

두부의 저장에 미치는 응고제와 침지액의 효과

이갑상·김동한·백승화·전승호
원광대학교 농과대학 농화학과

Effects of Coagulants and Soaking Solutions of Tofu (Soybean Curd) on Extending its Shelf Life

Kap-Sang Lee, Dong-Han Kim, Seung-hwa Baek and Seung-Ho Choun
Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Wonkwang University, Iri

Abstract

In order to improve the shelf life of Tofu, the effect of calcium chloride or acetic acid as coagulants were investigated for microbial and physicochemical changes during the storage in different kinds of soaking solution. The soaking water of Tofu prepared from calcium chloride was found to be spoiled after 15-17 hours of storage at 30°C, by reaching the bacteria count to 10 million per ml. The shelf life of the Tofu prepared from acetic acid was better than those prepared by calcium chloride. For the effect of soaking solution on storage life, soaking Tofu in 0.1% acetic acid was found to be more effective than soaking in other solutions of 3% NaCl or 0.1% K-sorbate. The optical density of soaking solution of Tofu increased in proportion to spoilage, and in case of soaked Tofu in 3% sodium chloride and 0.1% K-sorbate solution, it greatly increased. Titratable acidity, and amino nitrogen contents in soaking solution increased as spoilage of Tofu progressed, but pH decreased the early period, one or two days, of stored Tofu and then increased.

Key words: tofu preservation, coagulant, soaking solutions

서 론

두부는 수분함량이 높은 gel 상의 식품으로 소화율이 대두식품 중 가장 높고⁽¹⁾ 대두단백질은 아미노산 조성이 동물성 단백질과 유사하며 곡류위주의 식생활에서 부족되기 쉬운 필수아미노산의 함량이 높으면서⁽²⁾ 가격이 저렴한 식품이다. 두부의 제조는 두유 중의 대두단백질이 산에 의해 등전점(pH 4.2-4.6)에 도달하거나 Ca^{++} , Mg^{++} 등 2가 금속 ion에 의해 응고 침전하게 되는 성질을 이용하여 제조된 식품으로⁽³⁾ 두부의 품질은 대두의 탈피 유무⁽⁴⁾, 수침조건⁽⁵⁾, 두유 추출조건⁽⁶⁾, 가열조건⁽⁷⁾과 응고제⁽⁸⁻¹²⁾, pH^(13,14), 지방량⁽¹⁵⁾ 등에 따라 달라진다. 또한 두부의 유통과정 중에 미생물에 의해 부패되기 쉬운데⁽¹⁶⁾ 두부의 저장성에 관한 보고로는 저장 중의 두부⁽¹⁷⁾와 침지용수⁽¹⁸⁾의 부패양상에 대한 연구와 침지용수의 pH를 초산과 sorbic acid⁽¹⁹⁾, 레몬주스⁽²⁰⁾로 조절하거나 포장 후 초단파처리⁽²¹⁾하는 방법 이외에는 미미한 실정이다.

이에 저자들은 두부의 shelf life를 연장시킬 목적으로 응고제와 침지용수를 달리하여 저장 중에 침지용수의 미생물상과 이화학적인 변화를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

두부제조

시중에서 구입한 대두를 수돗물(24-25°C)로 12시간 침지한 후 waring blender로 5분간 마쇄하여 가수량을 원료 대두의 10배량으로 하고 100°C에서 15분간 가열한 후 여과포로 여과하여 비지를 제거하였다. 두유의 응고는 75-80°C에서 $CaCl_2$ 는 두유량의 0.16%, acetic acid는 0.11%되게 가하여 응고시킨 후 소형의 두부틀(19.2×13.6×9.0 cm)에 옮겨 3400g의 추로 10분간 압착성형하였다. 이 때 두부의 수율은 콩부게에 대한 두부의 중량 %로 표시하였다.

두부의 저장

성형 직후의 두부를 6.4×6.8×1.5 cm의 크기로 절단하여 ϕ 9.1×4.6 cm의 멸균용기에 넣고 두부량의 2

Corresponding author: Kap-Sang Lee, Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Wonkwang University, Iri, Chonbuk, 570-749.

배에 상당하는 증류수 또는 3% NaCl, 0.1% K-sorbate, 0.1% acetic acid 용액으로 침지한 후 공기 중에서 낙하하는 부패 미생물의 오염을 줄이기 위하여 Al-foil로 가볍게 덮어 23°C 또는 30°C에서 0-4일간 저장하였다.

일반성분 분석

두부와 침지용수의 일반성분은 식품공학 실험 I⁽²²⁾에 준하여 수분은 적외선 수분계(kett, T-1A), 총질소는 micro kjeldahl 법, 아미노태 질소는 Formol 적정법, 암모니아태 질소는 Folin 법, 총당 및 환원당은 Somogyi 변법으로 정량하였다.

pH와 적정산도

두부 또는 침지액의 pH는 pH-meter(Beckman ϕ 31)을 이용하여 직접 측정하였고 적정산도는 두부 10g에 증류수 20ml를 가하여, 침지액은 10ml를 적정 0.1N-NaOH로 중화될 때까지 적정하였다⁽²¹⁾.

침지액의 탁도

침지액을 동양여지 No.2로 여과하여 여액의 흡광도를 비색계(Bausch & Lomb spectronic 20)로 600nm에서 측정하였다⁽¹⁷⁾.

세균수 측정

마쇄한 두부와 침지액을 멸균 생리식염수를 이용하여 10진법으로 희석한 후 호기성 세균은 Trypticase soy agar⁽²³⁾(1000ml 수용액 중 trypticase peptone 15g, phytane peptone 5g, sodium chloride 5g, agar 15g)을 함유한 평판배지에서 30°C, 1-2일간 배양한 후 colony counter로 계수하였다. 혐기성 세균은 APT agar⁽²⁴⁾(1000ml 수용액 중 yeast extract 7.5g, tryptone 12.5g, dextrose 10g, sodium citrate 5g, thiamine hydrochloride 1mg, NaCl 5g, K₂HPO₄ 5g, MnCl₂ 0.14g, MgSO₄ 0.8g, FeSO₄ 0.04g, sorbitan monooleate complex 0.2g, agar 15g)을 함유한 평판배지에 희석액을 도말한 후 그 위에 2% agar를 덮어 호기성 세균수 측정과 동일한 방법으로 계수하였다. 이상의 결과는 2 반복이상 실험하여 얻은 결과를 평균치로 표시하였다.

결과 및 고찰

두부의 이화학적 특성

Table 1. Proximate composition and bacterial counts of Tofu prepared with different coagulants

Properties	Coagulants	
	Calcium chloride	Acetic acid
Yield (%) ^{a)}	184.8	188.0
Moisture (%)	74.7	75.5
Crude protein (%)	7.25	7.23
Amino nitrogen (mg%)	286	280
Total sugar (%)	2.90	2.96
Reducing sugar (%)	1.19	1.25
pH	5.87	5.41
Titratable acidity (ml 0.1N NaOH/10g Tofu)	4.0	8.2
Aerobic bacteria count (cells/g)	1.64 × 10 ⁵	1.80 × 10 ⁴
Anaerobic bacteria count (cells/g)	1.48 × 10 ⁴	6.56 × 10 ³

^{a)} Fresh Tofu obtained from soybean.

응고제로 CaCl₂와 acetic acid(이하 HAC)을 이용하여 제조한 두부의 일반성분과 세균수는 Table 1과 같이 응고물은 HAC가 CaCl₂를 이용한 경우보다 약간 높았으며 수분과 총당·환원당은 근소하지만 HAC 시험구가 조금 많은 반면 조단백질과 아미노태 질소는 CaCl₂ 시험구에서 약간 많았다.

pH는 HAC로 제조한 두부에서 낮았으며 적정산도도 HAC로 제조한 두부가 높았다. 두부제조 직후 세균수는 혐기성 세균에 비하여 호기성 세균이 지배적이었고 HAC로 제조한 두부가 CaCl₂로 제조한 두부에 비하여 호기성 세균은 1/10, 혐기성 세균은 1/2 수준으로 적어 응고제에 따라 두부의 세균수는 현저한 차이를 보였다.

이상의 결과로 비추어 볼 때 두부 제조시 HAC는 CaCl₂보다 품질면에서 뒤지지 않고 저장성 측면에서 유리할 것으로 사료되며 김⁽⁶⁾은 HAC가 CaCl₂로 제조한 두부보다 조직감과 색 및 총괄적인 기호성에서 유리하다고 보고한 바 있다.

응고제와 침지액의 종류에 따른 두부의 저장성

세균수

두부의 침지액을 달리하여 30°C에서 저장하면서 저장기간 중의 세균수를 경시적으로 측정된 결과 호기성 세균수는 Fig. 1과 같이 HAC보다 CaCl₂로 제조한 두부 침지액이 침지 직후 뿐만 아니라 전 저장기간 중에도 높았으며 침지액 별로는 증류수보다 3% NaCl과 0.1% K-sorbate 용액에 침지할 때 호기성 세균의 번식

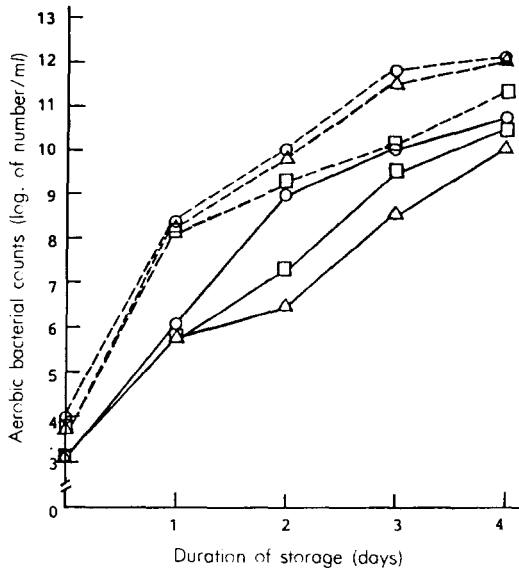


Fig. 1. Changes in aerobic bacterial counts of the various soaking solutions of during storage at 30°C

Coagulant Soaking solution
 -----: Calcium chloride ○ : Distilled water
 -----: Acetic acid △ : 3% Sodium chloride
 □ : 0.1% K-sorbate

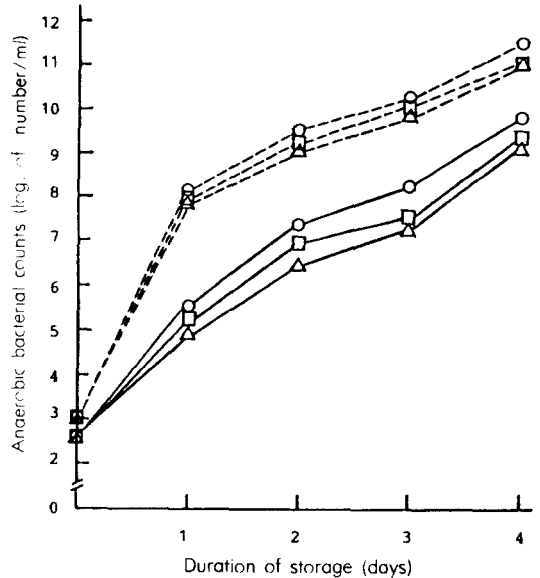


Fig. 2. Changes in anaerobic bacterial counts of the various soaking solutions of Tofu during storage at 30°C

Coagulant Soaking solution
 -----: Calcium chloride ○ : Distilled water
 -----: Acetic acid △ : 3% Sodium chloride
 □ : 0.1% K-sorbate

을 줄일 수 있었으나 그 효과는 응고제에 따라 달라 CaCl₂로 제조한 두부는 3% NaCl의 효과가 미미한 반면 HAC로 제조한 두부에서는 0.1% K-sorbate 침지액보다 효과적이었다. 혐기성 세균수의 변화는 Fig. 2에서와 같이 호기성 세균의 변화양상과 유사하였고 저장 전 기간 중에 모두 호기성 세균보다는 낮은 수치를 보였다. 이는 점질물을 생성하는 두부변패의 주된 원인균이 호기성의 gram 음성 구균인 *Acinetobacter* 속이라고 보고⁽¹⁸⁾한 것으로 보아 본 실험에서의 두부의 부패도 호기성 세균의 영향이 큰 것으로 생각된다. 또 세균수가 10⁷cells/g에 달할 때에 부패가 시작된다는 송등⁽¹⁶⁾의 보고와 Fig. 4의 적정산도의 변화를 고려하여

볼 때 CaCl₂로 제조한 두부는 3% NaCl이나 0.1% K-sorbate 용액에 침지하더라도 17시간 전후에 부패가 진행되나 HAC로 제조한 두부는 32시간 전후까지, 3% NaCl 용액에 침지하면 48시간까지는 저장할 수 있을 것으로 생각된다.

침지액의 탁도

두부 침지액의 탁도는 Table 2와 같이 저장기간이 경과함에 따라 흡광도도 증가하였으며 증가정도는 CaCl₂로 제조한 두부에서 현저하였다.

침지액 별로는 증류수보다 NaCl이나 K-sorbate 용액으로 침지할 경우 0-1일 사이에 흡광도가 급격히 증

Table 2. Changes in optical density of the various soaking solutions of Tofu during storage at 30°C

(Unit: absorbance)

Days	Coagulants Soaking solutions	Calcium chloride			Acetic acid		
		Distilled water	Sodium chloride	k-sorbate	Distilled water	Sodium chloride	K-sorbate
0		0.009	0.046	0.018	0.018	0.036	0.020
1		0.208	0.523	0.305	0.171	0.177	0.177
2		0.854	0.745	0.658	0.221	0.194	0.207
3		1.222	1.097	0.699	0.329	0.215	0.260
4		1.260	1.227	1.097	0.796	0.469	0.683

가하였으나 그 이후에는 증류수 침지액에서 점차 높은 수치를 보였다. 이러한 경향은 두부 중의 Ca^{++} ion의 일부가 Na^{+} 나 K^{+} ion으로 치환되어 결합력이 약화됨으로서 단백질의 일부가 침지액에 분산되기 때문인 것으로 생각되며 송 등⁽¹⁶⁾은 두부 제조시 1% 이상 NaCl을 첨가할 경우 두부는 응고하지 않았다고 보고한 바 있다.

한편 Fig. 1, 2의 세균수가 10^7 cells/ml 이상으로 증가할 때 흡광도는 0.2% 이상으로 증가하였고 세균수의 증가에 따라 흡광도도 점점 증가하였던 점으로 미루어 볼 때 통상적인 두부 저장시 침지액의 흡광도를 조사하면 간접적으로 두부의 부패정도를 알 수 있었다.

pH와 적정산도
두부 침지액 중의 pH 변화는 Fig. 3과 같이 $CaCl_2$ 보다 HAc로 제조한 두부에서 높았고 1일 경과 후 약간 감소하는 것을 제외하고는 저장기간에 따라 증가하였으며 증가의 정도는 $CaCl_2$ 로 제조한 두부에서 심하였다. 침지액 종류별로는 $CaCl_2$ 로 제조한 두부에서는 K-sorbate 침지액에서 pH 증가가 적은 반면 HAc를 이용한 두부에서는 NaCl 침지액에서 pH 증가가 적었다.

산도 변화는 Fig. 4와 같이 HAc로 제조한 두부는 저장 1일에 급격히 증가하였고 그 이후에는 완만히 증

가한 반면 $CaCl_2$ 로 제조한 두부는 비교적 일정하게 증가하였다.

산도의 증가를 Fig. 3의 pH 변화와 비교하여 볼 때 일반적으로 식품의 부패시 생성되는 유기산에 의하여 pH가 저하하나 두부 침지액은 부패가 진행되면서 pH가 증가하였고 저장 1일 이후에 pH는 증가하였음에 불구하고 적정산도도 같이 증가하였는데 이는 두부의 부패로 생성되는 저분자량의 peptide와 amino acid, amine 등 양성 전해질에 의한 완충력 때문이 아닌가 생각되며 시판 두부를 30°C에서 저장하였을 때 18-24 시간까지는 pH가 감소하나 30시간에는 증가하였던 보고⁽¹⁶⁾ 및 lemon juice를 이용하여 제조한 두부의 37°C 저장시 1일에는 침지액의 pH가 감소하나 그 이후에는 완만히 증가하였던 보고⁽²⁰⁾와 유사한 경향을 보였다.

침지액의 아미노태 질소
두부 침지액 중의 아미노태 질소의 변화는 Table 3과 같이 침지 직후에는 검출되지 않았으나 저장기간이 경과함에 따라 아미노태 질소량은 증가하였고 증가정도는 $CaCl_2$ 로 제조한 두부에서 높았다. 침지액 종류별로는 $CaCl_2$ 로 제조한 두부의 경우 0.1% K-sorbate, HAc로 제조한 두부의 경우 3% NaCl 침지액에서 적게 용출되어 침지액 중의 아미노태 질소량은 두부가 부패됨에 따라 그 용출량도 증가됨을 알 수 있었다.

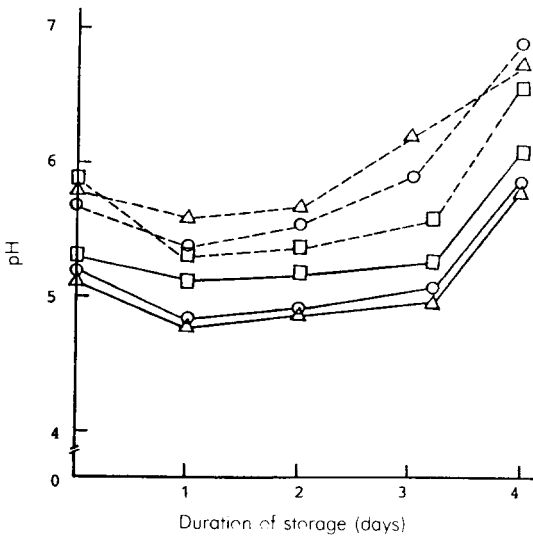


Fig. 3. Changes in pH of the various soaking solutions of Tofu during storage at 30°C

Coagulant Soaking solution
 ----: Calcium chloride ○ : Distilled water
 △ : 3% Sodium chloride
 ———: Acetic acid □ : 0.1% K-sorbate

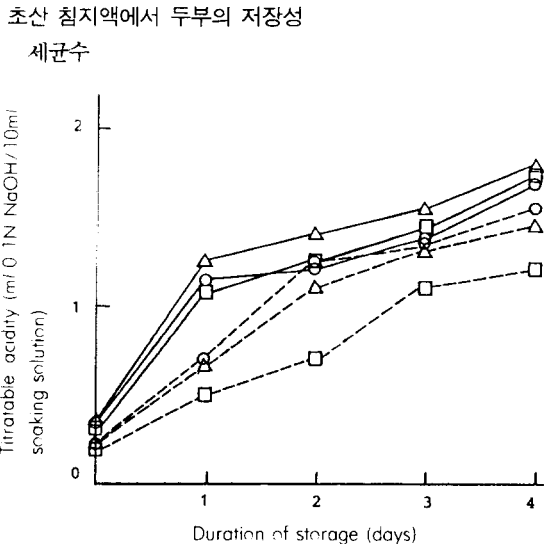


Fig. 4. Changes of titratable acidity of the various soaking solutions of Tofu during storage at 30°C

Coagulant Soaking solution
 ----: Calcium chloride ○ : Distilled water
 △ : 3% Sodium chloride
 ———: Acetic acid □ : 0.1% K-sorbate

Table 3. Changes in amino nitrogen content of the various soaking solution of Tofu during storage at 30°C

(Unit: (Unit: mg %)

Days	Coagulants	Calcium chloride			Acetic acid		
	Soaking solutions	Distilled water	Sodium chloride	k-sorbate	Distilled water	Sodium chloride	K-sorbate
0		—	—	—	—	—	—
1		6.9	4.8	4.3	4.2	3.9	4.0
2		13.7	6.0	5.7	5.3	4.9	4.5
3		23.7	19.6	16.6	14.7	13.2	11.8
4		45.2	39.3	36.7	28.7	26.7	22.5

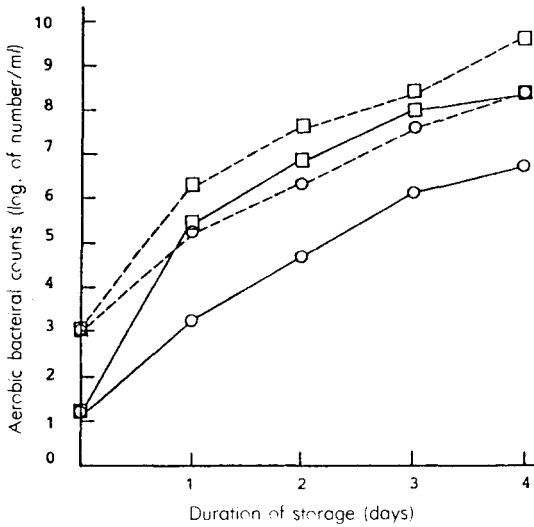


Fig. 5. Changes in aerobic bacterial count of soaking solution containing 0.1% acetic acid of Tofu during storage

Coagulant Temp. of storage
 ----: Calcium chloride ○ : 23°C
 ----: Acetic acid □ : 30°C

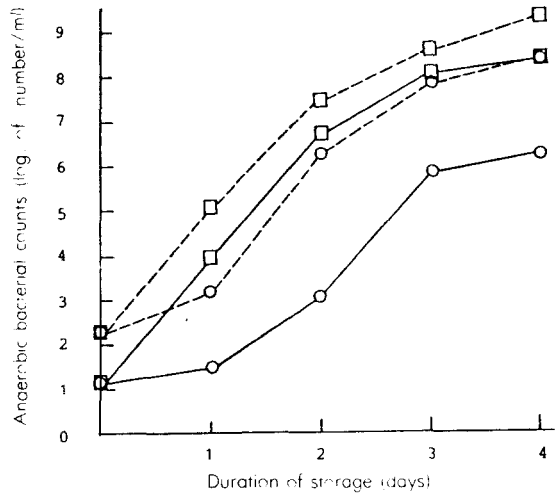


Fig. 6. Changes in anaerobic bacterial counts of soaking solution containing 0.1% acetic acid of Tofu during storage

Coagulant Temp. of storage
 ----: Calcium chloride ○ : 23°C
 ----: Acetic acid □ : 30°C

HAc를 이용하여 두부를 제조하였을 때 저장성이 높았던 점을 고려하여 HAc와 CaCl₂를 이용하여 두부를 제조하고 0.1% HAc 용액에 침지하여 23°C와 30°C에서 저장효과를 검토한 결과 세균수는 Fig. 5, 6과 같다.

호기성 세균은 침지 초기에 CaCl₂를 이용한 두부의 경우 1.9×10⁶cells/ml, HAc를 이용한 두부의 경우 2.1×10⁶cells/ml의 수준이며, 저장기간이 경과함에 따라 지수적으로 증가하였고 같은 0.1% HAc로 침지하더라도 HAc로 제조한 두부가 초기세균수 뿐만 아니라 전 저장기간 중에 호기성 세균수는 적었다. 또한 혐기성 세균수도 호기성 세균과 마찬가지로 HAc를 이용한 두부에서 적었다. 한편 HAc로 제조한 두부는

CaCl₂로 제조한 두부에 비하여 23°C에서 저장할 경우 4일간 저장하더라도 10⁷cells/ml 이하를 유지하였고 30°C에서 저장하더라도 2일까지는 10⁷cells/ml 이하의 수준을 유지할 수 있다.

이화학적 성질

두부를 초산 침지액 중에 저장하면서 침지액의 이화학적 특성의 변화를 경시적으로 검토한 결과는 Table 4와 같다.

탁도는 CaCl₂로 제조한 두부가 저장 초기에는 낮으나 2일 이후에는 급격히 증가하였고 23°C보다 30°C에서 저장할 때 그 증가는 심하였으며 Table 2의 다른 침지액에 비하여 저장 중의 탁도 증가는 적었다. pH는 저장 1-2일 사이에 약간 감소하나 그 이후에 증가하

Table 4. Effect of soaking solution containing 0.1% acetic acid on keeping quality of Tofu at 23°C and 30°C

Days of storage	Temp. of storage	Coagulants	Optical density (600 nm)	pH	Titratable acidity (ml 0.1N NaOH/ 10 ml soaking solution)	Amino nitrogen (mg%)
0	23	CaCl ₂	0.009	4.56	1.83	—
		CH ₃ COOH	0.016	4.42	2.16	—
	30	CaCl ₂	0.009	4.56	1.83	—
		CH ₃ COOH	0.016	4.42	2.18	—
1	23	CaCl ₂	0.004	4.80	1.18	3.2
		CH ₃ COOH	0.007	4.63	2.25	2.3
	30	CaCl ₂	0.004	4.83	1.23	4.6
		CH ₃ COOH	0.007	4.71	2.30	3.1
2	23	CaCl ₂	0.046	4.68	1.34	4.9
		CH ₃ COOH	0.020	4.54	2.38	3.6
	30	CaCl ₂	0.108	4.74	1.68	6.3
		CH ₃ COOH	0.041	4.58	2.40	4.2
3	23	CaCl ₂	0.149	4.73	1.50	8.1
		CH ₃ COOH	0.116	4.58	2.42	7.3
	30	CaCl ₂	0.168	4.98	1.90	9.9
		CH ₃ COOH	0.152	4.65	2.67	8.3
4	23	CaCl ₂	0.204	4.79	1.56	9.8
		CH ₃ COOH	0.128	4.61	2.50	8.5
	30	CaCl ₂	0.293	5.20	2.15	13.0
		CH ₃ COOH	0.161	4.75	2.80	9.9

여 CaCl₂로 제조한 두부의 30°C 저장에서 증가가 심하였다. 적정산도는 CaCl₂로 제조한 두부의 경우 저장 1일에 급격히 감소하나 그 이후에는 증가하였고 증가폭은 CaCl₂로 제조한 두부의 30°C 저장에서 심하였는데 이는 CaCl₂로 제조한 두부의 0-1일 사이 탁도가 낮았던 점으로 미루어 보아 초산의 일부가 Ca⁺⁺ ion에 의해 응고된 두부 중의 단백질에 흡수되어 응고력을 강화시킨 것으로 생각된다. 아미노태 질소의 변화는 저장 1일 후에 용출되기 시작하여 저장 중에 점차 증가하나 CaCl₂로 제조한 두부의 30°C 저장에서 높았고 Table 3의 다른 침지액에 비하여 아미노태 질소의 생성은 미약하였다. 이상을 종합하여 볼 때 두부는 CaCl₂보다 HAc로 응고시키는 것이 저장성을 향상시키는데 효과적이었고, 3% 식염이나 0.1% K-sorbate 용액에 저장하는 것보다는 0.1% 초산액에 침지시키는 것이 유리하여 23°C에서는 4일, 30°C에서는 2일간 저장이 가능하리라 사료된다.

요 약

두부의 응고제와 침지액을 달리하여 저장 중 침지액

의 미생물상과 이화학적인 변화를 검토하였다. 두부는 HAc로 응고시키는 것이 CaCl₂보다 저장성 향상에 효과적이었고 CaCl₂로 제조한 두부는 30°C에서 15-17시간만에 부패가 시작되어 세균수는 10⁷cells/ml에 달하였다. 침지액은 0.1% HAc 용액이 3% NaCl 용액이나 0.1% K-sorbate 용액보다 두부저장에 효과적이었다. 침지액의 탁도는 두부가 부패함에 따라 비례적으로 증가하였으며 3% NaCl이나 0.1% K-sorbate 용액에 침지할 때 탁도의 증가는 심하였다. 두부의 부패가 진행될 수록 침지액의 적정산도와 아미노태 질소량은 증가하였으며 pH는 1-2일 후에 증가하였다.

문 헌

1. Miller, C.D., Denning H. and Bauer, A.: Relation of nutrients in commercially prepared soybean curd. *Food Res.*, 17, 261(1952)
2. 이경원 : 국민영양과 대두의 수입정책. *식품과학*, 15, 40(1982)
3. 윤영미 : 두부의 구조 및 질감특성에 미치는 지방의 영향. 연세대학교 대학원 석사학위 논문 (1985)

4. 淺野三夫, 大久保一郎, 王十嵐倫, 山内文男: 豆腐の品質におよぼす脱皮, 脱胚軸および生しぼりの影響, 日本食品工業學會誌, 34, 298(1987)
5. 崔光洙: 大豆의 水浸時間에 따른 組織의 微細構造, 蛋白質特性 및 豆腐收率의 變化, 嶺南大學校 大學院 碩士學位論文(1984)
6. 박미란, 안용복, 이현주, 최명숙: 豆腐製造時 抽出溶媒 및 凝固劑가 品質에 미치는 영향, 중앙대학교 가정대논문집, 2, 156(1984)
7. Escueta, E.E., Bourne M.C. and Hood, L.F.: Effect of boiling treatment of soymilk on the composition, yield, texture and sensory properties of Tofu. *Can Inst. Food Sci. Technol. J.*, 19, 53(1986)
8. 김영희: 응고제에 따른 두부의 texture 특성과 무기성분 검토, 연세대학교 대학원 석사학위논문(1978)
9. 김중만, 백승화, 황호선: 난각으로부터 두부 응고제 제조와 그 이용에 관하여. 한국영양식량학회지, 17, 25(1988)
10. Lu, J.Y., Carter, E. and Chung, A.: Use of calcium salts for soybean curd preparation, *J. Food Sci.*, 45, 32(1980)
11. Tsai, S.J., Lan, C.Y., Kao, C.S. and Chen, S.C.: Studies on the yield and quality characteristics of Tofu, *J. Food Sci.*, 46, 734(1981)
12. 難波和美, 長尺太郎: 豆乳의 膠狀의 安全性에及ぼす Ca^{2+} 添加의影響について. 日本食品工業學會誌, 33, 745(1986)
13. Kroll, R.D.: Effect of pH on the binding of calcium ions by soybean proteins. *Cereal Chem.*, 61, 490(1984)
14. Honing, D.H., Rackis, J.J. and Wolf, W.J.: Effects of pH and salt on yield, trypsin inhibitor content, and mineral levels of soybean protein isolates and wheys. *J. Agric. Food Chem.*, 35, 967(1987)
15. 山野善正, 三木英三, 福井義明: 大豆タンパク質-油-水系ゲルのテクスチャーとゲル形成. 日本食品工業學會誌, 28, 131(1981)
16. 宋錫勳, 張建型: 豆腐에 관한 研究(第2報), 豆腐의 shelf-life 延長에 관한 研究. 陸軍技術研究報告, 3, 5(1964)
17. Dotson, C.R., Frank, H.A. and Cavaletto, C.G.: Indirect methods as criteria of spoilage in Tofu. *J. Food Sci.*, 42, 273(1977)
18. 白川武志: 豆腐의 粘性變敗について. 日本食品工業學會誌, 32, 1(1985)
19. Miskovsky, A. and Stone, M.B.: Effect of chemical preservatives on storage and nutrient composition of soybean curd. *J. Food Sci.*, 52, 1535(1987)
20. Pontecorvo, A.J. and Bourne, M.C.: Simple methods for extending the shelf life of soy curd(Tofu) in tropical areas. *J. Food Sci.*, 43, 969(1978)
21. Wu, M.T. and Salunkhe, D.K.: Extending shelf-life of fresh soybean curds by in-package microwave treatments. *J. Food Sci.*, 42, 1448(1977)
22. 식품공학 실험 I: 연세대학교 식품공학과편. 탐구당(1975)
23. Thomas, Y.O., Lulwies, W.J. and Kraft, A.A.: A convenient surface plate method for bacteriological examination of poultry, *J. Food Sci.*, 46, 1951(1981)
24. MERCK: *Handbook of Microbiology*, 66(1965)

(1989년 10월 16일 접수)