

마늘의 첨가가 두부의 품질과 저장성에 미치는 영향

박연주 · 남영란¹ · 전병록¹ · 오남순² · 인만진*

청운대학교 식품영양학과, ¹태안군 농업기술센터, ²공주대학교 식품공학과 및 식품과학연구소

(2003년 7월 9일 접수, 2003년 8월 11일 수리)

마늘이 함유되어 있는 기능성 두부를 제조함에 있어 마늘의 첨가량이 두부의 품질과 저장성에 미치는 영향을 조사하였다. 건조 대두를 기준으로 마늘을 5~20% 첨가하여 제조한 두부의 수율, 물성, 및 저장성을 마늘을 첨가하지 않고 제조한 일반두부와 비교하였다. 두부의 수율은 마늘의 첨가량에 비례하여 다소 감소하였으나 그 영향은 미미하였다. 마늘의 첨가량이 5~10%인 경우 두부의 물성 중 견고성이 통계적으로 유의하게 증가하였으며, 마늘을 20%사용한 두부는 견고성, 부착성, 응집성, 탄성, 씹힘성이 통계적으로 유의하게 감소하였다. 제조한 두부를 15°C로 보관하면서 pH와 총균수의 변화를 측정된 결과 마늘의 첨가량에 비례하여 두부와 두부 침지액에서 pH 하락과 미생물 생육이 효율적으로 지연되었다. 두부 제조시 마늘의 첨가량은 5~10%가 적당하였다.

Key words: 마늘첨가 두부, 수율, 물성, 저장성.

서 론

두부는 우리 나라 전통식품중의 하나로 곡류 위주의 식생활에서 부족되기 쉬운 lysine과 같은 필수 아미노산이 풍부하고 소화율이 높아 양질의 단백질 공급원으로 널리 애용되는 식품중의 하나이다. 그러나 두부는 80% 이상의 높은 수분함량으로 인하여 보존성이 열악하므로 저장과 유통면에서 어려움이 많은 식품이다. 두부의 저장성 향상을 위하여 물리적으로 두부를 microwave나 고압으로 처리하는 방법,^{1,2)} Ca²⁺ 이온 이외에 다양한 화합물을 응고제로 사용하는 방법,^{3,5)} 두부 침지액에 보존성을 향상시킬 수 있는 유기산이나 키토산 등을 첨가하는 방법^{5,7)} 등이 보고되어 있다. 시판되는 포장 두부는 포장 후 65~80°C에서 열처리하고 냉각시킨 후 냉장 유통되고 있으며, 포장하지 않은 판두부는 저장기간이 실온에서 1~2일로 극히 짧아 유통상에 큰 불편함을 초래하고 있다.

최근에는 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있는 천연 소재를 두부에 첨가하여 두부의 건강 기능성 보완과 저장성 향상을 동시에 추구하려는 연구⁸⁻¹⁰⁾가 활발하게 진행되고 있다. 전세계에서 섭취량이 가장 많은 마늘은 우리나라의 대표적인 향신료의 하나로 단순한 양념뿐만 아니라 다양한 생리적인 기능성 성분이 함유되어 국민의 건강을 지키는데 중요한 역할을 하고 있는 식품재료이다. 마늘의 중요한 생리활성으로는 항암, 항바이러스, 항산화, 면역증강, 혈액응고 억제, 스테미나 증강, 체질개선, 성인병 예방, 간기능 회복, 피부미용, 혈당치 감소 작용, 고지혈증 및 동맥경화증 개선 등이 알려져 있다.¹¹⁻¹³⁾ 특히 *Vibrio*, *Staphylococcus*, *E. coli*, *Salomonella*, *Shigella*, *Listeria* 등 병원성 미생물의 생육을 효과적으로 억제하는 마늘의 항균작용은^{14,15)} 두부의 위생적 측면과 보존성에 있어서 매우 중요하다.

따라서 본 연구에서도 두부에 새로운 건강 기능성을 부여하여 건강두부를 제조함과 동시에 마늘의 항균작용을 이용하여 두부의 저장성을 향상시키기 위하여 마늘을 함유한 두부를 제조하였다. 또한 제조된 두부의 품질특성을 조사하였으며 15°C에서 보관하면서 마늘을 첨가하지 않은 두부와 저장성을 비교하였다.

재료 및 방법

재료. 두부 제조에 사용된 대두는 국내산 대두를 시장에서 구입하였고, 마늘은 충남 태안산으로 태안군 농업기술센터로부터 제공받아 사용하였다. 응고제로는 CaCl₂·2H₂O를 두유액에 대하여 0.3%로 첨가하였다.

두부의 제조 및 저장. 기존의 방법¹⁰⁾을 약간 변형하여 다음과 같은 방법으로 두부를 제조하였다. 건조 대두 100g을 실온에서 15시간 수침하여 세척한 다음 건조 대두량 기준으로 0~20%(w/w)의 생마늘과 혼합하고 1l의 증류수를 가한 후 blender로 3분간 마쇄하였다. 두미액을 90°C에서 15분간 열처리한 후 cheesecloth로 불용성 물질을 제거하였다. 즉시 응고제를 첨가하고 30분간 방치한 후 성형틀(10×10×4 cm)로 응고물을 옮기고 30분간 압착 성형하여 두부를 제조하였다. 침지액으로 준비한 멸균 증류수 150 ml와 두부를 폴리에틸렌 용기에 넣고 85°C에서 15분간 열처리한 후 급냉하여 15°C에서 9일간 저장하였다.

수율 및 Texture 측정. 두부의 수율은 압착 성형 후 무게를 측정하여 사용한 대두 무게를 기준으로 계산하였다. 성형된 두부의 texture는 두부를 일정한 크기(6.0×4.0×1.5 cm)로 절단한 다음 Rheometer(COMPAQ-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 4회 측정하여 평균값으로 나타내었다. 측정조건은 test type; mastication, table speed; 60 mm/min, adaptor

*연락처

Phone: 82-41-630-3278; Fax: 82-41-632-3278
E-mail: manjin@chungwoon.ac.kr

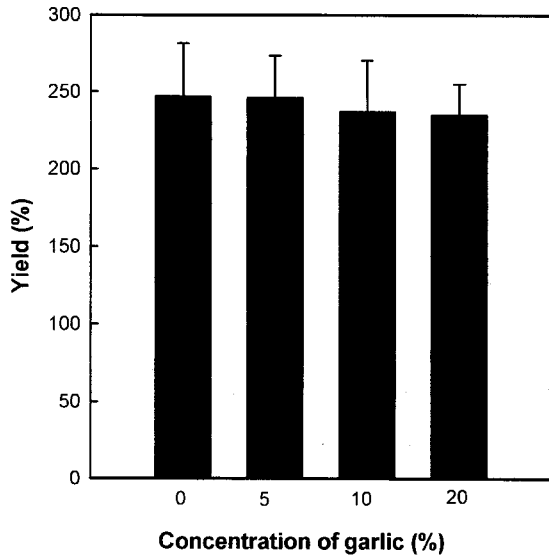


Fig. 1. Effect of concentration of garlic on the yield of soybean curd.

type; 30 mm circle(No. 11)이었다. 결과는 SPSS(SPSS Inc., Chicago, IL)를 이용하여 Tukey 검정법으로 통계 처리하였다.

두부의 미생물 수 및 pH 측정. 저장 중 두부에 존재하는 미생물 총균수는 pour plating 방법으로 다음과 같이 측정하였다. 두부 1g과 멸균 식염수 9m를 혼합하고 분쇄하여 10진법으로 적절하게 희석하였다. 각각의 희석액 1m를 plate에 접종하고 plate count agar(Difco Laboratories, Detroit, MI) 배지를 부어 혼합하고 30°C에서 48시간 배양하여 형성된 colony를 계측하고 시료 g당 colony forming units(CFU/g)로 나타내었다. 두부의 pH는 두부 1g을 멸균 식염수 9m에 혼합 분쇄한 후 두부 현탁액의 pH를 pH-meter(Orion 420A, Orion Research Inc., USA)를 이용하여 직접 측정하였다. 두부 침지액의 pH는 pH-meter로 직접 측정하였다.

결과 및 고찰

마늘 첨가에 따른 두부의 수율. 마늘을 0~20%(w/w) 첨가한 두부를 성형한 후 무게를 측정하여 수율을 계산하여 비교하였다(Fig. 1). 그 결과 마늘을 5~20% 첨가하여 제조한 경우 대두 100g으로 얻을 수 있는 두부의 양은 230~250g이었으며, 마늘을 첨가하지 않은 경우는 247g의 두부를 얻었다. 통계적

으로는 유의하지 않았으며 반복 실험의 결과 마늘의 첨가로 두부의 수율이 약간 감소하는 일관성 있는 결과를 얻었다. 일반적으로 대두 100kg으로부터 얻어지는 두부의 양은 약 220~240kg으로¹⁶⁾ 본 연구에서 마늘을 사용하지 않은 경우의 결과도 이와 유사하였다. Mg, K, Na, Mn 등의 양이온을 다량 함유하고 있어 일칼리도가 매우 높은 클로렐라를 소량 사용하여 두부를 제조한 경우 클로렐라의 사용량이 증가할수록 두부 생성량이 다소 증가되나¹⁰⁾ 본 연구에서는 마늘의 첨가량이 증가할수록 콩의 사용량이 감소하므로 두부 수율이 약간 낮아지는 것으로 사료된다.

마늘 두부의 Texture. 마늘을 첨가하여 제조한 두부의 texture를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 마늘을 5~10% 첨가한 경우 두부의 부착성, 응집성, 탄성, 검성, 씹힘성은 마늘의 첨가량과 관련이 적었으나, 견고성은 통계적으로 유의하게 약 20~30% 증가하였다. 본 연구에서 마늘을 5~10% 첨가한 두부의 물성에 대한 결과는 본 연구와 유사하게 인삼을 첨가한 건강 기능성 두부에서 인삼의 첨가량은 두부의 조직특성에 유의한 차이를 보이지 않았다는 보고⁹⁾와 유사하였다. 그러나 마늘을 20% 첨가하여 제조한 두부는 검성을 제외한 모든 기계적인 물성이 95% 신뢰구간에서 유의하게 감소하여 두부의 조직특성이 악화됨을 나타내었다. 두부의 응고과정에서 콩 단백질의 -SH group간의 결합이 두부의 조직형성에 중요한 역할을 하며 -SH group이 산화되면 gel 형성이 약해지는 것으로 알려져 있으므로¹⁷⁾ 5~10%의 마늘을 첨가한 경우 마늘의 항산화 활성에¹²⁾ 의하여 단백질 -SH group의 산화가 억제되어 견고성이 향상되는 것으로 판단된다. 그러나 20%의 마늘을 첨가한 경우 마늘을 첨가하지 않은 경우에 비하여 콩의 사용량이 감소하여 두부 응고에 관여하는 단백질량이 적기 때문에 두부의 물성이 악화되는 것으로 사료된다. 이상의 결과는 두부 제조시 마늘의 적절한 첨가량이 존재함을 시사하는 것이며, 두부가 단단해지는 특성은 두부의 유통과정과 용도개발 측면에서 장점이 될 수 있을 것이다.

두부의 저장성. 멸균한 증류수에 두부를 침지하여 85°C에서 15분간 열처리하고 냉각시켜 15°C에서 보관하면서 두부 침지액과 두부 현탁액의 pH를 경시적으로 조사하였다. 두부의 부패를 간접적으로 모니터링할 수 있는 방법으로 보고¹⁸⁾된 두부 침지액의 pH를 측정된 결과(Fig. 2), 일반두부의 pH는 저장 4일만에 5.15까지 감소하였으나 마늘을 5% 첨가하여 제조한 두부의 pH는 저장 9일만에 5.14로 낮아졌다. 저장 중 두부 침지액의 pH 감소가 지연되는 현상은 마늘의 첨가량에 비례하여

Table 1. Effect of garlic concentration on textural properties of soybean curd

Garlic concentration (%)	Textural properties ¹⁾					
	Hardness (10 ⁵ dyne/cm ²)	Adhesiveness (g)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Chewiness (g)
0	1.85±0.0599 ^{a,2)}	-3.0±0.00 ^a	96.60±14.79 ^a	96.63±7.49 ^a	261.31±35.72	255.73±52.59 ^a
5.0	2.36±0.133 ^b	-5.0±0.00 ^a	80.93±10.31 ^{a,b}	88.72±6.51 ^{a,b}	283.30±36.87	253.75±52.84 ^a
10.0	2.29±0.0767 ^b	-5.0±0.82 ^a	99.04±10.20 ^a	91.59±4.82 ^a	279.52±25.62	257.23±35.93 ^a
20.0	1.63±0.0736 ^c	-21.33±2.36 ^b	62.56±7.70 ^b	79.14±3.92 ^b	185.15±86.17	110.96±14.73 ^b

¹⁾ Values are mean±SD (n=4).

²⁾ Values with different superscripts within the same row are significantly different from the others at 5% level by the Tukey test.

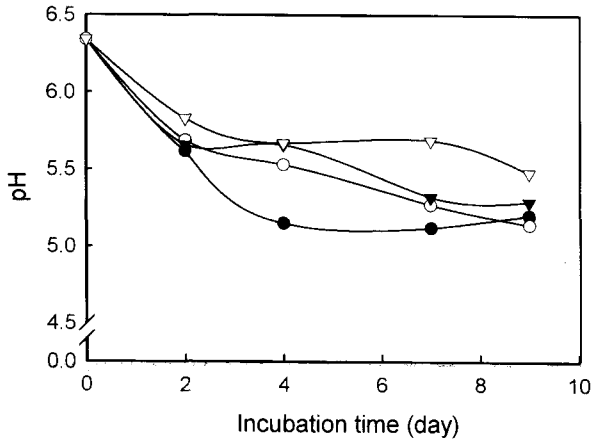


Fig. 2. Change of pH in immersion solutions of soybean curd during storage at 15°C. ●: ordinary soybean curd; ○: soybean curd containing 5% garlic; ▼: soybean curd containing 10% garlic; ▽: soybean curd containing 20% garlic.

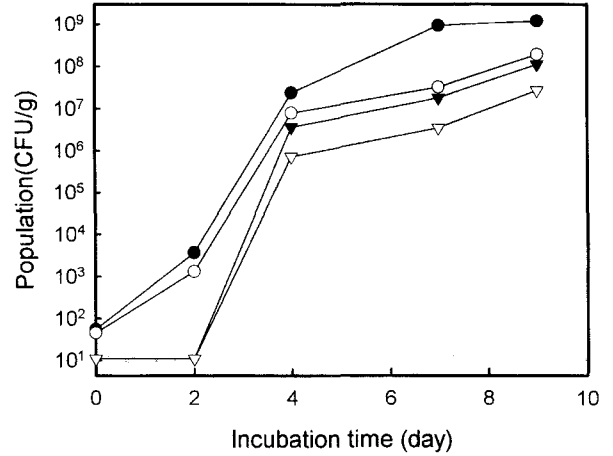


Fig. 4. Change of total microbial counts in soybean curd during storage at 15°C. ●: ordinary soybean curd; ○: soybean curd containing 5% garlic; ▼: soybean curd containing 10% garlic; ▽: soybean curd containing 20% garlic.

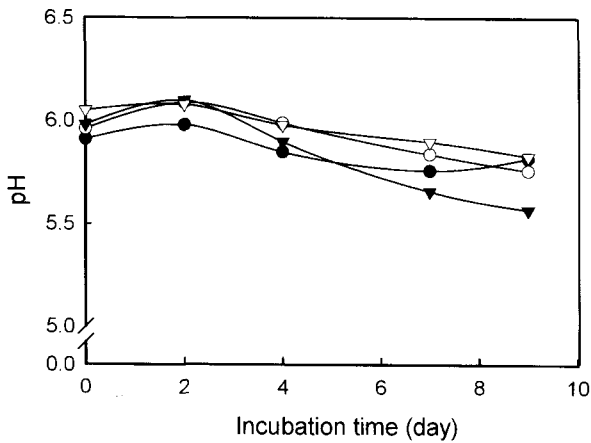


Fig. 3. Change of pH in soybean curd suspension during storage at 15°C. ●: ordinary soybean curd; ○: soybean curd containing 5% garlic; ▼: soybean curd containing 10% garlic; ▽: soybean curd containing 20% garlic.

나타났으며 이는 마늘에 의하여 두부 침지액 중 미생물의 증식이 억제되고 있음을 간접적으로 나타내고 있는 것이다. 두부 현탁액의 경우(Fig. 3) 일반 두부의 pH는 저장기간 7일까지 서서히 감소한 후 증가하여 부패를 나타내었으나, 마늘두부는 저장 9일까지 pH가 지속적으로 낮아지는 경향이였다. 저장기간 4일째 마늘 두부 현탁액의 pH는 5.90~5.99이었으나 일반두부의 pH는 5.85로 감소하여 두부 침지액의 pH를 측정된 결과와 일치하는 경향이였다. 두부의 총균수는 저장기간에 따라 지속적으로 증가하였으며 마늘 두부에서 일반두부보다 적게 나타났다(Fig. 4). 마늘을 10% 이상 사용한 경우 저장 초기에 미생물의 증식이 매우 효과적으로 지연되었으며, 4일이 경과한 후 일반두부의 총균수는 2.34×10^7 CFU/g이었으나 마늘을 5% 첨가한 두부는 7.80×10^6 CFU/g, 10% 첨가한 두부는 3.64×10^6 CFU/g, 20%의 경우는 7.22×10^5 CFU/g이었다. 마늘에 의하여 두부 중 총균수가 적게 측정되는 이러한 경향은 저장 9일 까지 유지되었으며 그 정도는 마늘 사용량에 비례하였다. 또한

이것은 두부 침지액과 두부 현탁액의 pH를 측정된 결과와 잘 일치하는 것으로 두부 제조시 첨가한 마늘에 의하여 두부의 저장기간 중 미생물의 생육이 억제됨을 의미한다. 이러한 결과는 마늘의 항균효과에 기인하는 것으로 마늘을 사용하면 두부의 저장기간을 연장시킬 수 있음을 보여주는 결과이다.

마늘을 첨가한 건강두부를 제조함에 있어 두부의 수율, 물성과 저장성을 종합적으로 고려하면 마늘은 건조 대두 기준으로 5~10% 사용하는 것이 적당할 것으로 사료된다. 또한, 마늘을 5~10% 사용하여 제조한 두부를 식품공전의 규격에 준하여 분석한 결과 일반두부와 큰 차이가 없었다.

감사의 글

본 연구는 청운대학교 학술연구조성비(2003년) 및 태안군 농업기술센터의 지원을 받아 수행한 결과의 일부로 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Wu, M. T. and Salukhe, D. K. (1977) Extending shelf-life of fresh soybean curds by in-package microwave treatments. *J. Food Sci.* **42**, 1448-1450.
2. Prestamo, G., Lesmes, M., Otero, L. and Arroyo, G. (2000) Soybean vegetable protein (tofu) preserved with high pressure. *J. Agric. Food Chem.* **48**, 2943-2947.
3. Chun, K. -H., Kim, B. -Y., and Hahm, Y. -T. (1999) Extension of tofu shelf-life with water soluble degraded chitosan as a coagulant. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 161-166.
4. Lee, K. S., No, H. K. and Meyers, S. P. (2001) Effect of chitosan as a coagulant on shelf-life of tofu prepared in commercial-scale. *Food Sci. Biotechnol.* **10**, 529-533.
5. Jung, G. -T., Ju, I. -O., Choi, J. -S. and Hong, J. -S. (2000) Preparation and shelf-life of soybean curd coagulated by fruit juice of *Schizandra chinensis* RUPRECHT (omija) and *Prunus*

- mume* (maesil). *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 1087-1092.
6. Chun, K. H., Kim, B. Y., Son, T. I. and Hahm, Y. T. (1997) The extension of tofu shelf-life with water-soluble degraded chitosan as immersion solution. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 476-481.
 7. Lee, K. S., Kim, D. H., Baek, S. H. and Chon, S. H. (1990) Effects of coagulants and soaking solutions of tofu (soybean curd) on extending its shelf life. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**, 116-122.
 8. Hwang, T. -I, Kim, S. -K., Park, Y. -S. and Byoun, K. -E. (2001) Studies on the storage of functional red soybean curd. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 1115-1119.
 9. Kim, K. -T, Im, J. -S. and Kim S. -S. (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.
 10. Kim, S. -S., Park, M. -K., Oh, N. -S., Kim, D. -C., Han, M. -S. and In, M. -J. (2003) Studies on quality characteristics and shelf-life of chlorella soybean curd (Tofu). *J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **46**, 12-15.
 11. Kim, W. J. and Choi, H. S. (2001) In *Natural Spices Hyoil*, Seoul, Korea. pp. 29-51.
 12. Kim, H. -K., Kwak, H. -J. and Kim, K. -H. (2002) Physiological activity and antioxidative effect of garlic (*Allium sativum* L.) extract. *Food Sci. Biotechnol.* **11**, 500-506.
 13. Katsuzi, N., Park, M. -H., Ha, S. -D. and Kim, G. -H. (2000) Effects of garlic extract for protecting the infection of influenza virus. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **29**, 128-133.
 14. Chung, K. S., Kang, S. -Y. and Kim, J. Y. (2003) The antibacterial activity of garlic juice against pathogenic bacteria and lactic acid bacteria. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **31**, 32-35.
 15. Sheo, H. -J. (1999) The antibacterial action of garlic, onion, ginger and red pepper juice. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 94-99.
 16. Yang, H. C. (1991) In *Food Industry Semoonsa*, Seoul, Korea. pp. 228-230.
 17. Hui, L. K., Easa, A. M. and Ismail, N. (2000) Effects of thermal treatments on texture of soy protein isolate tofu. *J. Food Process. Preserv.* **24**, 275-286.
 18. Ray Dotson, C., Frank, H. A. and Cavaletto, G. (1977) Indirect methods as criteria of spoilage in tofu (soybean curd). *J. Food Sci.* **42**, 273-274.

Effects of Garlic Addition on Quality and Storage Characteristics of Soybean Curd (Tofu)

Yeon-Joo Park, Young-Lan Nam¹, Byung-Rog Jeon¹, Nam-Soon Oh² and Man-Jin In* (*Department of Human Nutrition and Food Science, Chungwoon University, Hongsung 350-701, Korea; ¹Tae-an-gun Agricultural Development and Technology Center, Tae-an 357-903, Korea; ²Department of Food Science and Technology, and Food Science Research Center, Kongju National University, Yesan 340-800, Korea*)

Abstract: The effect of garlic addition on quality and shelf-life of soybean curd was investigated. The yield of garlic soybean curd slightly decreased in proportion to amount of garlic added. In the case of texture, hardness of the garlic soybean curd increased when 5~10% garlic was added, whereas hardness, adhesiveness, cohesiveness, springiness and chewiness significantly decreased in the case of 20% garlic added. Microbial counts of soybean curd stored in sterilized distilled water as tofu-immersion solution increased, whereas pH decreased during storage at 15°C. During all storage periods, microbial counts of the soybean curds containing garlic were always lower than that of the ordinary soybean curd. These results imply that garlic is a useful additive in suppressing the proliferation of aerobic microorganism and has a potential use in extending the shelf-life of soybean curd. According to yield, textural properties and shelf-life data, the suitable concentration of garlic was around 5~10%.

Key words: soybean curd containing garlic, yield, texture, shelf-life

*Corresponding author