

Chitosan의 표면처리가 두부의 저장성에 미치는 효과

박나영 · 김석중 · 이신호[†]
대구가톨릭대학교 식품산업학부

Effect of Surface Treatment with Chitosan on Shelf-life of Soybean Tofu

La-Young Park, Seok-Joong Kim and Shin-Ho Lee[†]

Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Science and Industrial Technology,
Catholic University of Daegu, Gyungsan 712-702, Korea

Abstract

Effect of chitosan on shelf life of soybean tofu was investigated. The quality changes of soybean tofu drained after immersion in 0.1% chitosan solution for 1 hr were examined during storage at 10, 20 and 30 °C. The number of viable cell of soybean tofu with treated chitosan was lower about 1 log cycle than that of control after 2 days storage at 10 °C and 20 °C, although there was no detectable differences at 30 °C. pH decrease during storage soybean tofu at 10 °C was begun after 4 days in soybean tofu with treated chitosan, while 3days in control. Hardness of soybean tofu with treated chitosan was maintained higher than that of control over the storage period at 10 °C, 20 °C and 30 °C. Shelf life of soybean tofu with treated chitosan was extended about 1 day at 10 °C compared with control.

Key words : chitosan, soybean tofu, shelf-life

서 론

두부는 고단백 식품으로서 소화율이 높고 두부 고유의 단백한 맛 때문에 최근에는 서양에서도 그 소비가 점차 확대되어 국제 식품화되어 가고 있다. 두부는 단백질 8.5%, 지방질 5.5%, 당질 1.5% 내외의 성분으로 구성된 고단백 식품으로(1) 동물성 단백질에 비하여 가격도 저렴하여 일반인은 물론 노인과 어린이, 환자들에게 좋은 식품으로 알려져 있다. 그러나 두부는 pH가 6.0정도, 수분 함량이 80~88%로 구성되어 있어 미생물의 번식이 잘 일어나고 지방산패가 용이하여 저장과 유통기한이 짧아 이에 따른 손실량이 큰 것이 단점이다(2-4). 이러한 문제점 때문에 두부는 생산 즉시 공급되어 소비되어지며(5), 일부가 살균 충전 두부로 유통되나(6) 대부분 판두부 형태로 이용되고 있어 두부의 저장성에 제한이 따른다. 이러한 두부의 유통기한은 4~10월에는 24시간, 11~3월은 48시간, 0~10°C 냉장에서는 3일

을 권장하고 있으며(7), 일본의 경우 보통 생균수가 10⁵ CFU/g 이하를 지도기준으로 삼고 있다(5). 이러한 두부의 저장에 관한 연구로는 두부를 유기산으로 응고시키는 방법(9), 저온 살균(10)하거나 microwave 처리한 방법(11), 수용성 chitosan 분해물을 침지액으로 이용한 방법(12) 등이 보고되고 있으며 두부에서 부패균을 분리하여 식물체 유래의 항균물질에 대한 항균효과를 연구한 논문이 보고되고 있다(13). 그밖에도 여러 식품을 대상으로 저장성 향상에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으나 아직 획기적 성과를 얻지 못하고 있다. Chitosan은 분자량이 약 10만 이상인 중합체로 chitin을 수산화나트륨용액으로 탈아세틸화하여 얻을 수 있는 biopolymer로서 고밀도의 양전하를 띤 선형의 poly-electrolyte 구조를 이루고 있다(14-15). 그리고 2-amino-2-deoxy-β-D-glucosamine내의 반응성 높은 amino기를 갖기 때문에 각종 유도체를 용이하게 만들 수 있으며(16), 특이하고 다양한 기능성으로 식품산업분야, 의약품, 화장품, 환경 및 화학산업 등에 이르기까지 광범위하게 응용할 수 있는 신소재로 주목받고 있다(17-19). 본 실험은 chitosan 침지 처리가 두부의 저장성에 미치는 효과를 조사하기 위해 두부

[†]Corresponding author. E-mail : Leesh@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3217, Fax : 82-53-850-3217

를 chitosan 용액에 일정시간 침지시킨 후 침지액을 제거한 두부의 저장성을 조사하였다.

재료 및 방법

시료처리

두부는 대구의 대형 할인마트에서 직접 제조하여 판매하는 것을 제조당일 구입하여 사용하였다. Chitosan은 분자량 470 kDa(Primex, Korea)인 것을 사용하였으며, 1% acetic acid에 용해시켜 최종농도가 1%가 되도록 제조한 후 사용하였다. 두부를 무균적으로 절단(3×3×3cm)하여 0.1% acetic acid 용액과 0.1% chitosan 용액에 1시간 동안 침지시킨 후 물빼기를 하고 플라스틱 사각 용기에 담아 랩포장을 하여 10, 20 및 30℃에서 5일 동안 저장하면서 품질변화를 관찰하였다.

미생물 수 측정

두부의 미생물 수는 두부 10 g에 멸균수 90 mL를 혼합 분쇄하여 0.1% peptone 용액으로 적정 희석하여 생균수를 측정하였다. 총균수는 plate count agar(Difco, USA)를 이용하였으며, 대장균수는 violet red bile agar(Difco, USA)를 이용하여 37℃에서 24~48시간 동안 배양한 후 나타난 colony를 계수하였다

pH 측정

두부 10 g에 멸균 증류수 90 mL를 첨가하여 stomacher로 1분 동안 분쇄 혼합하여 상등액을 취한 후 pH는 pH meter(Orion 410A, Orion Research Inc., USA)를 이용하여 직접 측정하였다.

Texture 측정

두부를 일정크기(3×3×1cm)로 절단하고 rheometer (Compac-100, Sunscientific Co., Japan)를 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 경도를 5회 측정하여 평균값으로 나타내었다(20).

Table 1. Conditions for texture analysis of soybean tofu using rheometer

	Condition
Test type	Mastication
Graph interval	100 m/sec
Table speed	120 mm/min
Adaptor type	round(1 cm)
Sample type	Hexahedron(3.0×3.0×1.0 cm)

색상 측정

Hunter color difference meter(CR 300, Minolta, Japan)를

이용하여 두부의 표면색도를 각각 3회 측정된 후 그 평균값을 산출하여 L, a, b값으로 나타내었다.

통계분석

각각의 결과는 SPSS 통계 package program에 의해 분산 분석을 실시하였고, 처리군간의 유의성은 Duncan's multiple range test와 T-test로 검정하였다.

결과 및 고찰

미생물 변화

Chitosan을 처리한 두부의 저장 중 온도에 따른 총균수의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 30℃와 20℃에서 저장한 두부는 4일 이후부터는 부패가 심각하게 진행되어 4일까지는 품질변화를 측정하였다. 30℃에서 저장한 두부의 총균수는 저장 1일부터 급격히 증가하였으며 저장기간 동안 대조구와 chitosan 처리구간의 차이가 거의 나타나지 않아 chitosan 처리에 의한 효과는 관찰되지 않았다. 20℃의 경우 저장 2일째까지는 chitosan 처리구가 대조구에 비해 약 1 log cycle정도 억제되었으나 저장 3일 이후부터는 대조구와 chitosan 처리구간의 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 10℃의 경우 저장 전기간 동안 chitosan 처리구가 대조구에 비해 낮은 생균수를 나타내었으며, 10⁷ CFU/g 도달하는 시점이 약 1일 정도 연장되는 경향을 나타내었다. 저장온도가 낮을수록 chitosan 처리에 의한 두부 저장기간의 연장효과는 증대되었다.

대장균군의 변화는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 초기 대장균수는 1×10² CFU/g을 나타내었다. 30℃에서 저장한 두부의 경우 저장 1일째 대조구와 chitosan 처리구 각각 1.5×10⁷ CFU/g, 6×10⁶ CFU/g을 나타내었고 저장 3일째는 각각 3×10⁷ CFU/g, 7×10⁶ CFU/g을 나타내어 chitosan 처리구가 대조구에 비해 다소 낮은 균수를 나타내었으나, 20℃에서 저장한 두부는 대조구와 chitosan 처리구 각각 3.3×10⁵ CFU/g, 5×10⁴ CFU/g을 나타내었고 저장 2일째는 각각 4.7×10⁶ CFU/g, 2.2×10⁵ CFU/g을 나타내어 저장 2일째까지는 대조구에 비해 키토산 처리구가 약 1 log cycle 정도 낮게 나타났다. 10℃에서 저장한 경우 저장 1일과 4일, 5일째는 chitosan 처리구가 대조구보다 약 1 log cycle 정도 낮게 나타났다. 두부의 저장온도가 낮을수록 chitosan 처리구와 대조구간의 차이는 다소 증가하였으나 10℃에서 저장 2일과 3일째는 chitosan 처리구와 대조구가 거의 유사한 대장균군수를 나타내었다.

Hwang 등(20)은 *Monascus purpureus*로부터 조제한 red rice extract를 이용하여 두부를 제조한 후 10℃에서 저장하면서 품질변화를 측정한 결과 홍두부가 일반두부에 비해서 세균수가 약간 적게 나타났지만 큰 효과는 보이지 않았다고

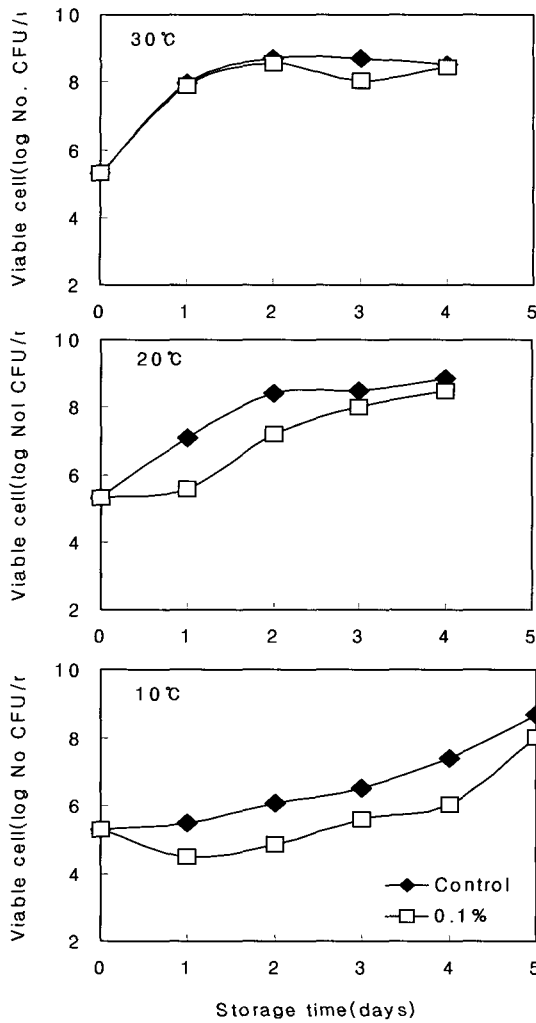


Fig. 1. Change of total bacteria in soybean tofu drained after immersion for 1 hr in 0.1% chitosan solution (pH 5.9) during storage.

보고하였다. Lee 등(9)은 두부의 저장시 37°C에서는 12시간, 20°C에서는 18시간, 5°C에서는 약 120시간이 경과했을 때 부패에 도달하였다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다. 또한 Oh 등(21)은 두부의 총균수가 10⁷ CFU/g 까지 도달하는 시간을 계산한 결과 대조구는 3.58일이 소요되었으며, 가자육, 오배자, 복분자 에탄올 추출물을 0.1%첨가한 두부의 경우 약 4.05일이 소요되어 저장기간이 연장되었다고 하였다. Kim(22)은 키토산을 첨가하여 식빵을 제조하여 30°C에서 저장성을 측정한 결과, 대조구는 저장 3일째부터 곰팡이의 생성을 육안으로 관찰할 수 있었으며 키토산 0.1% 첨가한 식빵에선 저장 4일째부터 곰팡이가 관찰되었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

본 실험의 결과 chitosan 용액에 침지처리 후 20°C에 저장한 두부는 저장 2일째까지는 처리구간에 뚜렷한 차이를 관찰할 수 있었으나 3일 이후부터는 chitosan 처리효과

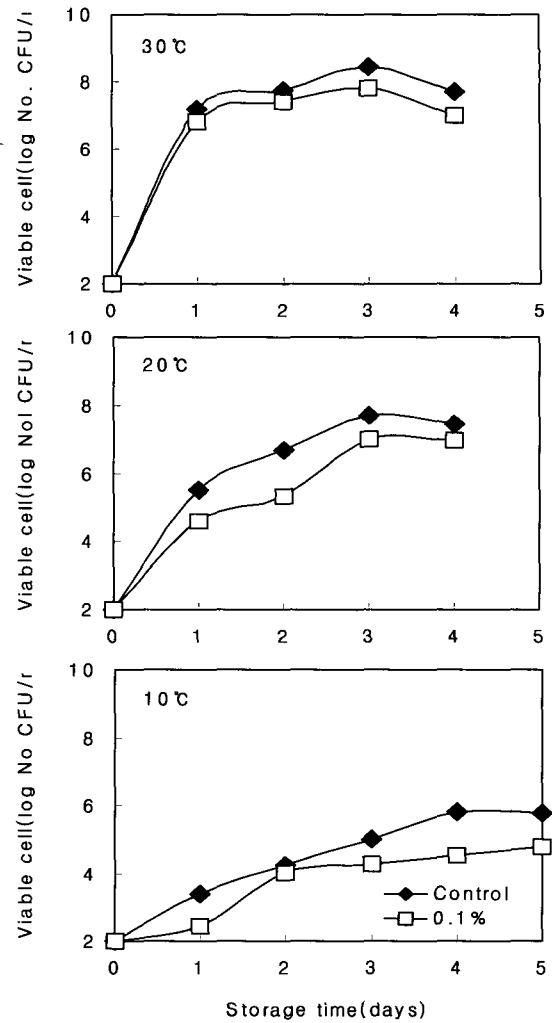


Fig. 2. Change of coliform bacteria in soybean tofu drained after immersion for 1 hr in 0.1% chitosan solution (pH 5.9) during storage.

관찰할 수 없었다. 10°C에 저장할 경우 저장기간 동안 chitosan 처리효과가 뚜렷하여 chitosan 용액에 침지는 두부의 저장성을 증진시킬 수 있는 효과적인 방법으로 판단되었다.

pH의 변화

pH는 30°C에서 저장한 대조구의 경우, 저장 1일째와 저장 2일째 각각 5.73과 7.16을 나타내어 대조구는 저장 1일째 급격하게 감소하였다가 저장 2일째 증가하여 저장 4일째까지 서서히 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 3). 반면에 chitosan 처리구는 저장 3일째에 pH 5.64를 나타내어 저장 3일까지 pH가 감소하다가 저장 4일째는 pH 6.91로 저장 3일 이후부터 증가하는 경향을 나타내어 chitosan 처리구는 저장 3일째까지 균의 성장이 이루어짐을 알 수가 있다. 20°C에서 저장한 두부도 30°C에서 저장한 경우와 유사하였는데 대조구와 chitosan 처리구 각각 2일째 pH 5.54까지 감소하다

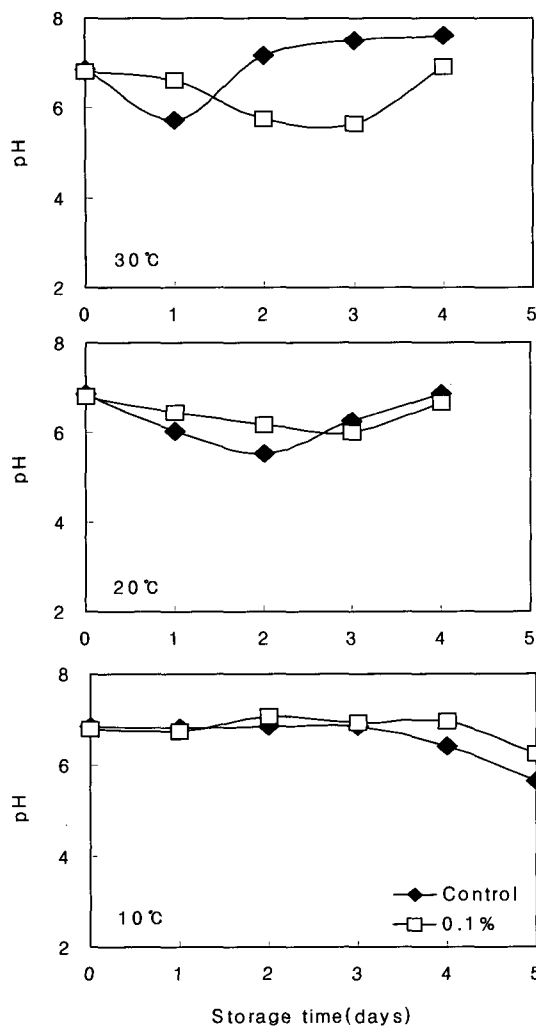


Fig. 3. Change of pH in soybean tofu drained after immersion for 1 hr in 0.1% chitosan solution (pH 5.9) during storage.

가 그 이후부터 서서히 증가하였으며 chitosan 처리구는 3일째에 pH 6.00까지 감소하다가 3일 이후부터 서서히 증가하였다. 이는 두부의 부패로 생성되는 저분자량의 peptide와 amino acid, amine 등 양성 전해질에 의한 완충작용(9, 23)에 기인된 것으로 판단된다. 10°C의 경우에는 대조구와 chitosan 처리구 각각 3일과 4일 이후부터 감소하는 경향을 나타내었다. 저장온도가 낮을수록 대조구와 chitosan 처리구의 pH 저하 속도가 낮게 나타났으며, chitosan 처리구는 대조구에 비해 pH가 감소하는 속도가 약 1일 정도 연장되었다. Park 등(24)은 20°C와 30°C에서 두부를 저장하였을 때 저장 1일째 pH가 감소하였으며, 1일 이후부터 증가하였다고 한 보고와 본 실험의 결과는 유사한 경향을 나타내었다. Wu 등(11)은 두부를 포장하여 전자레인지에서 살균처리한 다음 21°C에서 저장한 경우 초기 저장시에는 pH 6.98에서 4일 후에는 pH 5.66으로 감소하였고 적정산도도 현저히 증가하였다고 보고하였다.

경도 변화

두부의 저장 중 경도변화를 나타낸 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 30°C에서 저장한 두부는 저장 2일째 대조구와 0.1% chitosan 처리구는 각각 1.051 Dyne/cm²×10⁶와 1.309 Dyne/cm²×10⁶의 경도를 나타내어 chitosan 처리구가 대조구보다 경도가 높게 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 또한 대조구는 저장 2일 이후부터 경도가 급격하게 감소하였으나 chitosan 처리구는 경도가 서서히 감소하였으며 저장기간 동안 대조구보다 높은 경도를 유지하였다. 이러한 경향은 20°C에서 저장한 두부에서도 관찰되었다. 10°C에서 저장한 두부는 저장기간 동안 30°C와 20°C에서 저장한 두부에 비해 다소 높은 경도를 유지하였으며, chitosan 처리구는 대조구보다 경도가 다소 높게 나타났다. 본 실험의 결과, chitosan을 처리한 두부가 저장온도에 관계없이, 저장 기간 동안 대조구에 비해 다소 높은 경도를 나타내어 두부의 저장시 chitosan 처리가 두부의 품질 보존에 효과적일 것으로 판단되었다. 또한 저장 중 경도의 변화는 모두 증가 후 감소하였는데, 이러한 결과는 두부를 10°C에 저장하면서 경도를 측정된 Hwang 등(20)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 이는 초기에 수분이 빠져나가서 두부의 hardness를 증가시킨 후 부패가 진행되면서 hardness가 다시 낮아졌기 때문으로 판단되었다.

Table 2. Change of hardness in soybean tofu drained after immersion for 1 hr in 0.1% chitosan solution (pH 5.9) during storage.

Storage Temp.	Sample	Storage days					
		0	1	2	3	4	5
10°C	I	1.136	1.311	1.467	1.373 ^a	1.227	1.058
	II	1.273	1.335	1.516	1.534 ^b	1.358	1.186
20°C	I	1.136	1.289	1.072 ^a	1.209	0.834 ^a	-
	II	1.273	1.366	1.410 ^b	1.278	1.220 ^b	-
30°C	I	1.136	1.301	1.072	0.857	0.634 ^a	-
	II	1.273	1.339	1.335	1.229	1.102 ^b	-

Means with same letters in each column are not significantly different(P<0.05). I : Control, II: 0.1% chitosan solution.

색도 변화

저장 중 두부의 색도 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다. 저장기간이 경과할수록 두부의 L값은 낮아지고 a값과 b값은 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 저장온도가 높을수록 뚜렷하였는데 10°C의 경우 값의 변화가 일정하지 않았다. 또한 chitosan 처리구의 경우 대조구에 비해 L, a, b값의 변화율이 낮게 나타났다. b값의 경우 L값과 a값에 비해 그 변화율이 높게 나타났다. 이런 황색도의 변화는

Table 3. Change of color in soybean tofu drained after immersion for 1 hr in 0.1% chitosan solution (pH 5.9) during storage

	Storage Temp.	Sample	Storage days					
			0	1	2	3	4	5
Lightness (L)	10°C	I	88.08±0.21	88.03±0.04	87.58±0.58	87.50±0.16	87.26±0.30	87.67±0.10
		II	88.08±0.21	88.67±0.14	88.44±0.11	88.47±0.50	88.30±0.24	88.28±0.12
	20°C	I	88.08±0.21	88.14±0.45	87.07±0.28	86.69±0.62	81.93±0.62	.*
		II	88.08±0.21	88.14±0.36	87.07±0.71	87.24±1.25	82.58±0.14	-
	30°C	I	88.08±0.21	87.04±0.24	82.32±0.76	79.38±0.13	78.55±0.30	-
		II	88.08±0.21	87.67±0.06	86.90±0.42	85.54±1.20	80.53±0.59	-
Redness (a)	10°C	I	-2.27±0.04	-2.39±0.09	-2.30±0.11	-2.30±0.10	-1.77±0.03	-2.37±0.11
		II	-2.27±0.04	-2.56±0.09	-2.60±0.12	-2.37±0.07	-2.07±0.13	-2.39±0.11
	20°C	I	-2.27±0.04	-2.47±0.02	-2.27±0.05	-2.10±0.31	-0.77±0.03	-
		II	-2.27±0.04	-2.50±0.07	-2.41±0.10	-2.22±0.04	-0.05±0.38	-
	30°C	I	-2.27±0.04	-2.19±0.14	-1.09±0.08	1.27±0.94	2.04±0.17	-
		II	-2.27±0.04	-2.25±0.14	-1.94±0.14	-1.80±0.27	0.17 ±0.27	-
Yellowness (b)	10°C	I	14.06±0.18	14.52±0.09	14.82±0.32	15.45±0.07	15.52±0.80	16.63±0.34
		II	14.06±0.18	14.85±0.07	15.20±0.35	14.78±0.08	14.83±0.10	15.05±0.33
	20°C	I	14.06±0.18	14.44±0.12	16.99±1.00	17.44±0.59	24.71±0.31	-
		II	14.06±0.18	14.83±0.31	15.80±0.09	15.88±1.29	21.71±0.98	-
	30°C	I	14.06±0.18	15.65±0.40	24.10±0.62	27.48±0.27	27.36±0.52	-
		II	14.06±0.18	15.49±0.56	16.97±0.52	17.06±0.72	23.84±0.19	-

I : Control, II: 0.1% chitosan solution.

육안으로도 관찰되었는데 20°C에서 저장한 경우 저장 3일째, 30°C의 경우는 저장 2일째에 두부 표면에 황색의 slime 이 형성된 것을 육안으로 관찰할 수 있었다. 이상의 결과로 미루어 보아 chitosan 표면처리에 의한 두부의 저장성은 30°C에서는 효과를 관찰할 수 없었으나 20°C와 10°C에서 저장한 경우 약 1일간 저장기간이 연장될 수 있을 것으로 판단된다. 저장 중 조직감, 설탕, 위생적인 측면 등에서 chitosan 처리가 효과적인 것으로 판단되었다. 이를 생산현장에 적용하기 위해서는 차후 chitosan 분자량에 따른 효과 및 chitosan 처리 두부의 포장방법 등에 관한 연구가 선행되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

0.1% chitosan 용액에 1시간동안 침지시킨 두부를 10°C, 20°C, 30°C에서 저장하면서 두부의 품질 변화를 측정하였다. 20°C의 경우 chitosan 처리구에서 저장 2일째까지 약 1 log cycle 정도의 성장이 억제되었으나 3일 이후부터는 대조구와 chitosan 처리구간의 차이는 크지 않았다. 10°C의 경우 chitosan 처리구는 대조구에 비해 저장 전 기간동안 성장이 억제되었으며 10^7 CFU/mL에 도달하는 시점이 대조구에 비해 chitosan 처리구가 약 1일 정도 연장되는 경향을 나타내었다. pH는 10°C 저장에서는 대조구와 chitosan 처리구 각각 3일과 4일 이후부터 감소하는 경향을 나타내었다.

30°C와 20°C에 저장한 경우 저장 2일 이후부터 hardness가 감소하였으며, chitosan 처리구는 저장온도와 관계없이 대조구에 비해 경도가 높게 나타났다. 두부의 색도는 저장기간이 경과할수록 L값은 낮아지고 a값과 b값은 증가하는 경향을 나타내었는데, chitosan 처리구의 경우 대조구에 비해 L, a, b값의 변화율이 낮은 경향을 나타내었다.

참고문헌

1. Ku K.H. and Kim W.J. (1999) Status and prospect of soybean curd(Dubu) industry in Korea. Kor. Soybean Digest., 16, 1-10
2. Doston C.R., Frank H.A. and Cavaletto C.G. (1977) Indirect methods as criteria of spoilage in Tofu(Soybean curd). J. Food Sci., 42, 273-279
3. Rehberger T.G., Wilson L.A. and Glatz B.A. (1984) Microbiological quality of commercial Tofu. J. Food Sci., 47, 177-181
4. Chung S.H., Choi W.S. and Lee C.H. (1999) Effect of cryoprotectants on the textural changes on whole-coagulated soybean curd(Tofu) during frozen storage. Kor. J. Food Sci. Technol., 31, 957-963
5. Joo G.J., Hur S.S., Choi Y.H. and Rhee I.K. (1998) Characterization and identification of bacteria from

- putrefying soybean curd. Kor. J. Postharbest Sci. Technol., 5, 292-298
6. Lee S.K. and Kim C.S. (1992) Effect of heat treatment on storage of packaged tofu. J. Kor. Agric. Chem. Soc., 35, 490-494
 7. 보건사회부 (1997) 식품공전. p.244
 8. Pontecorvo A.J. and Bourne M.C. (1978) Simple methods for extending the shelf life of say curd(tofu) in tropical areas. J. Food Sci., 42, 969-975
 9. Lee K.S., Kim D.H., Baek S.H. and Choun S.H. (1990) Effects of coagulants and soaking solutions of Tofu (Saybean curd) on extending its shelf life. Kor. J. Food Sci. Technol., 22, 116-122
 10. Champagene C.P., Aurouze B. and Coulet G. (1991) Inhibition of undesirable gas production in tofu. J. Food Sci., 56, 1600-1603
 11. Wu M.T. and Salunkhe D.K. (1877) Extending shelf-life of fresh soybean curds by in package microwave treatments. J. Food. Sci., 42, 1448-1451
 12. 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. Kor. J. Food Sci. Technol., 29, 476-481
 13. Ahn E.S., Kim M.S. and Shin D.H. (1994) Screening of natural antimicrobial edible plant extract fro dooboo, Fish paste, makkoli spoilage microorganism, Kor. J. Food Sci. Technol., 26, 733-739
 14. Muzzarelli R.A.A. and Pariser E.R. (1978) Deacetylation of chitin. In"porceedings 1st international conference on chitin/chitosan." MIIt sea Grant Program, Cambridge, Masa
 15. Oh S.W., Hong S.P., Kim H.J. and Choi Y.J. (2000) Antimicrobial effects of chitosan on *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. Kor. J. Food Sci. Technol., 32, 218-224
 16. Lee K.H. and Lee Y.C. (1997) Effect of carboxymethyl chitosan on quality of fermented pan bread. Kor. J. Food Sci. Technol., 29, 96-700
 17. Knorr E. (1984) The use of chitonous polimers in food, Food Tecnology., 38, 85-97
 18. Brine C.J., Sanford P.A. and Zikakis J.P. (1992) Advances in chitin and chitosan. Elsevier Applied Science, London. p.30
 19. Skjai-Braek G., Anthose T. and Sanford P. (1989) Chtin and chitosan, Elsevier Applied Science, London
 20. Hwang T.I., Kim S.K., Park Y.S. and Byoun K.E. (2001) Studies on the storage of functional eed soybean curd. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 30, 1115-1119
 21. Oh S.W., Lee Y.C. and Hong H.D. (2002) Effects on the shelf-life of tofu with ethanol extracts of *Rubus coreanus miquel*, *Therminalia chebula Retz* and *Rhus javanica*. Kor. J. Food Sci. Technol., 34, 746-749
 22. Kim J. S. (2004) Effects of chitosan addition on the shelf-life of bread. Korean J. Food & Nutr., 17, 388-392
 23. Jang W.Y., Kim B.Y., Shin D.H. (1995) Studies on the physical properties on soybean curd stored in the solution of different salt concentration. Agri. Chem. and Biotechnol., 38, 135-140
 24. Park I.K., Kim S.D. and Kim S.D. (1994) Storage of soybean curd prepared with Ozone treated soybean. J. East Asian Soc. Dietary life, 4, 51-56

(접수 2005년 9월 30일, 채택 2005년 11월 25일)