

유산균 및 홍국균 발효 꽃송이버섯 추출물과 잔사의 식이섬유와 베타 글루칸의 함량

임창완¹ · 강경규¹ · 유영복² · 김병희¹ · 배송환^{3*}

¹중앙대학교 식품공학과

²농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과

³한경대학교 식품생물공학과

Dietary Fiber and β -Glucan Contents of *Sparassis crispa* Fruit Fermented with *Lactobacillus brevis* and *Monascus pilosus*

Chang Wan Lim¹, Kyoung Kyu Kang¹, Young-Bok Yoo², Byung Hee Kim¹, and Song-Hwan Bae^{3*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Gyeonggi 456-756, Korea

²Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Chungbuk 369-873, Korea

³Dept. of Food and Biotechnology, Hankyong National University, Gyeonggi 456-749, Korea

Abstract

Sparassis (S.) crispa is an edible mushroom abundant in dietary fiber and β -glucan. The aim of this study was to prepare extracts and residues of the fruit bodies of *S. crispa* fermented with *Lactobacillus (L.) brevis* and *Monascus (M.) pilosus* and to measure the remaining dietary fiber and β -glucan. Dried powder of *S. crispa* containing 64.4 g/100 g total dietary fiber (2.6 g/100 g soluble and 61.8 g/100 g insoluble dietary fibers) and 24.0 g/100 g β -glucan was used as the starting material for the extraction. Raw and fermented *S. crispa* were extracted with hot water and three kinds of aqueous ethanol (50, 70, and 90%, v/v), respectively. A hot water extract from *S. crispa* fermented with *M. pilosus* had greater soluble dietary fiber content (19.3 g/100 g) than that from raw *S. crispa* with 14.6 g/100 g soluble dietary fiber or that from *L. brevis*-fermented *S. crispa* with 8.2 g/100 g soluble dietary fiber. The yield of the extract was 16.6% of initial weight of dried *S. crispa*. After hot water extraction of *S. crispa* fermented with *M. pilosus*, residues containing 90.5 g/100 g total dietary fiber (1.3 g/100 g soluble and 89.2 g/100 g insoluble dietary fibers) were obtained, and the yield was 69.6% of initial weight of dried *S. crispa*. The residue (31.0 g/100 g) contained more β -glucan than raw *S. crispa* or *M. pilosus*-fermented *S. crispa* (24.4 g/100 g). The resulting hot water extract and residue from *S. crispa* fermented with *M. pilosus* would be suitable for use in preparing liquid and powdered health functional foods, respectively.

Key words: *Sparassis crispa*, dietary fiber, β -glucan, *Monascus pilosus*, fermentation

서 론

꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)은 민주름버섯목(*Aphyllorales*), 꽃송이버섯과(*Sparassidaceae*), 꽃송이버섯속(*Sparassis*)에 속하는 식용버섯이다. 일어로는 하나비라타케(ハナビラタケ), 영어로는 cauliflower mushroom이라고 부르는데 이는 자실체가 10~25 cm 크기의 꽃양배추 모양을 하고 있으며 전체적으로 담황색 또는 흰색을 띠고 있기 때문이다(1). 꽃송이버섯은 한국, 일본, 중국, 북미, 유럽 등에 주로 분포하며 우리나라의 숲에서는 5~9월에 침엽수의 뿌리 근처 줄기나 그루터기에 뭉쳐서 발생하며 주로 7월에 많이 발견되고 있다(2).

꽃송이버섯은 식이섬유가 풍부하고 특히 포도당이 베타-1,3-결합으로 연결된 주쇄에 베타-1,6-결합의 측쇄를 가진

베타 글루칸(β -glucan)의 함량이 식용 가능한 버섯 중에서 가장 높기 때문에 항종양(3), 항전이(4), 항염증(5), 항당뇨(6) 등의 다양한 생리활성을 나타낸다고 알려져 있다. 이 밖에도 꽃송이버섯에는 혈압조절(7) 및 미백작용(8)을 갖는 물질이 존재한다고 보고되었다. 따라서 꽃송이버섯은 이들 생리활성 관련 건강기능식품 소재로 개발될 수 있는 가능성이 높은 버섯으로 주목받고 있다.

현재 꽃송이버섯의 인공재배 및 제품 개발은 주로 일본 업체에 의해 주도되고 있다. 국내에서는 꽃송이버섯 자실체의 분말 또는 추출물을 이용하여 제조한 환, 액상 및 과립 형태의 건강기능식품이 주로 유통되고 있으나 이들의 대부분은 일본에서 완제품 형태로 수입된 제품이다. 최근 국내업체에서도 꽃송이버섯 건강기능식품과 꽃송이버섯 추출물을 부원료로 첨가한 홍삼과 발효유 등의 가공식품을 제조하여

*Corresponding author. E-mail: bae@hknu.ac.kr
Phone: 82-31-670-5151, Fax: 82-31-677-0990

시판하기 시작하였으나 국내의 꽃송이버섯 이용기술의 개발은 아직 미미한 실정이다. 따라서 꽃송이버섯을 경제성 있는 고부가가치 식품 소재로 개발하기 위해서는 꽃송이버섯의 유효 성분인 식이섬유와 β -glucan의 효율적인 추출 방법과 추출과정에서 얻어지는 부산물인 잔사(residues)를 소재로 이용하는 방법, 그리고 기존의 제품화 기술과는 차별화된 방법의 개발이 필요하다.

발효는 미생물의 효소작용을 이용하여 식품 내 성분을 분해 또는 변화시켜 특유의 최종산물을 만들어내는 현상을 이용한 가공기술이다. β -glucan을 비롯한 식이섬유는 인체 내 소화 효소로는 분해되지 않는 고분자 화합물로 열수 등을 이용한 추출 시 수율이 떨어지는 문제점을 갖고 있다. 주요 식품 미생물인 유산균(세균)과 홍국균(사상균)은 식이섬유 등의 고분자물질에 대해 분해능을 나타내는 것으로 알려져 있는데(9) 이들 미생물을 이용한 꽃송이버섯 발효 시, β -glucan과 식이섬유 등의 저분자화를 통하여 추출 효율을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 꽃송이버섯의 이용가치를 증진시키기 위하여 꽃송이버섯을 유산균과 홍국균을 이용하여 발효한 후 열수와 수용성 에탄올로 추출하여 추출물과 잔사를 제조하고 버섯 원물과 발효물 각각의 추출물과 잔사의 식이섬유와 β -glucan의 함량을 비교 분석하여 향후 건강기능식품 소재와 가공식품 원료로의 이용 가능성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 꽃송이버섯 자실체는 (주)하나바이오텍(Yeoncheon, Korea)에서 2011년 생산한 것으로 열풍 건조된 상태로 제공받아 충분히 건조하여 분쇄기로 세절한 후 시료로 사용하였다. 식이섬유 함량 분석에 사용된 total dietary fiber assay procedure kit(K-TDFR 03/2009)와 β -glucan 함량 분석에 사용된 mushroom and yeast beta-glucan assay procedure kit(K-YBGL 04/2008)는 Megazyme International Ireland Ltd.(Wicklow, Ireland)에서 구입하였다.

꽃송이버섯 유산균 및 홍국균 발효물의 제조

꽃송이버섯 자실체 분말을 이용하여 유산균 및 홍국균 발효물을 제조하였다. 유산균 발효의 경우, 시료 500 g에 증류수 5 L를 가하여 현탁한 후 121°C에서 20분간 가압 살균하였다. 가압살균 처리한 현탁액에 MRS에서 전배양한 *Lactobacillus brevis*를 총 배양액의 3% 수준으로 접종하여 38°C에서 24시간 배양하여 발효물을 제조하였다. 홍국균 발효의 경우 고려대학교 식품영양학과 기능성식품 연구실에서 제공한 *Monascus(M.) pilosus* IFO480를 사용하였다. 5 L jar fermenter(Fermentec Co., Oksan, Korea)에 꽃송이 자실체

분말 300 g과 증류수 3 L를 가하여 현탁한 후 121°C에서 20분간 가압 살균하였다. 가압살균 처리한 현탁액에 PDB (potato dextrase broth, Difco Laboratories, St. Louis, MI, USA)에서 25°C에서 5일 동안 전배양한 *M. pilosus*를 총 배양액의 2% 수준으로 접종하여 25°C에서 서서히 교반하면서 7일간 배양하여 발효물을 제조하였다. 유산균과 홍국균 발효물은 각각 충분히 건조하여 시료로 사용하였다.

열수 및 수용성 에탄올 추출물과 추출잔사의 제조

버섯 원물과 발효물을 이용하여 열수 및 수용성 에탄올 추출물과 추출잔사를 제조하였다. 열수 추출의 경우 시료 50 g과 증류수 500 mL를 3 L 삼각플라스크에 넣고 autoclave에서 100°C에서 6시간 동안 추출한 후 감압 플라스크에서 Whatman paper를 이용하여 여과하였다. 추출잔사는 3 L 삼각플라스크에 회수하여 1차 추출과 동일한 방법으로 한번 더 추출하였다. 1차 추출물과 2차 추출물을 합쳐 추출물로 하고 2차 추출 후 남은 것을 추출잔사로 하였다. 추출물은 감압농축기에서 농축한 후 동결건조하고 추출잔사는 그대로 동결건조하여 시료로 사용하였다. 수용성 에탄올 추출의 경우 시료 50 g과 수용성 에탄올(50, 70, 90%, v/v) 500 mL를 3 L 삼각플라스크에 각각 넣고 40°C에서 150 rpm으로 교반하면서 48시간 동안 추출한 후 감압 플라스크에서 Whatman paper를 이용하여 여과하였다. 추출잔사는 3 L 삼각플라스크에 회수하여 1차 추출과 동일한 방법으로 한번 더 추출하였다. 1차 추출물과 2차 추출물을 합쳐 추출물로 하고 2차 추출 후 남은 것을 추출잔사로 하였다. 추출물은 급속 진공농축기에서 농축한 후 동결건조하고 추출잔사는 그대로 동결건조하여 시료로 사용하였다.

일반성분 분석

버섯 시료의 일반성분은 식품공전의 일반시험법(10)에 따라 분석하였다. 수분 함량은 105°C 상압가열건조법으로, 조회분 함량은 550°C 전기회화로를 이용한 직접회화법으로, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 조단백질 함량은 자동질소증류장치를 이용한 micro-Kjeldahl법으로 각각 분석하였다. 각 성분의 함량은 시료의 건조 중량 100 g당 함량으로 나타내었다. 탄수화물(당질) 함량은 시료 100 g 중에서 수분, 조회분, 조지방 및 조단백질 함량과 아래에 기술한 총 식이섬유 함량을 감하여 얻은 양으로 표시하였다.

식이섬유 분석

버섯 시료의 수용성 식이섬유, 불용성 식이섬유 및 총 식이섬유 함량은 AOAC법(11)에 의하여 분석하였다. 시료 1 g에 MES/TRIS 완충용액(0.05 M MES, 0.05 M TRIS, 24°C에서 pH 8.2) 40 mL를 가하고 교반하여 충분히 분산시킨 후 내열성 α -amylase 50 μ L를 가하였다. 95°C water bath에서 40분간 교반한 후 온도를 60°C로 낮추고 protease 100 μ L를 넣고 30분간 반응하였다. 그 후 0.561 N HCl 용액 5 mL를 가하여 pH를 4.0~4.7로 조정하고 amyloglucosidase 300 μ L

를 넣고 30분간 교반하였다. 미리 규조토를 넣어 항량을 구해놓은 유리여과기에 효소분해 한 시료를 여과한 후 잔사는 70°C의 물 10 mL로 2회 씻은 후 세척액은 여액에 합치고 잔사는 다시 90% ethanol과 acetone의 순으로 각각 15 mL씩 2회 세척한 후 무게를 측정하였다. 이 잔사량에서 잔사의 회분량과 단백질량을 감하여 불용성 식이섬유 함량을 구하였다. 앞서 얻은 여액에는 90% ethanol 200 mL를 가하고 60°C에서 1시간 동안 정치하여 침전물을 형성시키고 규조토를 넣어 항량시킨 유리여과기로 여과한 후 잔사는 90% ethanol과 acetone의 순으로 각각 15 mL로 2회 세척한 후 무게를 측정하였다. 이 잔사량에서 잔사의 회분량과 단백질량을 감하여 수용성 식이섬유 함량을 구하였다. 이렇게 측정된 불용성 식이섬유 함량과 수용성 식이섬유 함량을 합하여 총 식이섬유 함량을 구하였다.

β-Glucan 함량 분석

버섯 시료의 β-glucan 함량은 mushroom and yeast beta-glucan assay procedure kit를 이용하여 측정하였다. 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 상온으로 식힌 후 2 N KOH 10 mL를 가하여 혼합하였다. 이 혼합물에 0.2 M sodium acetate buffer(pH 5.0)를 가하여 100 mL로 정용한 후 원심분리(1,500×g, 10분)하여 상등액을 얻었다. 상등액 0.1 mL에 exo-1,3-β-glucanase(20 U/mL)+β-glucosidase(4 U/mL) 용액 0.1 mL를 가하고 40°C water bath에서 60분간 반응시켰다. 이 반응액에 GOPOD(glucose oxidase/peroxidase, Megazyme) 시약 3 mL를 넣고 40°C에서 20분간 반응시킨 후 510 nm 파장에서 흡광도를 측정하여 total glucan 함량의 계산에 사용하였다. 또한 시료 100 mg에 2 N KOH 2 mL를 넣고 ice/water bath에서 20분간 교반하였다. 이 반응액에 1.2 M sodium acetate buffer(pH 3.8) 8 mL와 amyloglucosidase(1630 U/mL)+invertase(500 U/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 0.2 M sodium acetate buffer(pH 5.0) 0.1 mL와 GOPOD 시약 3 mL를 넣고 40°C에서 20분간 반응시킨 후 510 nm 파장에서 흡광도를 측정하여 α-glucan 함량의 계산에 사용하였다. 측정된 total glucan과 α-glucan의 흡광도는 표준물질인 glucose 용액(1 mg/mL)을 GOPOD 시약과 반응시킨 반응액의 흡광도를 이용하여 각각 함량(g/100 g) 값으로 계산하였다. β-glucan 함량은 total glucan 함량에서 α-glucan 함량을 빼준 값으로 계산하였다.

통계처리

통계분석은 SAS(Statistical Analysis System) software package(SAS 9.1.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하여 실시하였다. 모든 실험은 2회 반복 실시하였으며

Table 1. Proximate compositions of fruit body of *Sparassis crispa* (g/100 g)

Parameter	<i>S. crispa</i>	<i>S. crispa</i>	<i>S. crispa</i>
		fermented with <i>L. brevis</i>	fermented with <i>M. pilosus</i>
Moisture	3.7±0.0 ^{c1)}	4.9±0.1 ^b	10.2±0.0 ^a
Carbohydrate	24.1±0.2 ^a	19.6±0.8 ^b	3.7±1.6 ^c
Crude protein	3.9±0.4 ^b	4.9±0.0 ^b	6.6±0.7 ^a
Crude fat	0.8±0.0 ^a	1.1±0.1 ^a	2.0±1.1 ^a
Crude ash	3.1±0.0 ^b	3.4±0.0 ^a	3.1±0.0 ^b
Total dietary fiber	64.4±0.2 ^b	66.1±1.0 ^b	74.4±1.2 ^a

¹⁾Mean±standard deviation (n=2). Means with the different letters (a-c) in the same row are significantly different (p<0.05).

측정값은 평균±표준편차로 나타내었다. 측정값의 평균 간의 차이는 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 사후검정으로 Duncan's multiple range test를 이용하여 5% 유의수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

건조한 꽃송이버섯 자실체의 원물과 발효물의 일반성분 함량을 분석하여 서로 비교하였다(Table 1). 꽃송이버섯 원물과 발효물 모두 주로 식이섬유(64.4~74.4 g/100 g)로 이루어져 있었다. 특히 홍국균 발효 버섯(74.4 g/100 g)은 버섯 원물(64.4 g/100 g)과 유산균 발효 버섯(66.1 g/100 g)에 비해서 유의적으로(p<0.05) 높은 총 식이섬유 함량을 나타내었다. 그러나 유산균 발효 버섯의 총 식이섬유 함량은 버섯 원물과 유의적인 차이가 없었다. 한편 꽃송이버섯 원물과 발효물의 탄수화물 함량은 3.7~24.1 g/100 g, 조단백질 함량은 3.9~6.6 g/100 g, 조지방 함량은 0.8~2.0 g/100 g, 조회분 함량은 3.1~3.4 g/100 g, 수분 함량은 3.7~10.2 g/100 g으로 나타났다.

식이섬유 조성 및 β-glucan 함량

건조한 꽃송이버섯 자실체의 원물과 발효물의 식이섬유 조성과 β-glucan 함량은 Table 2에 나타내었다. 버섯 원물의 총 식이섬유 중 96.0%가 불용성 식이섬유로 구성되어 있었고 유산균 발효 버섯과 홍국균 발효 버섯에서도 불용성 식이섬유가 총 식이섬유의 96.7~96.8%를 차지하였다. 이에

Table 2. Dietary fiber composition and β-glucan content of fruit body of *Sparassis crispa* (g/100 g)

Dietary fiber	<i>S. crispa</i>	<i>S. crispa</i>	<i>S. crispa</i>
	fermented with <i>L. brevis</i>	fermented with <i>M. pilosus</i>	
Soluble	2.6±0.2 ^{a1)}	2.2±0.2 ^a	2.4±0.1 ^a
Insoluble	61.8±0.4 ^b	63.9±0.8 ^b	72.0±1.1 ^a
β-glucan	24.0±0.1 ^a	21.9±0.7 ^a	24.4±1.8 ^a

¹⁾Mean±standard deviation (n=2). Means with the different letters (a,b) in the same row are significantly different (p<0.05).

비해 수용성 식이섬유의 함량은 버섯 원물과 발효물에서 2.2 ~ 2.4 g/100 g 수준으로 매우 낮았으며 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 본 연구에서 측정된 버섯 원물의 β -glucan 함량은 24.0 g/100 g으로 나타났다. 일본에서 재배된 꽃송이버섯 자실체는 약 40 g/100 g의 β -glucan 함량을 갖고 있다고 보고된 결과(3,4)와 비교했을 때 국내산 꽃송이버섯의 β -glucan 함량은 다소 낮은 것으로 분석되었다. 유산균 발효 버섯과 홍국균 발효 버섯의 β -glucan 함량은 각각 21.9 g/100 g과 24.4 g/100 g으로 버섯 원물의 β -glucan 함량과 유의적인 차이가 없었다. 따라서 꽃송이버섯의 유산균과 홍국균을 이용한 발효 과정이 버섯 내 β -glucan의 함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

추출물과 잔사의 수율

꽃송이버섯 자실체의 원물과 발효물의 추출용매에 따른 추출물과 잔사의 수율을 비교하였다(Fig. 1). 버섯 원물과 발효물 모두에서 열수 추출물의 수율은 수용성 에탄올 추출물의 수율보다 높은 경향을 나타내었으며 수용성 에탄올의 농도가 증가함에 따라 추출물의 수율은 낮아지는 경향을 보였다. 특히 90% 에탄올 추출물은 열수 추출물뿐만 아니라 50% 및 70% 에탄올 추출물에 비해서 유의적으로($p < 0.05$) 낮은 수율을 나타내었다. 따라서 추출용매의 극성이 증가할수록 꽃송이버섯 추출물의 수율은 증가하는 것으로 판단되었다. 열수 추출의 경우 유산균 발효 버섯의 추출물 수율은 29.4%로 버섯 원물(22.6%)과 홍국균 발효 버섯(16.6%)의 추출물 수율에 비해서 유의적으로($p < 0.05$) 높았다. 이러한 경향은 50%, 70%, 90% 에탄올 추출의 경우에서도 동일하게 나타나 추출물의 수율은 유산균 발효 버섯, 버섯 원물, 그리고 홍국균 발효 버섯의 순으로 높은 것으로 분석되었다.

잔사의 수율은 추출물의 수율이 증가할수록 감소하는 음(-)의 상관관계를 나타내었다. 버섯 원물과 발효물 모두에서 열수 추출 후 잔사의 양은 수용성 에탄올 추출에서 얻어진 잔사의 양보다 유의적으로($p < 0.05$) 적었다. 유산균 발효 버섯의 추출 잔사의 수율은 추출용매의 종류와 상관없이 버

섯 원물과 홍국균 발효 버섯의 추출 잔사의 수율에 비해서 유의적으로($p < 0.05$) 낮았다. 홍국균 발효 버섯의 추출 잔사의 수율은 열수와 50% 에탄올 추출에서 버섯 원물의 추출 잔사의 수율과 유의적인 차이가 없었으나 70%와 90% 에탄올 추출에서는 버섯 원물의 추출 잔사의 수율보다 유의적으로($p < 0.05$) 높았다. 즉 열수 추출 잔사의 수율은 버섯 원물에서 71.1%, 유산균 발효 버섯에서 61.2%, 그리고 홍국균 발효 버섯에서 69.6%이었으며, 90% 에탄올 추출의 경우 버섯 원물, 유산균 발효 버섯, 홍국균 발효 버섯의 추출 잔사는 각각 81.3%, 78.9%, 84.4%의 수율을 나타내었다.

추출물과 잔사의 식이섬유 함량

꽃송이버섯 자실체의 원물과 발효물의 추출용매에 따른 추출물의 수용성, 불용성 및 총 식이섬유 함량을 분석하였다(Fig. 2). 버섯 원물과 발효물 모두에서 열수 추출물의 수용성 식이섬유 함량은 3종의 수용성 에탄올 추출물의 수용성 식이섬유 함량에 비해서 높았으며 수용성 에탄올의 농도가 증가함에 따라 수용성 식이섬유 함량은 낮아지는 경향을 나타내었다. 반면에 버섯 원물과 유산균 발효 버섯의 불용성 식이섬유 함량은 열수와 50%, 70% 에탄올 추출물보다 90% 에탄올 추출물에서 유의적으로($p < 0.05$) 높았으며, 홍국균 발효 버섯의 경우에도 90% 에탄올 추출물의 불용성 식이섬유 함량이 다른 종류의 추출물의 함량에 비해서 높은 경향을 나타내었다. 따라서 버섯 원물과 발효물 모두에서 열수 추출물의 총 식이섬유 함량이 유의적으로($p < 0.05$) 가장 높았으며 90% 에탄올 추출물은 50%, 70% 에탄올 추출물에 비해서 높은 총 식이섬유 함량을 보였다.

앞서 서술한 바와 같이 버섯 원물(2.6 g/100 g)과 홍국균 발효 버섯(2.4 g/100 g)의 수용성 식이섬유의 함량 간에는 유의적인 차이가 없었다. 버섯 원물의 열수 추출물의 수용성 식이섬유 함량은 14.6 g/100 g이었으며 유산균 발효 버섯의 열수 추출물은 보다 낮은 8.2 g/100 g의 수용성 식이섬유 함량을 나타내었다. 반면에 홍국균 발효 버섯의 열수 추출물의 수용성 식이섬유 함량은 19.3 g/100 g으로 버섯 원물의

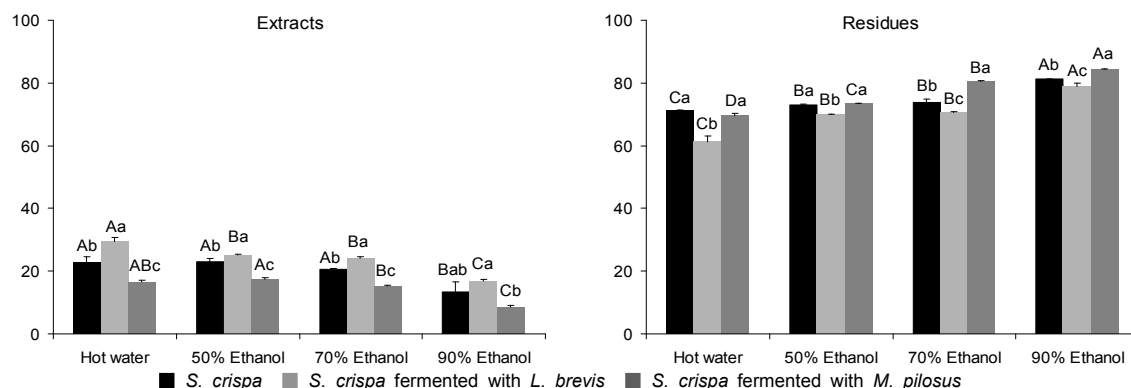


Fig. 1. Yield of extracts and residues from fruit body of *Sparassis crispa*. Values are mean \pm standard deviation ($n=2$). Means with the different letters (A-D) are significantly different depending on the extraction methods (i.e. hot water, 50% ethanol, 70% ethanol, and 90% ethanol) ($p < 0.05$). Means with the different letters (a-c) are significantly different depending on the fermentation methods (i.e. *S. crispa*, *S. crispa* fermented with *L. brevis*, and *S. crispa* fermented with *M. pilosus*) ($p < 0.05$).

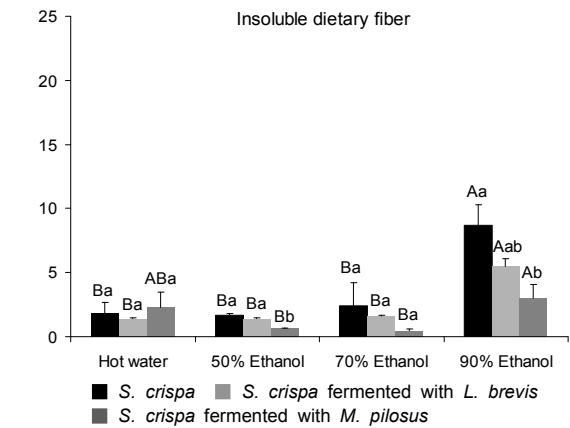
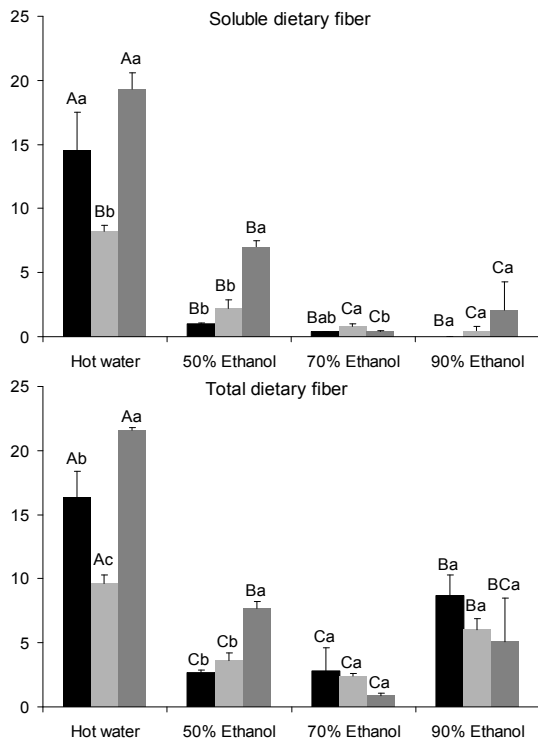


Fig. 2. Dietary fiber composition of extracts from fruit body of *Sparassis crispa*. Means with the different letters (A-C) are significantly different depending on the extraction methods (i.e. hot water, 50% ethanol, 70% ethanol, and 90% ethanol) ($p < 0.05$). Means with the different letters (a-c) are significantly different depending on the fermentation methods (i.e. *S. crispa*, *S. crispa* fermented with *L. brevis*, and *S. crispa* fermented with *M. pilosus*) ($p < 0.05$).

열수 추출물보다 유의적으로($p < 0.05$) 높은 함량을 나타내었다. 홍국균은 전분 등의 고분자 탄수화물 가수분해 효소인 α -amylase, β -amylase, amyloglucosidase 뿐만 아니라 cellulose에 대한 가수분해능을 나타내는 β -glucosidase, 복합 올리고당류를 분해할 수 있는 α -galactosidase 등을 생성한다고 알려져 있다(12,13). 따라서 이러한 결과는 꽃송이버섯의 홍국균 발효 과정에서 수용성 식이섬유의 일부가 이

효소들에 의해 가수분해 되고 분자량이 감소하여 열수에 보다 추출이 용이한 상태로 전환되기 때문인 것으로 생각된다. 한편 홍국균 발효 버섯의 열수 추출물의 불용성 식이섬유 함량은 2.3 g/100 g으로 매우 낮았으며 결과적으로 총 식이섬유 함량은 21.6 g/100 g이었다. 따라서 본 연구에서 제조한 꽃송이버섯과 홍국균 발효 꽃송이버섯의 열수 추출물은 액상 형태의 건강기능식품이나 가공식품의 원료로 사용될 수

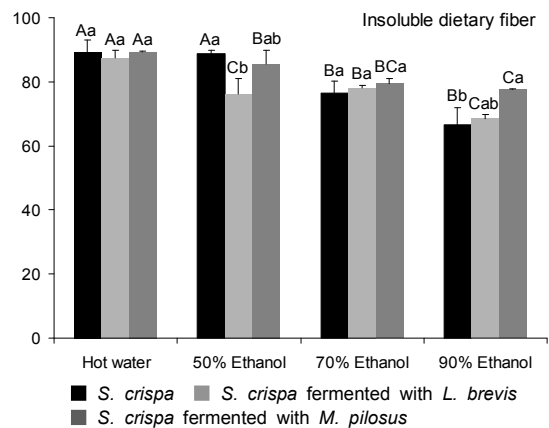
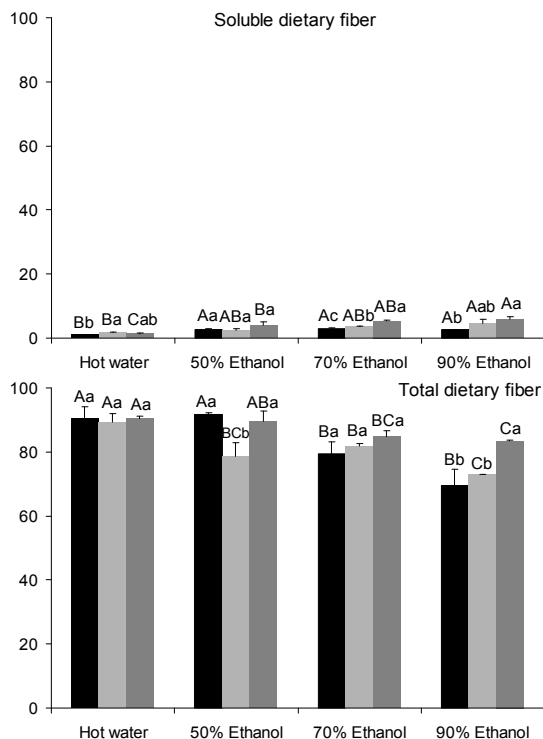


Fig. 3. Dietary fiber composition of residues from fruit body of *Sparassis crispa*. Means with the different letters (A-C) are significantly different depending on the extraction methods (i.e. hot water, 50% ethanol, 70% ethanol, and 90% ethanol) ($p < 0.05$). Means with the different letters (a,b) are significantly different depending on the fermentation methods (i.e. *S. crispa*, *S. crispa* fermented with *L. brevis*, and *S. crispa* fermented with *M. pilosus*) ($p < 0.05$).

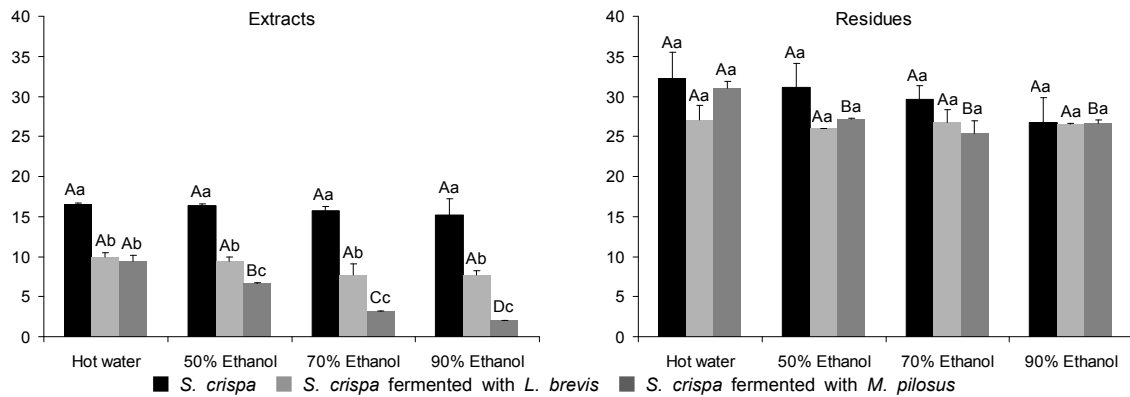


Fig. 4. β -Glucan content of extracts and residues from fruit body of *Sparassis crispa*. Means with the different letters (A-D) are significantly different depending on the extraction methods (i.e. hot water, 50% ethanol, 70% ethanol, and 90% ethanol) ($p < 0.05$). Means with the different letters (a-c) are significantly different depending on the fermentation methods (i.e. *S. crispa*, *S. crispa* fermented with *L. brevis*, and *S. crispa* fermented with *M. pilosus*) ($p < 0.05$).

있을 것으로 기대된다.

꽃송이버섯 자실체의 원물과 발효물의 추출 후 남은 잔사의 수용성, 불용성 및 총 식이섬유 함량은 Fig. 3에 나타내었다. 버섯 원물과 발효물 모두에서 열수 추출 잔사에 비해서 수용성 에탄올 추출 잔사의 수용성 식이섬유 함량은 높고 불용성 식이섬유 함량은 낮았으며 수용성 에탄올의 농도가 증가함에 따라 이러한 경향은 두드러졌다. 버섯 원물과 발효물의 열수 추출 잔사는 1.0~1.3 g/100 g의 매우 낮은 수용성 식이섬유 함량을 보인데 비해서 불용성 식이섬유 함량은 87.4~89.4 g/100 g으로 매우 높았고 결과적으로 버섯 원물과 발효물의 열수 추출 잔사의 약 90%가 식이섬유로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 따라서 불용성 식이섬유로 대부분 구성되어 있는 꽃송이버섯과 유산균 및 홍국균 발효 꽃송이버섯의 열수 추출 잔사는 분말 형태로 건강기능식품이나 가공식품 제조에 사용할 수 있을 것으로 보인다.

추출물과 잔사의 β -glucan 함량

꽃송이버섯 자실체의 원물과 발효물의 추출용매에 따른 추출물과 잔사의 β -glucan 함량을 분석하였다(Fig. 4). 버섯 원물과 유산균 발효 버섯의 경우, 4종의 추출물은 서로 유사한 β -glucan 함량을 나타내었으나 홍국균 발효 버섯에서는 열수 추출물의 β -glucan 함량이 수용성 에탄올 추출물에 비해서 유의적으로($p < 0.05$) 높았으며, 특히 수용성 에탄올의 농도가 증가함에 따라 β -glucan 함량은 낮아지는 경향을 나타내었다. 추출 용매별 버섯 원물과 발효 버섯의 β -glucan 함량을 비교해보면 열수와 수용성 에탄올 추출 모두에서 버섯 원물의 추출물(15.2~16.6 g/100 g)은 발효 꽃송이버섯의 추출물보다 유의적으로($p < 0.05$) 높은 β -glucan 함량을 나타내었으며 발효 버섯의 경우에는 유산균 발효 버섯의 추출물(7.7~10.0 g/100 g)의 β -glucan 함량이 홍국균 발효 버섯의 추출물(2.0~9.4 g/100 g)의 함량보다 높은 경향을 나타내었다. 한편 버섯 원물과 발효물 모두에서 4종의 추출물은 추출 전 보다 낮은 β -glucan 함량을 나타내었기 때문

에 열수와 수용성 에탄올은 꽃송이버섯에 존재하는 β -glucan의 추출에 효과적이지 않은 것으로 판단되었다.

그러나 이들 용매를 사용하여 추출하고 남은 잔사는 추출 전보다 상대적으로 높은 26.7~32.3 g/100 g(원물), 26.5~27.1 g/100 g(유산균 발효물), 25.4~31.0 g/100 g(홍국균 발효물)의 β -glucan 함량을 나타내었다.

요 약

본 연구에서는 식이섬유와 β -glucan이 풍부한 꽃송이버섯을 발효한 후 추출하여 이들 성분의 함량을 보다 증가시킨 추출물과 잔사를 제조하고자 하였다. 이를 위해 열풍 건조한 꽃송이버섯 자실체의 분말을 유산균(*L. brevis*)과 홍국균(*M. pilosus*)으로 각각 발효한 후 열수와 수용성 에탄올(50, 70, 90%, v/v)로 추출하여 추출물과 잔사를 제조하고 이들의 수용성, 불용성 및 총 식이섬유와 β -glucan의 함량을 버섯 원물의 추출물과 잔사의 각 성분의 함량과 비교하였다. 홍국균 발효 버섯의 총 식이섬유 함량은 74.4 g/100 g으로 버섯 원물(64.4 g/100 g)과 유산균 발효 버섯(66.1 g/100 g)의 총 식이섬유 함량에 비해서 유의적으로($p < 0.05$) 높았다. 버섯 원물, 유산균 발효 버섯, 홍국균 발효 버섯의 β -glucan 함량(21.9~24.4 g/100 g) 간에는 유의적인 차이가 없었다. 추출물의 경우, 홍국균 발효 버섯의 열수 추출물에서 총 식이섬유(21.6 g/100 g)와 수용성 식이섬유 함량(19.3 g/100 g)이 가장 높았으며 버섯 원물의 열수 추출물의 총 식이섬유(16.4 g/100 g)와 수용성 식이섬유 함량(14.6 g/100 g)보다도 유의적으로($p < 0.05$) 높았다. 홍국균 발효 버섯을 열수 추출하고 남은 잔사의 총 식이섬유 함량은 90.5 g/100 g이었고 이들의 대부분이 불용성 식이섬유로 구성되어 있었으며, β -glucan 함량은 버섯 원물이나 홍국균 발효 버섯보다 높은 31.0 g/100 g이었다. 따라서 본 연구에서 제조한 홍국균 발효 꽃송이버섯의 열수 추출물과 잔사는 각각 액상과 분말 형태의 건강기능식품 및 가공식품 소재로 개발될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 연구는 2011년도 농촌진흥청 공동연구사업(현안기술연구사업) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다(PJ9070212011).

문헌

1. Shin HJ, Oh DS, Lee HD, Kang HB, Lee CW, Cha WS. 2007. Analysis of mineral, amino acid and vitamin contents of fruiting body of *Sparassis crispa*. *J Life Sci* 17: 1290-1293.
2. Oh DS, Park JM, Park H, Ka KH, Chun WJ. 2009. Site characteristics and vegetation structure of the habitat of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*). *Kor J Mycol* 37: 33-40.
3. Ohno N, Miura NN, Nakajima M, Yadomae T. 2000. Antitumor 1,3- β -glucan from cultured fruit body of *Sparassis crispa*. *Biol Pharm Bull* 23: 866-872.
4. Yamamoto K, Kimura T, Sugitachi A, Matsuura N. 2009. Anti-angiogenic and anti-metastatic effects of β -1,3-D-glucan purified from Hanabiratake, *Sparassis crispa*. *Biol Pharm Bull* 32: 259-263.
5. Kim HH, Lee S, Singh TS, Choi JK, Shin TY, Kim SH. 2012. *Sparassis crispa* suppresses mast cell-mediated allergic inflammation: Role of calcium, mitogen-activated protein kinase and nuclear factor- κ B. *Int J Mol Med* 30: 344-350.
6. Kwon AH, Qiu Z, Hashimoto M, Yamamoto K, Kimura T. 2009. Effects of medicinal mushroom (*Sparassis crispa*) on wound healing in streptozotocin-induced diabetic rats. *Am J Surg* 197: 503-509.
7. Yoshitomi H, Iwaoka E, Kubo M, Shibata M, Gao M. 2011. Beneficial effect of *Sparassis crispa* on stroke through activation of Akt/eNOS pathway in brain of SHRSP. *J Nat Med* 65: 135-141.
8. Kawagishi H, Hayashi K, Tokuyama S, Hashimoto N, Kimura T, Dombo M. 2007. Novel bioactive compound from the *Sparassis crispa* mushroom. *Biosci Biotechnol Biochem* 71: 1804-1806.
9. Han SK. 2005. Quality improvement of effective microorganisms (EM) pork produced by using EM. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 734-737.
10. KFDA. 2011. General test methods. In *Korean Food Standard Codex*. Korea Food Drug and Administration, Seoul, Korea.
11. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
12. Choi CS, Jeon CP. 2009. Red yeast rice industry and green growth. *Food Industry and Nutrition* 14: 25-32.
13. Yasuda M, Tachibana S, Kuba-Miyara M. 2012. Biochemical aspects of red koji and tofuyo prepared using *Monascus* fungi. *Appl Microbiol Biotechnol* 96: 49-60.

(2012년 10월 16일 접수; 2012년 10월 29일 채택)