

큰느타리버섯 균사체를 증식시킨 콩을 첨가제조한 두부의 품질특성

이가순¹ · 김홍규² · 오만진^{3*}

¹충남농업기술원 금산인삼약초시험장

²충남농업기술원

³충남대학교 식품공학과

Characteristics of Tofu Added with Soybeans Cultured by Mycelia of *Pleurotus eryngii*

Ka-Soon Lee¹, Hong-Kyu Kim² and Man-Jin Oh^{3*}

¹Geumsan Ginseng & Medicinal Crop Expt. Station, Chuncheonnam-do Agricultural Research & Extension Services, Geumsan 312-804, Korea

²Chungnam Agricultural Research and Extension Services, Yesan 340-861, Korea

³Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

The effects of the addition of soybeans cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii* (SMP) on the characteristics of tofu were studied. Protein and ash contents of SMP were higher than those of untreated soybeans: 43.23 and 6.34% for treated soybeans, respectively, and 40.42 and 5.90% for untreated soybeans. But lipid and carbohydrate contents of SMP were lower. For minor elements, Mg and Ca contents of SMP were higher and P was lower than control. Tofu could be manufactured when SMP was added below 25% to the untreated soybean. In scanning electron microscopic observation, tofu tended to break down as the ratio of SMP was over 25% to the untreated soybean. The addition of SMP (5~15%) increased the yield of tofu to 1.5~3.5%. In textural characteristics, hardness of tofu increased as the ratio of SMP increased up to 20%. Cohesiveness, chewiness, springiness and gumminess were high in tofu which was made with 5~10% SMP. Savory taste and overall acceptability of the tofu prepared with 5~15% SMP were higher than those of control when evaluated by sensory test.

Key words: tofu, soybean cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii* (SMP), texture

서 론

두부는 대두에 많이 함유되어있는 단백질이 염에 의해 응고되는 성질을 이용하여 만든 것으로 식물성단백질 식품의 대표적인 대두가공식품이다. 대두에는 기본적인 영양소 외에도 isoflavone, saponin, phytic acid, sterol 및 trypsin inhibitor 등이 함유되어 있어 과산화지질의 생성억제, 콜레스테롤의 저하, 신경세포기능의 강화 등에 효과가 있는 것으로 보고된 바 있으며(1-3) isoflavone중 비배당체인 genistein 등은 인체에서 분리한 유방암, 전립선암, 간암세포 등의 성장저해작용과 면역증진효과가 매우 높은 것으로 보고되어 있고(4), daidzin, genistin 등의 isoflavone은 항암작용 외에도 여성호르몬으로 작용하는 등 생리적 활성이 높은 것으로 알려져 있다(5).

최근 식생활양상의 변화로 각종 성인병 발생의 빈도가 높아지게 되고 국민소득이 향상됨에 따라 국민의 건강을 지키

고자 생리활성이 높은 천연물질을 이용하고자 하는 욕구가 증대되고 있다. 이에 두부도 생리활성이 높은 천연소재를 첨가하여 기능성을 높이고자 하는 연구들이 활발히 진행되고 있다(6-13). 한편 버섯은 당질, 단백질, 비타민, 무기질 및 식이섬유가 풍부히 함유되어 있고 특유의 맛과 향을 가진 것으로, 예로부터 특별한 음식으로 취급되어 왔는데 최근 약용버섯뿐만 아니라 식용버섯류에도 함유되어 있는 당 단백질이 항암활성, 면역증강효과 및 항산화효과 등의 약리 효과가 있다고 보고되는 바(14-18), 버섯을 이용한 각종 가공식품에 첨가제로 이용하는 등(19-21), 건강식품 및 의약품의 소재로 많이 이용되고 있다. 또한 대부분 버섯은 생육상 배지로 톱밥과 같은 목질부를 기본적으로 사용하나 최근에는 기능성 버섯을 생산하기 위하여 기능성이 있는 약용작물이 첨가된 인공배지를 이용하기도 한다. 따라서 본 연구에서는 버섯의 기능성이 첨가된 두부를 제조하고자 하였다. 우선 버섯은 우리가 식용하고 있는 자실체와 같이 균사체에도 자

*Corresponding author. E-mail: ohmj@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6728, Fax: 82-42-821-6728

실체가 함유하고 있는 각종 기능성 물질을 함유하고 있다고 보고된 바(16), 병 재배가 용이하고 최근 널리 식용되고 있는 큰느타리버섯균을 선택하여 균사체로 증식, 이용하였으며 이 때 사용하는 배지도 증자콩으로 하여 두부제조 시 큰느타리버섯 균사체를 증식시킨 콩을 이용함으로써 균사체와 배지를 모두 사용하였다. 이에 버섯균사를 증식시킨 후 변화되어진 증자콩을 두부제조에 이용할 경우 원료콩에 대한 첨가량에 따라 두부제조의 가능성을 살펴보았으며 버섯균사체와 균사체를 증식시킨 증자콩을 첨가한 두부의 화학성분, 물리적 성질 및 관능검사를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 콩(*Glycine max*)은 충남농업기술원에서 2004년도에 재배하여 수확한 단백질콩을 사용하였으며 큰느타리버섯(*Pleurotus eryngii*)은 충남농업기술원 버섯 재배사에서 재배한 것을 사용하였다. 버섯균사체 첨가 두부제조용 응고제로는 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 1급 시약으로 사용하였다.

큰느타리버섯 시험균주 및 균사체 배양

본 시험에 사용한 균주는 큰느타리 1호(*Pleurotus eryngii*)로서 농업과학기술원에서 분양받아 PDA(potato dextrose agar)에 계대 배양하여 4°C의 냉장고에 보존하였고 실험에 사용한 접종원은 PDA에 접종하여 25°C의 항온기에 6일간 배양하여 사용하였다. 또한 균사체의 증식은 Jung 등(22)의 방법에 따라 콩을 상온에서 7~8시간 수침하여 최종 수분함량을 58%로 조절한 다음 850 cc poly propylene병에 270 g을 담아, 121°C에서 20분간 고압증기 살균한 후 큰느타리 1호(*Pleurotus eryngii*) 액체종균을 접종하였고, 종균 접종 후 22°C 배양실에서 19일간 정치 배양하여 하얀색 균사체가 증식된 콩을 두부제조 시 사용하였다.

두부제조

콩은 세척 후 실온에서 15시간 수침한 다음 건져서 건조 원료콩 100 g을 기준으로 증류수 1 L를 가하여 Waring blender(삼성, MC-127)로 3분간 마쇄하여 두미를 만들고 90°C에서 10분간 가열한 후 여과포에 넣어 두유를 얻었다. 이때 버섯균사체를 첨가하는 두부는 불린 콩을 기준으로 5, 10, 15, 20 및 25%의 양이 되는 버섯균사체를 증식시킨 콩을 불린 원료콩과 혼합하여 마쇄하였으며 뒤에 이어지는 제조 공정은 동일한 방법으로 행하였다. 얻어진 두유를 85°C로 조절하고 응고제를 두유액에 대하여 0.4%의 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 넣고 20초간 서서히 저어준 다음 20분간 정치한 후 배보자기를 간 성형틀(12×10×5 cm)에 넣고 20 g/cm²의 압력으로 응고물을 30분간 압착 성형하여 두부를 제조하였다.

성분분석

원료콩, 균사체를 증식시킨 콩 및 두부의 일반성분은 AOAC

법(23)에 따라 수분은 105°C 상압건조법, 회분은 550°C에서 직접회화법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백은 Kjeldahl법으로 그 함량을 측정하였으며 무기이온 분석은 습식법으로 전처리하여 분석하였다. 즉 건조시료 1 g을 질산, 과염소산과 질산의 혼합액 및 염산을 순차적으로 이용하여 분해시킨 후 일정량으로 희석, 여과한 후 ICP analyzer(GBC integra XMP, Australia)를 사용하여 원자흡광광도법으로 정량하였다(24).

초미세구조 분석

버섯균사체를 증식시킨 콩의 첨가량에 따라 제조한 두부의 응고성에 버섯균사체 마쇄추출물이 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위해 초미세구조를 주사전자현미경으로 관찰하였다. 버섯균사체를 증식시킨 콩을 0, 5, 10, 15, 20 및 25% 첨가하여 만든 두부를 동결 건조하여 사용하였다. 시료(40×40×30 mm)를 알루미늄 표본 지지대위에 얹고 금박으로 씌운 다음 주사전자현미경(KL30 ESEM, Philips, Netherlands)을 이용하여 가속전압 15 kV에서 촬영하였다.

수율 및 두유청의 탁도 측정

두부의 수율은 압착 성형한 후 무게를 측정하여 사용한 원료콩 무게를 기준으로 계산하였으며 두부제조 시 배출되는 두유청의 탁도는 두부청을 동양여지 No.2로 여과하여 여액의 흡광도를 비색계로 440 nm에서 측정하였다(25).

색도 측정

색차계(Chromameter, CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 두부표면의 L(lightness)값, a(redness)값 및 b(yellowness)값을 측정하였다.

텍스처 측정

압착 성형한 두부를 3×3×3 cm의 크기로 잘라 texture analyzer(TA-XT2, stable micro system Ltd., England)를 이용하여 TPA(texture profile analysis) mode에서 Φ 5 mm cylinder probe, test speed 10 mm/s, distance 10 mm의 조건에서 측정하였다.

관능검사

버섯균사체를 증식시킨 콩을 첨가하여 만든 두부에 대한 관능적 품질평가는 20명의 패널이 색상, 조직도, 향 및 전체적인 기호도를 항목으로 5점 척도법으로 측정하였으며 점수가 높을수록 특성이 강해지는 것으로 나타내도록 하였다. 결과는 SAS program을 이용하여 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 통계 처리하였다.

결과 및 고찰

실험재료의 일반성분 및 무기성분

본 실험에 사용한 콩, 큰느타리버섯 균사체를 증식시킨

Table 1. Chemical composition of soybeans and soybeans cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii* (SMP)

(unit: %, dry basis)

Sample	Component	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate
Soybean		40.42±0.64	18.73±0.52	5.90±0.21	34.95±0.45
Soybean cultured by mycelia of <i>P.eryngii</i>		43.23±0.78	17.10±0.55	6.34±0.25	33.33±0.76

Table 2. Inorganic contents of soybean and soybean cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii* (SMP)

(unit: mg%, dry basis)

	Macro elements				Minor elements				
	K	Mg	Ca	P	Na	Mn	Fe	Al	Zn
Soybean	1,414±87	206.8±3.7	213.8±6.2	165.7±10.1	59.7±4.1	4.5±0.2	7.2±0.1	2.7±0.2	2.7±0.1
Soybean cultured by mycelia of <i>P.eryngii</i>	1,401±74	228.7±4.0	250.5±4.7	108.6±12.2	64.2±1.5	4.5±0.1	6.7±0.1	2.2±0.2	3.0±0.1

콩의 일반성분은 Table 1과 같다. 원료분석 시 원료콩의 성분을 비교하기 위하여 75°C에서 8시간 건조한 콩을 분석한 결과 일반 황색콩의 경우 조단백질(40.42%), 조지방(18.73%), 조회분(5.90%), 탄수화물(34.95%)을 함유하고 있었고 버섯균사체를 증식시킨 콩의 경우는 조단백질(43.23%), 조지방(17.10%), 조회분(6.34%), 탄수화물(33.33%)을 함유하고 있었다. 버섯균사체를 증식시킴으로써 일반 원료콩보다 단백질과 회분의 함량이 증가하였으며 지방과 탄수화물의 함량은 감소하는 것을 볼 수 있었다.

또한 콩의 무기이온 성분의 함량을 분석한 결과 Table 2와 같이 일반적으로 큰 차이는 보이지 않았으나 버섯균사체를 증식시킴으로써 Ca과 Mg이 상당히 높아지고 Na도 소량 증가함을 볼 수 있었으며 P은 상당량 감소하는 것을 나타냈다. 이는 일반 식품미생물처럼 버섯균사체가 증식하면서 대사산물로 증가하거나 혹은 버섯균 생육 시 소모에 의하는 것은 아닌지 더 연구를 해볼 필요가 있다고 사료된다.

버섯균사체를 증식시킨 콩을 첨가한 두부의 일반성분
버섯균사체를 증식시킨 콩의 첨가량을 달리하여 제조한

두부의 일반성분은 Table 3과 같다. 버섯균사체를 증식시킨 콩이 첨가된 두부는 첨가비율에 관계없이 수분함량은 일반 두부보다 낮았으며 지방함량은 대조구보다 높게 나타났다. 두부의 단백질은 5~15%를 첨가한 두부가 일반두부보다 높았으며 20% 이상 첨가 시에는 단백질 함량이 오히려 낮게 나타났다. 버섯균사체를 증식시킨 콩을 첨가하여 두부를 제조할 때 20% 이상을 첨가하게 되면 두부의 응고성이 떨어지는 것을 볼 수 있었는데 이는 버섯균사체가 증식하면서 생성된 다당체가 단백질의 응고에 관여하여 일정량 이상이 되면 단백질 응고에 저해작용을 하는 것으로 사료된다. 이는 Kim 등(10)이 해조류를 첨가하여 두부를 제조한 결과 해조류에 함유되어있는 다당체가 두부의 경도 및 부서짐성에 영향을 미친다고 보고한 것과 비슷한 결과를 보여주었다. 또한 제조된 두부의 무기이온은 Table 4에 나타난 바와 같이 K은 대조구보다 약간 높은 경향이었으나 뚜렷한 차이는 없었고 Ca은 첨가량이 높아질수록 두부 내에서도 증가하는 경향이었으며 P은 첨가량이 높아질수록 감소하는 경향이였다. 이는 버섯균사체를 증식시킨 콩이 일반 콩보다 Ca은 높고 P은 낮은 경향이기 때문인 것으로 생각되어지나 Mg은 버섯균사체 콩

Table 3. Chemical composition of tofu prepared with different ratio of soybeans cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii*

(unit: %)

Components	Added percent of SMP (%)					
	0	5	10	15	20	25
Moisture	80.59±1.02	79.71±0.87	80.01±0.46	80.05±1.02	80.15±1.41	80.04±0.77
Crude protein	10.75±0.69	11.32±0.16	10.93±0.23	10.84±1.02	10.39±1.47	10.37±1.44
Crude fat	5.21±0.24	5.42±0.48	5.49±0.26	5.50±0.42	5.38±0.65	5.36±0.11
Crude ash	0.90±0.09	0.92±0.14	0.92±0.22	0.92±0.14	0.90±0.16	0.93±0.22
Carbohydrate	2.55±0.57	2.63±0.09	2.65±0.12	2.69±0.16	3.18±0.09	3.30±1.14

Table 4. Inorganic contents of tofu prepared with different ratio of soybeans cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii*

(unit: mg%, dry basis)

Added percent of SMP (%)	Macro elements				Minor elements				
	K	Mg	Ca	P	Na	Mn	Fe	Al	Zn
0	163±4.0	133±4.1	896±9.7	841±10.2	38±3.2	3.2±0.1	4.0±0.2	0.9±0.1	4.6±0.1
5	172±6.1	133±3.4	902±9.8	833±9.4	44±2.2	3.0±0.1	4.1±0.3	0.9±0.1	4.6±0.2
10	177±5.2	131±4.0	905±8.7	818±9.8	44±2.1	2.8±0.1	4.2±0.3	0.8±0.1	4.7±0.1
15	169±4.4	117±2.4	920±6.4	764±4.5	38±3.4	3.1±0.1	4.6±0.2	0.9±0.1	4.5±0.2
20	165±3.8	112±4.1	925±2.1	738±2.6	42±4.0	2.9±0.1	4.6±0.2	0.8±0.1	4.6±0.1

이 일반 콩보다 더 높은 함량을 보인데 반하여 제조된 두부에서는 첨가량이 높아질수록 더 낮은 함량을 보여주었다. 이는 버섯균사체가 증식된 콩 중에 함유되어있는 Mg이 두부응고 시 관여되지 않는 것으로 보여지며 이에 대한 검토가 더 필요하리라 본다.

초미세구조

버섯균사체를 증식시킨 콩을 첨가하여 제조한 두부의 초미세구조를 촬영한 결과 Fig. 1과 같다.

버섯균사체를 증식시킨 콩을 첨가함에 따라 균사체에서 생성된 다당체가 두부내부 구조에 혼재해 있음을 볼 수 있었고 그 첨가량이 증가함에 따라 다당체의 입자가 커짐을 볼 수 있었다. 15% 첨가 시까지는 다당체의 입자가 서로 간에 결합을 하여 입자가 커지는 것을 볼 수 있었으며 20% 첨가 시에는 입자 간에 망상구조를 형성하면서도 두부단백질의

응고에 의한 조직에 큰 영향을 주지 않은 것으로 나타났다. 첨가량이 25%가 도달되었을 때는 다당체 입자가 거대구조로 뭉치는 현상과 함께 두부단백질의 응고조직 내에 공극이 커짐을 볼 수 있었다. Lee 등(26)의 보고에 의하면, Aloe vera의 점질 산성다당체가 무기질을 응집하여 거대분자를 만들었다는 보고를 볼 때 본 실험도 같은 현상일 것으로 보여진다. 또한 본 실험에서 버섯균사체를 증식시킨 콩을 30% 이상 첨가하면, 그 결과를 자료화하지는 않았으나, 두부의 성형이 제대로 이루어지지 않았다. 이는 버섯균사체를 증식시킨 콩을 다량 첨가하면 다당체간에 거대 입자가 형성되어 단백질의 응고가 방해받았기 때문으로 사료된다.

수율 및 두부청의 탁도

일반콩으로만 만든 두부를 대조구로 하고 버섯균사체를 증식시킨 콩을 일정량씩 첨가하여 동일조건으로 두부를 제

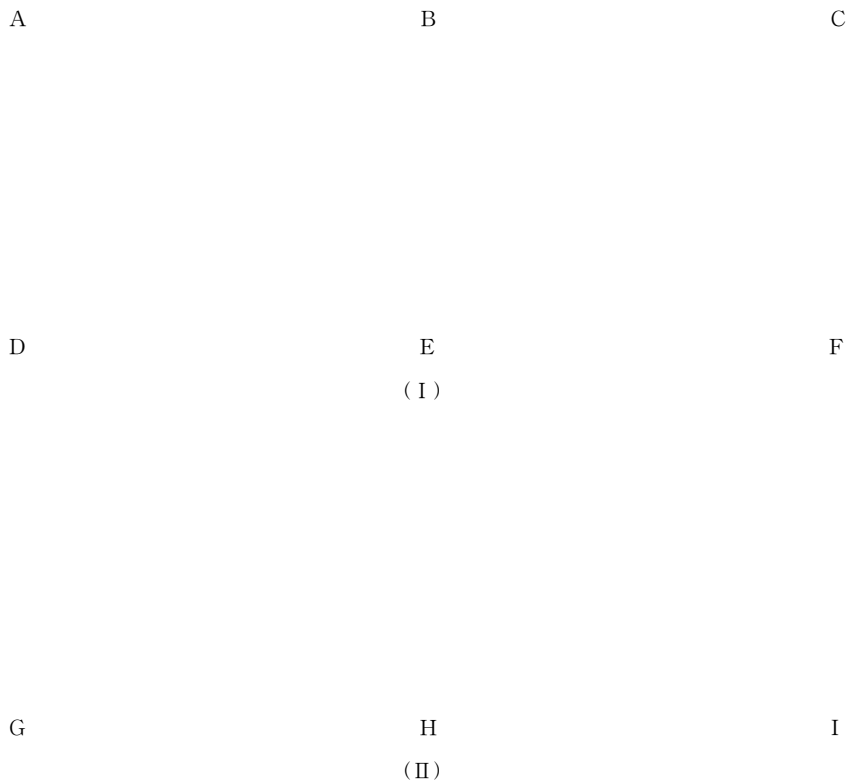


Fig. 1. Scanning electron micrograph (1,000×, 4,000×) of tofu prepared with different ratio of soybeans cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii* (SMP).
 (I) A, B, C, D, E and F: tofu prepared with 0, 5, 10, 15, 20 and 25% SMP, respectively (1,000×).
 (II) G, H and I: tofu prepared with 15, 20 and 25% SMP, respectively (4,000×).

Table 5. Yield and turbidity of tofu whey from tofu prepared with different ratio of soybeans cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii*

Characteristics	Added percent of SMP (%)					
	0	5	10	15	20	25
Yield (g)	236.8±9.25	245.6±8.74	240.7±5.42	232.1±7.33	204.4±4.10	195.2±2.19
Turbidity (OD 440 nm)	0.511	0.505	0.571	0.698	0.834	0.954

조한 두부의 수율과 두부제조 시 배출되는 두유청의 탁도를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 본 실험에서 행한 결과, 대조구로 만들어진 두부의 수율은 236.8%로 기존 보고된 논문보다 다소 낮은 경향이였다. 버섯균사체를 증식시킨 콩을 첨가하여 두부를 제조한 결과 5%와 10% 첨가구에서는 대조구에 비해 수율이 증가하였고 15% 첨가 시에는 수율이 다소 떨어졌으며 20% 이상을 첨가하게 되면 수율이 급격하게 낮아짐을 볼 수 있었다. 또한 두부청의 탁도를 측정된 결과 5% 첨가구에서만 대조구보다 투명하였으며 10% 이상 첨가 시부터는 버섯균사체 콩의 첨가량이 증가함에 따라 두부응고 후 생기는 두부청의 점성이 증가하였으며 이로 인하여 탁도가 급격히 증가함을 볼 수 있었다. 이는 Table 3의 결과와 비교해볼 때 버섯균사체 콩을 20% 이상 첨가한 두부의 단백질 함량이 일반 대조구 두부보다 낮음을 볼 수 있는데 버섯균사체 콩이 가지는 다당체가 일정량 이상이면 콩단백질의 응고를 방해하는 것으로 추정된다. 또한 Yoon과 Sohn(27)의 보고에 의하면 탈지대두를 이용하여 두부를 만든 결과 수율이 낮아짐으로써 지질이 두부수율에 미치는 영향이 크다고 보고한 것과 Kim 등(28)이 기름과 당이 분리대두단백 두부제조에 미치는 영향을 살펴본 바, 응고제를 CaCl₂로 하였을 경우 텍스트린이나 설탕만 첨가하면 오히려 수율이 떨어졌으나 기름과 함께 당을 혼합하여 첨가하면 수율이 증가하였다고 보고한 바에 의하면 버섯균사체 콩도 일반콩보다 지질의 함량이 다소 낮았으나 버섯균사체를 증식시킨 콩으로 두부를 제조할 때 단백질-지질-다당체간의 결합에 지질

보다는 다당체의 함량이 더 큰 영향을 끼치는 것으로 생각된다.

색도

버섯 균사체를 증식시킨 콩을 일정비율로 첨가하여 두부를 제조한 결과 색도는 Table 6과 같다. 버섯균사체를 증식시킨 콩의 첨가비율이 증가함에 따라 제조된 두부의 색도는 무첨가구에 비하여 L값은 버섯균사체를 증식시킨 콩의 비율이 증가함에 따라 감소하였으며 적색도와 황색도는 증가하는 경향이였다. 이는 버섯균사체를 입힌 콩을 마쇄하여 얻어진 콩물이 원료콩을 수침하여 마쇄한 콩물보다 시각적으로 노란색을 띄는 것으로 나타났기 때문인 것으로 보이며 버섯균사체 콩물의 황색도가 높은 것은 콩을 배지로 이용할 때 배지제조 시 증자 및 버섯균의 생육에 의한 콩의 갈변화가 일어나 생성된 색소가 두부응고 시 혼입되어 두부의 색소에 관여되어진 것으로 보인다.

텍스처 특성

버섯 균사체를 증식시킨 콩을 일정비율로 첨가하여 두부를 제조한 결과 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 탄성(springiness) 및 겹성(gumminess)은 Table 7과 같다.

버섯균사체를 증식시킨 콩을 5~20% 첨가하여 제조한 두부에서는 경도가 일반콩두부보다 증가하여 5% 첨가 시 가장 경도가 컸으며 25% 첨가 시는 경도가 감소하였다. 응집성에서는 버섯균사체를 5~10% 첨가구에서는 거의 차이가

Table 6. Hunter color values of tofu prepared with different ratio of soybeans cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii*

Color values	Added percent of SMP (%)					
	0	5	10	15	20	25
L	86.01±1.12	85.22±1.11	84.76±1.04	81.29±1.52	78.90±1.87	77.57±2.01
a	-4.59±0.12	-4.05±0.05	-3.79±0.07	-3.25±0.24	-2.65±0.13	-2.36±0.05
b	20.02±0.09	20.45±0.10	20.96±0.22	21.64±0.40	22.09±0.32	22.18±0.41

Table 7. Textural properties of tofu prepared with different ratio of soybeans cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii*

Textural properties	Added percent of SMP (%)					
	0	5	10	15	20	25
Hardness (g)	146.2±0.8 ^{1)a2)}	162.1±0.9 ^a	159.4±1.1 ^a	154.1±1.1 ^a	153.2±2.1 ^a	123.7±4.7 ^b
Cohesiveness (%)	76.7±9.6	75.8±8.8	76.7±9.0	74.4±10.9	68.8±13.4	62.0±15.6
Chewiness (g)	105.4±5.2 ^a	120.6±5.4 ^a	119.1±7.6 ^a	101.8±6.9 ^a	89.3±8.0 ^b	60.9±11.8 ^c
Springiness (%)	94.0±2.5	98.1±2.0	97.4±2.6	88.8±3.4	84.7±5.8	79.4±7.2
Gumminess (g)	112.1±12.2 ^b	122.9±9.8 ^a	122.3±11.4 ^a	114.6±12.5 ^b	105.4±21.7 ^b	76.7±25.4 ^c

¹⁾Values are mean±SD (n=5).

²⁾Different superscripts (a~c) within a column indicate significant difference at p<0.05 level by Duncan's multiple.

Table 8. Sensory evaluation scores of tofu prepared with different ratio of soybeans cultured by mycelia of *Pleurotus eryngii*

	Added percent of SMP (%)					
	0	5	10	15	20	25
Color	3.61±0.09 ¹⁾	3.62±0.18	3.58±0.64	3.54±0.87	3.62±1.72	3.31±0.52
Texture	4.02±0.10 ^{a2)}	4.17±0.19 ^a	3.95±0.21 ^a	3.80±0.07 ^a	3.57±0.35 ^a	2.55±0.10 ^b
Flavor	3.07±0.07 ^b	4.15±0.22 ^a	4.04±0.47 ^a	3.92±1.21 ^a	3.33±1.48 ^b	2.04±0.42 ^c
Overall taste	3.15±0.10 ^b	4.00±0.15 ^a	4.16±0.24 ^a	4.08±0.62 ^a	3.08±0.23 ^b	2.07±0.13 ^c

¹⁾Sensory evaluation was conducted by 20 panelists using a 5-point scale (1 point: absolutely no to 5 points: very much), and values are mean±SD of 20 panels.

²⁾Different superscripts (a~c) within a column indicate significant difference at p<0.05 level by Duncan's multiple.

없었으나 15% 이상 첨가 시에는 첨가량에 따라 비례적으로 감소하는 경향이었고 탄성과 겉섬에서는 5~10% 첨가구에서는 증가하였으나 15% 이상 첨가 시는 감소하는 경향이 뚜렷하였다. 이는 버섯균사체를 증식시킨 콩을 첨가함으로써 조직의 물성이 변하는 것을 보면 버섯성분의 함량결과와 비교해볼 때 단백질의 양보다는 버섯균이 가지는 다당체의 함량과 관련이 있다고 본다. 또한 초미세구조와 비교해볼 때 버섯균사체를 증식시킨 콩의 첨가량이 일정량 이상 높아지면 다당체의 입자가 커지고 이에 따라 다당체와 단백질간의 결합 사이에 공극이 생김으로서 탄성과 경도에 영향을 주는 것으로 생각된다. 이는 Kim 등(10)이 다당체가 많은 해조류를 일정량 첨가하게 되면 두부의 수율과 탄성이 증가한다고 보고하였으며 Kim 등(28)은 분리대두단백에 dextrin을 일정량 첨가하면 응집성, 부착성 등이 증가한다고 보고한 것들과 비교해보면 본 실험도 비슷하였다.

관능검사

버섯균사체를 증식시킨 콩을 첨가한 두부의 관능검사를 행한 결과 Table 8과 같았다. 버섯균사체를 증식시킨 콩을 이용하여 만든 두부의 색상에 대한 기호도는 첨가량의 비율이 커짐에 따라 누런색이 짙어지는 경향이어서 기호도가 다소 낮아지는 경향이었지만 첨가량 차이간에 유의성이 없었으나 조직면에서는 20% 첨가구까지는 대조구와 차이를 보이지 않았으나 25% 첨가구에서는 조직감에 대한 기호도가 낮아졌다. 또한 버섯균사체를 증식시킨 콩은 버섯향이 생성되었기 때문에 버섯두부 제조 시 미치는 영향을 본 결과 5~15%까지 첨가시에는 미비하지만 버섯향이 느껴짐으로써 기호도가 상승되는 것으로 나타났다. Panel 요원에 따라 버섯향의 기호도가 달라 5% 첨가구에서는 SD값이 크지는 않았지만 15% 첨가구에서는 SD값이 커짐을 볼 수 있었다. 따라서 버섯향이 두부에 미치는 영향을 고려할 때 버섯균사체를 증식시킨 콩을 5~10% 정도로 첨가하여 제조하면 좋을 것으로 생각된다.

요 약

큰느타리버섯 균사체를 증식시킨 콩을 첨가하여 버섯의 맛과 성분이 첨가된 기능성 두부를 제조하여 품질특성을 조사하였다. 버섯균사체가 증식된 콩의 성분 중 단백질 및 회

분의 함량은 43.23 및 6.34%로 일반 콩의 40.42 및 5.90%에 비하여 높았고 지질과 총당의 함량은 낮았으며 무기질 중 Mg과 Ca의 함량은 높았고 P의 함량은 낮았다. 균사체를 증식시킨 콩을 일반 콩에 대하여 25% 첨가 시까지는 두부제조가 가능하였으나 30% 이상 첨가 시부터는 성형이 제대로 이루어지지 않았다. 균사체를 증식시킨 콩의 첨가비율에 따라 제조한 두부 조직내부의 초미세구조를 촬영한 결과 버섯균사체를 증식시킨 콩의 첨가량이 높은 두부에서는 다당체간의 응집반응으로 거대분자가 만들어져서 단백질의 응고 조직 간에 공극이 커져있음을 볼 수 있었다. 또한 5~10% 첨가 시 두부의 수율이 약 1.5~3.7% 증가하였다. 두부의 물리적 특성은 균사체를 증식시킨 콩을 20% 첨가 시까지는 첨가량이 클수록 두부의 hardness가 증가하였고 cohesive-ness, chewiness, springiness 및 gumminess 등은 5~10% 첨가 시에 무첨가구보다 높은 경향이였다. 관능검사 결과 두부제조 시 버섯균사체를 증식시킨 콩의 첨가비율이 증가할수록 버섯향이 진하다는 결과를 보여주었으나 기호도면에서 5~15% 첨가하였을 때 버섯 향 및 전체적인 맛에 대한 기호도가 무첨가구보다 유의적으로 높게 나타났다.

문 헌

1. Lee YS, Koh JS. 1994. Effects of dietary soy protein and calcium on blood and tissue lipids in rats fed-enriched diet. *Korean J Nutr* 27: 3-11.
2. Carroll KK, Kurowska EM. 1994. Soy consumption and cholesterol reduction: Review of animal and human studies. 1st International symposium on the role of soy in preventing and treating chronic disease. Fed. 20, Mesa, Arizona, USA.
3. Wang CC, Chang KC. 1995. Physicochemical properties and tofu quality of soybean cultivar. *Photo J Agric Food Chem* 43: 3029-3034.
4. Wu GT, Chiang HC, Fu WC, Cein KY, Chang YM, Horng LY. 1990. Formosanin an immunomodulator with antitumor activity. *Int J Immunopharm* 12: 777-782.
5. Maskarinec G, Singh S, Meng L. 1988. Dietary soy intake and urinary isoflavone excretion among women from a multiethnic population. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 7: 613-619.
6. Park YJ, Man YL, Jeon BR, Oh NS, In MJ. 2003. Effects of garlic addition on quality and storage characteristics of soybean curd (tofu). *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 329-332.

7. Kim SS, Park MK, Oh NS, Kim DC, Han MS, In MJ. 2003. Studies on quality characteristics and shelf-life of chlorella soybean curd (tofu). *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 12-15.
8. Jung JY, Cho HJ. 2002. The effect of green tea powder levels on storage characteristics of tofu. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 129-135.
9. Im JG, Park IK, Kim SD. 2004. Quality characteristics of tofu added with basil water extracts. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 144-150.
10. Kim DH, Lim MS, Kim YO. 1996. Effect of seaweeds addition on the physicochemical characteristics of soybean curd. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 249-254.
11. Kim KT, Im JS, Kim SS. 1996. A study of the physical and sensory characteristics of ginseng soybean curd prepared with various coagulants. *Korean J Food Sci Technol* 28: 965-969.
12. Kim J, Jein JR. 2005. Quality characteristics of tofu added black soybean hull powder. *Korean J Food Culture* 20: 633-637.
13. Hwang TI, Kim SK, Park YS, Byoun KE. 2001. Studies on the storage of functional red soybean curd. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1115-1119.
14. Park JM, Lee SH, Kim JO, Park HJ, Park JB, Sin JI. 2004. *In vitro* and *in vivo* effects of extracts of *Lentinus edodes* on tumor growth in human papillomavirus 16 oncogene-transformed animal tumor model. *Korean J Food Sci Technol* 36: 141-146.
15. Hong JH, Youn KS, Choi YH. 2004. Chareacteristics of crude protein-bound polysaccharide from *Agaricus blazei* Murill by extraction and precipitation condition and its anti-tumor effect. *Korean J Food Sci Technol* 36: 586-593.
16. Park MH, Oh KY, Lee BW. 1998. Anti-cancer activity of *Lentinus edodes* and *Pleuroteus ostreatus*. *Korean Food Sci Technol* 30: 702-708.
17. Misuno T. 1990. Antitumor activity and some properties of water soluble polysaccharides from fruiting body of *Agaricus blazei* Murill. *Agric Biol Chem* 54: 2889-2896.
18. Hirokazu K, Ryuichi I, Teturo K, Takashi M. 1989. Fractionation and antitumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. *Carbohydr Res* 186: 267-273.
19. Kim HR, Hong JS, Choi JS, Han GJ, Kim TY, Kim SB, Chun HK. 2005. Properties of west noodle changed by the addition of sanghwang mushroom (*Plellinus linteus*) powder and extract. *Korean J Food Sci Technol* 37: 579-583.
20. Yoon SJ, Lee MY. 2004. Quality characteristics of sulgidduk added with concentrations of *Hericum erinaceus* powder. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 575-580.
21. Park GS, Park EJ. 2004. Quality characteristics of jeungpyun added *Paecilomyces japonica* powder according to fermentation time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1703-1708.
22. Jung IC, Kim SH, Kwon YI, Lee JS. 1996. Cultural condition for the mycelial growth of *Ganoderma lucidum* on cereals. *Korean J Mycol* 24: 81-88.
23. AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC.
24. Perkin-Elmer Corporation. 1968. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy*. Perkin-Elmer Corp., Norwalk, Comm.
25. Tsai SJ, Lan CY, Kao CS, Chen SC. 1981. Studies of yield and quality characteristics of tofu. *J Food Sci* 46: 734-738.
26. Lee SY, Min BJ, Kang TS. 1998. Flocculating activity of the mucilage extracted from *Aloe vera* Linne. *Korean J Biotechnol Bioeng* 13: 540-546.
27. Yoon YM, Sohn KH. 1985. Effects of fat on the yield and acceptability of soybean curd. *Korean J Soc Food Sci* 1: 1-7.
28. Kim DW, Ku KH, Choi HS, Kim WJ. 1994. Effects of oil and sugar on SPI-tofu characteristics under model system. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 90-97.

(2006년 6월 13일 접수; 2006년 8월 16일 채택)