

The quality and sensory characteristics of tofu with various levels of black garlic extract

Hye-Jin Sim, Cho-Rong Hwang, Min-Jung Kang, Gyeong-Min Kim, Jung-Hye Shin*
Namhae Garlic Research Institute, Namhae 668-812, Korea

흑마늘 추출물 첨가 두부의 품질특성

심혜진 · 황초롱 · 강민정 · 김경민 · 신정혜*
(재)남해마늘연구소

Abstract

The quality and sensory characteristics of tofu were investigated with various levels of black garlic extract (BE) added to it in 0, 1, 3, 5 and 7%-weight soymilk, before it was coagulated with $MgCl_2$ (MC, BEM-A, BEM-B, BEM-C and BEM-D) and concentrated to 8°Brix deep ground sea-like water (SC, BES-A, BES-B, BES-C and BES-D). The overall acceptability of the tofu samples was higher (SC > BES-A > BEM-A) than that of the other samples. The addition of BE was influenced by the color, flavor and taste of the tofu, and the more BE was added, the tougher the tofu became. The tofu yield with various amounts of black garlic extract did not significantly differ among the samples. The pH range was 5.61~6.15 and decreased as more BE was added, whereas the turbidity increased. Also, the L value of the tofu decreased as more BE was added. The a value showed a tendency opposite that of the L value. The b value did not significantly differ among the samples. The texture profile analysis of the tofus showed that the hardness, chewiness, and gumminess significantly increased as more BE was added. In conclusion, it was found that the addition of 1% BE will improve the quality and sensory characteristics of tofu.

Key words : black garlic extract, deep ground sea-like water, tofu, coagulant

서 론

마늘은 백합과에 속하는 1년생 인경 작물로 항균, 항산화, 혈당 강하 및 피부질환 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(1). 최근 마늘에 대한 기능성이 부각되면서 마늘을 이용한 다양한 가공식품이 제조되고 있는데, 마늘의 갈변화 반응을 이용한 새로운 유형의 마늘 가공품인 흑마늘이 대표적인 예이다(1,2). 흑마늘은 생마늘을 40~100℃의 범위에서 20~50일 정도 장기간 숙성시키는 가공과정을 통하여 생마늘의 매운 맛과 특유의 자극취가 감소되며(2) 포도당, 과당, 자당 및 맥아당 등 유리당의 함량이 증가되는 반면 산도가 낮아져서 독특한 맛을 갖게 된다(3). 흑마늘은 숙성 과정을 거치면서 S-allylcysteine(SAC)과 같은 유용물질과 갈변물질의 함량이 증가되어 생마늘보다 높은 항산화활성

을 가지게 된다(4). 또한 항혈액응고 활성과 중성지방 및 콜레스테롤 저하능이 있고(3), 세포 매개성 면역과 체액성 면역을 조절하여 면역증진에 도움이 된다고 보고되고 있다(5).

마늘과 더불어 건강식품으로 각광받고 있는 대두가공품은 중국, 일본뿐만 아니라 서양에서도 관심을 가진 세계적인 식품이며(6) 콩으로 만든 대표적인 가공품 중의 하나가 두부이다(7). 두부는 곡류 위주의 식습관을 가진 한국인에게 부족되기 쉬운 필수 아미노산이 다량 함유되어 있고 소화흡수율이 96%로 높은 양질의 단백질 급원 식품이며 다른 식품재료나 어떤 조미료와도 잘 조화되고, 음식 만들기가 간편하여 우리의 식생활에 밀착해왔다(8). 두부는 지방, 탄수화물, 비타민 및 무기질 등을 풍부하게 함유하고 있어 영양학적으로 우수한 식품이지만, 두부 제조 과정 중 응고제로 응고되지 않는 물질은 제거되므로 우유나 유제품에 비하여 methionine과 cystine 등 함황아미노산과 성장기 아동 및 노인들에게 부족되기 쉬운 Ca의 함량이 낮아 이를

*Corresponding author. E-mail : whanbee@hanmail.net
Phone : 82-55-860-8947, Fax : 82-55-860-8945

위한 보충 및 영양개선이 요구된다(9). 또 pH가 5.2~6.2로 높고 수분함량이 78% 이상으로 세균 감염이 쉽게 일어날 수 있으며, 원료 콩에 부착한 다양한 미생물이 제품에 남아 번식함으로써 저장기간이 짧다는 문제점을 지니고 있다(10).

이에 본 연구에서는 두부의 영양성과 기능성을 개선하고자 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 흑마늘 추출물 첨가 두부를 제조하였다. 즉, 미네랄 조성이 우수하며(11) 청정성과 안전성을 지니고 있는 해양 암반 심층수(12)를 응고제로 사용하고, 다양한 생리활성을 지닌 흑마늘 추출물을 농도별로 첨가하여 두부를 제조하고 그 품질특성을 분석함으로써 흑마늘 추출물 첨가 두부의 제조 조건과 기능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

두부 제조를 위한 원료 콩은 경남 남해군에서 2012년도에 수확한 대두를 사용하였다. 두부 제조를 위한 시판 응고제는 Taejin GNS사(Incheon, Korea)에서 시판하고 있는 염화마그네슘($MgCl_2 \cdot 6H_2O$)을 사용하였고 해양 암반 심층수는 경남 남해군 고현면 해안지역에서 지하 800 m 이상의 해양 암반 취수 공으로부터 얻어진 원수를 가열하여 8 °Brix로 농축한 것을 응고제로 사용하였으며 흑마늘 추출물은 13 °Brix로 농도 조절된 시판품을 남해보물섬영농조합법인에서 구입하여 사용하였다.

두부제조

원료 콩은 상온에서 20시간 이상 충분히 불린 후 껍질을 제거하여 사용하였다. 콩의 마쇄, 여과, 두유 끓이기 및 성형 공정은 일체화된 두부제조 기계(DR-200S-1, Dae Ryuk Food Machine, Daegu, Korea)를 이용하여 제조하였다. 콩의 마쇄시 가수량은 콩 무게 대비 8배로 하였으며, 두유는 2중 끓임솥의 온도가 95 °C 이상으로 승온 한 후부터 5분간 더 끓여 준비하였다. 뜨거운 두유를 20 kg씩 무게를 측정 후 저으면서 응고제를 50 g씩으로 나누어 3분 간격으로 3회에 나누어 투입하였으며, 응고제가 모두 투입되면 3분간 더 저어준 뒤 5분간 방치하여 응고를 유도하였다. 이때 응고제는 시판 염화마그네슘과 농축된 해양 암반 심층수를 사용하였다. 시판 응고제는 제조사에서 제시하는 양(두유 L 당 3 g)을 산출한 후 해양 암반 심층수와 동일한 조건으로 첨가하기 위하여 450 g의 물에 미리 용해하여 첨가하였으며, 해양 암반 심층수는 예비실험 결과에 기초하여 8 °Brix로 조절된 후 두부가 응고되는 최적량인 450 g을 사용하였다. 흑마늘 추출물은 두유 20 kg을 기준으로 각각 1, 3, 5, 7%를 응고제에 앞서 두유에 투입하였다. 응고되기 시작한 두유는 면포를 간 33×44×8 cm의 성형틀에 부어 1.0 mPa의 압력

하에서 5분간 응고하여 완성하였다.

관능평가

관능검사는 목적, 방법 및 평가 기준을 미리 교육시킨 20~40대 관능요원 20명을 대상으로 실시하였다. 두부는 동일한 크기와 색의 접시에 3×3×1 cm의 크기로 잘라 제공하였으며, 한 개의 시료 평가 후 생수로 입안을 행구고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가항목은 두부의 색, 향, 조직감, 맛 및 전반적인 기호도에 대하여 해당 항목이 약하거나 기호도가 낮을 때는 1점을 높거나 해당 항목이 강하거나 기호도가 높을 때는 5점을 부여하도록 하는 5점 척도법으로 평가하도록 하였다.

두부의 수율, 탁도, pH

두부의 제조 수율은 일정량의 두유로부터 얻어진 두부의 무게를 측정하여 산출하였다. 순물의 탁도는 두부 응고 과정에서 얻어지는 상층액인 순물을 여과지(No. 2, Advantec, Tokyo, Japan)로 여과한 여액의 흡광도를 spectrophotometer (Libra S35, Biochrome Ltd., England)로 600 nm에서 측정하였다. pH는 곱게 마쇄한 두부 10 g을 취하여 증류수를 가해 100 mL로 정용한 후 균질화 시킨 액을 원심분리하여 얻은 상층액을 취해 pH meter (Orion 3-star, Thermo, USA)로 3회 반복 측정하였다.

색도 측정

두부를 4×4×1.4 cm의 크기로 절단하여 색차계(Ultrascan VIS, Hunter Lab, USA)를 이용하여 두부 표면색을 측정하였으며, 이때 표준 백판의 L, a 및 b 값은 각각 99.43, -0.1 및 0.06이었다. 각 시료는 5회 이상 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

물성 측정

3×3×2 cm의 크기로 절단한 두부의 물성은 texture analyzer(TAXT express, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 각 시료 군별로 10개 이상 시료의 중심부 전단가를 측정하였다. 이때 texture analyzer의 조건은 Φ 4 mm core를 사용하였고, pre-test speed는 5.0 mm/s, test speed는 5.0 mm/s, post-test speed는 3.0 mm/s, test distance는 10.0 mm, time은 5.00 s, trigger force는 10.0 g이었고, test cycle은 1.0이었다.

통계분석

각 실험은 5회 이상 반복하여 얻은 결과를 SPSS 12.0 package(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)로 통계처리 하였으며, 각 시료에 대한 평균±표준편차로 나타내었다. 각 시료에 대한 유의성 검정은 분산분석을 한 후 $p < 0.05$. 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

두부의 관능평가

흑마늘 추출물의 첨가량을 달리하여 제조한 두부의 관능평가 결과는 Table 1과 같다. 색에 대한 기호도는 시판 응고제를 사용하고 흑마늘 추출물이 첨가되지 않은 두부와 해양 암반 심층수를 응고제로 사용하고 흑마늘 추출물이 첨가되지 않은 두부에서 높았는데 이는 일반적인 두부의 색에 대한 고정관념을 가지고 있기 때문으로 생각된다. 씹었을 때의 질감은 해양 암반 심층수를 응고제로 사용하고 흑마늘 추출물이 첨가되지 않은 두부에서 가장 약했고 시판 응고제를 사용하고 흑마늘 추출물이 5% 첨가된 두부에서 가장 강했으며 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 두부의 질감이 단단해지는 경향을 나타내어 기계적 특성과 같았다. 또한 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 두부가 시판 응고제를 사용한 두부에 비해 씹었을 때의 질감이 약한 것으로 판단되었다. 그리고 두부의 흑마늘 향과 맛은 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 강하였고 시판 응고제를 사용한 두부에 비해 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 두부에서 더 강했다. 시판 응고제에 비해 쓴맛이 적은 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 두부가 전체적인 선호도가 높았는데, 해양 암반 심층수를 응고제로 사용하고 흑마늘 추출물이 첨가되지 않은 두부, 해양 암반 심층수를 응고제로 사용하고 흑마늘 추출물이 1% 첨가된 두부, 시판 응고제를 사용하고 흑마늘 추출물이 1% 첨가된 두부의 순서로 전반적인 기호도가 높았다. 관능평가 결과를 기준으로 할 때 시판 응고제 보다는 해양 암반 심층수를 응고제로 사용하고, 흑마늘 추출물을 1% 이내로 첨가함으로써 두부의 기호도를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

수율 및 순물의 탁도 및 pH

두부의 제조 수율, 순물의 탁도 및 pH를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 사용된 두유량 대비 두부의 수율을 측정한 결과 24.02~26.66%의 범위로 흑마늘 추출물의 첨가는 수율에 큰 영향을 미치지 않았다. Kim 등(13)은 응고제의 양이 부족하거나 과잉이 될 경우 응고되지 못하여 유출되거나 과잉의 응고제가 두부 형성을 오히려 저해함으로써 수율에 영향을 주게 된다고 보고하였다. 천연물 첨가 두부 제조 시 두부의 수율은 천연물의 종류에 따라 영향을 받으며(9) 곤드레 분말(10), 알팔파 추출물(14), 함초(15)를 첨가하여 제조한 두부에서는 천연물의 첨가량이 증가함에 따라 수율이 감소하는 결과를 나타낸 반면 비파잎 분말(8), 굴피 분말(16), 구기자(17)를 첨가하여 제조한 두부에서는 천연물의 첨가량이 증가함에 따라 수율이 증가하는 결과를 나타내었다.

순물의 탁도는 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 높았는데 이는 흑마늘 추출물의 색소 등이 두부 단백질에 흡착되지 못하고 두부 순물로 빠진 결과로 보인다(10). 또한 시판 응고제를 사용한 두부가 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 두부에 비해 탁도가 높았는데 이는 속효성 응고제의 사용으로 단백질 분자와 결합할 수 있는 충분한 시간이 없어(17) 흑마늘 추출물이 여액으로 빠져 나왔기 때문으로 생각된다. 이러한 경향은 비파잎 분말(8), 첨가농도를 달리한 천연물(9), 알팔파 추출물(14)을 첨가하여 제조한 두부에서도 시료 첨가량에 따른 탁도가 증가하여 본 실험과 유사하였다.

두부의 부패를 간접적으로 모니터링 할 수 있는 방법(18)으로 알려진 pH를 측정한 결과, 응고제에 상관없이 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 두부의 pH는 유의적으로 감소하는 경향을 보였는데 이는 흑마늘 추출물의 pH가 3.95 ± 0.02 로(19) 낮기 때문에 흑마늘 추출물의 첨가량이

Table 1. Sensory characteristics of tofu prepared with different black garlic extract

Sample code ¹⁾	Color	Texture	Smell	Taste	Overall acceptability
MC	5.78±1.48 ^{bc2)}	4.56±1.01 ^{abc}	1.11±0.33 ^a	1.11±0.33 ^a	3.67±1.00 ^{ab}
BEM-A	5.00±1.41 ^{bc}	4.67±0.87 ^{bc}	1.67±0.87 ^{ab}	1.89±1.17 ^a	4.44±1.13 ^{abc}
BEM-B	2.78±1.20 ^a	5.78±1.30 ^{cd}	2.67±0.71 ^{ab}	4.00±1.58 ^{bc}	3.00±1.73 ^a
BEM-C	2.78±0.83 ^a	6.00±1.00 ^a	2.89±0.78 ^{ab}	4.33±1.50 ^{ab}	2.67±1.50 ^c
BEM-D	2.11±1.05 ^b	5.89±1.05 ^{ab}	3.00±0.71 ^{ab}	4.44±1.88 ^a	2.56±1.51 ^{bc}
SC	6.11±0.93 ^a	3.33±1.32 ^{ab}	1.67±1.12 ^{cd}	2.56±2.24 ^c	5.67±1.66 ^{abc}
BES-A	4.78±1.09 ^a	3.67±1.32 ^d	2.33±1.80 ^b	2.33±1.73 ^c	5.11±1.45 ^a
BES-B	3.22±1.39 ^a	3.89±1.36 ^{cd}	4.56±2.70 ^{bc}	5.11±1.69 ^C	4.22±1.99 ^a
BES-C	3.00±1.12 ^a	4.11±1.17 ^{ab}	4.89±2.42 ^d	5.33±1.66 ^c	3.78±1.86 ^{ab}
BES-D	2.33±1.22 ^a	4.00±1.32 ^{ab}	5.00±2.55 ^d	5.44±1.51 ^c	4.00±2.00 ^{abc}

¹⁾MC: Tofu using MgCl₂ coagulant, BEM-A: Tofu using MgCl₂ coagulant and 1% black garlic extract, BEM-B: Tofu using MgCl₂ coagulant and 3% black garlic extract, BEM-C: Tofu using MgCl₂ coagulant and 5% black garlic extract, BEM-D: Tofu using MgCl₂ coagulant and 7% black garlic extract, SC: Tofu using deep ground sea-like water, BES-A: Tofu using deep ground sea-like water and 1% black garlic extract, BES-B: Tofu using deep ground sea-like water and 3% black garlic extract, BES-C: Tofu using deep ground sea-like water and 5% black garlic extract, BES-D: Tofu using deep ground sea-like water and 7% black garlic extract

^{2)a-d}All values are mean±SD (n≥3), Means in same the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

Table 2. Yield, turbidity and pH of tofu prepared with different black garlic extract

Sample code ¹⁾	Yield (%)	Turbidity (%T)	pH
MC	26.56	15.75±1.06 ^{d2)}	6.15±0.01 ^h
BEM-A	26.45	17.13±0.64 ^e	6.10±0.01 ^g
BEM-B	24.02	27.23±0.99 ^f	6.05±0.02 ^f
BEM-C	26.64	67.63±1.11 ⁱ	5.67±0.01 ^b
BEM-D	26.66	62.13±0.68 ^h	5.61±0.01 ^a
SC	26.58	0.71±0.09 ^a	6.02±0.02 ^c
BES-A	25.71	6.23±0.12 ^b	6.03±0.00 ^c
BES-B	24.74	8.28±0.49 ^c	6.01±0.02 ^c
BES-C	26.64	60.17±1.44 ^g	5.77±0.01 ^d
BES-D	25.33	68.60±0.17 ^j	5.72±0.01 ^c

¹⁾MC: Tofu using MgCl₂ coagulant, BEM-A: Tofu using MgCl₂ coagulant and 1% black garlic extract, BEM-B: Tofu using MgCl₂ coagulant and 3% black garlic extract, BEM-C: Tofu using MgCl₂ coagulant and 5% black garlic extract, BEM-D: Tofu using MgCl₂ coagulant and 7% black garlic extract, SC: Tofu using deep ground sea-like water, BES-A: Tofu using deep ground sea-like water and 1% black garlic extract, BES-B: Tofu using deep ground sea-like water and 3% black garlic extract, BES-C: Tofu using deep ground sea-like water and 5% black garlic extract, BES-D: Tofu using deep ground sea-like water and 7% black garlic extract

^{2a-j)}All values are mean±SD (n≥3), Means in same the column with different superscripts are significantly different by Duncans's multiple range test at p<0.05.

Table 3. Hunter's color value of tofu prepared with different black garlic extract

Sample code ¹⁾	L	a	b
MC	90.70±0.78 ^{e2)}	-0.65±0.24 ^a	15.21±0.59 ^b
BEM-A	88.33±1.11 ^c	0.16±0.25 ^c	15.26±0.33 ^b
BEM-B	86.01±0.46 ^b	1.07±0.28 ^d	14.16±0.73 ^a
BEM-C	78.29±0.42 ^a	2.57±0.19 ^f	17.73±0.30 ^d
BEM-D	78.44±0.76 ^a	2.55±0.16 ^f	18.03±0.31 ^d
SC	91.09±0.51 ^c	-0.50±0.20 ^a	14.36±0.30 ^a
BES-A	89.40±0.68 ^d	-0.10±0.19 ^b	14.23±0.55 ^a
BES-B	86.18±0.63 ^b	0.86±0.24 ^d	14.32±0.48 ^a
BEM-C	78.15±1.27 ^a	2.25±0.40 ^e	17.17±0.40 ^e
BEM-D	77.97±0.56 ^a	2.65±0.17 ^f	17.74±0.50 ^d

¹⁾MC: Tofu using MgCl₂ coagulant, BEM-A: Tofu using MgCl₂ coagulant and 1% black garlic extract, BEM-B: Tofu using MgCl₂ coagulant and 3% black garlic extract, BEM-C: Tofu using MgCl₂ coagulant and 5% black garlic extract, BEM-D: Tofu using MgCl₂ coagulant and 7% black garlic extract, SC: Tofu using deep ground sea-like water, BES-A: Tofu using deep ground sea-like water and 1% black garlic extract, BES-B: Tofu using deep ground sea-like water and 3% black garlic extract, BES-C: Tofu using deep ground sea-like water and 5% black garlic extract, BES-D: Tofu using deep ground sea-like water and 7% black garlic extract

^{2a-f)}All values are mean±SD (n≥3), Means in same the column with different superscripts are significantly different by Duncans's multiple range test at p<0.05.

많아질수록 두부의 pH도 산성화된 것으로 사료된다. 일반적으로 pH가 낮은 식품이 방부효과가 높으므로 두부 제조 시 흑마늘 추출물의 첨가는 기존 두부보다 저장성 향상에 도움을 줄 수 있다고 판단된다(14).

두부의 색도

흑마늘 추출물의 농도를 달리하여 제조한 두부의 표면색을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L값은 해양 암반 심층수를 응고제로 사용하고 흑마늘 추출물이 첨가되지 않은 두부에서 가장 높았고 시판 응고제를 사용하고 흑마늘 추출물이 7% 첨가된 두부(78.44)에서 가장 낮았으며 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다. 이는 두부 단백질과 결합하며 두부 중에 잔류하는 흑마늘 추출물 중의 갈변색소가 두부의 명도를 저하시키기 때문으로 생각된다. Chio 등(9)은 천연물 첨가 두부의 경우 천연물 고유의 색상으로 착색된다고 보고하였으며 본 결과는 홍삼 추출물 첨가 두부(18) 및 알팔파 추출물 첨가 두부(14)에서 첨가수준이 증가할수록 L값이 감소하였다는 연구결과와 같은 경향을 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 -0.65~2.65의 범위로 L값과 상반되게 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 높아졌다. 황색도를 나타내는 b값은 흑마늘 추출물을 5% 이상 첨가한 두부에서 유의적으로 높아졌다. 이러한 색의 변화는 두부 제조 시 사용된 응고제 보다는 부재료로 첨가된 흑마늘 추출물에 의한 영향이 더 컸는데 두부 제조 시 흑마늘 추출물의 첨가는 무첨가 두부에 비해 명도는 저하시키나 적색도와 황색도를 높이는 것으로 판단된다. 식품에 있어 색은 시각적 기호도의 척도(20)이며 신선도, 성숙도, 품질 등을 판단하는 중요한 요소이다(21). 두부의 바람직한 색깔은 유백색을 띠면서 약간 노란색을 띠는 두부(22)가 가장 좋다고 하였지만 최근 들어 식품에 이용되는 carotenoids, anthocyanins와 같은 천연색소는 관능적인 면뿐만 아니라 천연 항산화제로서 그 기능적인 면에서도 우수하게 평가되고 있다(23). 흑마늘 추출물을 첨가한 두부는 일반 두부에 비해 흑갈색을 띠므로 색의 강도에 따라 두부의 기호도에 영향을 미칠 것으로 사료된다. 한편, 흑마늘에는 갈변반응에서 생성된 갈변물질, SAC, 페놀화합물 등의 항산화 활성 물질이 함유(4)되어 있어 두부의 기능성 부여에 기여할 것으로 기대된다.

두부의 물성

시판 응고제와 해양 암반 심층수를 응고제로 사용하고 흑마늘 추출물을 첨가한 두부의 물성을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 경도는 높아지는 경향을 보였으며 시판 응고제를 사용한 두부 중 흑마늘 추출물을 5% 첨가한 두부에서 119.78 g/cm³, 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 두부 중에는 흑마늘 추출물을 5% 첨가한 두부에서 126.58 g/cm³로 가장 높았다. 두부의 견고성은 두유 내 고형분의 함량, 응고제의 첨가량, 단백질의 함량과 조성에 따라 크게 영향을 받는데(24) 이는 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 두부의 수분이 감소하여 두부의 조직감을 단단하게 한 것으로 사료된다. 그리고 흑마늘 추출물을 3% 이하로 첨가한 두부에서는 해양

Table 4. Texture characteristics of tofu prepared with different black garlic extract

Sample code ¹⁾	Hardness (g/cm ²)	Springiness (%)	Chewiness (g)	Gumminess (g)	Cohensiveness (%)	Resilience
MC	72.69±8.46 ^{ab2)}	0.99±0.00 ^a	54.65±6.96 ^b	55.62±8.28 ^b	0.76±0.05 ^c	0.46±0.02 ^c
BEM-A	84.14±13.27 ^c	0.99±0.01 ^a	68.10±11.98 ^c	66.45±12.16 ^c	0.79±0.03 ^c	0.46±0.04 ^c
BEM-B	112.03±6.99 ^d	0.99±0.01 ^a	83.75±7.25 ^d	84.26±7.85 ^d	0.75±0.05 ^c	0.46±0.04 ^c
BEM-C	118.60±4.40 ^{de}	1.03±0.16 ^a	125.46±0.83 ^e	64.04±8.78 ^{bc}	0.55±0.05 ^a	0.15±0.01 ^a
BEM-D	119.78±7.80 ^{de}	1.54±0.38 ^b	129.37±15.84 ^e	64.40±3.46 ^{bc}	0.57±0.00 ^a	0.16±0.02 ^a
SC	64.58±6.42 ^a	0.99±0.01 ^a	45.02±7.55 ^a	43.64±6.75 ^a	0.67±0.05 ^b	0.39±0.06 ^b
BES-A	76.83±8.91 ^{bc}	0.99±0.01 ^a	57.33±8.35 ^b	57.69±8.48 ^{bc}	0.75±0.04 ^c	0.47±0.06 ^{cd}
BES-B	77.11±10.20 ^{bc}	0.99±0.01 ^a	58.33±9.20 ^b	58.67±9.11 ^{bc}	0.76±0.04 ^c	0.50±0.04 ^d
BEM-C	126.58±1.42 ^e	1.00±0.05 ^a	69.87±2.45 ^c	59.37±4.94 ^{bc}	0.59±0.06 ^a	0.16±0.02 ^a
BEM-D	122.94±8.02 ^e	1.03±0.06 ^a	87.20±12.20 ^d	59.83±2.94 ^{bc}	0.57±0.04 ^a	0.16±0.01 ^a

¹⁾MC: Tofu using MgCl₂ coagulant, BEM-A: Tofu using MgCl₂ coagulant and 1% black garlic extract, BEM-B: Tofu using MgCl₂ coagulant and 3% black garlic extract, BEM-C: Tofu using MgCl₂ coagulant and 5% black garlic extract, BEM-D: Tofu using MgCl₂ coagulant and 7% black garlic extract, SC: Tofu using deep ground sea-like water, BES-A: Tofu using deep ground sea-like water and 1% black garlic extract, BES-B: Tofu using deep ground sea-like water and 3% black garlic extract, BES-C: Tofu using deep ground sea-like water and 5% black garlic extract, BES-D: Tofu using deep ground sea-like water and 7% black garlic extract

^{2)a-c}All values are mean±SD (n≥3), Means in same the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

암반 심층수를 응고제로 사용한 두부에 비해 시판 응고제를 사용한 두부의 경도가 더 높았는데, 그 이유는 해양 암반 심층수에 비해 시판 응고제가 더 빠르게 응고시키므로 단백질과 결합하는 시간이 짧아져 수분 보유력이 약하다고 한 Lee 등(21)의 연구결과와 유사한 이유로 생각된다. 석류즙(13), 녹차가루(25), 파래분말(26)을 첨가하여 제조한 두부에서도 이들 부재료의 첨가 수준이 증가할수록 견고성이 높게 나타났다고 보고하였는데, 이는 본 연구결과와 동일한 경향이였다.

탄력성은 흑마늘 추출물의 첨가량과 응고제에 따른 유의적인 차이가 없었으며, 씹힘성은 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 커졌는데 흑마늘 추출물을 7% 첨가하고 시판 응고제와 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 두부에서 각각 129.37 g과 87.20 g으로 타 실험군에 비해 유의적으로 높았다. 씹힘성은 시판 응고제를 사용한 두부가 54.65~129.37 g, 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 두부가 45.02~87.20 g의 범위로 시판 응고제를 사용한 두부에서 더 높았다. 검성은 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 두부에 비해 시판 응고제로 제조한 두부가 높았으며 흑마늘 추출물 첨가량이 증가함에 따라 높아졌으나 흑마늘 추출물을 5% 이상 첨가 시에는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 두부 제조 시 흑마늘 추출물의 첨가는 흑마늘 추출물을 첨가하지 않은 두부에 비하여 경도, 씹힘성, 검성은 높았으나 탄력성은 유의적인 차이가 없었다. 따라서, 두부 제조 시 적당량의 흑마늘 추출물을 첨가함으로써 탄력성에는 영향을 미치지 않으면서 적당한 견고성을 가져 부스러짐이 적은 두부를 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

영양성과 기능성이 개선된 두부의 제조 조건을 확립하고자 시판 응고제(MgCl₂)와 해양 암반 심층수를 각각 응고제로 사용하고 흑마늘 추출물을 0, 1, 3, 5, 7%씩 첨가하여 제조한 두부의 품질특성을 비교분석하였다. 관능평가 결과 전체적인 선호도는 해양 암반 심층수를 응고제로 사용하고 흑마늘 추출물이 첨가되지 않은 두부, 해양 암반 심층수를 응고제로 사용하고 흑마늘 추출물을 1% 첨가한 두부, 시판 응고제를 사용하고 흑마늘 추출물을 1% 첨가한 두부 순으로 높았으며 두부 제조 시 흑마늘 추출물의 첨가는 색, 향과 맛에 영향을 미쳤으며 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 두부의 질감이 단단해지는 경향을 나타내었다. 두부의 제조 수율은 시판 응고제를 사용하고 흑마늘 추출물을 7% 첨가한 두부에서 26.66%로 가장 높았으나 타 실험군들과의 유의적인 차이는 없었다. 순물의 탁도는 시판 응고제를 사용한 두부에 비해 해양 암반 심층수를 응고제로 사용한 두부에서 유의적으로 낮았으며 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 높았다. 두부의 pH는 5.61~6.15의 범위로 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 색도에서 흑마늘 추출물의 첨가량이 증가할수록 두부의 명도는 낮아졌고 녹색도는 높아졌으며 황색도는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 흑마늘 추출물의 첨가량 증가는 두부의 물성 중 경도, 씹힘성, 검성을 증가시키는 반면 탄력성에는 영향을 미치지 않았다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 시판 응고제 보다는 해양 암반 심층수의 사용하고, 1% 정도의 흑마늘 추출물을 첨가함으로써 두부의 관능적 특성과 물성을 개선할 수 있을 것으로 기대 된다.

References

1. Kim AJ, Joung KH, Shin SM (2011) Quality characteristics of Chungpomook using black garlic extract. *J Korea Aca-Indu Coop Soc*, 12, 2685-2690
2. Kang MJ, Shin JH (2012) The effect of black garlic extract on lipid metabolism in restraint stressed rats. *J Life Sci*, 22, 1529-1537
3. Noh BK, Lee JK, Won YD, Park HJ, Lee SJ (2011) The antioxidative effect of black garlic extract on paraquat-induced oxidative stress in ICR mice. *Korean J Food Sci Technol*, 43, 760-765
4. Shin JH, Kang MJ, Kim RJ, Ryu JH, Kim MJ, Lee SJ, Sung NJ (2011) Biological activity of browning compounds from processed garlics separated by dialysis membrane. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 357-365
5. Seo MJ, Kang BW, Park JU, Kim MJ, Lee HH, Ryu EJ, Joo WH, Kim KH, Jeong YK (2013) Effect of black garlic extract on cytokine generation of mouse spleen cells. *J Life Sci*, 23, 63-68
6. Jeon MK, Kim MR (2006) Quality characteristics of tofu prepared with herbs. *Korean J Food Cookery Sci*, 22, 30-36
7. Jeon MK, Kim MR (2006) Studies on storage characteristics of tofu with herb. *Korean J Food Cookery Sci*, 22, 307-313
8. Park ID (2012) Quality characteristics of tofu added with loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. *Korean J Food Culture*, 27, 521-527
9. Choi YO, Chung HS, Youn KS (2000) Effects of various concentrations of natural materials on the manufacturing of soybean curd. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 7, 256-261
10. Chang SY, Song JH, Kwak YS, Han MJ (2012) Quality characteristics of Gondre tofu by the level of *Cirsium setidens* powder and storage. *Korean J Food Culture*, 27, 737-742
11. Jung DH, Kim HJ, Park HI (2004) A study on the behavior of flexible riser for upwelling deep ocean water by a numerical method. *J Ocean Eng Technol*, 18, 15-22
12. Lee SW, Kim HJ, Moon DS, Kim AR, Jung IH (2007) Characteristics of tobu coagulants extracted from sea tangle using treated deep ocean water. *J Korean Fish Soc*, 40, 113-116
13. Kim JY, Park GS (2006) Quality characteristics and shelf-life of tobu coagulated by fruit juice of pomegranate. *Korean J Food Culture*, 21, 644-652
14. Kim SE, Lee SW, Yeum DM, Lee MJ (2012) Quality characteristics of tofu with added alfalfa (*Medicago sativa* L.) extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 123-128
15. Kim MH, Shin MK, Hong GJ, Kim KS, Lee KA (2010) Quality assessment of soybean curd supplemented with saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Cookery Sci*, 26, 406-412
16. Park BH, Kim M, Jeon ER (2013) Quality characteristics of tofu added *Ligularia fischeri* powder. *Korean J Food Culture*, 28, 495-501
17. Park BH, Koh KM, Jeon ER (2010) Quality characteristics of tofu prepared with *Lycii fructus* powder during storage. *Korean J Food Cookery Sci*, 26, 586-595
18. Choi GH, Kim KC, Lee KH (2010) Quality and antioxidant characteristics of soft tofu supplemented with red ginseng extract during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 414-420
19. Yang SM, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ (2011) Quality characteristics of pork ham containing different amounts of black garlic extracts. *Korean J Food Preserv*, 18, 349-357
20. Kim MK, Lee S, Hwang IK (2011) Physicochemical properties of soybean leaf by cultivar and development of soybean curd prepared with soybean leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 27, 557-565
21. Lee SW, Kim HJ, Moon DS (2007) Characteristics of soybean curds manufactured by various bitters. *J Korean Fish Soc*, 40, 113-116
22. Lu JY, Canter E, Chang RA (1980) Use of calcium salts for soybean curd preparation. *J Food Sci*, 45, 32-34
23. Kong SH, Lee JS (2010) Quality characteristics and changes in GABA content and antioxidant activity of noodle prepared with germinated brown rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 274-280
24. Park CK, Hwang IK (1994) Effects of coagulant concentration and phytic acid addition on the contents of Ca and P and rheological property of soybean curd. *Korean J Food Sci Technol*, 26, 355-358
25. Jung JY, Cho EJ (2002) The effect of green tea powder levels on storage characteristics of tofu. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 18, 129-135
26. Chung DO (2010) Characteristics of tofu (soybean curd) quality mixed with *Enteromorpha intestinalis* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 745-749