

매생이 가루 첨가 두부의 이화학적 품질 특성

정복미[†] · 신태선 · 김두운 · 정규화¹

전남대학교(여수) 영양식품학전공, ¹생명산업공학전공

Physicochemical Quality Characteristics of Tofu Prepared with Mesangi(*Capsosiphon Fulvescens*) Powder

Bok-Mi Jung[†], Tai-Sun Shin, Du-Woon Kim and Kyu-Wha Chong¹

Major in Food Science and Nutrition, Chonnam National University

¹Major in Biotechnology, Chonnam National University

Abstract

In this study, we assessed the quality characteristics of soybean curds (tofu) prepared with Mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) powder (0, 2, 4, 6%, w/w) were investigated. The yields of the curds containing Mesangi were higher than those of the control, and the yield increased with increasing quantities of Mesangi powder. The most abundant mineral in Mesangi tofu was calcium, followed by magnesium. The Mesangi tofu had a slightly lower pH than the control. The addition of Mesangi powder to curd evidenced a significantly lower L value (lightness) and a value (redness) than was detected in the control ($p < 0.05$). The hardness level was highest in the tofu to which 2% Mesangi powder was added. However, this level decreased with increasing concentrations of Mesangi powder. Although the 4% Mesangi tofu evidenced higher adhesiveness than was detected in the control, we noted no significant differences among the Mesangi-treated curds. The soybean curds added to which 2% Mesangi powder was added had evidenced the highest level of cohesiveness, but the tofu containing 4 and 6% Mesangi powder was significantly reduced as compared with the control and 2% Mesangi tofu. Springiness, gumminess, and brittleness were higher in the 2% Mesangi tofu than in the others ($p < 0.05$). The soybean curds prepared with Mesangi powder evidenced a lower total plate count than the controls during over 12 days of storage.

Key words: Mesangi, tofu, quality characteristics

1. 서론

두부는 예전부터 우리 서민들의 단백질 급원으로 중요한 자리를 차지하여 왔으며(Ku KH와 Kim WJ 1999), 소화흡수율이 높을 뿐만 아니라 콜레스테롤이 없고, 무기질이 풍부하여 성장발육기의 어린이와 노약자는 물론 환자들에게 좋은 식품으로 알려져 있다(Sung CJ 1998). 그러므로 중국, 일본뿐만 아니라 서양에서도 관심을 가진 세계적인 식품이다. 지금까지 두부에 관한 연구로는 두부의 기능성을 향상시키기 위해 두부제조 시 기능성 물질을 첨가한 연구(Kang NS 등 2007, Park KN 등 2007, Park SJ 등 2007, Han MR 2006, Jeon MK와 Kim MR 2006,

Shin YM 등 2005, Im JG 등 2004, Jung JY와 Cho EJ. 2002), 두부제조 시 천연 응고제를 이용한 연구(Lee SJ 등 2006, Shin YM 등 2005), 천연색소를 이용하여 두부에 색소를 흡착시킨 연구(Yoon KS와 Kim SD 1997), 두부 저장 시 저장기간을 연장시키기 위하여 추출물이나 침지 용액을 이용한 연구(Oh SW 등 2002, Han MR과 Kim MH 2006, Park LY와 Lee SH. 2007) 등이 있다. 영양적으로 우수한 두부는 그러나 비타민이 부족하고 무기질 중요오드 성분이 부족하므로 두부는 해조류와 가장 잘 어울리는 음식중의 하나라고 볼 수 있다. 두부 제조 시 해조류를 첨가한 연구로는 Baek SH 등(1996)의 연구와 Kim DH 등(1996)의 연구로 이들은 주로 해조류 중 미역, 다시마, 김, 파래, 청각 등을 이용하여 제조하였다.

반면 해조류 중 매생이(*Capsosiphon fulvescens*)는 주로 우리나라 남해안 일대에 서식, 분포하고 있으며 지형적으로 후미지고 물이 잘 통하는 깨끗한 곳에서 자란다(Yang

[†]Corresponding author: Bok-Mi Jung, Major in Food Science and Nutrition, Chonnam National University
Tel: 061-659-3414
Fax: 061-659-3419
E-mail: jbm@chonnam.ac.kr

HC 등 2005). 매생이는 특이한 향기와 맛을 함유하며, 단백질, 무기질, 비타민, 지방산을 다량 함유하고 있어 영양학적으로 우수한 식품이며(Yang HC 등 2005, Jung KJ 등 2005), 특히 매생이국은 남도의 대표적인 음식으로 예부터 숙취해소에 좋다고 알려져 있다. 이러한 매생이에 대한 연구로는 주로 생물학적인 연구(Kim DK 2001), 향기 성분에 관한 연구(Han HA 2002), 기능성에 관한 연구(Park JC 등 1997, Kwon MJ와 Nam TJ 2006, Mun YJ 2005, Park HY 등 2006), 이화학적 성분에 관한 연구(Yang HC 등 2005)가 이루어졌다. 매생이는 12월부터 2월 사이가 제철이며 일년 내내 섭취하기는 어려우므로 매생이를 이용한 가공식품의 연구가 필요한 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 매생이의 가공식품을 개발하기 위한 연구의 일환으로 동결건조한 매생이를 분말화 한 후 제조한 매생이 두부의 품질 특성을 측정하여 보고하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 대두는 전남 신안군 비금도에서 2007년에 수확한 국내산 백태로 산지농가에서 직접 구입하였으며, 간수(신일염전, 전남 신안군)는 전남 비금도의 천일염 생산지에서 제공받았다. 첨가제로 사용된 매생이(*Capsosiphon fulvescens*)는 전남 강진에 위치한 삼덕수산개발(주)에서 제공받아 동결건조한 후 가루로 사용하였다.

2. 매생이를 첨가한 두부제조 방법

매생이 두부의 제조 방법은 Fig. 1과 같이 대두 400 g을 5회 씻어 3배의 증류수에 8시간 침지한 후 불린 대두의 5배에 해당하는 증류수를 가하여 믹서(Nom-9000 TD, (주)엔유씨 전자, Korea)로 믹서 기능에서 2분, 마쇄기능에서 30초간 마쇄하였다. 이를 85℃의 온도에서 1시간 정도 주걱으로 저으면서 끓인 후 면보에 걸러 비지를 제거하고 두유액을 60℃를 유지하면서 20분간 주걱으로 잘 저어 준 뒤 매생이 분말을 넣었다.(수차례의 예비실험을 통하여 매생이 분말을 간수를 넣기 직전에 넣어야 색이 곱고 매생이가 뭉쳐지지 않았음). 또한 간수는 수차례 예비 실험 결과 두유 리터당 2.5 mL를 사용하는 것이 가장 좋은 결과를 나타냈다. 간수를 수차례 나누어서 넣고 10분간 방치한 후 사각틀(11×13.5×6 cm)에 담아 반듯한 나무판으로 누르고 그 위에 8 kg 추를 얹고 10분 압착 후 10분 냉각하여 실험에 사용하였다. 저장성 실험에 이용된 매생이 두부는 일정량을 polypropylene bag으로 밀봉하여 5℃ 냉장고에서 15일간 저장하면서 실험하였다.

3. 실험방법

1) 매생이 분말, 콩가루 및 두부의 일반성분 측정

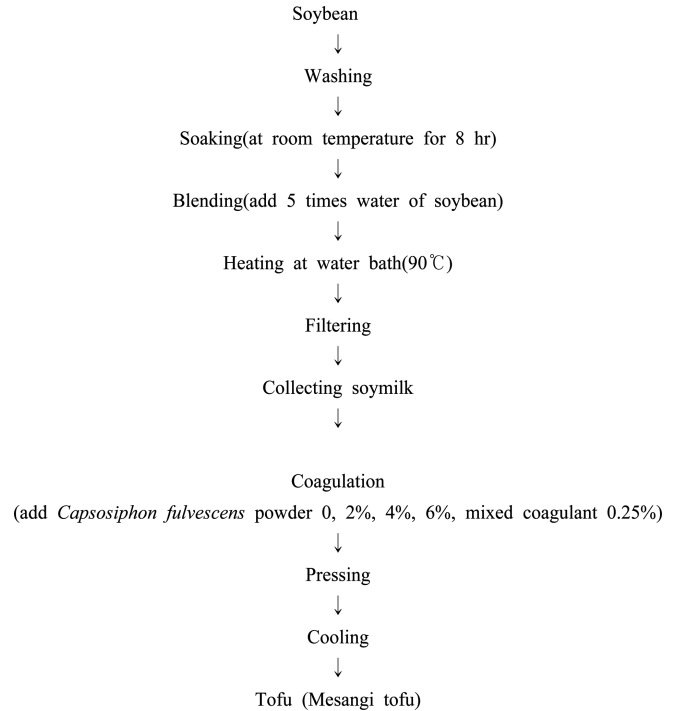


Fig. 1. Procedures of preparation for Mesangi tofu.

매생이 분말, 콩가루 및 매생이 두부의 수분, 단백질, 지방 및 회분측정은 AOAC(1990) 방법으로 측정하였다.

2) 수율측정

두부의 수율은 Pyun JW 등의 방법(1991)으로 사용한 원료 대두 400 g 당 얻어지는 두부의 무게 percent를 수율(%)로 하였다.

3) 두부의 pH 측정

두부의 pH는 AOAC방법을 적용하여 Shin YM 등(2005)의 방법으로 시료 두부 10 g에 증류수 40 mL를 첨가하여 마쇄기로 1분간 마쇄한 후 pH meter를 이용하여 측정하였다.

4) 무기질 함량 측정

두부의 무기질성분은 칼슘, 철, 칼륨, 마그네슘, 망간, 구리, 나트륨, 아연으로 함량 측정은 습식 분해법을 이용하여 다음과 같이 측정하였다. 세척된 wet ashing용 tube에 시료 0.5 g을 취해 넣고, 여기에 20% HNO₃ 10 mL, 60% HClO₄ 3 mL를 취한 후 투명해질 때까지 가열시켰다. 투명해진 시료를 냉각시킨 후 0.5 M Nitric acid로 50 mL 정용 하였다. 이 시료용액을 측정용 시험관에 채취하고, 분석항목별 표준용액을 혼합하여 다른 tube에 8 mL를 채취하여 표준용액으로 하였다. Blank test용에는 0.5 M Nitric acid 용액 8 mL를 취해 원자흡수 분광 광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Japan)로 분석하였다.

5) 색도 측정

두부의 색도 측정은 제조된 두부를 일정한 크기(3.0×3.0×1.0 cm)로 자른 후 색차계(Colori-Meter JC 801S, Japan)를 사용하여 L(명도)값, a(적색도)값, b(황색도) 값을 3회 반복 측정하였다.

6) Texture 측정

두부의 texture는 두부를 일정한 크기((3.0×3.0×1.5 cm)로 자른 다음 Rheometer (COMPAC-100, SUN Scientific. Co. Ltd, Japan)를 이용하여 test type은 mastication test, distance 15 mm, adaptor type circle, table speed 60 mm/s의 조건으로 측정하였으며, 모든 시료는 10회 반복하였다.

7) 미생물 측정

두부를 5℃에서 저장하면서 총균수를 측정하였다. 즉 각 각 처리군의 두부 10 g을 무균적으로 취하여 90 mL PBS를 이용하여 10배 희석하고 균질기로 균질화 한 후 이 시험용액을 단계별로 희석하였다. 각 단계 희석액 0.1 mL씩을 Nutrient Agar(Difco, Detroit, USA) 고체배지에 분주하고 도말 한 후 37℃의 배양기에서 24~48시간 동안 배양한 후 생성된 집락수를 측정하였다.

8) 관능평가

관능평가는 평소 훈련된 C 대학교 식품영양학 전공 대학생 10명을 대상으로 실시하였다. 먼저 두부를 제조한 즉시 일정한 크기((3.0×3.0×1.5 cm)로 자른 후 각 시료마다 무작위로 조합된 3자리 숫자가 주어졌으며 시료 번호가 쓰인 흰색 접시에 담아서 제시되었다. 측정 방법은 Hedonic scale(9점 척도법)을 사용하였고, 평가항목은 외관, 냄새, 질감, 맛으로 나누어 1점은 아주 나쁘다, 5점은 보통이다, 9점은 아주 좋다는 척도로 하여 실시하였으며, 한 개의 시료를 평가 후 반드시 생수로 입안을 헹구고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 관능평가는 3회 실시하여 평균을 사용하였다.

9) 통계처리

매생이 분말을 첨가한 두부의 이화학적 및 관능평가결과는 SAS package program (version 12.0)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 각 처리구간의 유의성 검정은 분산분석과 Duncan's multiple range test를 이용하여 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 매생이 가루 및 콩가루의 일반성분

본 실험에 사용된 매생이 가루와 콩가루의 일반성분은 Table 1에 제시되었다. 매생이 가루의 수분 함량은 6.5%,

Table 1. Proximate composition of mesangi powder and soyflour

	Mesangi powder	Soyflour
Moisture(%)	6.5	8.6
Crude protein(%)	39.6	42.0
Crude lipid(%)	0.5	8.7
Crude ash(%)	9.5	5.8

조 단백질 함량은 39.6%, 조 지방 함량은 0.5%, 조 회분 함량은 9.5%로 나타났으며, 콩가루의 수분 함량은 8.6%, 조 단백질 함량은 42.0%, 조 지방 함량은 8.9%, 조 회분 함량은 5.8%를 나타냈다.

2. 두부의 수율 및 양

매생이 가루를 첨가하여 제조한 매생이 두부의 수율과 양을 나타낸 결과는 Table 2와 같다. 매생이 가루가 첨가되지 않은 대조구의 경우 122.5%를 나타냈으나 매생이 가루 2% 첨가구는 148.8%, 4%군은 160.0%, 6%군은 177.5%로 매생이 가루의 첨가량이 증가할수록 수율이 증가되었다. 두부양의 경우 역시 대조구는 490 g, 2%구는 595 g, 4%구는 640 g, 6%구는 710 g을 나타내 매생이 가루 첨가비율이 증가 할수록 두부의 양이 증가되었음을 알 수 있었다. 일반적으로 대두 100 kg으로부터 얻어지는 두부의 양은 약 220 kg으로 수율이 2.2배 정도로 알려져 있으나 본 연구에서는 처음 대두 마쇄 시 대두량의 5배 분량의 물을 사용하여 제조하여 수율이 낮게 나타난 것으로 사료된다. 이는 예비 실험에서 대두 마쇄 시 많은 양의 물 사용은 매생이 두부가 잘 만들어지지 않은 결과를 나타냈다. 또한 매생이 첨가량이 증가할수록 수율이 증가되었는데 이는 Kim SS 등(2003)이 클로렐라를 첨가하여 제조한 두부의 특성에서 클로렐라의 높은 회분함량으로 클로렐라에 함유된 양이온들이 콩 단백질질의 응고에 관여하여 두부 생성량을 다소 증가시키는 것으로 보고하였는데 이는 본 연구에서도 매생이 가루에 함유된 양이온들의 작용으로 두부의 생성량이 증가된 것으로 사료된다. 반면 Jung JY와 Cho EJ(2002)는 녹차가루의 첨가량이 증가함에 따라 수율은 감소하였다고 보고하였는데 이는 본 연구결과와 상반된 결과를 보였다.

Table 2. Yields and quantity of tofu prepared with various mesangi powder

	C ¹⁾	MP2	MP4	MP6
Yields(%)	122.5	148.8	160.0	177.5
Quantity(g)	490.0	595.0	640.0	710.0

¹⁾ C: no mesangi powder
 MP2: tofu added with mesangi powder 2%
 MP4: tofu added with mesangi powder 4%
 MP6: tofu added with mesangi powder 6%

Table 3. Proximate composition of tofu prepared with various mesangi powder

	C ¹⁾	MP2	MP4	MP6	F-value
Moisture(%)	58.19±3.60 ^a	55.12±1.89 ^a	53.45±4.08 ^a	42.19±4.67 ^b	9.77 ^{**}
Crude protein(%)	17.71±1.62 ^a	19.45±0.70 ^a	19.08±2.11 ^a	19.73±2.79 ^a	0.63
Crude lipid(%)	4.44±0.12 ^{ab}	4.89±0.36 ^a	4.31±0.50 ^{ab}	4.05±0.48 ^b	2.39
Crude ash(%)	1.23±0.03 ^b	1.33±0.14 ^b	2.19±0.92 ^{ab}	3.07±1.04 ^a	4.50 [*]

* p<0.05, ** p<0.01

¹⁾ C: no mesangi powder

MP2: tofu added with mesangi powder 2%

MP4: tofu added with mesangi powder 4%

MP6: tofu added with mesangi powder 6%

²⁾ Mean±S.D.(n=3)³⁾ Mean in a rows by different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's test

3. 두부의 일반성분

매생이 가루를 0, 2, 4, 6%를 첨가하여 제조한 두부의 일반성분 결과는 Table 3과 같다. 수분은 매생이 가루가 함유되지 않은 대조군의 경우 58.19%로 가장 높게 나타났고, 매생이 가루 첨가량이 증가할수록 수분함량이 낮은 경향이 나타나 6%군이 다른 군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.05). 조단백질 함량은 매생이가루가 첨가되지 않은 대조군은 17.71%로 가장 낮게 나타났으며, 매생이 가루 첨가량이 증가할수록 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 조 지방 함량의 경우 매생이가루 2% 첨가구에서 가장 높게 나타났으며, 6% 첨가구에서 가장 낮게 나타났고, 2%와 6%군 간에는 유의적인 차이가 나타났으며(p<0.05), 대조군과 2%, 4%사이에는 차이가 나타나지 않았다. 회분 함량의 경우 매생이 가루가 첨가되지 않은 대조군과 2% 군은 6%군에 비해 유의적으로(p<0.05) 낮게 나타났으며, 4%와 6%군은 차이가 없었다. Jung JY와 Cho EJ(2002)는 녹차두부의 수분함량은 76~82%로 나타났으며, 녹차가루의 첨가량이 증가함에 따라 수분함량은 낮아지고 고형성분은 증가한다고 보고하였는데 본 연구결과는 수분함량이 42-58%로 약 50% 정도 낮게 나타났으며 반면 단백질의 경우 약 20% 정도 높게 나타났다. 두부의 품질은 재료(Lee BY 등 1990) 및 응고제(Lee SM와 Hwang IK 1997), 제조 과정(Park YG 등 1985; Hou HJ 등 1997) 등에 의해서 영향을 받으므로 타 연구와 비교하기는 어려운 것으로 사료된다.

4. 두부의 무기질 함량

Table 4는 매생이 가루를 첨가하여 제조한 두부의 무기질 함량을 측정된 결과이다. 본 연구에서 매생이로 제조한 두부에서 가장 많이 함유된 무기질은 칼슘으로 나타났고, 다음으로 마그네슘으로 나타났다. 칼슘의 경우 매생이 가루 4% 첨가구에서 가장 낮게 나타난 반면 마그네슘은 4% 첨가구에서 가장 높게 나타났다. 철분 함량

Table 4. Mineral contents of tofu prepared with various mesangi powder

	C ¹⁾	MP2	MP4	MP6
Ca	31.2	32.4	30.0	37.2
Fe	4.7	6.8	9.1	10.0
K	146.0	206.0	242.1	272.8
Mg	158.8	137.9	167.6	146.8
Mn	0.7	0.8	0.8	0.7
Cu	0.5	0.4	0.6	0.6
Na	26.7	18.1	44.0	57.6
Zn	1.9	1.8	2.0	1.9

¹⁾ C: no mesangi powder

MP2: tofu added with mesangi powder 2%

MP4: tofu added with mesangi powder 4%

MP6: tofu added with mesangi powder 6%

은 대조구에서 가장 낮았으며, 매생이 첨가량이 증가할수록 철분 함량이 증가하였다. 이는 칼륨도 같은 경향이었으며, 망간 함량은 2% 첨가구에서 가장 높게 나타났으며, 구리함량은 대조구에 비해 4%와 6% 첨가구에서 높게 나타났다. 나트륨 함량은 2% 첨가구에서 가장 낮게 나타났으며, 4%, 6% 첨가구가 아주 높게 나타났다. 아연 함량은 2% 첨가구에서 가장 낮게 나타났으며, 4%와 6%군은 대조구와 크게 차이가 나타나지 않았다. Kang NS 등(2007)은 양파분말을 첨가한 두부의 무기질 함량에서 가장 많이 함유된 무기질은 인, 다음으로 칼슘이라고 보고하였는데 본 연구와 다르게 나타난 것은 두부 제조 시 사용한 기능성 물질, 대두 및 응고제의 사용차이로 사료된다.

5. 두부의 pH

매생이 가루로 제조한 두부의 pH의 변화를 8일 동안 5°C에서 저장하면서 측정된 결과는 Table 5와 같다. 제조된 매생이 두부의 pH는 대조군과 비교했을 때 차이는 없

Table 5. Changes in pH value of tofu prepared with various mesangi powder during the storage at 5°C for 8 days

	C ¹⁾	MP2	MP4	MP6
0	6.26	6.23	6.24	6.25
2	6.27	6.22	6.24	6.26
4	6.28	6.27	6.25	6.26
6	6.25	6.25	6.22	6.25
8	6.16	6.08	6.14	6.17

¹⁾ C: no mesangi powder

MP2: tofu added with mesangi powder 2%

MP4: tofu added with mesangi powder 4%

MP6: tofu added with mesangi powder 6%

었으나 전반적으로 매생이 두부가 대조군에 비해 낮은 값을 나타내었다. 또한 저장 6일까지는 거의 변화가 없었으나 저장 8일째에 비교적 낮은 값을 나타냈고 그중에서도 2% 매생이 두부에서 가장 낮은 값을 나타냈다. Jung JY와 Cho EJ(2002)는 녹차가루를 첨가하여 제조한 두부의 pH를 8일간 저장하면서 나타낸 결과 저장 초기에는 증가하다가 저장 6일에는 조금 감소하고 저장 8일에는 급격히 감소한다고 보고하였는데 이는 본 연구결과와 일치하였다. pH가 낮은 식품이 높은 식품에 비해 방부효과가 높으므로 두부에 매생이 가루를 첨가함으로써 두부의 저장성 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

6. 색도

매생이를 첨가하여 제조한 두부의 색도를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 매생이를 첨가한 두부는 대조군에 비해 L값(명도)과 a값(적색도)이 유의적으로(p<0.05) 낮게 나타났는데 이는 매생이 가루가 녹색을 띄고 있어 매생이 가루를 두부에 첨가함으로써 대조군에 비해 두부의 색이 어두워지는 것을 알 수 있었다. 이는 매생이 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로(p<0.05) 낮게 나타나 색이

Table 6. Hunter's color value of tofu prepared with various mesangi powder

	C ¹⁾	MP2	MP4	MP6	F-value
L	92.24±0.57 ^a	73.97±1.02 ^b	67.80±0.54 ^c	60.57±0.80 ^d	964.07 ^{***}
a	0.44±0.07 ^c	-6.79±0.28 ^b	-7.28±0.30 ^b	-8.01±0.41 ^a	430.22 ^{***}
b	21.15±0.22 ^d	23.21±0.06 ^c	23.80±0.32 ^b	25.40±0.45 ^a	103.45 ^{***}

*** p<0.0001

¹⁾ C: no mesangi powder

MP2: tofu added with mesangi powder 2%

MP4: tofu added with mesangi powder 4%

MP6: tofu added with mesangi powder 6%

²⁾ Mean±S.D.(n=3)

³⁾ Mean in a rows by different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's test

진하게 나타남을 알 수 있었다. b값인 황색도는 대조군에 비해 첨가량이 증가할수록 유의적으로(p<0.05) 높게 나타났다. 이는 Jung JY와 Cho EJ(2002)의 녹차가루를 첨가하여 제조한 두부의 색도에 대한 결과와 일치하는 것으로 나타났다. 일반적으로 두부의 색은 흰색이 보통이었으나 최근 자연색의 기능성 물질을 첨가함으로써 색도를 나타내는 경우가 있으며, 이들 두부의 색도는 두부의 중요한 품질요인중의 하나로 특히 시각적 기호도의 척도로 이용된다고 하였다(Yoon WB 등 1997).

7. 텍스처 특성

매생이 첨가량을 달리하여 제조한 두부와 대조구의 텍스처 특성을 나타낸 결과는 Table 7에 제시되었다. 견고성은 대조군에 비해 2% 첨가구가 가장 높게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 견고성은 감소되는 경향을 나타냈다. Min YH 등(2007)은 강황을 첨가한 두부는 일반두부에 비해 견고성이 낮게 나타났다고 보고하였고, Kim DH 등(1996)도 해조류 첨가 두부가 일반두부에 비하여 견고성이 감소하였음을 나타냈다. 또한 Kang NS 등(2007)은 동결건조 양과분말 첨가 시 첨가량이 증가할수록 견고성이 낮았음을 보고하였는데 이는 본 연구결과와 일치하였고, 이 같은 결과에서 두부제조 시 첨가되는 분말의 양이 증가될수록 멩쳐지는 힘은 약한 것을 알 수 있었다. 부착성은 대조군에 비해 4% 매생이 첨가구가 유의적으로(p<0.05) 높게 나타났으나 매생이 첨가군 간에는 차이가 없었다. Kim TY 등(1994)은 기호도가 높은 두부는 견고성이 낮고 부착성이 어느 정도 있는 두부라고 하였는데 본 연구결과에서 무첨가 구에 비해 2%, 4%첨가군은 차이가 없으므로 적당한 량의 매생이 분말을 첨가한 두부가 부드러우면서 부착성이 있어 품질을 높일 수 있을 것으로 사료된다. 응집성은 2% 첨가구가 가장 높게 나타났으며, 4%, 6%첨가군은 응집성이 무첨가 구와 2% 첨가구에 비해 유의적으로(p<0.05) 감소하는 것으로 나타났다. 강황 첨가 두부의 경우 강황 첨가량이 증가될수록 응집성은 높게 나타난다고 한 반면 건조 양과분말의 첨가가 많을수록 응집성과 멩치는 성질은 떨어짐을 확인하였는데 본 연구결과는 적당량의 경우 응집성이 증가되나 첨가량이 증가되면 응집성이 낮아지는 것으로 나타났다. 탄성, 점성 및 부서짐성은 2% 첨가구가 다른 군에 비해 유의적으로(p<0.05) 높게 나타났다. Kim SS 등(2003)은 클로렐라의 첨가로 견고성과 점성은 증가하였으며, 응집성과 탄성은 클로렐라 첨가와 무관한 것으로 나타났다고 보고하였으며, 녹차가루를 첨가하여 제조한 두부는 녹차가루 첨가량이 증가함에 따라 응집성은 낮아지며, 점착성과 견고성은 높아진다고 보고하였는데(Jung JY와 Cho EJ 2002) 이들 여러 연구결과에서 볼 때 천연물의 첨가는 일반두부에 비해 견고성이 높아짐을 알 수 있었다.

Table 7. Textural characteristics of tofu prepared with various mesangi powder

	C ¹⁾	MP2	MP4	MP6	F-value
Hardness(g/cm ³)	349.96±8.49 ^b	438.58±1.80 ^a	236.94±1.71 ^c	206.30±4.42 ^d	1400.18 ^{***}
Adhesiveness(g)	-2.33±0.58 ^b	-3.33±0.58 ^{ab}	-3.33±0.58 ^{ab}	-4.67±1.15 ^a	4.71 [*]
Cohesiveness(%)	59.29±7.43 ^b	100.29±9.07 ^a	39.95±1.25 ^c	44.40±4.95 ^c	55.45 ^{***}
Springiness(%)	63.75±6.94 ^b	102.14±14.56 ^a	49.11±4.55 ^b	56.52±14.10 ^b	13.95 ^{**}
Gumminess(g)	8.81±1.70 ^b	19.75±2.24 ^a	6.26±0.45 ^b	7.87±1.39 ^b	45.10 ^{***}
Brittleness(g)	5.68±1.57 ^b	20.27±4.55 ^a	3.08±0.38 ^b	4.55±1.95 ^b	28.24 ^{***}

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

¹⁾ C: no mesangi powder

MP2: tofu added with mesangi powder 2%

MP4: tofu added with mesangi powder 4%

MP6: tofu added with mesangi powder 6%

²⁾ Mean±S.D.(n=10)

³⁾ Mean in a rows by different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's test

8. 미생물 측정

매생이 가루를 첨가하여 제조한 두부를 5°C에서 15일 간 저장하면서 총균수를 측정한 결과는 Fig 2와 같다. 저장 3일째에는 대조구와 매생이 첨가 가루 2%구가 가장 많이 증식되었고, 6% 첨가구가 가장 낮게 증식이 되었으나, 저장 6일에서 12일까지는 대조 구를 제외하고 매생이 첨가구간의 차이가 없었으나, 저장 15일째에는 대조구(2.8×10⁷ CFU/g)에 비해 2%(8.3×10⁷ CFU/g)와 6%(0.1×10⁷ CFU/g)첨가구가 뚜렷하게 상승하는 경향이었으며, 4% 첨가구는 저장 6일(1.9×10⁵ CFU/g)째부터 거의 변화가 없어 15일(2.7×10⁵ CFU/g)까지 지속되는 경향으로 총균수가 가장 낮은 증식을 나타냈다. Jung JY와 Cho EJ(2002)의 보고에 의하면 두부의 총균수가 10⁷ CFU/mL에 이르면 부패가 시작된다고 하였는데 본 연구에서는 저장 15일째부터 부패 현상이 나타난다고 볼 수 있었다. Kim SS 등(2003)은 15°C에 저장한 클로렐라 두부의 저장성을 나타낸 결과에서 5일부터 부패균수에 도달하였으나 클로렐라의 첨가에 의하여 두부에서 미생물의 증식이 지연되었으며 클로렐라 첨가수준이 0.5%와 1.0%가 2.0%보다 미생물 증식의 지연효과가 우수한 것으로 보고하였다. 또한 Min YH 등(2007)은 일반 두부는 6일 이후 부패가 되었지만 강황을 첨가한 두부는 12일째 부패균수를 보여 일반 두부에 비하여 저장기간이 길어 저장성 연장효과가 있음을 보고하였고, Kim GW 등(2008)의 해양 심층수를 응고제로 사용한 두부의 경우 10°C에서 저장 후 10일부터 부패균수에 도달하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 총 저장 일수를 통하여 대조 구에 비해 4% 매생이 가루가 첨가된 두부에서 미생물 증식을 지연시키는 효과가 관찰되었다.

9. 관능평가

Table 8은 매생이 분말을 첨가하여 제조한 두부의 관능

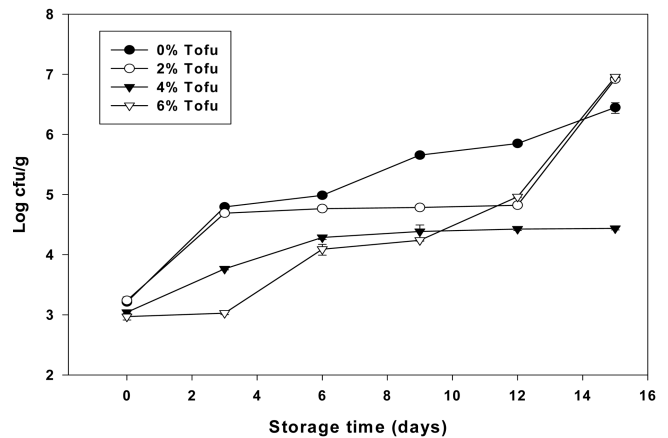


Fig. 2. Changes in total viable cells of tofu prepared with various mesangi powder at 5°C storage.

Table 8. Sensory evaluation of tofu prepared with various mesangi powder

	C ¹⁾	MP2	MP4	MP6	F-value
Appearance	6.5±1.2 ^a	5.6±1.5 ^{ab}	6.0±1.3 ^a	4.6±1.4 ^b	3.9 [*]
Smell	5.7±0.9 ^{NS}	5.5±1.0	5.4±1.5	4.7±1.1	1.5
Texture	5.5±1.3 ^{bc}	6.6±0.9 ^a	6.4±1.5 ^{ab}	4.7±1.4 ^c	5.1 ^{**}
Taste	6.2±1.2 ^a	5.7±1.4 ^a	5.4±1.9 ^{ab}	4.3±1.5 ^b	3.2 [*]

* p<0.05, ** p<0.01

¹⁾ C: no mesangi powder

MP2: tofu added with mesangi powder 2%

MP4: tofu added with mesangi powder 4%

MP6: tofu added with mesangi powder 6%

²⁾ Mean±S.D.(n=3)

³⁾ Mean in a rows by different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's test

적 특성을 나타내었다. 외관은 대조구와 2%, 4% 첨가구 간에는 차이가 나타나지 않았으며, 6%군은 대조구와 4% 첨가구에 비해 유의하게(p<0.05) 낮았다. 냄새는 대조구

와 매생이 첨가구간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 질감은 매생이 2%와 4% 첨가구가 비교적 높게 나타났으며, 6% 첨가구에서 유의적으로($p<0.05$) 낮게 나타났다. 맛의 경우 대조구가 높게 나타났으나 2% 첨가구와 유의적 차이가 없었으며, 6% 첨가구가 유의적으로($p<0.05$) 낮게 나타나 맛이 좋지 않은 것으로 알 수 있었다. 이러한 결과로 볼 때 매생이 분말을 4%까지 첨가한 두부는 제품으로써의 가능성이 높은 것으로 사료된다.

IV. 요약

매생이 분말을 첨가한 두부를 제조한 후 이화학적, 관능적 품질 특성을 평가한 결과는 다음과 같다. 매생이 두부의 수율은 대조구(매생이 가루 무첨가 두부)에 비해 높았으며, 첨가비율이 증가할수록 수율은 높게 나타났다. 매생이 두부의 무기질함량은 칼륨이 가장 많았으며, 다음으로 마그네슘으로 나타났다. 두부의 pH는 매생이 두부가 대조구에 비해 다소 낮은 값을 나타내었다. 매생이를 첨가한 두부의 색도는 대조구에 비해 L값(명도)과 a값(적색도)이 유의적으로($p<0.05$) 낮게 나타났다. 매생이 두부의 texture 측정에서 두부의 견고성은 대조구에 비해 2% 첨가구가 가장 높게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 견고성은 감소되는 경향을 나타냈다. 부착성은 대조구에 비해 4% 매생이 첨가구가 유의적으로 높게 나타났으나 매생이 첨가구 간에는 차이가 없었다. 응집성은 2% 첨가구가 가장 높게 나타났으며, 4%, 6% 첨가구는 응집성이 대조구와 2% 첨가구에 비해 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 탄성, 점성 및 부서짐성은 2% 첨가구가 다른 군에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 두부의 미생물 측정에서 저장 12일까지의 총균수는 매생이 가루가 첨가된 두부가 대조구에 비해 미생물 증식을 지연시키는 결과를 나타냈으며, 특히 2%, 6% 첨가군에 비해 4% 첨가군에서 지연효과가 가장 우수한 것으로 나타났다. 관능평가 결과에서 전반적으로 4% 첨가구가 좋은 결과를 나타내 매생이 두부 제품으로서의 가능성을 알 수 있었다.

V. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역 혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고문헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 15th ed. Association of official Analytical Chemists. Washington, DC. U.S.A. pp 777-784
- Baek SH, Kang KH, Choi SN. 1996. Effect of seaweeds added in preparation of tofu. Korean J Food Sci Nutr 9(4):529-535
- Han HA. 2002. A study of flavor on *Capsosiphon fulvescens*. MS thesis, Yosu National University, Yosu, Korea. pp 1-57
- Han MR, Kim MH. 2006. Effects of alkaline ionic water and grapefruit seed extract added immersion solutions on storage characteristics of mulberry leaf soybean curd. J Korean Soc Appl Biol Chem 49(2):108-113
- Hou HJ, Chang KC, Shin MC. 1997. Yield and textural properties of soft tofu as affected by coagulation method. J Food Sci 62(4):824
- Im JG, Park IG, Kim SD. 2004. Quality characteristics of tofu added with basil water extracts. Korean J Food Cookery Sci 20(2):144-150
- Jeon MK, Kim MR. 2006. Quality characteristics of tofu prepared with herbs. Korean J Food Cookery Sci 22(1):30-36
- Jung JY, Cho EJ. 2002. The effect of green tea powder levels on storage characteristics of tofu. Korean J Food Cookery Sci 18(2):129-135
- Jung KJ, Jung CH, Pyeun JH, Choi YJ. 2005. Changes of food components in Mesangi (*Capsosiphon fulvescens*), Gashiparae (*Enteromorpha prolifera*), and Cheonggak (*Codium fragile*) depending on harvest times. J Korean Soc Food Sci Nutr 34(5):687-693
- Kang NS, Kim JH, Kim JK. 2007. Quality characteristics of soybean curd mixed with freeze dried onion powder. Korean J Food Preserv 14(1):47-53
- Kim DH, Im MS, Kim YO. 1996. Effect of seaweed addition on the physicochemical characteristics of soybean curd. J Korean Soc Food Sci Nutr 25(2):249-254
- Kim DK. 2001. Study on artificial seeding of green algae *Capsosiphon fulvescens*. MS thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea. pp 1-48
- Kim GW, Kim GH, Kim JK, An HY, Hu GW, Son JK, Kim OS, Cho SY. 2008. Quality of tofu prepared with deep seawater as coagulant. J Kor Fish Soc 41(2):77-83
- 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(1):12-15
- Kim TY, Kim JM, Yoon IN, Chang CM. 1994. Changes in chemical components of soybean cheese making from cow's milk added soybean curd. J Korean Soc Food Sci Nutr 23(5):837-844
- Ku KH, Kim WJ. 1999. Status and prospect of soybean curd(Dubu) industry in Korea. Korea Soybean Digest 16(2):1-10
- Kwon MJ, Nam TJ. 2006. Effect of mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) powder on lipid metabolism in high cholesterol fed rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(5):530-535
- Lee BY, Kim DM, Kim KH. 1990. Studies on the processing aptitude of the Korean soybean cultivars for soybean curd. Korean J Food Sci Technol 22(3):363-368
- Lee SM, Hwang IK. 1997. Texture characteristics of soybean-curds prepared with different coagulants and compositions of soybean-

- curd whey. Korean J Food Cookery Sci 13(1):78-85
- Lee SJ, Chung ES, Park GS. 2006. Quality characteristics of tofu coagulated by apricot juice. Korean J Food Cookery Sci 22(6):825-831
- Min YH, Kim JY, Park LY, Lee SH, Park GS. 2007. Physicochemical quality characteristics of tofu prepared with turmeric (*Curcuma aromatica* Salsb.). Korean J Food Cookery Sci 23(4):502-510
- Mun YJ, Yoo HJ, Lee KE, Kim JH, Pyo HB, Woo WH. 2005. Inhibitory effect on the melanogenesis of *Capsosiphon fulvescens*. Yakhak Hoeji 49(5):375-379
- Oh SW, Lee YC, Hong HD. 2002. Effects on the shelf-life of tofu with ethanol extracts of *Rubus coreanus* Miquel, *Thermopsis alba* Retz and *Rhus javanica*. Korean J Food Sci Technol 34(4):746-749
- Park HY, Lim CW, Kim YK, Yoon HD, Lee KJ. 2006. Immunostimulating and anticancer activities of hot water extract from *Capsosiphon fulvescens*. J Korean Soc Appl Biol Chem 49(4):343-348
- Park JC, Choi JS, Song SH, Choi MR, Kim KY, Choi JW. 1997. Hepatoprotective effect of extracts and phenolic compound from marine algae in bromobenzene-treated rats. Korean J Pharmacogn 28(4):239-246
- Park KN, Park LY, Kim DG, Park GS, Lee SH. 2007. Effect of turmeric (*Curcuma aromatica* Salab.) on shelf life of tofu. Korean. J Food Preserv 14(2):136-141
- Park LY, Lee SH. 2007. Effect of immersion in chitosan solutions on shelf life of tofu. J Chitin Chitosan 12(3):128-132
- Park SJ, Park KJ, Jeong SW, Kim SJ, Youn KS. 2007. Effect of pectin treatment on soybean curd quality during storage. Korean. J Food Preserv 14(2):131-135
- Park YG, Park BD, Choi KS. 1985. Changes in ultrastructure of tissues, characteristics of protein and soybean curd yield with increased soaking time during soybean curd processing. J Korean Soc Food Sci Nutr 14(4):381-386
- Pyun JW, Kim HS, Park CK, Hwang IK. 1991. Effect of coagulant and additives on qualities of soybean curd tofu. Korea Soybean Digest 8(2):15-23
- Shin YM, Kwon OY, Lee KJ, Kim HY, Kim MR. 2005. Storage characteristics of tofu added with spinach juice. Chungnam Life Sci 18(1):75-82
- Sung CJ. 1998. Nutrients and function of soybean curd. J East Diet Life 8(4):490-495
- Yang HC, Jung KM, Gang KS, Song BJ, Lim HC, Na HS, Mun H, Heo NC. 2005. Physicochemical composition of seaweed *fulvescens* (*Capsosiphon fulvescens*). Korean J Food Sci Technol 37(6):912-917
- Yoon KS, Kim SD. 1997. Preparation of functional and coloring soybean curd using natural products. Korea Soybean Digest 14(2):21-26
- Yoon WB, Kim BY, Hahm YT. 1997. Study upon the rheological properties and optimization of tofu bean products. Agric Chem Biol 40(3):225-231

2008년 8월 18일 접수; 2008년 9월 25일 심사(수정); 2008년 9월 25일 채택