

과제구분	GSP과제	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명	연구분야	수행기간	연구실	책임자	
느타리버섯 신품종 육성	버섯	'96~	농업기술원 버섯연구소	최종인	
느타리버섯 생산력 검정 (느타리 버섯 '백선' 육성)	버섯	'98~	농업기술원 버섯연구소	최종인	
색인용어	느타리버섯, 병재배, 백색, 신품종, 백선				

ABSTRACT

Oyster mushroom is one of the economically important crops, accounting for 35% of the total mushroom production in Korea.

'Baekseon' developed on this study is a new variety of *Pleurotus ostreatus* with white pileus and stipe. It was bred by mating with monokaryons isolated from white mutant oyster mushroom naturally generated from 'Gonji-7ho' and 'Wonhyeong-1ho' at Mushroom institute, GARES, Korea in 2018.

The optimum temperature for the mycelial growth was 28~31°C on PDA medium and that for the primordia formation and the growth of fruiting body of 'Baekseon' was 22°C and 20°C on sawdust media. It took 30 days to finish spawn running, 4 days to finish primordia formation, 4 days to finish fruitbody growth in the bottle culture.

In the characteristics of fruit body, fruit body showed a bundle shape, pilei were round type and white, stipe color was white. Stipe shape was slender and longer than the control('Miso').

The yield per bottle in productivity test was 185g/1,100ml which was increased by 45% compared to the control('Miso'). The yield in the farm test, A(Pyeongtaek) and B (Yeosu) farm showed 184g / 1,100ml and 178g / 850ml per bottle, respectively.

As results of the physical properties of fruit body, springness, cohesive, gumminess and brittleness of stipe tissue were 80%, 57%, 720g and 57kg, respectively. The values of them are lower than those of control('Miso').

When the wrapped fruitbody with antifogging film was stored at 4 °C for 28 days and room temperature for 4 days, the shelf life was enough to be edible

Key word : *Pleurotus ostreatus*, Bottle culture, white pileus, New variety, Baekseon

1. 연구목표

세계적으로 느타리 버섯류의 생산규모는 양송이버섯 다음으로 크며 대부분 식용 가능한 버섯으로 알려져 있어 버섯산업에 중요한 위치를 차지하고 있다.

국내 버섯 생산량은 149천톤으로 느타리버섯(*P. ostreatus*) 53.5천톤/년, 큰느타리버섯(새송이)(*P. eryngii*) 50.6천톤/년, 팽이 28.5천톤/년, 양송이 10.6천톤/년을 생산하고 있다(농림수산식품부, 2017). 느타리 등 4종의 버섯이 국내 버섯 전체생산량의 95%를 차지하고 있으며, 4종의 버섯들이 동일품종으로 생산되면서 대량생산 안정체계를 갖추게 되어 직거래가 가능해지고 해외 수출이 늘어나게 되었지만, 동일품종의 대량생산으로 농가간 시장점유를 위해 가격 경쟁이 치열하여 지고, 과잉생산으로 시장가격이 점차적으로 하락하고 있어 경영에 많은 어려움을 겪고 있어 다양한 품목과 품종의 버섯이 요구되고 있다.

국내에 품종등록된 버섯은 12품목 145품종으로, 느타리류는 7종 84품종(국립종자원, 2018)으로 대부분 느타리와 큰느타리가 차지하고 있다. 품종등록된 느타리버섯은 ‘흑타리’ 등 58종으로 갓색이 진하거나 회색을 나타내는 품종이 대부분이며, 기존의 백색품종은 ‘미소’ 등 2종으로 병재배시 발아와 생육이 불안정하고 수량이 낮아 병재배 농가에서 재배하기에 부적합한 실정이다. 이에 경기도농업기술원에서 개발한 백색느타리 신품종 ‘백선’은 기존의 느타리와 차별화 될수 있도록 갓색이 백색을 나타내는 버섯으로 자연적으로 발생된 백색느타리 변이체인 ‘원형느타리1호’와 ‘곤지7호’의 백색변이체를 이용하여 개발되었다. 또한, 기존품종에 비하여 발아와 생육이 안정적이며 다수성인 병재배형 품종으로 주요특성과 육성경위를 보고하고자 한다.

2. 재료 및 방법

느타리버섯 신품종 육성을 위한 재배는 병재배로 1,100ml, 구경 75mm의 병을 이용하였다. 접종원은 PDA(Potato Dextrose Agar) 배지에서 원균을 배양하여 톱밥종균을 제조하여 사용하였다. 생육배지는 미루나무톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20, v/v)를 혼합하면서 수분함량을 65~68%로 조절하여 2시간동안 혼합한후 입병하였다. 생육배지는 배양병(1,100ml, 병입구직경75mm, 내열성플라스틱재질)에 700g내외로 담고 121°C, 1.2기압에서 90분간 고압증기멸균을 하였다. 살균된 배지를 20°C까지 하온시키고 종균을 접종하여 배양실에서 28~30일간 배양하였다. 배양조건은 온도 20±1°C, 습도 65±5%, CO₂ 농도 3,000±500ppm 로 조정하여 배양실에서 배양되었다. 배양이 완료된 후 노화균 제거를 위하여 균굵기를 실시하고 생육실로 옮겨 자실체 형태에 맞추어 습도와 환기를 조절하면서 재배하였다. 생육특성조사는 국립종자원의 느타리 신품종 특성조사요령에 준하여 조사하였다(국립종자원, 2006). 농가 실증시험은 병재배농가인 평택(A), 여주(B) 지역에서 실시하였으며, 배지조성 및 재배는 지역 농가방식에 준하여 재배하였다.

자실체 색도는 Spectrophotometer(CM-2600d, Konika minota)을 이용하여 갓과 대의 색차를 측정하였으며, 물리성은 Sun rheo meter(COMPAC-100, Sun scientific co.)를 사용하

여 대의 굵기가 8mm의 자실체를 선발하여 측정하였다.

저장성실험은 수확한 버섯을 포장용기에 200g씩 담고 방담필름을 이용하여 삼면포장기로 포장하여 2°C 저온저장고에서 28일간 저장한 후 중량감모율, 신선도(Minamide법), 색도 변화를 조사하였다. 유통기간을 알아보기 위해, 28일간 4°C 저온 저장한 버섯을 15°C에 3일동안 보관하면서 저장성, 신선도, 색도변화를 조사하였다.

DNA 다형성 검정은 ‘백선’의 교배 단핵균주, 단핵균주의 모본인 이핵균사체를 PDA(Potato Dextrose Agar)배지상에서 배양하여 균사체로부터 염색체 DNA를 분리하였다. 이를 주형으로 하여 3개의 Random primer인 UFPF1, UFPF3, UFPF4 을 이용하여 각 PCR 반응으로 100 bp에서 2000 bp 범위의 크기를 가진 DNA 밴드를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 육성경위

‘백선’의 모본은 국내에서 육성된 ‘곤지7호’ 백색 변이체(GMPO20410)와 ‘원형1호’ 백색 변이체(GML2205)를 이용하여 육성하였다. 모본인 ‘곤지7호’ 변이체는 연회색이며 다발성으로 생육이 균일하고 갓이 둥근형태를 나타낸다. ‘원형1호’ 변이체는 농촌진흥청 버섯과에서 분양받은 균주로 백색이며 갓이 둥근형태로 대가 가늘고 긴형태를 나타낸다.

단포자 교배에 사용된 단핵균주는 모본인 ‘곤지7호’ 백색 변이체와 ‘원형1호’ 백색 변이체로 부터 포자를 받아 희석배양하고, 현미경 검경을 통하여 클램프 유무를 확인한 후 클램프가 없는 단핵균주를 선발하였다. 선발된 단핵균주중 ‘곤지7호’ 변이체인 ‘GMPO20410’의 35번균주와 ‘원형1호’의 변이체인 ‘GML2205’의 18번 균주를 2016년에 단포자 교배하여 계통명을 ‘HK118’로 명명하였다. 2016년부터 2018년까지 주요특성 및 생산력 검정, 농가실증시험을 실시하였으며 2018년에 품종명을 ‘백선’이라 명명하고 농촌진흥청 품종심의위원회에서 신품종으로 선정되었다(그림. 1).

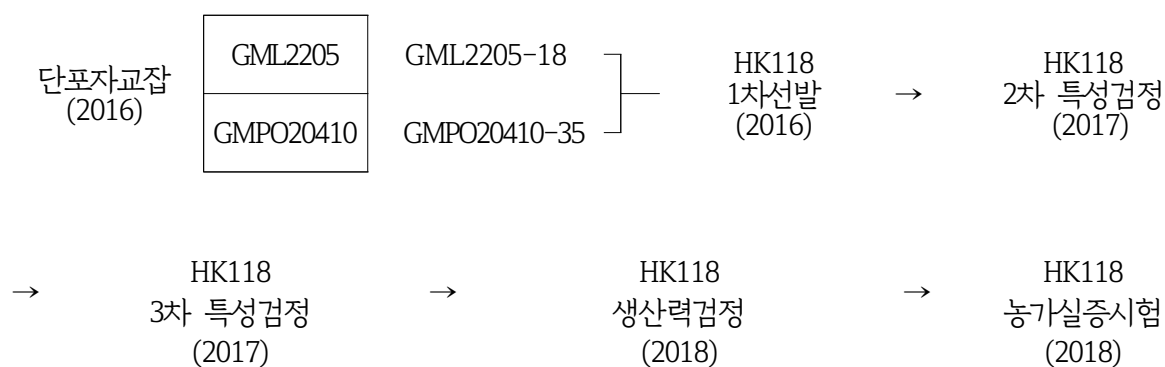


그림 1. 느타리 버섯 ‘백선’ 품종의 육성경과(육성 계통도)

나. 고유특성

PDA배지에서 군사생장적온은 28~31℃로 대조구인 ‘미소’ 느타리에 비하여 높은 온도에서 군사생장이 양호하였고, 생육배지에서 버섯발생온도는 22℃, 버섯생육온도 20℃로 ‘미소’와 유사한 경향을 보였다. 형태적 특징에 있어 갯의 형태는 깔대기형이며, 발생형은 다발형으로 ‘미소’와 유사한 경향을 보였다.

표 1. 느타리 버섯 ‘백선’ 품종의 고유특성

품 종	군사생장적온(℃)	버섯발생 / 생육온도(℃)	형 태	발생형
백 선	28~31	22/20	깔대기형	다발형
미 소(대조)	25~28	22/20	깔대기형	다발형

‘백선’은 PDA배지에서 군사생장 최적온도가 28~31℃로, 배양온도 28℃에서 7일간 배양시 55mm정도 성장하였으며 ‘미소’는 50mm를 성장하여 대조구인 ‘미소’에 비하여 고온에서 빠른 성장을 보였다. 25℃ 이하의 온도에서는 ‘백선’이 ‘미소’에 비하여 군사생장이 느린편이었으며, 31℃ 에서는 군사생장이 감소하는 경향을 보였다.

표 2. 느타리 버섯 ‘백선’ 품종의 배양온도별 군사생장

(단위: mm/7일)

품 종	배양온도별 군사생장				
	19℃	22℃	25℃	28℃	31℃
백 선	28	38	39	55	48
미소(대조)	33	43	45	50	42

※ 배지 : PDA(potato dextrose agar)

다. 재배 및 형태적 특성

톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20, v/v) 배지에서 배양온도 20±1℃로 유지하였을 때, 배양기간이 30일이었고, 발이 소요일수는 22±1℃에서 4일, 자실체 생육일수는 18~20℃에서 4일로 총 38일이었으며, 대조품종인 ‘미소’에 비하여 발이일수가 1일 정도 느린 편이었다.

표 3. 느타리 버섯 ‘백선’ 품종의 재배적 특성

품 종	배양일수(일)	발이소요일수(일)	자실체 생육일수(일)	총 재배일수(일)
백 선	30	4	4	38
미 소(대조)	30	3	4	37

※ 온도 : 배양온도 20±1℃, 발이온도 22±1℃, 생육온도 18~20℃

※ 배지조성 : 톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20 v/v)

버섯 생육형태는 온도 20±1℃, 습도 93±2%, CO₂ 800±50ppm에서 갓직경 32.5mm, 대직경 9.1mm, 대길이 91.4mm로 대조품종에 비하여 갓이 작고 가는편이며 대가 긴형태를 나타내었다. 갓색은 백색으로 명도값(L) 84.2를 나타내어 ‘미소’에 비하여 명도값이 4 정도 높게 나타났으며, 대색택은 백색으로 명도값(L) 83를 나타내어 ‘미소’에 비하여 명도값이 4 정도 높았다. 느타리버섯의 백색변이체는 재배중에 자연적으로 극히 낮은 비율로 발생하는데, 그 원인은 인공배지에서 장기간 계대배양 및 보존되면서 목재를 분해하는 효소의 성질이 감소 및 소실되면서 멜라닌을 생성하는 유전자가 변화 및 소실될 가능성이 있다. 버섯의 균사체, 포자, 자실체의 색은 멜라닌이 세포벽에 집적되거나 세포밖으로 배출되어 색을 형성하게 알려져 있으며, 멜라닌은 tyrosine, catechol, DOPA, DHN, GHB 등과 목재의 lignin 이 분해되면서 형성된 phenolic compound로부터 합성되고, tyrosinase, laccase, peroxidase, phenol oxidase 등의 효소가 멜라닌 합성에 관여한다고 추정하고 있다(Yoo et al., 2009; Lee et al., 2008; Weijn et al., 2013; Henson et al., 1999)

표 4. 느타리 버섯 ‘백선’ 품종의 형태적 특성

품 종	갓직경 (mm)	대직경 (mm)	대길이 (mm)	갓색택 (명도값=L)	대색택 (명도값=L)
백 선	32.5	9.1	91.4	백색(84.2)	백색(83.4)
미 소(대조)	33.2	9.3	82.5	백색(80.8)	백색(79.6)

※ 생육온도 : 생육온도 18~20℃

라. 생산력 검정

배지는 톱밥+비트펄프+면실박(50:30:20, v/v), 생육조건은 온도 18~20℃, 습도 93±2%, CO₂ 800±50ppm에서 수량은 평균 185g(1,100ml, φ75mm)으로 ‘미소’의 127g에 비하여 45% 증수되었고, 변이계수(CV) 3.3으로 발이 및 생육이 균일하고 안정적이었다.

표 5. 느타리 버섯 ‘백선’ 품종의 생산력 검정시험 결과 (단위: g/병)

품 종	수량			CV (%)	평균 (g)	수량지수 (%)
	1차	2차	3차			
백 선	192	183	181	3.3	185a ¹	145
미소(대조)	132	123	125	3.6	127b	100

※ 병크기 : 1,100ml, φ75mm, 생육온도 18~20℃, ¹: DMRT at 5% level

마. 백선 자실체 물리적 특성

대의 물리성 조사를 위하여 대직경이 8mm가 되는 자실체를 사용하여 조사하였다. 조사결과는 표6에서 보는바와 같이, 탄력성이 80%, 응집성 57g, 씹음성 720g, 깨짐성 57kg으로 ‘미소’보다 낮게 나타났다.

표 6. 느타리 버섯 '백선' 품종의 자실체 대의 물리적 특성

재배법	품 종	탄력성(%)	응집성(%)	씹음성(g)	깨짐성(kg)
병재배	백 선	80.2	57.5	720.8	57
	미소(대조)	88.4	69.7	791.1	69

※ 측정부위 : 대직경 8mm

바. 저장성 조사

'백선'의 저장기간에 따른 중량감모율은 저온저장시 28일 경과후 0.4%, 저온 28일 저장후 20℃, 4일 보관시 1.2%를 나타내었다. 신선도는 저온저장시 28일 경과후 8점, 저온 28일 저장후 20℃, 4일 보관시 5점을 나타내었다. 이취발생은 저온저장시 28일 경과후 다소낮음, 저온 28일 저장후 20℃, 4일 보관시 중간정도를 나타내어 '미소'에 비하여 저장성이 우수함을 보였다(표 7).

표 7. 느타리 버섯 '백선' 품종의 저장기간에 따른 중량감모율 및 신선도 변화

품 종	28일 저온저장(2℃)후 중량감모율(%)			28일 저온저장(2℃)후 4일 상온보관(20℃)		
	중량감모율 (%)	신선도 (점)	이취	중량감모율 (%)	신선도	이취
백 선	0.4	8	+	1.2	5	+++
미소(대조)	0.6	6	++	0.8	2	++++

※ 28일동안 2℃저장 후 → 4일동안 20℃보관

※ 포장방법 : 플라스틱 용기에 200g씩 넣어 방담필름으로 포장

※ 신선도(Minamide 법) : 매우신선(10점), 신선(8), 판매가능(6), 식용가능(4), 식용불가(2) 변질(0)

※ 이취발생 : 다소 낮음(+), 낮음(++), 중간(+++), 높음(++++) , 매우높음(+++++)

'백선'의 저장기간에 따른 갓색의 변화는 명도값차(ΔL)는 저장시 음(-) 값을 나타내어 더 밝아지는 경향을 나타내었으며 적색도는 양(+)을 나타내었고 황색도는 음(-)의 값을 나타내었다. 갓의 색차변화도(ΔE)는 저온 28일 저장시 3.3, 저온 28일 저장후 상온보관시 7로 갓색의 변화가 '미소'에 비하여 적었다. 대색의 변화는 명도값차(ΔL)는 저장시 음(-) 값을 나타내어 더 밝아지는 경향을 나타내었으며 적색도는 양(+)을 나타내었고 황색도는 음(-)의 값을 나타내었다. 대의 색차변화도(ΔE)는 저온 28일 저장시 2.5, 저온 28일 저장후 상온보관시 5.8로 대색의 변화가 '미소'에 비하여 적었다(표 8).

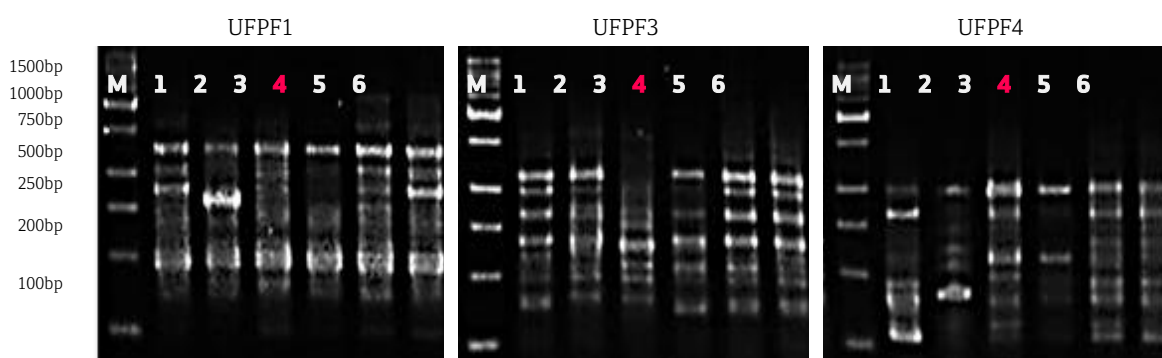
표 8. 느타리 버섯 ‘백선’ 품종의 저장기간에 따른 색도 변화

품 종	갓								대							
	ΔL		Δa		Δb		ΔE		ΔL		Δa		Δb		ΔE	
	저온 28일	상온 4일	저온 28일	상온 4일	저온 28일	상온 4일	저온 28일	상온 4일	저온 28일	상온 4일	저온 28일	상온 4일	저온 28일	상온 4일	저온 28일	상온 4일
백 선	-3.2	-0.8	0.6	0.6	-0.8	-7	3.3	7.0	-1.2	-2	0.0	0.4	-2.2	-5.5	2.5	5.8
미소(대조)	-1.2	3	0.4	-1.0	-3.6	-9.6	3.8	10	-0.4	3.4	0	-0.8	-2.4	-8.6	2.4	9.2

※ 저온28일 저장 ΔL = 수확후 L1 - 저온 28일 저장후 L2
 저온28일 저장후 상온4일 보관 ΔL = 수확후 L1- 저장 28일 저장후 상온4일 보관후 L3
 $\Delta E(L^*, a^*, b^*) = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$
 ※ L : brightness, a : redness, red(+), green(-), b : yellowness, yellow(+), blue(-).
 포장방법 : 방담필름 포장

사. DNA다형성 분석

‘백선’은 UFPF1, 3, 4 프라이머를 이용하여 유연관계를 분석하였다. UFPF1에서 ‘백선’은 GMPO30410의 이핵 및 단핵균사체와 다른 경향을 나타내었으며, MGL2205-18 단핵균사와 밴드 패턴이 유사하였다. UFPF3에서 ‘백선’은 GMPO30410 이핵 및 단핵균사체와 다른 밴드 패턴을 나타내었으며 MGL2205의 단핵 및 이핵 균사체와 유사한 경향을 보였다. UFPF4에서 ‘백선’은 GMPO30410와 MGL2205의 단핵 및 이핵 균사체와 다른 밴드 패턴을 나타내어 GMPO20410-35 단핵균주와 MGL2205-18 단핵균주간 교배가 이루어졌음을 확인할 수 있었다(그림 2).



M: Marker, 1: 미소(대조), 2: GMPO20410(곤지7호 변이체), 3: GMPO20410-35(모본 곤지7호 변이체의 단핵균주), 4: 백선(HK118), 5: MGL2205-18(모본 원형1호 변이체의 단핵균주), 6: MGL2205(원형1호 변이체)

그림 2. 느타리 버섯 ‘백선’ 품종의 DNA 다형성 검정

아. 농가실증시험 생육 및 수량

평택, 여주 지역 재배농가에서 생육 및 자실체 특성을 조사하였다. ‘백선’은 발이일수가 4일, 생육일수 4일이 소요되었으며, ‘미소’는 발이일수 3일, 생육일수 4일이 소요되었다. 갯색도(L)는 A농가(평택)에서 88, B농가(여주)에서 86을 나타내어 ‘미소’에 비하여 높게 나타내어 더 밝은 백색을 나타냈다. A농가의 갯직경, 대직경, 대길이가 각각 34mm, 10mm, 84mm 였으며, B농가는 각각 34mm, 10mm, 99mm를 나타내어 ‘미소’에 비하여 갯이 작고 대가 긴형태를 나타내었다. A농가에서 유효경수와 수량은 각각 39개 184g을 나타내어 ‘미소’의 27개 보다 12개 이상 많았으며, 수량은 ‘미소’에 비하여 64%정도 증수되었다. B농가에서 유효경수와 수량은 각각 52개 178g을 나타내어 ‘미소’의 28개 보다 24개 이상 많았으며, 수량은 ‘미소’에 비하여 40%정도 증수되었다.

표 9. 느타리 버섯 ‘백선’ 품종의 농가실증시험 생육 및 수량

시험장소	품종	발이일수(일)	생육일수(일)	갯특성		대특성		유효경수(개)	수량(g/병)
				갯색도(L)	갯직경(mm)	대굵기(mm)	대길이(mm)		
A (평택)	백선	4	4	88	34	10	84	39	184a ^J
	미소(대조)	3	4	88	40	10	84	27	112b
B (여주)	백선	4	4	86	34	10	99	52	178a
	미소(대조)	3	4	84	36	10	87	28	127b

※ 병크기 : A(평택) : 1100cc ϕ 75, B(여주) : 850cc ϕ 65

J: DMRT at 5% level

4. 적 요

갯과 대의 색택이 백색인 백색느타리 신품종 『백선』의 주요특성은 다음과 같다.

- 가. 균사생장적온은 28~31°C이고 버섯발생온도는 22°C, 버섯생육온도 20°C로 ‘미소’보다 균사생장적온이 높으며 버섯발생 및 생육온도가 유사하고, 발생형은 다발형태를 나타내었다.
- 나. 병재배시 배양기간은 30일, 초발이 소요일수는 4일, 생육일수는 4일로 총재배기간은 38일이 소요되었다.
- 다. 형태적 특성에 있어 갯직경은 32.5mm, 대직경 9.1mm, 대길이 91.4mm로 ‘미소’에 비하여 가늘고 긴형태를 나타내었으며, 갯색도(L)는 84.2, 대색도(L)은 83.4로 ‘미소’에 비하여 밝은 백색을 나타내었다.
- 라. 수량은 생산력 검정시 1,100ml병에서 185g을 나타내었으며, 농가실증재배시 A(평택) 184g/1100ml, B(여주) 178g/850ml으로 대조구 대비 40%이상 증수 되었다.
- 마. 대의 물리성은 탄력성, 응집성, 씹음성, 깨집성이 각각 80%, 57%, 720g, 57kg을 나타냈다.

- 바. DNA다형성을 비교 분석한 결과 UFPF1, UFPF3, UFPF4의 primer에서 교배모본인 ‘GMPO20410’과 ‘MGL2205’의 DNA밴드가 혼합되어 있었으며, 품종과 균주간의 밴드 차이가 있었다.
- 사. 저장기간에 따른 신선도는 4℃에서 28일 저온저장시 8점으로 신선한 상태였으며, 4℃ 저장후 상온보관시 5점으로 식용가능한 상태로 대조품종인 ‘미소’ 보다 저온 및 상온 보관시 신선도가 우수하였다.

5. 인용문헌

- 농림수산식품부. 2017. 특용작물생산실적.
- 국립종자원. 2018. 품종등록현황.
- 국립종자원. 2006. 신품종 심사를 위한 작물별 특성조사요령(느타리).
- LEE KH, Kim GH, Kim BG, Yoo YB, Sung JM. 2007. Characteristics of fruiting bodies color mutants in *Pleurotus ostreatus*. J. mushroom science and production. 7(3) : 130~134.
- Yoo YB, Lee SC, Kim EJ, Kong WS, Jang KY, Shin PG. 2009. Characterization of a new commercial strain ‘Goni’ by intra-specific hyphal anastomosis in *Pleurotus ostreatus*. J. mushroom science and production. 7(3) : 130~134.
- Weijn A, Bastiaan-net S, Wochers HJ, Mes JJ. Melanin biosynthesis pathway in *Agaricus bisporus* mushrooms. 2013. Fungal genetics and biology 55: 42~53.
- Henson JM , Butler MJ , Day AW. 1999. The dark side of the mycelium: Melanins of phytopathogenic fungi. Annu. Rev. Phytopathol. 37:447~47.

6. 연구결과 활용제목

- 백색느타리버섯 신품종 : ‘백선’ 육성 (품종보호출원, 2018)
- 고온성 다수성 느타리 신품종『백선』의 재배특성(논문게재, 2019)

7. 연구원편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
						'16	'17	'18
느타리버섯 신품종 육성	책임자	농업기술원 버섯연구소	농업연구사	최종인	세부과제총괄	○	○	○
	공동연구자	“	“	이윤희	자료수집	○	○	○
	“	“	“	전대훈	자료수집	○	○	○
	“	“	“	권희민	자료분석	○	○	○
	“	“	농업연구관	이영순	자료검토			○