDA배지에 균주를 접종하여 15일 이상 배양한 후 균사체를 2~3mm 크기로 잘라 액체배지에 접종하여 진탕기에서 배양온도 25℃, 140rpm으로 7일 동안 진탕배양을 실시하였다. 이때 액체배지는 물 1L에 대두박 3g, KH2PO4 0.5g, MgSO4·7H2O 0.5g, 설탕 30g, 식용유 3ml 등을 혼합하여 제조하였다.

생육배지는 참나무발효톱밥+밀기울+건비지(85:10:5)를 부피비율로 혼합한 후 수분함량을 60%로 조절하였다. 1,100ml병에 700~730g(병뚜껑을 제외한 병무게 포함)을 입병한 후 121℃에서 90분간 고압살균을 실시하였다. 살균 후 냉각실에서 배지를 15℃까지 냉각 후 자동접종기를 이용하여 종균을 병당 20~25g씩 접종하였다.

다. 배양 및 생육관리

배양온도는 22±1℃, CO_2농도 2,500ppm 이하, 상대습도 65% 내외로 조절하여 암실상태로 35~45일 동안 배양하였다. 배양이 완료된 병은 균긁기 한 후 뒤집어서 입상하였고 발이 후 다시 뒤집기를 하였다. 봉지는 입상 3일 후 봉지를 일(一)자 형태로 5cm 찢었다. 입상 후 발이까지 온도는 18±1℃, CO_2농도 1,500ppm, 상대습도 97% 이상으로 설정하였고, 발이 이후에 갓 개산을 위해 CO_2농도를 500ppm까지 서서히 낮췄다.

라. 생육특성조사

배양일수는 균사배양이 완료될 때까지의 소요일수, 초발이소요일수는 균긁기 이후 발이가 형성된 개수가 70%가 될 때까지의 소요일수, 생육일수는 발이일 이후 수확 완료된 시점까지의 소요일수로 산출하였으며, 재배일수는 배양일수, 초발이소요일수, 생육일수를 합산한 기간으로 산출하였다. 발이율은 전체 투입된 병 또는 봉지수에 대하여 원기가 형성되어 발이가 된 병 또는 봉지수를 백분율로 표기하였다. 자실체 형태적 특성은 국립종자원의 신품종 심사를 위한 잎새버섯 특성조사요령에 준하여 조사하였다. 시험구배치는 완전임의배치 3반복으로 하였다.

자실체 색도는 Spectrophotometer(CM-3600d, Konika minolta)를 이용하여 측정하였고, 물리성은 Rheometer(COMPAC-100, Sun scientific co.)를 사용하여 자실체 갓 중심부위를 측정하였다.

마. UFP-PCR에 의한 유전적 다형성 분석

잎새버섯 유전적인 다형성 분석을 위하여 Universal Fungal PCR fingerprinting Kit (JK Biotech Ltd., Anseong. Korea)내의 12종류의 primer를 사용하였다. PCR반응 용액은 10mM Tris-HCl (pH 8.0), 50mM KCl, 1.5mM MgCl2, 0.01% gelatin, 100ng prime, 50 ng template DNA, 200㎛ dNTP(dCTP, dTTP, dATP, dGTP), 및 2.5 unit Taq polymerase (Promega)를 넣고 전체 반응용액은 50㎕가 되게 하고 PCR기기를 이용하여 처음 DNA변성을 위하여 94℃에서 5분간, 그 후 cycle에서 DNA변성은 94℃에서 1분, annealing은 55℃에서 1분 및 DNA합성은 72℃에서 2분으로 총 35 cycle을 실시하였으며, 최종 DNA합성은 7분으로 하였다. 증폭된 PCR산물은 1.5%의 Agarose gel에서 전기영동 한 후 Ethidium bromide 용액에 염색하여 UV lamp하에서 PCR 다형성밴드를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 육성경위

잎새버섯 신품종 육성을 위해 2018년부터 일본 등 국내외 약 10여종의 수집균주를 재배하여 자실체 품질이 우수한 균주를 모본으로 선발하였다. 선발한 'GF19026'의 43번 단포자와 'GM44100'의 19번 단포자를 교배하여 자실체가 백색이고 발이가 안정적인 'GF20154'계통을 선발하였다. 'GF20154'는 2020년 특성검정, 2021년 생산력검정과 농가실증 시험을 순차적으로 진행하여, 2022년 '백연'으로 명명하여 품종보호출원 하였다(그림 1).

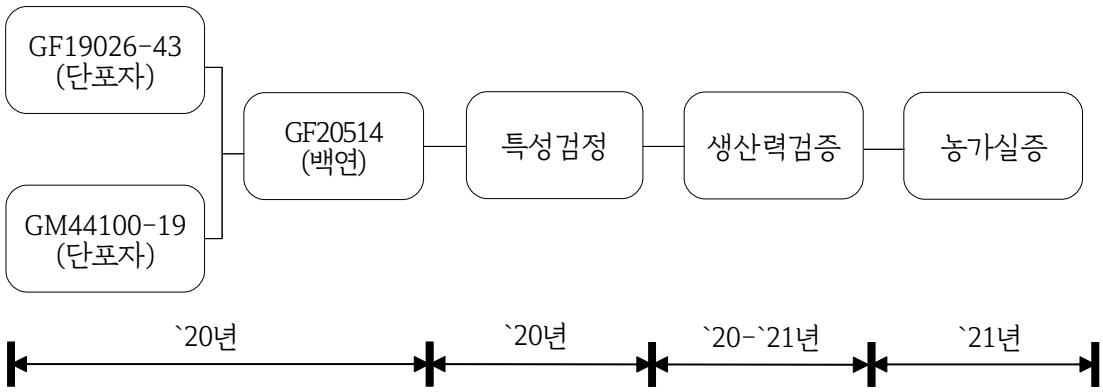


그림 1 잎새버섯 신품종 '백연' 육성계통도

나. 특성검정

PDA 배지에서 각 온도별로 15일간 배양하였을 때의 균사생장속도는 표 1과 같다. 균사생장은 19~31℃ 범위에서 '백연'이 대조품종(대박)보다 빨랐다. '백연'의 균사배양은 28℃에서 80.9mm로 가장 빨랐고, 31℃에서는 52.6mm로 가장 늦었다. 대조품종은 25℃에서 78.0mm로 균사생장이 가장 빨랐다. '백연'의 균사생장 적온은 25~28℃이고 대조품종은 25℃로 나타났다(표 2).

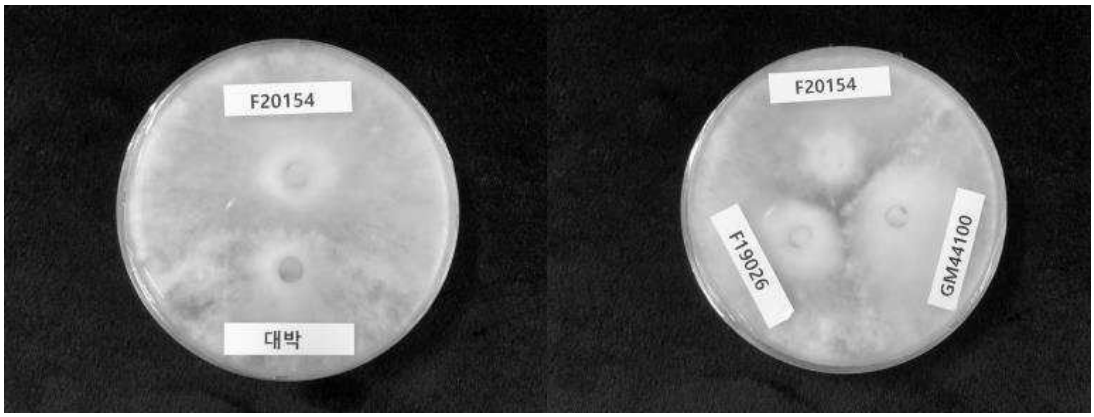
표 1. 배양온도별 균사생장

계통	온도별 균사생장(㎜/15일)				
	19℃	22℃	25℃	28℃	31℃
GF20154	68.1±1.5	72.0±2.2	78.6±3.8	80.9±1.6	52.6±3.5
대박(대조)	59.2±6.8	69.8±6.9	78.0±4.4	66.9±5.7	37.4±2.0

표 2. 재배단계별 온도 및 형태

계통	균사생장 적온(℃)	자실체 발생 및 생육온도(℃)	형 태
GF20154	25~28	16~18	부채형
대박(대조)	25	16~18	부채형

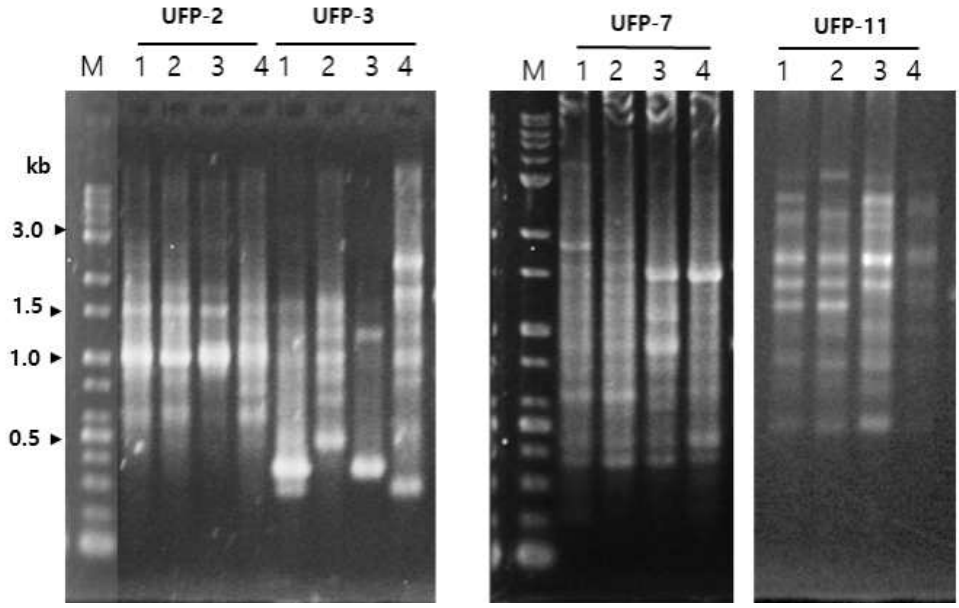
PDA배지에 '백연'과 대조품종(대박)의 균사를 대치배양 했을 때, 두 품종 간 확실한 대치선을 형성하였다. '백연'의 모본 'GF19026'과 'GM44100'와의 대치배양에서도 대치선을 형성하였다(그림 2). UFP Primer를 이용한 PCR 증폭을 실시한 결과 UFP-2, UFP-3, UFP-7, UFP-11에서 균주 간에 서로 다른 밴드패턴을 보였다(그림 3).



대조품종(대박)과의 대치배양
(상: '백연', 하: '대박')

모본과의 대치배양
(상: '백연', 좌하: GF19026, 우하: GM44100)

그림 2 대조품종 및 모본과의 대치배양



1: F20154, 2: F19026-40 3: GM44100-19, 4: 대박(대조구), 5: GM44100 6 : F19026

그림 3. DNA 다형성 검정

다. 생산력 검정

'백연'의 생육단계별 재배일수는 표 3과 같다. 재배시험(3차 반복) 결과 병재배에서'백연'은 배양일수 44.6일, 초발이소요일수 16.6일, 생육일수 16일로 총 재배일수는 77.2일이었으며, 대조품종(대박)에 비해 초발이소요일수가 1.4일 길었으나 생육일수가 3일 짧아서 전체 재배일수는 1.6일 짧았다.

표 3. 재배단계별 재배일수

재배방법 및 계통		배양일수	초발이 소요일수	생육일수	재배일수
병재배	백연	44.6	16.6	16.0	77.2
	대박(대조)	44.6	15.2	19.0	78.8
봉지재배	백연	44.7	16.3	19.0	80.0
	대박(대조)	44.7	14.3	15.2	74.2

※ 재배방법: 병재배(1100cc/φ75mm), 봉지재배: 1.1kg

'백연'의 자실체 형태적 특성은 표 4와 같다. 병재배에서 자실체 갓의 너비와 두께, 길이는 각각 15.0mm, 1.2mm, 45.4mm로 대조품종에 비해 갓 크기가 작고 두께도 얇았다. '백연'의 자실체 직경과 높이는 각각 107.8mm, 68.9mm로 대조품종에 비해 자실체 직경이 작고 높이가 길었다. 봉지재배에서 자실체 갓의 너비와 두께, 길이는 각각 14.0mm, 1.4mm, 48.5mm로 병재배와 동일하게 대조품종에 비해 갓 크기가 작고 두께도 얇았다. '백연'의 자실체 직경과 높이는 각각 104.7mm, 71.3mm로 병재배에 비해 자실체 크기가 컸다.

표 4. 자실체 형태적 특성

재배방법 및 계통		갓(㎜)			자실체(㎜)			
		너비	두께	길이	장경	단경	직경	높이
병재배	백연	15.0	1.2	45.4	118.8	96.9	107.8	68.9
	대박(대조)	16.6	1.4	46.5	118.3	101.4	109.8	64.5
봉지재배	백연	14.4	1.4	48.5	114.4	95.0	104.7	71.3
	대박(대조)	16.7	1.5	57.7	128.3	110.5	119.4	65.0

※ 병재배: 1100cc/∅75mm, 봉지재배: 1.1kg
※ 생육조건 : 온도 18±1℃, CO_2농도 500~1,500 ppm 이하, 상대습도 97%
※ 자실체 직경 = (장축+단축) / 2

'백연'의 자실체 색도와 물리성은 표 5와 같다. 색도는 명도(L) 89.7, 적색도(a) -1.0, 황색도(b) 11.9으로 백색에 가까웠고, 대조품종은 명도(L) 63.9, 적색도(a) 4.1, 황색도(b) 19.8으로 갈색에 가까웠다. 봉지재배에서도 유사하게 두 품종간 자실체 색은 뚜렷하게 차이를 보였다. 물리성은 강도, 경도 및 점착성에서 '대박'보다 약한 경향을 보였다.

표 5. 자실체 색도

재배방법 및 계통		색도				물리성		
		육안	L	a	b	강도 (gf/㎠)	경도 (gf/㎠)	점착성 (gf)
병재배	백연	백색	89.7	-1.0	11.9	1698.4	1503.9	-22.4
	대박(대조)	갈색	63.9	4.1	19.8	2075.0	1679.2	-19.7
봉지재배	백연	백색	85.5	-1.5	12.5	1520.6	898.8	-31.5
	대박(대조)	갈색	57.1	5.4	22.0	2132.2	1564.8	-21.1

※ 색도: Spectrophotometer(CM-3600d, Konika minolta) 측정값
※ 물리성: Rheometer(COMPAC-100, Sun scientific co.)로 갓 중심부위 측정

‘백연’의 병당수량은 병재배, 봉지재배 각각 94.1g/1,100ml, 120.5/1.1kg이 대조품종 보다 낮게 나왔다.(표6).

표 6. 자실체 수량

재배방법 및 계통		1차	2차	3차	C.V(%)	평균	수량지수 (%)
병재배	백연	98.4	84.8	100.6	12.8	94.1[b]	87
	대박(대조)	133.4	89.4	111.9	24.5	108.5[a]	100
봉지재배	백연	142.4	123.8	114.4	25.7	120.5[b]	68
	대박(대조)	99.9	247.8	174.6	65.2	176.7[a]	100

※ 병재배: 1,100cc/∅75mm, 봉지재배: 1.1kg

※ DMRT at 5% level.

라. 농가실증

신품종‘백연’의 재배 안정성과 대조품종‘대박’과의 비교를 위해 경기도 여주 소재 봉지재배 농가에서 재배시험을 수행하였다. 재배일수는 표 7, 표 8과 같다. 실증농가에서‘백연’의 생육단계별 재배일수는 배양일수 45일, 초발이소요일수 16일, 생육일수 13일로 전체 74일이었고, 대조품종인‘대박’에 비해 1일 길었다.

갓의 너비, 두께, 길이는 각 11.7mm, 44.3mm, 1.9mm이었고, 자실체 직경과 높이는 93.3mm, 61.7mm로 대조품종의 124.0mm, 77.4mm 보다 작았다. 또한 갓 모양은 ‘백연’은 결각이 있는 것에 반해 대조품종은 결각이 없어 생산력 검정 결과와 일치하였다.

표 7. 농가실증 재배일수

품종	배양일수 (일)	초발이소요일수 (일)	생육일수 (일)	재배일수 (일)
백연	45	16	13	74
대박(대조)	45	14	14	73

※ 봉지재배: 1.1kg

표 8. 농가실증 자실체 특성 및 수량

계 통	갓(㎜)			자실체(㎜)				수량 (g)
	너비	길이	두께	장경	단경	직경	높이	
백연	11.7	44.3	1.9	103.6	83.1	93.3	61.7	66.7[b]
대박(대조)	16.0	57.6	2.0	130.0	118.0	124.0	77.4	180.2[a]

※ 봉지재배 : 1.1kg, DMRT at 5% level.

※ 생육조건 : 온도 16±1℃, CO_2농도 3,000 ppm 이하, 상대습도 95%

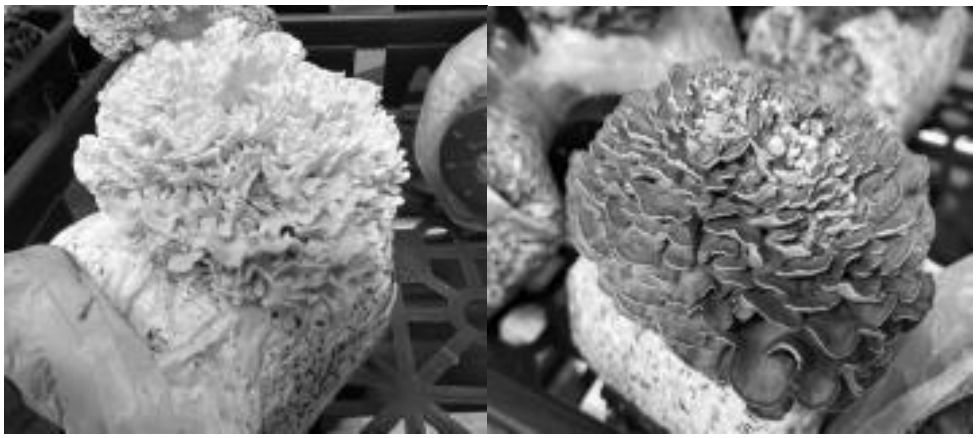


그림 4. 자실체 형태 및 재배전경(좌: '백연', 우: '대박')

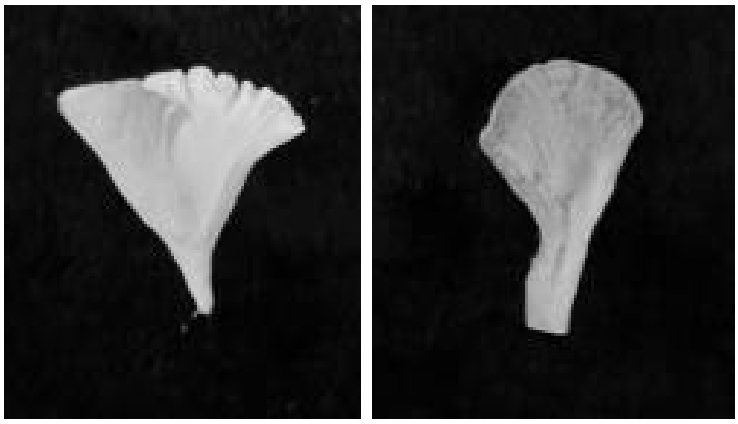


그림 5. 자실체 갓 형태 (좌: '백연', 우: '대박')

4. 적요

일부 버섯품목의 편중재배 해소를 목적으로 경쟁력이 있고 발이가 안정적인 백색 잎새버섯을 육성하고자 하였다. 국내외에서 유전자원을 수집하고 교배하여, 특성검정 및 생산력 검정, 농가실증의 과정을 통해 육성된 잎새버섯 신품종 '백연'의 주요 특성은 다음과 같다.

가. 균사생장적온은 25~28℃, 발이 및 생육온도는 16~18℃, 재배일수는 77.2일(병재배), 80.0일(봉지재배)로 대조품종(대박)과 유사하였다.

나. 병재배에서는 자실체 갓의 너비와 두께, 길이는 각각 15.0mm, 1.2mm, 45.4mm로 대조품종에 비해 갓 크기가 작고 두께가 얇았다.

다. 자실체 직경과 높이는 각각 107.8mm, 68.9mm로 대조품종에 비해 직경이 작고 높이가 길었다.

라. 갓색의 명도(L)는 89.7로 대조품종보다 밝고 백색을 띄었다.

마. 병당 수량은 1,100cc(∅75mm)병 기준으로 94.1g으로 대조품종(108.5g)대비 약 23% 낮았다.

바. 모본 및 대조품종과 대치배양시 대치선이 뚜렷하고, 균사체의 PCR 증폭 결과 밴드패턴이 모본 및 대조품종과 다른 양상을 보여 교배종임을 확인하였다.

5. 인용문헌

공원식, 유영복, 전창성, 유창현, 조용현, 박영학, 김광호. (2007). Di-mono 교잡에 의한 잎새버섯 품종. 한국버섯학회지, 5(1), 1-6.

국립종자원. 2009. 신품종 심사를 위한 작물별 특성조사요령(잎새버섯).

김정한, 전대훈, 강영주, 정윤경, 이윤혜, 지정현. (2016). 잎새버섯에서 배지조성이 병재배 자실체 생산성에 미치는 영향. 한국균학회지, 44(3), 150-154.

김정한, 강영주, 전대훈, 장명준, 지정현. (2018). 잎새버섯 병재배시 발생방법에 따른 자실체 생산성. 한국버섯학회지, 16(2), 86-89.

전대훈, 김정한, 이윤혜, 최종인, 지정현, 홍혜정. (2015). 잎새버섯 병재배 시 배지조성비율에 따른 재배 특성. 한국버섯학회지, 13(4), 301-304.

전대훈, 이윤혜, 최종인, 권희민, 지정현, 홍혜정, 장갑열. (2018). 발이 안정 및 다수성 잎새버섯 신품종 '대박'의 특성. 한국버섯학회지, 16(3), 203-207.

지정현, 김정한, 주영철, 서건식, 강희완. (2009). 이산화탄소가 잎새버섯의 자실체 발생 및 생육에 미치는 영향. 한국균학회지, 37(1), 60-64.

Mayell, M. (2001). Maitake extracts and their therapeutic potential-a review. Alternative Medicine Review, 6(1), 48-60.

6. 연구결과 활용제목

❍ 잎새버섯 신품종 '백연' 육성('22년 품종보호권 출원)

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
						'19	'20	'21
잎새버섯 우량계통 생산력 검정 및 농가실증	책임자	친환경미생물연구소	농업연구사	김연진	연구수행총괄	-	-	O
	공 동 연구자	〃	〃	김정한	교배계통 관리 및 특성검정	O	O	O
	〃	〃	〃	전대훈	교배계통 관리 및 특성검정	O	O	-
	〃	〃	〃	최준영	성분 및 데이터 분석	-	-	O
	〃	작물연구과	〃	신복음	성분 및 데이터 분석	O	O	-
	〃	환경농업연구과	〃	최종인	자료수집 및 통계분석	O	O	-
	〃	친환경미생물연구소	농업연구관	하태문	자료검토 및 자문	O	O	O
	〃	〃	〃	정구현	과제관리 및 연구추진 방향설정	O	O	O