

어젠다코드	3-13-45		구 분	완결	
기술분야코드	V3	기술유형코드	H02	작목구분코드	IC-02-1710
과제종류	기관고유		세세부사업	-	
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
버섯 수확 후 관리 기술 개발			'14	농식품연구소	권혜정
1) 잎새버섯의 수확후 관리 기술 개발			'14	농식품연구소	권혜정
책임용어	버섯, 일반성분, 향산화, 선도유지				

ABSTRACT

1. Nutritional and functional test of new varieties 'Maitake mushroom'

Regular component of Maitake mushrooms are 7.8% moisture, 36.4% protein, 4.4% lipid, ash 8.0%, 24.4% carbohydrates, crude fiber was 19.1%. In antioxidant activity water extract, DPPH radical scavenging was 78.9%, ABTS radical scavenging was 99.4%, SOD activity was similar to 33.1%. If the macrophages by LPS treatment on cell Raw264.7 anti-inflammatory activity of Maitake mushrooms in 1 mg/mL was 1.6uM and mountain oyster mushroom was high in 9.1uM. Anti-cancer effect of Maitake mushroom was as high as cancer, prostate cancer, and colon cancer, 76.1, 82.6, and 78.6% in 1 mg/ml of the water extract concentration. A-amylase inhibitory activity of Maitake mushroom extract was 90.7% in the water, mountain oyster mushroom, also showed high activity to 91.5%.

2. Identification of freshness keeping period of 'Maitake mushroom'

The general component of Maitake mushrooms are 8.6% moisture, 23.2% protein, 37.9% carbohydrates, crude fiber and 20.6% respectively in bottle cultivation, and 5.8% moisture, 14.9% protein, 39.9% carbohydrates, crude fiber that was 28.4% in timber cultivation. B-glucan content of the Maitake mushroom was 28.6% in timber cultivation higher than 12.9% in bottle cultivation. In Maitake mushroom bottle cultivation, hardness is 584g, water content was 89.7%, the color of L, a, b values were 42.2, 6.2, 17.8 respectively. In timber cultivation, hardness is 1,343g, water content was 89.8%, the color of L, a, and b values were 45.4, 6.2 and 23.1. L and b value in bottle cultivation were slightly higher than in bottle cultivation. In bottle cultivation of Maitake mushrooms, storage period was 20 days in 5°C PE 100 packaging, In timber cultivation, Maitake mushrooms can be stored up to 21 days when kept leading 5 °C PE100 packaging + oxygen scavenger treatment.

1. 연구목표

강원도 버섯재배는 느타리버섯 위주로 품목이 단순하고 점차 감소추세에 있다. 버섯 재배현황은 15.8ha, 297농가 3,415톤으로 이중 느타리버섯 13.7ha(87%)를 차지하고 있다. 버섯은 향미성분이 풍부하고 단백질과 지질의 함량이 낮은 반면 다당류, 비타민 및 무기질과 같은 특수 영양소를 다량 함유하고 있어 예로부터 건강식품으로 인식되어 왔다(김 등 2013).

강원도농업기술원에서는 버섯 신품종 연구를 계속 진행중에 있으며, 개발된 버섯 신품종은 느타리버섯(청산.한동), 차신고버섯(진향.다산), 산느타리버섯(호산, 강산, 향산), 잎새버섯(대황, 풍산) 등이 있다(이 등, 2007., 이 등, 2008., 이 등, 2010).

잎새버섯(*Grifola frondosa*)은 분류학적으로 담자균류 민주름버섯목(Aphyllphorales), 구멍장이버섯과(Polyporaceae), 잎새버섯속(*Grifola*)에 속하는 버섯으로 여름과 가을에 참나무류, 활엽수류 생입목, 고사목의 지제부나 뿌리 주변에 다발로 발생하며, 한국, 일본, 유럽, 미국 등에 분포하는 백색부후균이다(박 등 2012). 또한 잎새버섯은 식용 담자균류의 일종으로 향과 맛이 좋아서 일본에서는 송이버섯과 더불어 고급버섯으로 취급되고 있으며, 한방에서는 항암작용, 혈압강하, 당뇨병, 비만치료, 혈중 콜레스테롤 감소, 항균작용, 이뇨작용, 강장작용, 항빈혈작용 등에 효능이 탁월하다고 하여 한약재로도 이용되고 있다(이 등, 2007).

버섯은 다른 농산물보다 수확 후 생리활성이 높아 저장기간이 짧고 유통기간 중 부패율 및 품질 저하가 높은 편이다. 따라서 버섯은 수분증발을 억제시켜 무게감소를 최소화하기 위해 MA(modified atmosphere)을 하는데 MA포장재 가수투과도와 관리온도는 포장내 가스조성비에 직접적인 영향을 준다(이 등, 2013).

따라서 본 연구에서는 새롭게 육성된 잎새버섯에 대한 영양.기능성 성분을 구명하고, 버섯 유통시 품질저하를 낮출 수 있는 MA포장재 사용으로 잎새버섯의 선도유지 기술을 개발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험재료

강원도 농업기술원 환경농업연구과에서 재배된 잎새버섯 육성품종으로 재배방법별(원목, 병재배)로 나누어 수확하였다. 병재배 잎새버섯은 7월 수확된 품종을 사용하였고, 원목재배 잎새버섯은 10월 수확한 것을 사용하였다.

나. 시험방법

(1) 잎새버섯 신품종의 영양성분 및 기능성 분석

수확된 잎새버섯을 건조기를 이용하여 건조한 후 에탄올 추출물은 분말시료 20g에 에탄올 200ml을 첨가하여 상온에서 24시간 동안 2회 추출후 동결건조기(PVTFD 10R, Ilshin Co., LT이, Yangju, Korea)로 동결건조하여 제조하였다. 물 추출물은 분말시료 20g에 증류수 200ml을 첨가하여 60°C에서 24시간 동안 2회 추출한 다음 상등액을 분리하여 rotary vacuum evaporator(N-21NS, EYELA, Tokyo, Japan)로 완전농축 후 동결 건조하여 분석 시료로 사용하였다.

(2) 잎새버섯의 유통에 따른 선도유지 기간 구명

수확한 잎새버섯은 농식품연구소 저장실로 옮겨와 사용하였다. 7월 병재배후 수확한 잎새버섯은 무처리, 20×30 cm로 재단된 PE 50 mm, PE 100 mm에 200g씩 넣어 저장온도 5, 10°C로 나누어 저장하였다. 10월 원목재배 잎새버섯을 수확하여 무처리, 20×30 cm로 재단된 PE 50mm, PE 100mm로 200g씩 넣어 저장온도 5, 10°C로 나누어 저장하였다. 각 필름별 탈산소제를 넣어 필름내 공기조성변화를 관찰하였다. 각 온도별로 감모율, 색도, 경도 등을 측정하였다.

다. 분석방법

(1) 일반성분 및 무기성분 분석

일반성분 분석은 AOAC의 표준분석법에 준하여 수분은 105°C상압 가열 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 조지방 자동추출기(Soxtec 2050, Foss, hoganas, Sweden), 조회분은 직접 회화법, 조섬유는 조섬유자동추출기(Fibertec, Foss, hoganas, Sweden), 무기질은 습식 분해법(11)에 따라 분해하여 증류수 100 mL로 정용하여 Inductively coupled plasma spectrometer(Integra XL, Gbc scientific equipment, Victoria, Australia)로 분석하였고, 인(P)은 molybdenum blue흡광도법으로 UV-Visible spectrometer(HP 8453E, Hewlett Packard Co., Palo Alto, CA, USA)로 470 nm에서 비색 정량하였다.

(2) 항산화 활성

(가) DPPH radical 소거능

DPPH radical 소거능은 Blois 등(1958)의 방법에 따라 1,1-diphenyl-2-picrylhy-drazyl (DPPH) radical에 대한 소거활성을 측정하였다. 각 농도의 버섯 용매별 추출물 0.2 mL에 0.2 mM DPPH용액 0.8 mL을 혼합하여 상온에서 30분간 반응시킨 후 microplate reader(UVM 340, ASYS Hitech GmbH, Engendorf, Austria)을 사용하여 517nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율로 나타냈으며, Ascorbic acid를 대조물질로 사용하여 항산화 활성을 비교하였다.

$$\text{DPPH(\%)} = 1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \times 100$$

(나) ABTS radical cation decolorization 활성 측정

ABTS radical을 이용한 항산화력 측정은 ABTS radical cation decolorization 방법에 의하여 측정하였다. 7.4 mM 2,2'-azinobis-(3-ethyl zothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS)와 2.6 mM potassium persulfate를 섞어 15시간 이상 암소에 방치하여 청록색의 ABTS+ radical을 형성 시키며 이 용액은 냉장 보관한다. Radical stock solution은 734 nm에서 흡광도 값이 0.70(±0.02)이 되도록 흡광계수를 이용하여 ethanol로

희석한다.

이 ABTS 용액 300 μ l에 농도별 추출물 20 μ l를 첨가하여 실온에서 10분 동안 방치한 다음, microplate reader를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거활성은 시료 용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율로 나타냈으며 ascorbic acid를 대조물질로 사용하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정한 후 활성을 비교하였다.

$$\text{ABTS radical cation decolorization activity(\%)} = (1 - A_s / A_c) \times 100$$

A_s : Absorbance of sample

A_c : Absorbance of control

(다) Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Marklund의 방법에 따라 측정하였다. 농도별로 제조한 각 시료용액 0.2 mL에 50 mM tris-HCl 완충용액(pH 8.5) 3 mL에 7.2mM pyrogallol 0.2mL을 가하여 25°C에서 10분간 반응시킨 후, 1N HCl 1mL을 첨가하여 반응을 정지시키고 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 UV/VIS spectrophotometer로 420nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{SOD-like activity(\%)} = (1 - A_s / A_c) \times 100$$

A_s : Absorbance of sample

A_c : Absorbance of control

(3) Nitric oxide 생성량 및 세포독성 측정

Nitric oxide(NO) 생성량은 한국 세포주 은행에서 분양받은 RAW264.7 세포주(mouse macrophage cell line)를 이용하여 측정하였다. NO생성량 측정을 위해 RAW264.7 세포주를 96 well plate에 1×10^5 cells/well의 농도로 분주하여 37°C, 5% CO₂ incubator에서 24시간 동안 배양하였다. 버섯 추출물은 최종농도 100 μ g/mL로 희석하여 추출용매별 추출물 20 μ L와 100 ng/mL의 lipopolysaccharide(LPS) 2 μ L를 세포배양 well에 첨가하여, 37°C, 5% CO₂ incubator에서 24시간 배양하였다. 배양 후 상등액 100 μ L와 동일한 양의 Griess reagent를 첨가하여 상온에서 15분간 반응시킨 후 microplate reader(UVM-340, ASYS Hitech GmbH, Eugendorf, Austria)를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 10 μ g/mL농도의 LPS만을 20 μ L 처리하여 활성화된 세포를 사용하였다. 세포가 생산한 NO는 sodium nitrate를 농도별로 희석하여 사용하였으며, 측정된 흡광도 값을 표준곡선에 대입하여 생성된 NO의 양을 정량하였다.

세포독성 측정은 RAW264.7 세포주를 1×10^5 cells/well로 96well plate에 분주하여 배양한

다음, 왕고들빼기 추출물을 최종 농도가 100 µg/ml이 되도록 처리하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 24시간 후 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenylterazoliumbromide (MTT) 용액을 첨가하여 동일한 배양조건에서 4시간 동안 배양한 다음 생성된 formazan결정을 DMSO에 녹여서 microplate reader(UVM-340, ASYS Hitech GmbH, Eugendorf, Austria)를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 세포의 생존율은 시료를 처리하지 않은 대조구에 대비한 시료 처리구의 흡광도로 표시하였다.

(4) 암세포 억제효과 검정

HL3T1, HT-29, DU-145 cell을 한국 세포주 은행으로부터 분양받아 배양하여 사용하였다. 배양된 세포는 96 well plate에 1×10^5 cells/well가 되도록 100 µL씩 분주하여 37°C에서 CO₂ incubator에서 48시간 배양하였다. 배지를 제거한 후, serum free 배지 90 µL를 넣고 각 농도별로 조제한 시료를 10 µL씩 분주하였으며, 37°C에서 CO₂ incubator에서 24시간 배양하였다.

여기에 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenylterazoliumbromide(MTT)용액 20 µL를 첨가하여 동일한 조건에서 4시간 더 배양하였다. 이 때 생성된 formazan 결정을 DMSO에 녹여서 ELISA reader로 570nm에서 흡광도를 측정하였다.

(5) α-Amylase 저해활성

추출물 50 µL에 Human 기원의 1.2 U/mL α-amylase 50 µL, 0.2M potassium phosphate buffer(KPB, pH 6.8) 50 µL를 혼합하여 37°C에서 10분간 preincubation 한 후 0.5% starch를 100 µL 가하여 37°C에서 5분간 반응시켰다. 반응액에 48 mM DNS(3,5-dinitrosalicylic acid and 30% sodium potassium tartrate in 0.5M NaOH) 발색시약을 250 µL를 넣고 100°C에서 10분간 끓여 발색시켜 충분히 냉각시킨다. 그 후 반응액에 3 배량의 물을 가하고 잘 교반하여 Spectrophotometer(DU-730, Beckman coulter, CA, USA) 540 nm에서 흡광도를 측정하여 저해도를 계산하였다.

(6) α-Glucosidase 저해활성

α-Glucosidase 저해활성은(3)은 10 mg/mL 농도의 버섯 추출물과 0.15 U/mL α-glucosidase 효소액 200 µL 및 0.2M potassium phosphate buffer(pH 6.8) 1 mL를 혼합하여 405nm에서 흡광도를 측정한 다음, 37°C에서 10분간 incubation 한 후 5 mM 4-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside(pNPG) 200 µL를 가하여 37°C에서 20분간 반응시킨 뒤 microplate reader(UVM-340, ASYS Hitech GmbH, Eugendorf, Austria)를 이용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하여, 흡광도의 변화로 효소 저해활성을 계산하였다.

(7) β-glucan 분석

베타글루칸 함량은 Megazyme kit(Mushroom and Yeast β-glucan Assay Procedure K-YBGL)을 이용하여 시료 100 mg에 37% HCl 1.5 mL를 넣고 30°C water bath에서 45분간 교반한 후 3차 증류수 10 mL를 가하고 100°C water bath에서 다시 2시간 교반하였다. 이 반응액을 상온에서 식힌 후 2N KOH 10mL를 가하여 혼합하였다. 이 혼합물에 0.2M sodium

acetate buffer(pH 5.0)를 가하여 100 mL로 정량한 후 원심분리(1,500×g, 10분)하여 상등액을 얻었다. 상등액 0.1mL에 exo-1,3-β-glucanase(20U/mL)에 β-glucosidase (4U/mL) 용액 0.1 mL를 가하고 40°C water bath에서 60분간 반응시켰다. 이 반응액에 GOPOD(glucose oxi-dase/peroxidase, Megazyme) 시약 3mL를 넣고 40°C에서 20분간 반응시킨 후 510 nm에서 흡광도를 측정하여 total glucan함량 계산에 사용하였다. 시료 100 mg에 2N KOH 2mL를 넣고 ice water bath에서 20분간 교반하여 이 반응액에 1.2M sodium acetate buffer(pH 3.8) 8 mL와 amyloglucosidase(1630U/mL)+invertase (500U/mL) 용액 0.2 mL를 가하고 40°C water bath에서 30분간 교반한 후 원심분리(1,500×g, 10분)하여 상등액을 얻었다. 상등액 0.1 mL에 0.2M sodium acetate buffer(pH 5.0) 0.1 mL와 GOPOD 시약 3 mL를 넣고 40°C에서 20분간 반응시킨 후 510nm에서 흡광도를 측정하여 α-glucan 함량의 계산에 사용하였다. 측정된 total glucan과 α-glucan의 흡광도는 표준물질인 glucose용액 (1mg/mL)을 GOPOD 시약과 반응시킨 반응액의 흡광도를 이용하여 각각 함량(% , w/w)값으로 계산하였다. β-glucan 함량은 total glucan함량에서 α-glucan 함량을 빼준 값으로 계산하였다.

(8) 색도

Spectrophotometer(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 시료의 일정한 상부위를 10회 반복 측정한다. 측정 전 표준백판 (L=97.75, a=0.49, b=1.96)으로 보정한 후 사용하였으며 L(명도, Lightness), a(적색도, redness),b(황색도, yellowness)값으로 나타낸다.

(9) 경도

경도계(Rheometer, Compac-100, SUN, Japan)를 이용하여 측정, 3mm인 probe를 장착하고 60mm/min의 속도로 압축하여 위의 일정 부위의 최대강도를 10회 반복 측정하였으며, 최대강도를 g-force단위로 나타낸다.

(10) 중량감모율

중량감모율은 저장기간 중 변화한 무게를 초기 무게를 기준으로 백분율로 계산하였다.

(11) 신선도

신선도는 냄새 및 버섯의 외관을 종합적으로 판단하여 minamide 법에 의해 매우 신선 10, 신선 8, 판매가능 6, 식용가능 4, 식용불가 2, 부패 및 변질 0으로 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 잎새버섯 신품종의 영양성분 및 기능성 검정

(1) 잎새버섯의 일반성분

잎새버섯의 일반성분은 수분 7.8%, 단백질 36.4%, 지질 4.4%, 회분 8.0%, 탄수화물 24.4%, 조섬유 19.1%였다. 산느타리 버섯의 일반성분은 수분 11.6%, 단백질 41.5%, 지질 2.2%, 회분 6.8%, 탄수화물 16.9%, 조섬유 21.1% 였다. 잎새버섯은 산느타리버섯에 비해 지질, 회분,

탄수화물함량이 높았다. 이 등(2007)은 잎새버섯 분말의 일반성분을 조사한 결과 수분 8.6%, 단백질 32.6%, 지질 1.1%, 회분 7.4%, 탄수화물 36.9%, 조섬유 13.8%로 보고하였다. 본 실험에 사용된 잎새버섯이 단백질, 지질이 높았다.

표 1. 잎새버섯 및 산느타리버섯의 일반성분 (dry basis g/100g)

구 분	수 분	단백질	지 질	회 분	탄수화물	조섬유
잎새버섯	7.8	36.4	4.4	8.0	24.4	19.1
산느타리버섯	11.6	41.5	2.2	6.8	16.9	21.1

(2) 잎새버섯 추출물의 항산화 활성

잎새버섯의 추출수율은 물, 에탄올 각각 59.4%, 9.7%로 물추출의 수율이 높았다. DPPH 라디칼 소거능은 DPPH가 짙은 자색의 안정한 자유 라디칼로 항산화 물질에 의해 환원되면서 짙은 자색이 탈색되는 원리를 이용하여 측정한다. 잎새버섯의 DPPH 라디칼 소거능은 78.9%, 산느타리버섯은 85.4%였다. 열수추출한 노루궁뎅이 버섯이 1 mg/mL에서 DPPH 라디칼 소거능 81.4%(김 등, 2013), 영지버섯 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능이 67.2%로 보고되었다(오 등, 2005).

ABTS 라디칼 소거활성은 산화 유도제인 potassium persulfate와 반응에 의해 형성된 ABTS양이온이 시료중의 항산화 물질에 의해 제거될 때 일어나는 탈색반응을 이용하여 물질의 항산화 능력을 측정하는 방법이다. 잎새버섯의 ABTS radical 소거능은 99.4%, 산느타리버섯은 94.4%였다. 열수추출한 노루궁뎅이 버섯의 SOD유사활성은 1 mg/mL시 69.8%였다(김 등, 2013).

생체 내 항산화 효소중의 하나인 superoxide dismutase는 세포내 활성산소를 과산화산소로 전환시키는 반응을 촉매하는 효소이며, SOD에 의해 생성된 과산화수소는 catalase 또는 peroxidase에 의해 물 분자와 산소 분자로 전환되는 중요한 효소 중의 하나이다(김 등, 2013). 잎새버섯과 산느타리버섯의 SOD유사활성은 각각 33.1%, 22.4% 였다. 노루궁뎅이버섯이 1 mg/mL에서 77%인 것에 비해서는 낮았다(김 등, 2013).

표 2. 잎새버섯 및 산느타리버섯의 항산화 활성

구분	추출 용매	추출 수율(%)	DPPH radical 소거능(%)	ABTS radical 소거능(%)	SOD유사활성 (%)
잎새버섯	물	59.4	78.9±1.5	99.4±1.7	33.1±5.6
	에탄올	9.7	56.4±0.7	43.6±4.5	-
산느타리버섯	물	53.0	85.4±3.3	94.4±2.4	22.4±7.2
	에탄올	5.4	72.7±4.8	49.5±1.6	-

ᄇ 추출농도 10mg/ml, 대조구 ascorbic acid 89.6%

(3) 잎새버섯의 항염(NO) 활성

NO는 혈액응고, 혈압조절 및 암세포에 대한 면역기능도 있지만, 과량 존재하면 인체에 유해한 영향을 미치게 되어 세포손상 뿐만 아니라 염증반응을 일으킨다. 대식세포인 Raw264.7 cell에 LPS처리한 경우 잎새버섯 1 mg/mL에서 1.6 uM, 산느타리버섯은 9.1 uM로 잎새버섯의 항염 활성이 높았다.

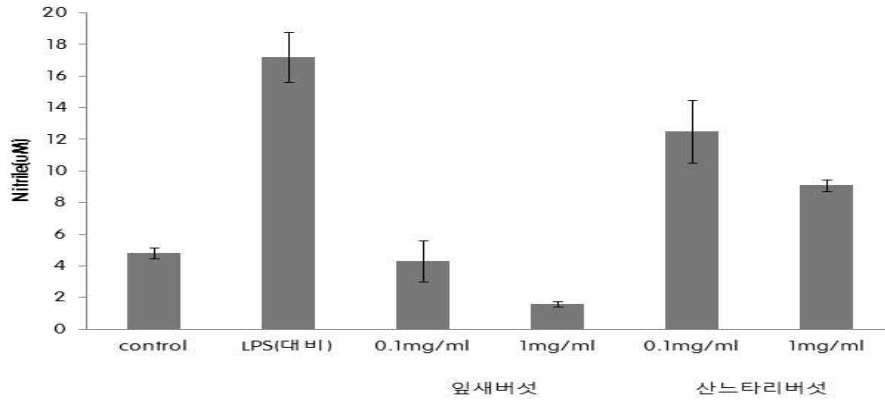


그림 1. 버섯종류 및 물추출 농도별 NO 활성

(4) 잎새버섯의 항암활성

잎새버섯의 항암효과는 물추출물 1 mg/mL 농도에서 위암, 전립선암, 대장암에서 76.1, 82.6, 78.6%로 항암효과가 높았다. 산느타리버섯은 물추출물 1 mg/mL 농도에서 전립선암, 대장암에서 각각 78.2, 51.5% 항암효과가 높았다. 노루궁뎅이 버섯 열수추출물의 농도가 증가함에 따라 암세포 증식 억제 효과가 증가하는 경향을 보이며, 2,000 µg/mL의 농도에서 폐암 세포인 A549에 48.8%의 생육억제능을 보였다는 보고(김 등, 2012)와 비교할 때 잎새버섯의 열수추출물의 암세포 생육 억제활성은 높았다.

표 3. 잎새버섯 및 산느타리버섯의 항암 활성

구 분	추출 용매	Cytotoxicity(%)		
		위암 (KATOIII)	전립선암 (DU-145)	대장암 (HT-29)
잎새버섯	물	76.1±2.0	82.6±0.9	78.6±0.9
	에탄올	11.4±1.5	46.8±7.4	16.1±8.3
산느타리버섯	물	6.0±2.7	78.2±2.6	51.3±4.7
	에탄올	23.0±2.0	17.5±6.5	20.6±0.8

^{*)} 추출농도: 1 mg/ml

(5) 잎새버섯의 α-amylase 및 α-glucosidase 저해활성

α-amylase와 α-glucosidase를 저해하여 포도당의 흡수를 지연시킬 수 있어 두 효소의 저해

활성은 혈당수치 상승억제의 지표로 사용되며, α -amylase는 탄수화물의 α -D-(1,4)-glucan 결합을 분해하는 효소이다. 또한 소장 상피세포에 존재한 효소인 α -glucosidase는 이당류나 다당류를 단당류로 가수분해하는 역할을 하며, 정상인의 경우 소장내에 maltase나 sucrase 같은 α -glucosidase들을 적절히 억제함으로써 식후에 급격한 혈당상승을 억제한다. 잎새버섯의 α -amylase 저해활성은 물추출물에서 90.7%였으며, 산느타리버섯도 91.5%로 활성을 보였다. α -glucosidase 저해활성은 잎새버섯과 산느타리버섯 물추출물에서 거의 활성이 없었다. 박등(2007)은 잎새버섯 열수추출물의 조다당체인 HW-1이 인슐린 민감성 효과가 있으며, 제2형 당뇨병모델인 KK-A^y마우스를 이용한 동물실험에서도 뚜렷한 혈당강하효과를 보고하였는데 α -amylase 저해활성이 높은 것과 비교할 때 잎새버섯은 혈당강하를 위한 기능성소재로 활용할 수 있을 것으로 보인다.

표 4. 버섯종류별 α -amylase 및 α -glucosidase 저해활성

구분	추출용매	α -amylase 저해활성 (%)	α -glucosidase 저해활성 (%)
잎새버섯	물	90.7±0.1	7.8±1.6
	에탄올	3.3±2.3	17.6±2.0
산느타리버섯	물	91.5±0.1	-
	에탄올	26.2±2.6	3.9±3.1

^{*)} 추출농도: 1mg/ml

나. 잎새버섯의 유통에 따른 선도유지 기간 구명

(1) 잎새버섯의 재배유형별 일반성분 비교

잎새버섯의 재배유형별 일반성분을 보면 병재배 수분 8.6%, 단백질 23.2%, 탄수화물 37.9%, 조섬유 20.6%였고, 원목재배는 수분 5.8%, 단백질 14.9%, 탄수화물 39.9%, 조섬유가 28.4%로, 병재배 처리구가 원목재배 처리구보다 수분, 단백질 함량이 높았다.

표 5. 잎새버섯의 재배유형별 일반성분 (단위: g/100g)

구분	재배유형	수분	단백질	지질	회분	탄수화물	조섬유
잎새버섯	병재배	8.6±0.1	23.2±0.1	3.1±0.5	6.9±0.1	37.9±0.1	20.6±0.0
	원목재배	5.8±0.1	14.9±0.0	5.0±0.0	5.9±0.0	39.9±0.0	28.4±0.1

^{*)} 병재배(7월 수확), 원목재배(10월 수확)

버섯의 유용성분 중 하나인 β -glucan은 암세포를 직접 공격하지 않고 비특이적 면역반응으로 인간의 정상 세포의 면역기능을 활성화 시켜 암세포의 증식과 재발을 억제하고 혈당강하 및 혈중 콜레스테롤 감소 효과가 우수하며, 지질대사를 개선하여 체지방 형성과 축적을 억제함으로써 항 비만효과를 가지고 있는 것으로 보고되고 있다(조재한 등, 2013). 잎새버섯의 β -glucan함량은 병재배 12.9%, 원목재배 28.6%로 원목재배가 높았다. 영지버섯의 β -glucan함량이 15~20%인 것에 비해(조재한 등, 2013) 원목 재배된 잎새버섯의 β -glucan함량 28.6%로 높았다.

표 6. 잎새버섯의 재배유형별 β -glucan 함량 (단위: %)

구 분	재배유형	총글루칸	α -glucan	β -glucan
잎새버섯	병재배	31.2±0.5	18.2±0.4	12.9±0.6
	원목재배	35.4±0.7	6.8±0.3	28.6±0.9

♯ 병재배(7월 수확), 원목재배(10월 수확)

병재배 잎새버섯의 경도는 584g, 수분 89.7%로 색도는 L, a, b값은 각각 42.2, 6.2, 17.8 이었다. 원목재배 잎새버섯의 경도는 1,343g, 수분 89.8%로 색도는 L, a, b값은 각각 45.4, 6.2, 23.1로 병재배에 비해 L값과 b값이 다소 높았다. 경도도 원목재배가 병재배에 비해 2배 이상의 단단함을 보였다.

표 7. 잎새버섯 재배유형별 품질특성

구분	경도 (g)	수분 (%)	색도			산도 (% lactac acid)
			L	a	b	
병재배	584	89.7	42.2	6.2	17.8	0.2
원목재배	1,343	89.8	45.4	6.2	23.1	0.2

♯ 병재배(7월 수확), 원목재배(10월 수확)

(2) 잎새버섯의 재배유형별 선도유지 가능일수

병재배 잎새버섯의 저장기간은 5°C PE100포장시 저장 20일까지 선도유지가 가능하며, 감모율은 0.1%, 경도는 610g였다. 원목재배 잎새버섯의 저장기간은 5°C PE100포장+탈산소제 처리시 저장 21일까지 선도유지가 가능하며, 감모율은 0.26%, 경도는 1,157g이었다. 버섯의 선도유지에 온도처리가 필름처리보다 선도유지에 영향을 미치며, 공기조성은 필름처리구에 따라 조성(이산화탄소, 산소)이 변하여 PE100처리가 선도유지 기간이 길었다.

표 8. 잎새버섯(병재배)의 온도 및 필름처리별 선도유지 가능일수

온도(°C)	필름 처리	감모율 (%)	경도 (g)	색도			선도유지 가능일수
				L	a	b	
5	무처리	18.7	724	44.1	6.3	17.7	5
	PE50	0.3	598	47.8	7.1	21.9	14
	PE100	0.1	610	53.3	5.3	18.8	20
10	무처리	12.6	714	49.5	5.8	18.3	5
	PE50	0.3	592	27.5	5.1	20.4	14
	PE100	0.3	764	50.1	6.6	20.1	14

♯ 7월 수확, 병재배

표 9. 잎새버섯(원목재배)의 선도유지 가능일수

온도 (°C)	필름 처리	탈산소제	감모율 (%)	경도 (g)	색도			선도유지 가능일수
					L	a	b	
5	무처리	-	7.29	1,648	45.4	6.2	23.1	4
		무처리	0.33	1,092	55.3	5.5	23.8	16
	PE50	처리	0.32	1,209	57.8	5.4	27.3	21
		무처리	0.29	1,550	63.0	4.0	22.5	21
	PE100	처리	0.26	1,157	50.7	7.4	30.1	21
		무처리	-	13.46	1,468	54.9	8.9	29.9
10	PE50	무처리	0.45	1,545	56.5	5.6	26.3	9
		처리	0.46	1,524	59.7	5.8	27.6	8
	PE100	무처리	0.46	991	65.2	3.3	22.0	9
		처리	0.42	1,542	58.0	5.8	25.9	14

^{a)} 10월 수확, 원목재배

^{b)} 색도 : 5°C- 무처리(7), 필름(21), 10°C- 무처리(7), 필름(14일)

4. 적 요

가. 잎새버섯 신제품의 영양성분 및 기능성 검정

- 잎새버섯의 일반성분은 수분 7.8%, 단백질 36.4%, 지질 4.4%, 회분 8.0%, 탄수화물 24.4%, 조섬유 19.1%였다.
- 항산화 활성으로 물추출물에서 DPPH radical 소거능은 78.9%, ABTS radical 소거능은 99.4%, SOD 유사활성은 33.1%였다.
- 대식세포인 Raw264.7 cell에 LPS처리한 경우 잎새버섯의 항염 활성은 1 mg/mL에서 1.6uM, 산느타리버섯은 9.1uM로 높았다.
- 잎새버섯의 항암효과는 물추출물 1 mg/ml 농도에서 위암, 전립선암, 대장암 76.1, 82.6, 78.6%로 항암효과가 높았다.
- 잎새버섯의 α -amylase 저해활성은 물추출물에서 90.7%였으며, 산느타리버섯도 91.5%로 높은 활성을 보였다.

나. 잎새버섯의 선도유지 기간 구명

- 잎새버섯의 일반성분은 병재배는 수분 8.6%, 단백질 23.2%, 탄수화물 37.9%, 조섬유 20.6%였고, 원목재배는 수분 5.8%, 단백질 14.9%, 탄수화물 39.9%, 조섬유가 28.4%였다.
- 잎새버섯의 β -glucan함량은 병재배 12.9%, 원목재배 28.6%로 원목재배가 높았다.
- 병재배 잎새버섯의 경도는 584g, 수분 89.7%, 색도는 L, a, b값은 각각 42.2, 6.2, 17.8 이었다. 원목재배 잎새버섯의 경도는 1,343g, 수분 89.8%로 색도는 L, a, b값은 각각 45.4, 6.2, 23.1로 병재배에 비해 L값과 b값이 다소 높았다

- 병재배 잎새버섯의 저장기간은 5°C PE100포장시 저장 20일까지 선도유지가 가능하며, 원목재배 잎새버섯의 저장기간은 5°C PE100포장+탈산소제 처리시 저장 21일까지 선도유지가 가능하다.

5. 인용문헌

- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1198-1202
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Marklund S, Marklund G. 1975. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47:468-474
- 김다혜, 박사라, 트리쉬나, 하스낫, 펄빈, 임병우. 2013. 노루궁뎅이 버섯 열수추출물의 항산화 활성과 항염증 효능 평가. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 21(2):112-117
- 김세령, 김미라. 2012. 노루궁뎅이 버섯 열수 추출물의 이화학적 특성 및 항산화성, 항돌연변이성, cytotoxicity 분석 *Korean J. Food Cookery Sci* 28(5):569-577
- 박금주, 오영주, 이상윤, 김현수, 하효철. 2007. 3T3-L1지방세포 및 제2형 당뇨병모델(KK-Ay)에서 잎새버섯(*Grifola frondosa*) 조다당체 추출물의 항당뇨 효과. *Korean J. Food Sci. Technol* 39(3):330-335.
- 박찬호, 이경민, 남은정, 유연희, 김용현, 권현정, 윤옥현, 한만덕. 2012. 잎새버섯(*Grifola frondosa*) 균사체의 기능성 다당류 최적 추출방법 및 항암효과. *Korean. J. Food & Nutr.* 25(1)181-187
- 오세인, 이미숙 2005. 영지버섯 추출물의 항산화 및 항돌연변이 효과. *Korean J. Food & Nutr.* 18(1)54-62.
- 이광재, 박영학, 조병주, 이병용, 주진호, 박동식, 김경희. 2007. 느타리 신품종 '청산'의 재배특성. *J Mushroom Sci. Prod.* 5(1):21-24
- 이광재, 김경희, 조병주, 박영학. 2008. 산느타리버섯 재배특성 및 기호도 조사. *J Mushroom Sci. Prod.* 6(3):146-149
- 이광재, 박영학, 함현주, 음원식, 주진호, 김경희 2010. 차신고버섯 신품종 '다산'의 특성. *J Mushroom Sci. Prod.* 8(1):6-10
- 이윤희, 정윤경, 백일선, 이한범, 지정현 전창성. 2013. 큰느타리버섯 유통온도 및 갈변억제 처리에 따른 품질 변화. *J Mushroom Sci. Prod.* 11(4):297-302
- 이종숙, 김한섭, 이운주, 정인창, 배종호, 이재성. 2007. 잎새버섯(*Grifola frondosa*)분말 첨가가 sponge cake의 품질 특성에 미치는 영향. *Korean J. food Sci. Technol* 39(4):400-405

조재한, 이지영, 이민정, 오하나, 강돈호, 전창성. 2013. 영지버섯 균주별 자실체의 베타글루칸과 폴리페놀 함량 비교 분석. J Mushroom Sci. Prod. 11(3):164-170

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2014(1년)	영농활용	잎새버섯 항산화 및 항당뇨 효과(자체)
		잎새버섯 신선도 유지 기술

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
					'14
과제책임자	농식품연구소	농업연구사	권혜정	과제 총괄	○
공동연구자	농식품연구소	농업연구사	이효영	연구과제 분석	○
	"	"	박아름	"	○
	"	"	허남기	연구방향 설정	○
	"	"	임상현	연구과제 분석	○
	"	"	정은경	"	○
	"	"	정혜정	"	○