

## 감귤 주스 착즙박을 이용하여 재배된 버섯균사체의 성분

이창환<sup>1</sup> · 양민호<sup>2</sup> · 박승림<sup>3</sup> · 강영주<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup>제주도보건환경연구원, <sup>2</sup>제주대학교 식품생명공학과,  
<sup>3</sup>참수플 자연버섯 연구소, <sup>4</sup>제주대학교 식품생명공학과

### Major Components of Mushroom Mycelia Cultivated with Citrus Juice Processing Wastes

Chang-Hwan Lee<sup>1</sup>, Min-Ho Yang<sup>2</sup>, Seung-Rim Park<sup>3</sup>, and Yeung-Joo Kang<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup>Health and Environmental Institute of Jeju Provincial Government

<sup>2</sup>Department of Food Bioengineering, Cheju National University

<sup>3</sup>Institute of Chamsupul JayeonBeoseot

<sup>4</sup>Department of Food Bioengineering, Cheju National University

**Abstract** This study investigated the major components of citrus juice processing wastes (CJPW) as well as mushroom mycelia that were cultivated with the CJPW, such as *Pycnoporus coccineus* (PC), *Lentinus edodes* (LE), *Pleurotus eryngii* (PE), *Hericium coralloides* (HC), *Panellus serotinus* (PS) and *Ganoderma lucidum* (GL). The organic acid contents of the mushroom mycelia were similar to or less than those of the CJPW, but the free sugar contents of the mycelia were lower than those of the CJPW. The narirutin contents of the mushroom mycelia ranged from 448.67-932.98 mg% and were similar to or less than those of the CJPW. However, the hesperidin contents of the mycelia ranged from 3019.94-4980.94 mg% (except for the PC mycelium) and were 17.81-52.61% greater than the CJPW. The dietary fiber contents of the mycelia were similar to or more than those of the CJPW. With the exception of PE, the electron donating abilities (EDA) and nitrite scavenging abilities (NSA) showed a tendency to decrease.

**Key words:** citrus juice processing wastes, mushroom mycelia, flavonoid, dietary fiber, antioxidative property

## 서 론

제주지역에서 재배되는 온주밀감의 품질향상을 위하여 비상품 즉, 가공용 밀감 량이 급격히 증가하고 있으며 이에 따른 밀감 주스 가공도 상당히 증가하고 있다. 밀감 주스 가공시 발생하는 주스 착즙박은 생원료의 50% 정도로 매년 제주 지역에서 10-15 만 톤의 온주 밀감이 가공되고 있으므로 착즙박도 5-7.5만 톤 이 발생되고 있다. 이 가공 폐기물의 이용은 그동안 pectin, flavonoids 등 함유 성분 분리 원료로 이용되거나 가축 사료로 이용 등이 제시되고 있으나 경제성 또는 기술적인 문제 등으로 본격적인 이용이 되지 않고 있다. 제주지역에서는 이들 처리 비용으로 연간 20억 원 이상을 투입하면서 소요되는 매립 또는 해양투기에 의존하며, 이에 따른 환경오염의 문제도 대두되고 있어서 밀감 가공 폐기물의 효율적 이용기술 개발이 중요한 과제가 되고 있다.

감귤류의 flavonoid는 항산화 작용, 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기, 항균, 항바이러스, 지질저하 작용, 면역증강 작용, 모세혈관 강화작용 등이 보고되고 있으며(1-3), hesperidin은 낮은 섭취 수준에서도 간 내 지질 과산화물을 억제하는데 효과

적이라고 보고되고 있다(4). 감귤의 착즙박에 다량 함유되어 있는 식이섬유는 포도당, 담즙산, 카드뮴 투과억제 능력을 가지며, 다이어트 성분, 혈중 콜레스테롤 저하 및 중금속 해독 기능 등 우수한 성질을 갖고 있다고 보고되고 있다(5). 감귤의 과피 또는 가공 후 남은 착즙박에는 각종 성인질환에 효과가 있는 다양한 약리성분을 함유하고 있어 효율적인 이용기술의 개발이 절실한 실정이다. 버섯 재배에는 다량의 톱밥이 주로 이용되고 있으나, 톱밥구입 및 버섯 균사체 재배 후에 유효성분을 추출해야하는 비용 등의 단점들이 있다. 따라서 비상품 감귤이나 가공 후 폐기되는 감귤 착즙박을 원료로 한 건조분말을 이용하여 버섯 재배가 가능하다면 폐기되는 감귤의 자원화뿐만 아니라 감귤의 생리활성 성분이 버섯에 전이된다면 우수한 감귤 버섯 제품을 제주지역 특산품으로 개발이 가능할 것이다.

더구나 감귤을 이용한 버섯 재배 기술의 개발은 유용 생리활성 성분의 추출 정제와 달리 2차적인 폐기물의 발생이 없으며, 유용성분의 농축, 신규 생리활성성분의 개발 등 고부가가치의 창출이 용이하고 식품, 의약품, 화장품, 사료 등 다양한 산업으로의 파급 효과가 있을 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 감귤주스 가공 후 폐기되는 감귤 착즙박을 주 성분으로 하는 버섯배양매지에서 재배된 간, 표고, 새송이, 산호 침, 참부채 및 영지 버섯 균사체의 성분을 비교분석하여, 배양된 버섯균사체를 이용한 기능성 버섯가공식품의 개발에 활용될 수 있는 자료를 얻기 위하여 일반성분, 유기산, 유리당, 플라보노이드, 식이 섬유 및 항산화성에 대하여 분석한 결과를 보고하고자 한다.

\*Corresponding author: Yeung-Joo Kang, Department of Food Bioengineering, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea  
Tel: 82-64-754-3613  
Fax: 82-64-755-3601  
E-mail: yjkang@cheju.ac.kr  
Received December 9, 2006; accepted April 6, 2007

## 재료 및 방법

### 재료

**배양매지 제조:** 완숙과 감귤을 껍질 채 착즙한 후 얻어진 박을 코로이드 밀(Model PAT 10395, Shi Dae Machine, Korea)을 이용하여 습식분쇄하고 전자파 가열(Model MDA 65000, MST, Korea)하여 수분 8%로 건조하고 건식분쇄를 하여 20 mesh 분말로 제조하여 배양매지에 사용하였고, 150 mesh 분말로 제조하여 종균과 액체배양용으로 사용하였다. 종균용 배지는 150 mesh 분말 50 g, CaCO<sub>3</sub> 2 g, agar 20 g 및 물 1 L를 배합하였고, 액체배지는 150 mesh 분말 50 g, CaCO<sub>3</sub> 2 g 및 물 1 L를 배합하여 121°C에서 15분간 살균하여 사용하였다. 배양매지는 20 mesh 분말 5 kg, CaCO<sub>3</sub> 250 g, 및 물 5 L를 가하여 균질화하고 121°C에서 90분간 살균하여 사용하였다.

**버섯 종균의 배양 및 균사체 분말 제조:** 균사체 제조에 사용한 종균은 간 버섯(*Pycnoporus coccineus* KACC 50241: PC), 표고버섯(*Lentinus edodes* KACC 50778: LE), 새송이 버섯(*Pleurotus eryngii* C.T. 1001: PE), 산호침 버섯(*Hericium coralloides* KCTC 6722: HC), 참부채 버섯(*Panellus serotinus* KACC 50625: PS), 영지버섯(*Ganoderma lucidum* KCTC 6739: GL)을 사용하였다. 종균용 배지와 액체배지에 종균을 접종하여 27°C에서 12일간 배양하였으며, stock culture는 종균용 배지와 동일한 조건에서 20일간 배양한 후 5°C 이하에서 보존하면서 2개월마다 계대 배양하였다. 액체배지에서 배양한 액체 종균 20 mL를 배양매지에 접종하여 23°C, 습도 70-75%로 조절하면서 40일간 균사체를 배양하였으며, 배양시킨 균사체를 다시 전자파 가열건조를 하여 건식분쇄 후 50 mesh 이하의 분말로 제조하여 버섯 균사체 시료로 하였다.

**일반성분:** 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 등 일반성분은 AOAC(6-9)법에 따라 정량 하였다. 또한 환원당은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)법(10)으로 측정하였고 총산은 McAllister(1980)의 방법(11)에 준하여 측정하였다.

**유기산 및 유리당:** 유기산 및 유리당 분석은 표준물질로 citric acid, malic acid, ascorbic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA), glucose, fructose, sucrose(Sigma)를 사용하여 HPLC로 분석하였다(12).

**Flavonoid:** 표준물질로는 narirutin(Extrasynthese, Genay, France),

hesperidin 및 neohesperidin(Sigma)을 dimethylsulfoxide/methanol(1/1, v/v)에 용해하여 표준액으로 사용하였고, 시료를 dimethylsulfoxide/methanol(1/1, v/v)에 진탕 추출한 액을 millipore filter(0.45 µm, Billerica, MA, USA)로 여과한 후 µ-bondapak C18(3.9 mm×300 mm) column으로 methanol과 water/acetic acid(1,000/5, v/v)인 용매를 가지고 gradient로 HPLC분석을 하였다(13).

**식이섬유:** 식이섬유 중 TDF(total dietary fiber)는 효소중량법인 Prosky 등의 방법(14)에 따라 측정하였고, NDF(neutral dietary fiber)와 ADF(Acid dietary fiber)는 화학적 분석법인 Van Soest법(15)으로 함량을 분석하였다. 또한 CP(crude pectin)는 AOAC법(16)에 따라 분석하였다.

**β-Glucan 측정:** Prosky 등의 방법(14)에서 Soluble dietary fiber 정량에 따라, thermostable α-amylase(Sigma), protease 및 amyloglucosidase 효소를 각각 순차적으로 처리하고, 여과한 여액을 ethanol 침전시켰다. 침전물을 78%-ethanol 3회, 95%-ethanol 2회 및 acetone 2회 세척하고, 건조 후 무게를 측정하였으며, 킬달법으로 단백질을 정량하고, 회화로 회분량을 정량하여 보정하였다.

**총 polyphenol:** 시료 1g을 각각 취하여 물 100 mL를 넣고 95°C 수욕 상에서 1시간 환류추출하고 냉각 후 원심 분리한 상등 액을 시료로 사용하였다. 착즙 액의 경우에는 millipore filter(0.45 µm)로 여과한 후 시료 용액으로 하였다. 총 polyphenol 함량은 Folin-Denis방법(17)에 의하여 측정하였다.

**항산화성 시험:** 총 polyphenol 측정과 동일한 시험용액으로 하였다. 전자 공여작용(EDA)의 측정은 각 시료용액의 α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl(DPPH)에 대한 환원력을 측정하는 것으로 Blois의 방법(18)을 변형하여 측정하였다. 즉 시험관에 시험액 400 µL 및 4×10<sup>-4</sup> M DPPH(in ethanol) 800 µL, 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5) 4 mL를 가한 후 vortex mixer로 10초간 진탕하고 10분방치 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아질산염 소거작용(NSA)는 Gray 등(19)의 방법에 의하여 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

일반성분의 함량은 Table 1과 같다. 조회분은 착즙박보다 버섯 균사체로 갈수록 증가하여 2.98-11.96%이었으며, 참부채 버섯에서 함량이 가장 많았다. 총산은 착즙박보다 버섯균사체에서 감소하여

Table 1. General components of mushroom mycelia cultivated with citrus juice processing wastes (CJPW) (dry basis, %)

	CJPW	PC <sup>1)</sup>	LE <sup>2)</sup>	PE <sup>3)</sup>	HC <sup>4)</sup>	PS <sup>5)</sup>	GL <sup>6)</sup>
Crude ash	2.98±0.04	11.54±0.52	10.14±0.20	9.73±0.30	10.66±0.38	11.96±0.49	9.19±0.60
Total acidity	6.67±0.44	2.86±0.12	4.61±0.12	4.73±0.25	2.61±0.12	2.49±0.50	2.74±0.12
Reducing sugars	24.84±1.07	22.98±1.04	23.24±0.68	9.88±0.78	15.29±1.09	18.56±1.61	26.83±2.39
Crude protein	2.96±0.13	2.18±0.26	1.46±0.16	2.84±0.30	1.59±0.34	2.17±0.22	2.43±0.18
Crude fat	4.01±0.12	2.92±0.35	3.47±0.13	3.75±0.25	2.18±0.21	3.37±0.24	4.03±0.34

<sup>1)</sup>*Pycnoporus coccineus*

<sup>2)</sup>*Lentinus edodes*

<sup>3)</sup>*Pleurotus eryngii*

<sup>4)</sup>*Hericium coralloides*

<sup>5)</sup>*Panellus serotinus*

<sup>6)</sup>*Ganoderma lucidum*

The value are mean±S.D. of 3 replications.

Table 2. Organic acid and free sugar contents of mushroom mycelia cultivated with citrus juice processing wastes (CJPW)

(dry basis, %)

	CJPW	PC <sup>1)</sup>	LE <sup>2)</sup>	PE <sup>3)</sup>	HC <sup>4)</sup>	PS <sup>5)</sup>	GL <sup>6)</sup>
Malic acid	0.57 ± 0.12	1.96 ± 0.11	1.31 ± 0.51	11.42 ± 0.22	1.32 ± 0.02	1.90 ± 0.26	1.48 ± 0.33
Ascorbic acid	0.08 ± 0.0	0.16 ± 0.0	0.16 ± 0.01	0.06 ± 0.0	0.19 ± 0.04	0.20 ± 0.01	0.08 ± 0.02
Citric acid	9.24 ± 1.44	2.56 ± 0.46	9.88 ± 0.57	15.76 ± 0.49	4.69 ± 0.90	1.66 ± 0.11	6.40 ± 0.20
Total	9.89	5.68	13.35	30.24	10.2	8.76	13.96
Fructose	4.98 ± 0.35	9.20 ± 0.10	9.76 ± 0.55	2.65 ± 0.19	9.70 ± 0.28	11.06 ± 1.02	10.33 ± 0.44
Glucose	5.19 ± 0.08	3.25 ± 0.04	4.02 ± 0.26	3.43 ± 0.09	1.03 ± 0.10	1.71 ± 0.08	4.09 ± 0.20
Sucrose	8.57 ± 0.79	1.06 ± 0.05	2.99 ± 0.19	0.35 ± 0.04	6.96 ± 0.16	6.14 ± 0.98	3.76 ± 0.22

<sup>1)</sup>*Pycnoporus coccineus*<sup>2)</sup>*Lentinus edodes*<sup>3)</sup>*Pleurotus eryngii*<sup>4)</sup>*Hericium coralloides*<sup>5)</sup>*Panellus serotinus*<sup>6)</sup>*Ganoderma lucidum*

The value are mean ± S.D. of 3 replications.

Table 3. Narirutin, hesperidin and neohesperidin contents of mushroom mycelia cultivated with citrus juice processing wastes (CJPW)

(dry basis, mg%)

	CJPW	PC <sup>1)</sup>	LE <sup>2)</sup>	PE <sup>3)</sup>	HC <sup>4)</sup>	PS <sup>5)</sup>	GL <sup>6)</sup>
Narirutin	986.36 ± 2.14	448.67 ± 43.92	932.98 ± 80.03	859.16 ± 81.73	658.35 ± 69.93	640.42 ± 71.05	529.36 ± 27.37
Hesperidin	3,263.90 ± 128.65	3,019.94 ± 184.95	4,724.92 ± 269.21	4,980.94 ± 295.64	4,108.81 ± 301.55	4,497.41 ± 350.94	3,845.07 ± 89.77
Neohesperidin	N.D. <sup>7)</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

<sup>1)</sup>*Pycnoporus coccineus*<sup>2)</sup>*Lentinus edodes*<sup>3)</sup>*Pleurotus eryngii*<sup>4)</sup>*Hericium coralloides*<sup>5)</sup>*Panellus serotinus*<sup>6)</sup>*Ganoderma lucidum*<sup>7)</sup>Not Detected

The value are mean ± S.D. of 3 replications.

2.61-4.73%이었으며 버섯균사체에서의 조희분의 증가 및 총산의 감소는 배지제조에 CaCO<sub>3</sub> 5% 첨가에 따른 것이라 생각된다. 버섯 균사체의 환원당, 조단백질 및 조지방은 각각 15.29-26.83%, 1.46-2.84% 및 2.18-4.03%으로서 착즙박보다 비슷하거나 일부 감소하는 경향을 보였다. 착즙박의 일반성분은 Kang 등(13)보고와 비슷하였으며, 버섯 균사체의 조희분은 표고버섯 및 균사체 그리고 새송이 버섯에서 0.76-3.25%라는 보고(20-22)보다는 높게 나타났으나 노루궁뎅이 버섯 및 느타리버섯에서 8.10% 및 5.68-7.40% 이었다는 Choi 등(23) 및 Kim 등(24)의 결과와 비슷하였다. CaCO<sub>3</sub> 를 착즙박에 5% 첨가한 것을 고려하면 4.73-6.96%이므로 비슷한 결과라고 볼 수 있다. 조지방은 2.96-3.6%이었다는 보고(20-21)와 비슷하였으며, 조단백질은 13.2-16.16%라는 보고(20-21)와 차이가 있었으나 3.48%이었다는 Ahn 등(22)의 결과와 비슷하였다.

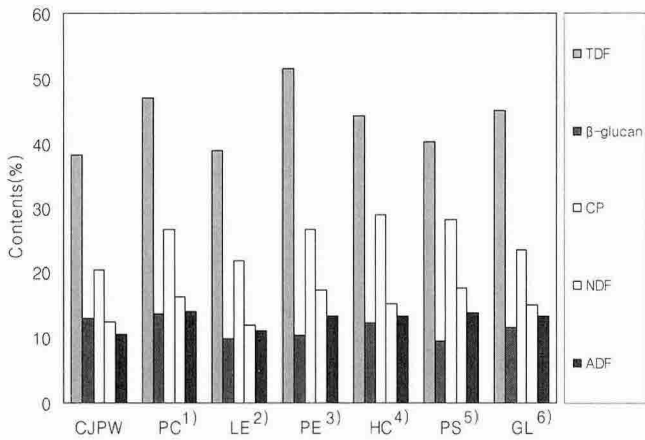
### 유기산 및 유리당

유기산 및 유리당의 함량은 Table 2와 같다. 대부분의 버섯균사체 중 유기산의 함량은 착즙박의 함량과 비슷하거나 감소하는 경향을 보였으나 새송이 버섯에서는 착즙박의 2.7배 이상 유기산의 함량이 증가하였는데, malic acid 및 citric acid의 함량이 증가하였다. 착즙박에서의 유기산의 함량은 Song 등(1)이 보고한 결과와 비슷하였으나, 유리당의 함량은 작게 나타나고 있는데 이는 주스를 제외한 착즙박이어서 감소한 것으로 보인다. 버섯균사체 중 fructose는 9.20-11.06%로서 착즙박보다 증가하는 경향을 보였으나, 새송이 버섯에서는 2.65%로서 함량이 매우 감소하였으며,

glucose의 경우는 모든 버섯 균사체에서 그 함량이 착즙박보다 매우 감소하는 경향을 보였는데, 산호침 버섯 및 참부채 버섯에서 감소하는 현상이 더욱 심하였다. 버섯균사체 중 sucrose는 착즙박의 함량보다 감소하는 경향을 보였는데, 간버섯과 새송이 버섯에서 감소현상이 심하였다. 버섯 균사체의 유리당 함량은 새송이 버섯 분말에서 glucose 1,104.0 mg%, fructose 1,671.0 mg%이며 (22), sucrose는 검출되지 않았다는 보고(23)에 비하면 매우 높게 측정되었으나, 이는 착즙박 자체에 남아있던 유리당 때문에 높게 나타난 것으로 생각되며, sucrose 함량이 매우 감소하는 것으로 보아 비슷한 경향을 보이고 있으며 버섯균사체가 생육하면서 이 당류의 생성은 없는 것으로 생각된다.

### Flavonoid

Flavonoid 함량은 Table 3에 나타내었다. 버섯균사체의 narirutin 함량은 448.67-932.98 mg%로서 대부분 착즙박에 비하여 비슷하거나 조금 감소하는 경향을 보였으나, hesperidin의 함량은 3,019.94-4,980.94 mg%로서 간버섯의 경우만 착즙박과 비슷한 수준이었고, 그 외 모든 버섯에서 착즙박보다 17.81-52.61%증가하여 농축되는 현상을 나타내었다. Neohesperidin의 경우는 착즙박, 배지 및 모든 버섯균사체에서 검출되지 않았다. 착즙박에서의 flavonoid 함량은 Kang 등(13)이 보고한 바와 비슷한 결과이다. Hesperidin은 간 내 지질 과산화물을 억제하는데 효과적이므로(4) 이 성분이 농축되는 버섯균사체는 기능성 식품의 원료로 가능성이 상당히 증가된다고 판단된다.



**Fig. 1.** Dietary fiber and β-glucan contents of mushroom mycelia cultivated with citrus juice processing wastes (CJPW) (dry basis, %). <sup>1)</sup>*Pycnoporus coccineus*, <sup>2)</sup>*Lentinus edodes*, <sup>3)</sup>*Pleurotus eryngii*, <sup>4)</sup>*Hericium coralloides*, <sup>5)</sup>*Panellus serotinus*, <sup>6)</sup>*Ganoderma lucidum*.

**식이섬유 및 β-glucan**

식이섬유 및 β-glucan 함량은 Fig. 1과 같다. 버섯균사체 중 TDF 함량은 38.87-51.49%로서 대부분 착즙박의 함량과 비슷하거나 증가하는 현상을 보였는데, 새송이 버섯의 경우에 함량이 각각 배지보다 34.51% 증가하였다. 버섯균사체 중 CP함량은 모든 버섯에서 착즙박보다 비슷하거나 증가하는 경향을 보였으며, NDF 함량은 11.94-17.67%로서 표고버섯을 제외한 모든 버섯균사체에서는 그 함량이 증가하는 경향을 보였다. 버섯균사체의 ADF함량은 표고버섯의 경우는 착즙박과 비슷한 함량을 보였으나 그 외의 모든 버섯균사체에서 착즙박보다 증가하였다. 착즙박에서의 식이섬유 함량은 Kang 등(13)이 보고한 바와 비슷한 결과이며 버섯 균사체에서의 TDF 함량은 43.5-54.5%라는 보고(20-22)와 비슷하였다.

버섯균사체의 β-glucan 함량은 9.43-13.69%로서 착즙박과 비슷하거나 조금 감소하는 경향을 보였다.

**총 polyphenol 및 항산화성 시험**

총 polyphenol 함량 및 항산화성 시험 결과는 Table 4에 나타내었다. 총 polyphenol은 착즙박에서의 함량이 18.94 mg%에 비하여 모든 버섯 균사체에서 8.01-20.28 mg%로서 그 함량이 비슷하거나 대부분 감소하였다. 착즙박 중의 총 폴리페놀 함량은 Kang 등(13)이 비숙감귤분말에서 16.3-21.7 mg%라고 보고한 바와 비슷하였다. 버섯 균사체 1g을 100 mL로 추출하여 측정된 결과 총

polyphenol이 8.01-20.28 mg%이므로, 새송이 버섯 15g을 추출하여 150 mL로 정용한 후 총 polyphenol을 측정된 결과 387 mg%라고 보고(22)한 결과에 비하면 그 함량이 낮았다.

버섯균사체의 EDA는 새송이 버섯 균사체를 제외한 모든 버섯 균사체에서 착즙박보다 감소하는 경향을 보였으며, 영지버섯 균사체에서 10.97%로서 가장 작게 나타났다. NSA는 pH 1.2의 경우 새송이 버섯균사체를 제외한 모든 버섯 균사체에서 착즙박보다 작게 나타났다. Yoon 등(25)이 새송이 버섯 5g을 물 1L로 80°C 4h 추출한 경우의 NAS는 pH 1.2에서 26.21±2.22%라고 보고하였는데, 여기서는 36.61±3.10%으로 높게 나타났으나, 이는 시료 1g을 물 100 mL로 추출하였기 때문에 항산화물질의 농도가 2배 증가한 차이 및 감귤박 자체의 항산화활성 때문으로 생각된다. Kim 등(26)은 감귤 농축액을 첨가한 배지에서 배양한 *Ganoderma lucidum*, *Cordyceps militaris* 균사체 추출물의 라디칼 소거활성이 증가하였으며, 항균활성도 조금 증가하였다고 보고하고 있어, 버섯 균사체의 배양에 착즙박은 좋은 재료가 될 것으로 생각된다.

**요 약**

감귤 착즙박을 주 성분으로 하는 버섯배양배지를 만들고 간, 표고, 새송이, 산호침, 참부채 및 영지 버섯 균을 접종하여 균사체 제품을 만들었다. 만들어진 균사체는 착즙박에 비하여 대체적으로 조희분은 증가하였으나, 총산, 환원당, 조단백질 및 조지방은 착즙박과 함량이 비슷하거나 일부 감소하는 경향을 보였다. 대부분의 버섯균사체 중 유기산의 함량은 착즙박의 함량과 비슷하거나 감소하는 경향을 보였으나 새송이 버섯에서는 착즙박의 2.7배 이상 유기산의 함량이 증가하였다. 버섯균사체 중 fructose는 9.20-11.06%로서 착즙박보다 증가하는 경향을 보였으나, 새송이 버섯에서는 2.65%로서 함량이 매우 감소하였으며, glucose의 경우는 모든 버섯 균사체에서 그 함량이 착즙박보다 매우 감소하는 경향을 보였는데, 산호침 버섯 및 참부채 버섯에서 감소하는 현상이 더욱 심하였다. 버섯균사체 중 sucrose는 착즙박의 함량보다 감소하는 경향을 보였는데, 간버섯과 새송이 버섯에서 감소현상이 심하였다. 버섯균사체의 narirutin 함량은 448.67-932.98 mg%로서 대부분 착즙박에 비하여 비슷하거나 약간 감소하는 경향을 보였으나, hesperidin의 함량은 3,019.94-4,980.94 mg%로서 간버섯을 제외하면 착즙박보다 17.81-52.61%증가하여 농축되는 현상을 나타내었다. 버섯균사체 중 TDF 함량은 38.87-51.49%, NDF 함량은 11.94-17.67%, ADF함량은 11.00-14.09%로서 대부분 착즙박의 함량과 비슷하거나 증가하는 현상을 보였다. 버섯균사체의 β-glucan 함량은 9.43-13.69%로서 착즙박과 비슷하거나 조금 감

**Table 4.** Total polyphenol contents, Electron donating abilities and nitrite scavenging abilities of mushroom mycelia cultivated with citrus juice processing wastes (CJPW)

	CJPW	PC <sup>1)</sup>	LE <sup>2)</sup>	PE <sup>3)</sup>	HC <sup>4)</sup>	PS <sup>5)</sup>	GL <sup>6)</sup>
Total polyphenol (dry basis, %)	18.94 ± 2.27	10.91 ± 0.28	15.27 ± 0.15	20.28 ± 0.07	8.01 ± 0.31	8.23 ± 0.06	9.55 ± 0.03
EDA (%)	34.31 ± 0.28	27.82 ± 1.11	27.74 ± 5.99	39.62 ± 1.03	14.73 ± 2.69	17.78 ± 4.37	10.97 ± 0.64
NSA (%) pH 1.2	38.35 ± 2.36	30.55 ± 3.11	26.66 ± 0.88	36.61 ± 3.10	25.67 ± 3.72	24.82 ± 0.73	26.16 ± 1.52

<sup>1)</sup>*Pycnoporus coccineus*

<sup>2)</sup>*Lentinus edodes*

<sup>3)</sup>*Pleurotus eryngii*

<sup>4)</sup>*Hericium coralloides*

<sup>5)</sup>*Panellus serotinus*

<sup>6)</sup>*Ganoderma lucidum*

The value are mean ± S.D. of 3 replications.

소하는 경향을 보였다. 총 polyphenol은 모든 버섯 균사체에서 8.01-20.28 mg%로서 그 함량이 비슷하거나 대부분 감소하였다. 버섯균사체의 EDA 및 NSA는 새송이 버섯 균사체를 제외한 모든 버섯 균사체에서 착즙박보다 감소하는 경향을 보였다.

## 감사의 글

이 논문은 산업자원부 지원 지역산업기술개발사업 중 제주지역 기능성식품사업단에서 지원된 연구비에 의하여 수행된 연구 결과의 일부로서, 이에 감사드립니다.

## 문헌

1. Song EY, Choi YH, Kang KH, Koh JS. Free sugar, organic acid, hesperidin, naringin, and inorganic elements changes of Cheju citrus fruits according to harvest date. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 306-312 (1998)
2. Monforte M, Torvato A, Kirjavainen S, Forestieri AM, Galati EM. Biological effects of hesperidin, a citrus flavonoid. (note II): Hypolipidemic activity on experimental hypercholesterolemia in rat. *Farmaco* 50: 595-599 (1995)
3. Cha JY, Kim SY, Jeong SJ, Cho YS. Effects of hesperidin and naringenin on lipid concentration in orotic acid treated mice. *Korean J. Life Sci.* 9: 389-394 (1999)
4. Sohn JS, Kim MK. Effects of hesperidin and naringin on antioxidative capacity in the rat. *Korean J. Nutr. Soc.* 31: 687-696 (1998)
5. Kim MK, Chung HS. Effect of dietary fibers isolated from tangerine peels on lipid and cadmium metabolism in the rat. *Nutraceut. Food* 30: 229-243 (1997)
6. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 15<sup>th</sup> ed. Method 934.01. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1990)
7. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 15<sup>th</sup> ed. Method 984.13. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1990)
8. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 15<sup>th</sup> ed. Method 954.02. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1990)
9. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 15<sup>th</sup> ed. Method 940.26. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1990)
10. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426-428 (1959)
11. McAllister JW. Methods for determining the quality of citrus juice. pp. 291-300. In: *Citrus Nutrition and Quality*. Nagy S, Attaway JA (eds). American Chemical Society, Washington, DC, USA (1980)
12. Kang YJ, Rhee KC. Deacidification of mandarin orange juice by electrodialysis combined with ultrafiltration. *Nutraceut. Food* 7: 411-416 (2002)
13. Kang YJ, Yang MH, Ko WJ, Park SR, Lee BG. Studies on the major components and antioxidative properties of whole fruit powder and juice prepared from premature mandarin orange. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 783-788 (2005)
14. Prosky L, Asp NG, Furda I, Dervries JW, Schweizer TF, Harland BF. Determination of total dietary fiber in foods and food products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 68: 677-679 (1985)
15. Van Soest PT, Wine RH. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituent. *J. Assoc. Off. Ana. Chem.* 50: 50-55 (1967)
16. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 15<sup>th</sup> ed. Method 962.09. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1990)
17. Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol. Chem.* 12: 239-243 (1912)
18. Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *J. Agr. Food Chem.* 25: 103-107 (1977)
19. Gray J, Dugan JR. Inhibition of N-nitrosamine formation in model system. *J. Food Sci.* 40: 981-985 (1975)
20. Lee SK, Yoo YJ, Kim CS. Studies on the chemical components in *Ganoderma lucidum*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 890-894 (1989)
21. Lee BW, Kim TJ, Choi SH, Im GH, Yoo MY. Physical properties of the dietary fiber prepared from *Lentinus edodes* Mycelia. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 147-150 (1995)
22. Ahn MS, Kim HJ, Seo MS. Physicochemical characteristics of ethanol extracts from each part of the *Pleurotus eryngii*. *Korean J. Food Culture* 21: 297-302 (2006)
23. Choi MA, Park NY, Woo SM, Jeong YJ, Shin SR. Characteristics of *Hericium erinaceus* and its extracts. *Korean J. Food Pres.* 10: 560-564 (2003)
24. Kim TY, Hong JS, Kim MK, Oh KC. Changes in the contents of general compositions and free sugars of oyster mushrooms. *Korean J. Agric. Chem. Soc.* 32: 14-22 (1989)
25. Yoon SR, Lee MH, Kim HK, Lee GD. Change in functional properties by extraction condition of roasted *Pleurotus eryngii*. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 262-270 (2006)
26. Kim MC, Kim MJ, Kim T, Park GT, Son HJ, Kim GY, Choi WB, Oh DC, Heo MS. Comparison of antibacterial and antioxidants activities of mushroom mycelium culture extracts aultivated in the citrus extracts. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 21: 72-78 (2006)