

마린엑스의 항균성 및 두부에서의 침지 효과

서권일 · 김용택* · 김홍출**

순천대학교 식품영양학과, *부산대학교 식품영양학과, **진주산업대학교 미생물공학과

Antimicrobial Activities of Marinex and Preservative Characteristics of Soybean Curds Soaked in Diluted Marinex

Kwon-Il Seo, Yong-Taek Kim* and Hong-Chul Kim**

Department of Food Science and Nutrition, Suncheon National University

*Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University

**Department of Microbiological Engineering, Chinju National University

Abstract

Antimicrobial activities of marinex and preservative characteristics of soybean curds soaked in diluted marinex were investigated. One hundred ml of marinex showed antimicrobial activities against *Streptococcus mutans*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* and *Escherichia coli* O-157 on a paper disc test. The growth of the microorganisms were inhibited with 200 μ l/ml of culture media. pH of soybean curd treated with marinex decreased to 1 day and then slowly increased as storage time increase, which was higher than control after 1 day of storage and lower after that time. Little difference was observed between control and marinex treated soybean curd in color. Hardness and chewiness of the treated sample were higher than those of the control. The numbers of *E. coli* and bacteria of the treated sample were lower than those of control during storage. The inhibition of the growth of *E. coli* and bacteria was dose dependent.

Key words : marinex, antimicrobial activity, soybean curd, preservative characteristic

서 론

마린엑스(marinex)는 엽록소를 풍부하게 함유하고 있는 다시마, 해조류를 포함한 해양성 단세포 규조류가 수 백 만년 전에 해저에서 퇴적되어 생성된 규조토 지층으로부터 채취한 광물을 수돗물로 용해시킨 옅은 다갈색의 액체로 냄새가 없고, 짙은맛과 약간의 쓴맛이 있다(1). 마린엑스의 원료물인 부식토는 많은 종류의 당류, 아미노산, 비타민과 유기산 및 Fe, Al, Ca 등의

미네랄을 함유한 복잡한 천연물질로 알려져 있는데, 이는 고대에 퇴적한 동식물의 유기체가 물로 포화된 환경속에서 장시간 방치되던 중 미생물에 의한 분해와 재합성이 계속 반복되면서 생성된 것으로 추측되고 있으며, 부식물질에 대한 생리활성은 식물에 대한 작용을 중심으로 많은 연구가 행해지고 있고, 최근 일본에서는 마린엑스에 대한 실험결과 각종 세균에 대한 살균작용이 있다고 보고되고 있다(2).

따라서 본 연구에서는 일반 식중독균에 대한 마린엑스의 항균활성을 측정하고, 마린엑스의 희석액에 두부를 침지한 후 상온에 저장하면서 이화학적 및 미생물학적 특성을 조사하였다.

Corresponding author : Kwon-Il Seo, Department of Food Science and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea
E-mail : seoki@suncheon.ac.kr

재료 및 방법

항균활성

마린엑스의 항균력 측정은 Farag 등(3)과 Chuyen 등(4)의 방법을 변형하여 실험하였다. 즉, agar 1.5%가 함유되어 있는 생육배지를 petri dish의 밑면에 얇게 펴고, 그 위에 다시 0.6%의 agar가 함유된 생육배지를 부어 2중의 평판배지를 만들었다. 만들어진 평판배지에 각 균주를 도말한 다음, 직경 0.8cm의 paper disc에 실험물질 일정량을 가한 다음 균주가 도말된 평판생육배지 위에 올려놓고 각 균주별로 최적온도에서 최적시간 배양하여 생성되는 생육저해환을 측정하여 항균력을 검토하였다.

두부의 제조

두부의 제조는 전 등(5,6)의 방법을 이용하여 제조하였다. 즉 깨끗이 수세한 콩(국내산, 500g)을 12시간 실온에서 침지한 후 마쇄기로 5분간 마쇄한 다음 두유와 비지를 분리하였다. 이 두유액에 10배량의 물을 가하고 95℃에서 10분간 끓인 후 80℃가 될 때까지 식힌 다음 응고제(CaCl₂)를 두유액의 0.3%(w/w)비율로 첨가하여 성형틀(12 x 12 x 20cm)에 넣고 압착하여 제조하였다.

pH

회석배수별 마린엑스 용액에 침지한 두부의 pH는 시료 10g에 멸균 증류수 200ml를 첨가하여 homogenizer로 균질화 시킨 후 여과하여 얻은 여액을 시료로 하여 pH meter(coming 220, USA)를 사용하여 측정하였다.

텍스처 측정

마린엑스 침지두부의 텍스처 측정은 시료의 중간부위를 선택하여 Texture analyzer(Stable micro system, TA-XT2, England)를 이용하여 견고성(hardness)과 씹힘성(chewiness)을 측정하였다.

색도측정

두부표면의 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 및 ΔE값(갈변도)은 색차계(chroma meter, Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 측정하였다.

균수측정

대조군과 마린엑스 처리두부의 생균수 및 대장균수 측정은 조 등(7)과 서 등(8)의 방법에 따라 실시하였다.

즉 시료를 10배수의 멸균한 생리식염수를 가한 후 homogenizer로 1분간 10,000rpm으로 균질화한 다음 각각 1ml를 취한 후 단계적으로 희석하고 배지에 plating한 후 48시간 배양하여 발생한 colony수를 계수하여 측정하였다. 총균수는 PCA(plate count agar, Difco Lab.) 배지를 사용하였고, 대장균은 desoxycholate agar(Difco, Lab.)를 이용한 pour plate method로 37℃에서 48시간 배양한 후 적색 colony수를 측정하였다.

결과 및 고찰

마린엑스의 항균활성

마린엑스의 항균력을 측정한 결과는 Table 1에 나타난 바와 같이 5종의 식중독 세균을 선발하여 각각 마린엑스 추출액을 100, 150, 200μl씩 paper disk에 점적하여 37℃에서 48시간 배양한 결과 농도 의존적으로 생육저해환의 크기가 크게 나타나 마린엑스가 항균성을 가진 것을 확인할 수 있었다. 그 중 가장 저해효과가 큰 세균은 *Pseudomonas aeruginosa*와 *Salmonella enteritidis*로 각각 200μl에서 15mm의 저해환을 나타내었다.

Table 1. Antimicrobial activities of marinex against the various microorganisms

Microorganisms	Marinex(μl)		
	100	150	200
<i>Streptococcus mutans</i>	9	12	14
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	12	15
<i>Salmonella enteritidis</i>	12	13	15
<i>Bacillus subtilis</i>	10	12	13
<i>E. coli O-157</i>	9	11	12

*Clear zone in diameter.

pH의 변화

농도별 마린엑스 용액에 침지한 두부의 pH를 측정한 결과 초기 pH는 침지액의 회석배수가 클수록 대조군과 비슷하였으나 100배로 희석한 경우에는 대조군에 비해 상당한 차이를 보였고, 침지기간이 지날수록 대조군을 제외한 모든 침지군에서 서서히 증가하는 경향을 보였다(Fig. 1). 이 등(9)은 두부 침지액의 pH가 처음에는 감소하다가 서서히 증가하는 것은 부패로 생성되는 저분자량의 peptide와 amino acid, amine 등 양성 전해질에 의한 완충작용이라고 하였으며, 송 등(10)은 시판두부를 30℃에서 침지 실험한 결과 pH는 저장 하루만에 급격히 감소한 후 서서히 증가한다는 보고하였는데 이는 본 실험의 결과와 잘 일치하였다.

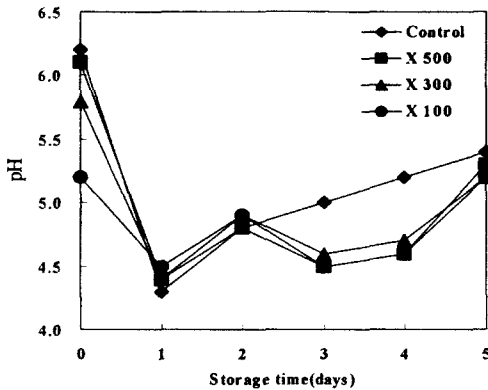


Fig. 1. Changes in pH of soybean curd soaked in marinex during the storage at 20°C.

텍스처의 변화

마린엑스를 500배, 300배 및 100배로 희석한 후 제조한 두부를 상온에서 2일간 저장한 다음 경도(hardness) 및 씹힘성(chewiness)를 측정하고 대조구에 비하여 마린엑스의 농도가 진할수록 더 높은값을 나타내었다(Table 2).

Table 2. Texture of soybean curd soaked in marinex after 2 days of storage at 20°C

	Dilution ratio			
	Control	x 500	x 300	x 100
Chewiness	196.70c	218.70b	226.79b	243.54a
Hardness(g)	376.43c	380.99c	403.86b	441.73a

a-c Means with the different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

두부는 콩 단백질이 2가 금속과 결합하거나 등전점(pH 4.2-4.6)에서 침전하여 응고되는 성질을 이용하여 제조하는데, 두부의 씹힘성이나 경도는 응고제에 의해 가장 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 김 등(11)은 인삼을 첨가한 두부의 경도측정에서 마그네슘을 응고

제로 사용하여 인삼추출물을 0.25%첨가한 경우가 가장 우수하다고 보고하였으며, 백 등(12)은 해조류를 첨가한 두부의 경도를 측정하고 무기성분이 많을수록 씹힘성이 증가한다고 보고하였다. 이 결과는 첨가물 속에 들어있는 금속성분이 시간의 경과에 따라 두부의 조직속으로 침투하여 두부조직의 강도를 높여주는 것으로 생각되며, 마찬가지로 마린엑스 침지 두부 역시 마린엑스에 함유된 금속성분에 의해 두부의 경도나 씹힘성이 증가되는 것 뿐만 아니라 마린엑스에 의한 두부 부패 억제 효과의 결과라고 생각된다.

색도 변화

마린엑스를 각각 500배, 300배 및 100배로 희석한 희석액에 두부를 20°C에서 5일간 저장하면서 두부표면의 L, a, b 및 ΔE를 측정하고 유의적인 차이는 발견할 수 없었다(Table 3).

백 등(12)은 해조류를 이용한 두부의 제조에서 김이나 파래 등을 첨가한 경우 경도나 무기성분의 함량에서는 좋은 결과를 나타내었으나, 두부의 색깔이 갈색이나 청색을 나타내어 관능적인 특성에서 좋지 않았다고 보고하였으며, 김 등(11)은 두부의 바람직한 색깔은 전체적으로 옅은 노란색을 갖는 흰색 두부가 가장 좋다고 하였는데, 이러한 측면에서 두부의 색깔에는 영향을 미치지 않고, 경도를 증가시키면서 항균활성이 인정되는 마린엑스를 이용한 두부의 보존은 매우 유용할 것으로 생각된다.

대장균 및 총균수의 변화

마린엑스 희석액에 두부를 침지하여 상온에서 5일간 저장하면서 총균수를 측정하고 침지액의 농도에 비례하여 총균수의 증가폭이 감소되었으며(Fig. 2), 대장균수를 측정하고 저장 4일까지 침지액의 농도가 증가할수록 현저한 억제효과를 확인할 수 있었다(Fig. 3).

Table 3. Change in color of soybean curd soaked in marinex during storage at 20°C

Storage days	Control				× 500				× 300				× 100			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	75.25	-4.02	13.35	76.53	75.25	-4.02	13.35	76.53	75.25	-4.02	13.35	76.53	75.25	-4.02	13.35	76.53
1	74.16	-2.88	14.31	75.74	75.47	-3.03	13.93	76.96	75.02	-2.89	13.94	76.52	75.11	-3.08	13.48	76.54
2	74.75	-2.69	14.06	76.13	75.51	-2.96	12.69	76.62	75.90	-2.86	13.08	77.07	74.18	-3.11	12.44	75.28
3	75.15	-3.08	13.85	76.49	76.83	-3.90	12.68	77.96	76.07	-3.41	12.73	77.20	75.53	-3.49	12.71	76.67
4	75.62	-3.14	11.35	76.53	76.23	-3.57	12.56	77.33	72.44	-1.67	12.94	73.60	76.60	-3.80	12.00	77.62
5	76.02	-3.51	12.37	77.10	75.85	0.29	11.87	76.85	76.32	-3.54	12.14	77.36	75.91	-3.36	12.13	76.94

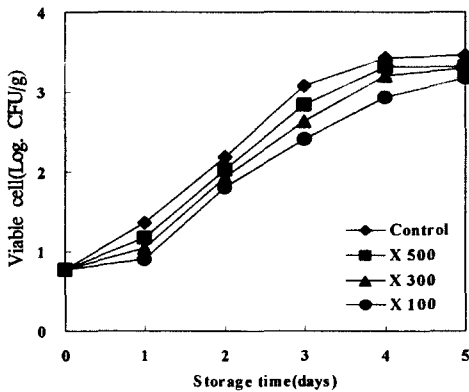


Fig. 2. Effect of marinox concentration on the viable bacterial cell during the storage of soybean curd at 20°C.

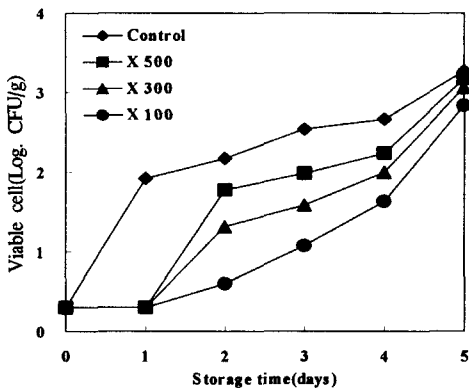


Fig. 3. Effect of marinox concentration on the growth of *E. coli* during the storage of soybean curd at 20°C.

전 등(6)은 수용성 키토산 분해물질을 침지액으로 하여 두부의 저장성을 실험한 결과 7일에서 14일간의 저장성 연장효과를 보았다고 보고 한 바 있으며, 송 등(10)은 0.1%의 sorbic acid를 첨가하였을 때 약 100시간까지 저장성이 증가된다고 보고 한 바 있는데 상기의 본 결과를 종합하여 볼 때 마린엑스도 두부의 부패에 대한 상당한 억제효과가 있는 것으로 판단된다.

요약

각종 식중독균에 대한 마린엑스의 항균활성을 측정하고, 두부에서의 처리효과에 대하여 조사하였다. Paper disc법에 따른 항균활성은 100 μ l의 마린엑스 첨가시에도 시험균주 모두에서 강하게 나타났으며, 마린엑스를 각 시험균주에 농도별로 첨가한 후 균의 증식을 조사한 결과 첨가농도가 클수록 균의 증식을 더 크게 억제

하였다. 마린엑스를 희석한 물에 두부를 침지하여 상온에 저장하면서 pH, 색도, texture, 대장균수 및 생균수를 조사한 결과 두부 침지액의 pH는 저장 1일에 처음보다 낮아졌다가 저장기간이 경과함에 따라 조금씩 증가하였다. 색도는 L, a, b 및 ΔE 값을 측정하였는데, 유의적인 변화는 없었다. Texture의 경우 hardness와 chewiness는 대조구에 비하여 실험구가 높게 나타났고, 대장균수 및 생균수의 경우는 저장기간이 지남에 따라 대조구에 비하여 실험구에서의 수가 현저히 감소하였으며, 마린엑스의 첨가농도가 높을수록 감소폭이 크게 나타났다.

참고문헌

1. Jurcsik, I. (1994) Humic substances in the global environmental and implication human health, Elsevier, USA
2. Shinozuka, N. (1995) Antibacterial activity of humic substances. proceedings to the 11th conference of Japanese society of humic substances, 25-26
3. Farag, R.S. (1989) Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *J. Food Port.*, 52, 665-670
4. Chuyen, N.V., Kurata, T., Kato, H. and Fujimaki, M. (1982) Antimicrobial activity of Kumazasa. *Agric. Biol. Chem.*, 46, 971-978
5. 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(3), 476-483
6. 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(1), 161-166
7. Cho, S.H., Lee, H.C., Seo, I.W., Kim, Z.U., Chang, Y.S. and Shin, Z.I. (1991) Efficacy of grapefruit seed extract in the preservation of satsuma mandarin. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23(5), 614-618
8. Seo, K.I., Kang, K.S. and Shim, K.H. (1997) Effects of mustard seed (*Brassica juncea*) during preservation of soup for Naengmyon. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(1), 51-56
9. Lee, K.S., Kim, D.H., Baek, S.H. and Choun, S.H. (1990) Effects of coagulants and soaking of

- Tofu(soybean curd) on extending its shelf life. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**(2), 116-122
10. Song, S.H. and Chang, K.H. (1964) Studies on soybean curd(part II). Report of military technical Center, **3**, 5-9
11. Kim, K.T., Im, J.s. and Kim, S.S. (1996) A Study of the Physical and sensory characteristics of ginseng curd prepared with various coagulants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(5), 965-969
12. Baek, S.H., Kang, K.H. and Choe, S.N. (1996) Effect of seaweeds added in preparation of tofu. *Korean J. Food Nutr.*, **9**(4), 529-535
-

(접수 2000년 6월 10일)