

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명	연구분야	수행기간	연구실	책임자	
버섯의 산업적활용 및 부가가치 향상에 관한 연구	버섯	'09	농업기술원 버섯연구소	이윤혜	
4) 버섯을 이용한 두부의 상업화 연구	버섯	'09	농업기술원 버섯연구소	김정환	
색인용어	표고버섯, 두부, 응고, 베타글루칸				

ABSTRACT

Soybean curd was prepared with the addition of mushroom to develop new commercial foods and processing technique. The flake type of mushroom was appropriate to make soybean curd. The size of flake of mushroom was 3~5mm and it is necessary for dried flake to soak in water at 20°C for 30 min. As results of sensory evaluation, the preferences of soybean curd added Pyogo were showed 73.3% in savory taste and 63.3% in overall acceptability, respectively. The content of β -glucan in soybean curd added Pyogo was detected as 2.0%, but that of in control was not detected. However, the radical scavenging ability of soybean curd added Pyogo and control was showed similar level.

Key words : Soybean curd, mushroom dried flake, β -glucan, quality

1. 연구목표

버섯은 자낭균류에 속하는 고등균류로 그 자체의 독특한 맛과 향기로 인해 기호성이 높은 식품으로 이용되어 왔으며 당질, 단백질, 비타민, 아미노산, 무기질 등과 같이 인체에 필요한 각종 영양소를 다량 함유하고 있는 영양학적으로 우수한 식품이다. 일반적으로 버섯에는 다양한 유용성분들이 함유되어 있으며, 그중에서도 대표적인 생리활성 성분이 β -글루칸과 같은 다당류와 펩타이드, 단백질 등이 다당류에 결합된 당단백질이다(Chang 등, 1993). 또한 버섯에 많이 함유되어 있는 식이섬유는 칼로리가 낮아 다이어트에 효과가 있고 담즙산 흡착능, 양이온교환능, 콜레스테롤 감소효과 및 당뇨병과 깊은 관련이 있는 혈당 강하효능 등이 있는 것으로 알려져 있다(Scheeman, 1987)

최근 경제성장과 국민생활이 고급화, 간편화 및 건강화를 지향하는 시점에서 다양한 기능성 성분을 함유하고 있는 소재를 두부에 첨가하여 건강 및 기능성 향상을 추구하는 노력이 활발하게 진행되고 있는 가운데, 오미자(김과 최, 2008), 뽕잎(김 등, 2008), 청국장(안 등, 2008), 강황(박 등, 2007), 홍삼(이 등, 2008), 클로렐라(김 등, 2003)등의 기능성 재료를 첨가하여 두부를 개발하려는 연구가 활발하게 진행되어 왔다. 버섯 또한 그 자실체와 균사체를 이용하여 두부에 접목하려는 일부 연구는 있었지만 그 이용이 제한적이었고 상업화되지는 못하였다. 따라서 본 연구에서는 영양성이 우수하고 최근 생산량이 급증하고 있는 버섯을 활용하여 상업화 수준에서의 두부를 제조하여 부가가치가 있는 기능성 두부개발 및 버섯소비확대에 기여코자 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 두부 제조에 적합한 원료버섯 형태 및 첨가방법

두부 제조에 적합한 원료버섯 및 첨가형태를 구명하기 위하여 느타리버섯, 큰느타리버섯, 표고버섯을 대상으로 분말(0.1%), 농축액(1.0%), 분말(0.1%)+농축액(1.0%) 형태로 제조하여 응고제와 함께 두유에 첨가한 후 생식용 두부를 제조한 후 물성측정기(TA, texture analyzer)를 이용하여 경도와 씹힘성을 측정하였다.

두부에 첨가하기 위한 버섯의 첨가형태는 표고버섯과 느타리버섯을 열풍건조한 후, 이를 분쇄하여 3~5mm 크기의 플레이크를 제조하였다. 또한 두부 제조에 적합한 버섯의 첨가방법을 구명하기 위하여 미리 제조된 두유에 응고제와 함께 ① 버섯 플레이크 처리구, ② 버섯 플레이크를 20°C에서 30분간 수침 후 처리의 두 처리구로 나누어 두부를 제조하는데, 이때의 버섯 첨가량은 두유대비 0.4% 수준이었다. 그리고 두유의 단백질이 응고가 되면 커드가 생성되는데 이를 다시 파쇄한 후 성형틀에서 압착한다. 위의 공정으로 제조된 두부는 육안으로 버섯의 분포상태를 관찰하고, 그리고 물성분석기를 이용하여 경도를 측정하였다. 소비자 기호도는 표고버섯 두부를 대상으로 식품 구입 주 결정자인 30~44세인 기혼여성 60명을 대상으로 5점 척도법으로 측정하였다.

나. 버섯첨가 두부의 영양성분 및 기능성 분석

버섯 첨가두부의 영양성분을 분석하기 위해 시료를 건조 후 분쇄하여 수분함량은 105°C 건조중량법으로 측정하였으며, 단백질 함량은 자동분석기(Buchi, K-370)를 이용하여 Kjeldahl법으로 정량하여 질소계수 6.25를 적용하여 산출하였으며, 회분은 550°C 직접회화법으로 분석하였다. 또한 조지방 함량은 조지방 자동분석기(Gerhardt, Soxtherm 416)를 이용하여 Soxhlet법으로 분석하였으며, 조섬유는 자동분석기(Foss, Fibertec 1023)으로 분석하였다. 당질은 시료 100g중에서 수분, 단백질, 지질, 조섬유, 회분 함량을 감한 값으로 하였다. 유리아미노산 분석은 아미노산 자동분석기로 측정하였다.

버섯두부의 베타글루칸 함량은 BETA-GLUCAN kit(Megazyme, Wicklow, Ireland)를 사용하여 측정하며, total glucan의 당 함량을 구한 후, α -glucan의 함량을 구하여 그 뺀 값을 β -glucan 함량으로 나타내었다. 즉, 시료에 37% 염산을 첨가하여 100°C에서 2시간 동안 가수분해 시킨 후 2N KOH를 이용하여 pH를 조정하고, 그 가수 분해액을 200mM의 sodium acetate buffer(pH 5.0)로 희석한 후 원심분리하고 상층액 100 μ l을 취하여 exo 1,3- β -glucanase와 β -glucosidase를 첨가한 후 glucose determination reagent(Megazyme)를 첨가하고, 510nm에서 흡광도를 측정하여 total glucan의 당 함량을 분석하였다. α -glucan의 당함량은 시료에 0.2N KOH를 넣고 20분간 얼음이 채워진 수욕에서 반응 후 1.2M sodium acetate buufer(pH 3.8)를 첨가하고 amyloglucosidase와 invertase를 넣고, 이후 새 튜브에 옮겨 GOPOD reagent 3mL을 넣어 40°C에서 20분간 반응시킨 후 510nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화 활성은 DPPH radical 소거법(Blois)에 따라 시료 0.2 mL에 4.1×10^{-5} M의 DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 상온에서 10분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

두부제조에 적합한 버섯의 원료형태를 선별하기 위하여 버섯의 다양한 원료형태로 제조하여 생식용 두부에 첨가하여 경도 및 씹힘성을 측정한 결과는 표 1과 같다. 대조구(버섯 무첨가구)의 경도는 1.34인데 비해 버섯의 분말(0.1%), 농축액(1.0%), 분말(0.1%)+농축액(1.0%)을 첨가했을때 경도는 오히려 증가하는 것으로 나타나 버섯첨가가 두부 응고에 방해가 되지 않는 것으로 판단되었다. 버섯 원료형태 중 버섯 농축액(1.0%) 첨가구의 경도가 1.46으로 높게 나타났고, 버섯가운데는 큰노타리버섯의 경도가 1.49로 가장 높았다. 그러나 씹힘성은 버섯 분말, 농축액, 분말+농축액 첨가시 대조구의 씹힘성(0.22)보다 낮아 버섯의 첨가가 오히려 두부의 식감을 떨어뜨리는 것으로 나타났으며, 원료버섯 형태가운데 버섯 분말이 두부의 식감을 가장 떨어뜨리는 것으로 나타났다.

표 1. 버섯 원료 가공형태에 따른 생식용 두부의 경도 및 씹힘성

	분말(0.1%)		농축(1.0%)		분말(0.1%)+농축(1.0%)	
	경도(N)	씹힘성	경도(N)	씹힘성	경도(N)	씹힘성
느타리	1.43	0.20	1.42	0.21	1.42	0.20
표고버섯	1.47	0.18	1.46	0.21	1.39	0.19
큰느타리버섯	1.40	0.17	1.49	0.21	1.40	0.17

※ 대조(무처리) 경도 : 1.34, 씹힘성 : 0.22

위의 결과를 분석하면 분말, 농축액, 분말+농축액 모두 두부의 식감을 저하시키기 때문에 위의 처리와 다른 버섯의 첨가방식이 필요하다는 결론을 내렸으며, 그중에서도 버섯의 식감이 살아있고, 소비자들이 육안으로 버섯을 식별할 수 있도록 건조버섯을 3~5mm의 플레이크(그림 1) 형태로 가공하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.



그림 1. 느타리버섯 플레이크(좌)와 표고버섯 플레이크(우)

버섯두부의 상업화를 위해서는 버섯 플레이크가 두부에 골고루 분포될 수 있도록 원료버섯의 첨가 시기 및 첨가방법을 결정하는 것이 중요하다. 버섯 플레이크의 첨가시기는 콩을 마쇄, 증자한 후 응고 반응시에 첨가하며, 버섯 첨가량은 두유대비 0.4%로 첨가하였다. 그리고 건물 첨가와 수침 후 첨가방식으로 두부에 적용한 결과, 건물 첨가시에 두유의 표면에 대부분 부상하여, 압착시에 버섯이 두부의 밀면에만 치우쳐져 분포 되는 것으로 나타났다. 위의 문제를 해결하기 위하여 버섯 플레이크를 20℃에서 30분 수침 후 두유에 첨가한 결과 버섯 플레이크와 두유가 골고루 혼합되었으며, 압착시에도 두부에 골고루 분포되는 것으로 나타났다. 위의 결과를 바탕으로 버섯 플레이크를 첨가하여 두부의 시제품을 생산한 결과(그림 2), 일반두부와 버섯두부의 경도(N: 2.10~2.11)는 차이가 없었으나, 표고버섯 두부가 느타리버섯 두부보다 첨가된 버섯의 형태가 좋고 식별이 더 잘 되어 상품화 가치가 더 높은

것으로 판단되어 최종 제품화하기로 하였다.

표고버섯 두부의 소비자 기호도 조사는 30~44세의 기혼여성 60명을 대상으로 실시한 결과 표 2와 같다. 표고버섯의 호감도는 3.53으로 보통 이상 선호하는 식품으로 조사되었으며, 표고버섯 두부의 외관, 전반적인 맛, 고소한 맛, 버섯과 두부의 맛의 어울림에 대한 호감도는 보통 이상이 만족한다고 답하였다. 그러나 촉감은 2.85로 개선해야 할 부분으로 나타났으며 가격은 일반 두부보다 약240원을 더 지불하는 것이 적당하다고 답하였다. 또한, 버섯두부의 구입의향에 대해서 참가자의 66%가 구입의사가 있는 것으로 나타났다.



그림 2. 버섯두부의 시제품 전경

표 2. 표고버섯두부의 소비자 기호도 조사

항 목	평 점
표고버섯 호감도	3.53
외관 호감도	3.37
전반적인 맛 호감도	3.73
고소한 맛 호감도	3.78
버섯과 두부의 맛의 어울림	3.43
촉감 호감도	2.85
가격(일반 두부+α값)	239원
버섯두부 구입의향	3.33

※ 5점척도법(1: 매우 나쁨, 2: 나쁨, 3: 보통, 4: 좋음 5: 매우 좋음)

버섯 첨가두부의 일반성분 분석결과(표 3), 버섯 첨가에 따른 단백질, 지질, 탄수화물, 회분은 버섯 첨가에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 섬유소 함량에서 표고버섯 두부는 0.36%, 느타리두부는 0.75%로 일반두부(0.15%)에 비해 표고버섯 두부는 2.4배, 느타리버섯 두부는 5배가량 많이 함유되어 있었다.

표 3. 일반성분 분석 (단위: %)

두부종류	수분	단백질	지질	탄수화물	섬유소	회분
느타리두부	4.6	48.8	29.8	12.0	0.75	4.02
표고두부	3.4	49.8	30.2	12.1	0.36	4.11
일반두부	4.1	48.9	29.9	12.5	0.15	4.42

버섯두부의 아미노산 분석 결과(표 4), 버섯 첨가에 따라서 두부의 아미노산 조성별 함량의 차이는 적은 것으로 나타났지만, 아미노산 총합량에서는 일반두부가 7.33%에 비해 느타리버섯 두부가 7.43, 표고버섯 두부가 7.42로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 Glutamic acid(Glu)은 조미성분으로 이 성분의 함량이 높을수록 맛이 좋은 경향을 나타내는데, 느타리버섯 두부가 1.36%로 표고버섯 두부는 1.32%로 일반두부(1.32%)와 큰 차이가 없었다.

표 4. 버섯두부의 아미노산 분석 (단위: %)

두부종류	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met
느타리두부	0.85	0.35	0.48	1.36	0.03	0.58	0.44	0.08	0.43	0.01
표고두부	0.85	0.34	0.55	1.33	0.08	0.59	0.59	0.05	0.44	0.00
일반두부	0.85	0.34	0.54	1.32	0.08	0.58	0.60	0.06	0.43	0.00

(단위: %)

두부종류	Ile	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg	총합량
느타리두부	0.33	0.62	0.15	0.32	0.33	0.45	0.41	7.43
표고두부	0.37	0.65	0.15	0.32	0.26	0.43	0.40	7.42
일반두부	0.36	0.63	0.13	0.32	0.24	0.43	0.40	7.33

일반적으로 담자균류의 자실체는 β -glucan을 함유하고 있으며 β -1,3-glucan을 주쇄로하여 β -1,6-glucan이 함유된 다당류가 풍부하게 존재하는 것으로 보고되어 있는데, 버섯 100g당 β -글루칸 함량은 꽃송이버섯 43.6g, 잎새버섯 15-20g, 영지버섯 8-15g, 송이버섯 18.1g 존재하는 것으로 알려져 있다(엄 등, 2010). 표 5와 같이 버섯두부의 β -글루칸을 측정한 결과, 표고버섯 두부에는 2.0%, 느타리버섯 두부는 1.3% 함유되어 있는 것으로 나타났다. 그러나 일반두부에서는 β -glucan이 검출되지 않았다. 그러나 항산화활성은 일반두부와 표고버섯두부와의 차이는 없었으며, 느타리버섯 두부는 오히려 더 낮게 나타났다.

표 5. 버섯두부의 β -glucan 함량 및 항산화활성

(단위: %)

	베타글루칸	라디컬소거활성(%)
느타리두부	1.3±0.58	60.1 c
표고두부	2.0±0.11	69.5 ab
일반두부	n.d	72.0 a

※ n.d : 미검출

4. 적 요

버섯 두부를 제조하기 위하여, 상업화 수준에서 두부적용에 적합한 원료형태 및 첨가방법을 구명하였고, 이를 바탕으로 제조된 버섯두부의 영양성분을 분석한 결과는 다음과 같다.

- 가. 두부제조에 적합한 버섯 가공법을 개발하기 위해 분말, 농축, 분말+농축형태로 첨가한 결과 제품의 경도 및 식감에 문제가 발생하였고, 버섯 플레이크 형태로 첨가한 결과 버섯의 식별이 가능하고 두부의 식감이 살아났다.
- 나. 버섯 플레이크를 건물 그대로 첨가시에 버섯이 두유의 표면으로 대부분 부상하여 제품 압착시 골고루 분포되지 않았으나, 버섯 플레이크를 20°C에서 30분간 수침 후 첨가시에 버섯 플레이크가 두부에 골고루 분포되고 균일도가 우수하여 두부제조에 적합하였다.
- 다. 표고버섯두부의 소비자 기호도 조사결과 버섯두부의 전반적인 맛 호감도는 3.53으로, 고소한 맛이 3.78로 높게 나타났으며, 표고버섯두부 제품의 구입의향에 대한 설문에서는 3.33으로 보통 이상의 사람들이 구입하겠다고 응답하였으며, 표고버섯 두부의 가격은 일반두부보다 240원 정도 더 지불할 의향을 가진다고 답하였다.
- 라. 버섯첨가 두부의 일반성분 분석결과 수분, 단백질, 지질, 탄수화물, 회분은 큰 차이가 없었으나 섬유소 함량이 표고버섯 두부는 2.4배, 느타리버섯 두부는 5배 정도 높은 것으로 나타났으며 총아미노산 함량은 일반두부와 큰 차이는 없었다.
- 마. 버섯두부의 베타글루칸 함량은 표고버섯두부는 2.0%, 느타리버섯두부는 1.3%의 함량이었으나, 일반두부에서는 검출되지 않았고, 항산화활성은 일반두부가 72%로 표고버섯의 70%와 비슷하였으나, 느타리버섯두부는 60%로 다소 활성이 낮았다.

5. 인용문헌

김명환, 한명륜, 최미경. 2008. 빵잎 분말 첨가 두부가 충남 일부지역 저칼슘 섭취 여대생의 손목 골 밀도, 생화학적 골대사지표 및 지질성상에 미친 영향. 한국식품영양학회지 21(1), 71-78

김성숙, 박민경, 오남순. 2003. 클로렐라를 첨가하여 제조한 두부의 품질특성과 저장성. 한국농화학회지 46(1), 12-15

김좌숙, 최선영. 2008. 오미자 추출물을 첨가한 두부의 품질특성. 한국식품영양학회지 21(1), 43-50

박인경, 김소연, 김순동. 1994. 오존처리대두로 제조한 저장성. 동아시아식생활학회지 4(2), 69-74

안상희, 이신호, 박금순. 2008. 청국장 분말 첨가 두부의 품질특성. 한국조리과학회지 24(2), 258-265

엄수나, 진경언, 박계원, 유영복, 박기문. 2010. 느타리속 버섯류의 영양성분 및 생리활성. 한국식품과학회지 42(1), 90-96

이가순, 김홍규, 오만진. 2008. 큰느타리버섯 균사체를 증식시킨 콩을 첨가제조한 두부의 품질특성. 한국식품영양과학회지 35(8), 1038-1044

이정숙, 김교남, 장해동. 2008. 홍삼 추출물이 두부의 저장성과 항산화 활성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 37(11), 1497-1506

Blois, M.S. 1958. Antioxidant by the use of a stable free radical. Nature 181 : 1199-1200

Chang, S.T., Buswell, J.A., Chiu, S.W. 1993. Mushroom biology and mushroom product. The Chinese University Press, Hong Kong. p. 3-17.

Scheeman, B.O. 1987. Soluble vs. insoluble fiber-different physiological response. Food Technol. 41:81-82.

6. 연구결과 활용제목

○ 버섯 두부 상업생산을 위한 제조방법(기술산업화)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'09
버섯을 이용한 두부의 상업화 연구	세부과제 책임자	농업기술원 버섯연구소	농업연구사	김정한	과제수행	○
	공동연구자	대상FNF	연구원	조성춘	과제수행	○
		대상FNF	팀 장	신종현	결과분석	○
		버섯연구소	농업연구사	이윤희	결과분석	○
"	농업연구관	주영철	결과검토	○		