

콩의 오존처리가 두부의 저장성에 미치는 영향

김일두 · 박미자 · 류기철 · 김미경 · 이난희 · 김순동 · 김광수*
대구효성가톨릭대학교 식품공학과 · *영남대학교 식품영양학과

Shelf-Life of Soybean Curd Prepared with Ozone-treated Soybeans

Il-Doo Kim · Mee-Ja Park · Ki-Cheoul Ryu · Mee-Kyung Kim · Nan-Hee Lee · Soon-Dong Kim · *Kwang-Soo Kim

Dept. of Food Sci. and Technol., Catholic Univ. of Taegu-Hyosung

*Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University

Abstract

Shelf-life of soybean curd prepared with ozone-treated soybeans investigated on pH, acidity, sour taste, slime formation during storage at 30°C. Total plate counts of raw soybeans showed about log 7.0 CFU/g before ozone treatment. The sterilization efficiency of raw soybeans showed the most effective in 0.5ppm of aqueous ozone treatment at 4°C for 90 minutes. Raw soybeans were treated with ozone by different methods; (1) Ozone treatment for 90 + 90 minutes (first 3.5~5 hours and later 8.5~10 hours) of 10 hours during soaking in aqueous solutions at 4°C (OW). (2) Ozone treatment by exposure first to 30ppm of gaseous ozone for 90 minutes and then applied to OW method (GO+OW). The log reduction of raw soybeans treated by OW and GO+OW methods showed 3.72 and 4.15, respectively. Soybean curd prepared with OW and GO+OW-treated soybeans kept the shelf-life of 4 and 5.5 days at 30°C, respectively, but, that without ozone treatment spoiled at one day.

Key words : soybean curd, ozone, shelf-life

서론

두부는 대두의 단백질을 칼슘과 같은 무기질로 응고시킨 전통식품으로서 우리나라는 물론 중국, 일본, 유럽 등에서 인기있는 식품으로 매년 그 소비량이 증가되고 있으나 여름철에는 15~20시간이 지나면 쉽게 변질되어 유통상 또는 위생상으로 많은 문제점을 야기시키고 있다. 이러한 문제점 때문에 주문생산에 그치고 있으며 영세성을 탈피하지 못하고 있다. 두부의 저장성 향상에 관한 연구로는 두부용 pH를 조정하여 침지액에 담그는 방법(1), 소금(2,3) 또는 보존료를 침지액에 첨가하는 방법(4,5), 두유에 합성살균제를 첨가하는 방법(6), 유기산을 사용하는 방법(5),

저온살균법(7), 가열처리법(8), microwave 처리법(9) 등 다수의 연구가 보고되어 있다. 그러나 이들 대부분은 보존성을 다소 연장시키기는 하지만 실용적인 측면에서 미흡한 점이 많다. 오존은 강력한 살균력을 가진 물질로서 1909년 독일에서 냉동육의 보존을 위하여 사용한 것을 시작으로 하여 수질의 정화(10-12), 식품의 살균(13), 공장환경의 정화(14) 등에 많이 활용되고 있으며 생선류와 육류(15), 국수, 김치 및 양생과자(16) 등 식품의 보존성 향상을 위하여도 이용되고 있다. 특히, 内藤茂三 등(17)은 곡류, 두류, 곡분 및 향신료의 오존살균 특성에 대하여 보고하였으며, 과일과 채소류의 보존성 증진에도 효과가 높음을 보고(18)하였다. 또, 김과 김(19)은 신선계육의 유통을 위하여 오존을 처리하였으며, 청정 고춧가루 제조에도 효과적이라 하였다(20). 두부 유통중 변질의 주 원인으로서는 원료 대두의 미생물 오염과 두부제조 환경

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Dept. of Food Sci. & Technol., Catholic University of Taegu-Hyosung, 330 Kumrak-1-ri, Hayang-up, Kyungsan-si, Kyungbuk 712-702, Korea

의 오염이라 생각되며 후자의 경우는 제조공장의 정결화를 통하여 오염원의 제거가 가능하나 전자의 경우에는 원료 대두의 세척, 두유의 가열처리 등 제조과정상의 처리로서는 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 대두의 저장중 또는 두부제조시 대두의 수침처리중에 오존을 처리하여 대두에 오염된 미생물의 수를 줄임으로서 두부의 보존성 향상을 도모하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 대두는 1996년 가을에 수확한 한국 강원도산 백태(*Glycine max Merr*)를 하양시장에서 구입하여 사용하였다.

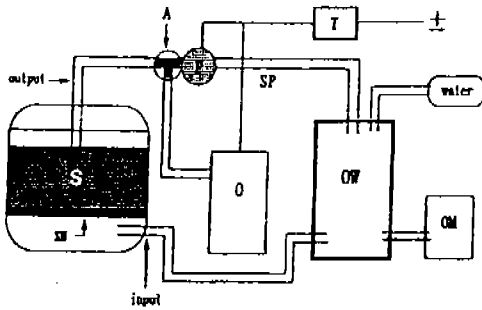


Fig. 1. Aqueous ozone treatment apparatus of soybean during soaking. Abbreviations: S; soybean, SN; stainless steel net, A; injector of gaseous ozone by aspirator style, P; pump, T; timer, SP; screwpipe, O; ozone water, OM; ozone monitor.

오존처리

오존발생장치는 (주)우성하이테크에서 제작한 오존발생장치(O-200)를 사용하였으며, 오존농도의 측정은 Microprocessor One Channel Analyzer(Series 3600.3xx/3600M. 320 Indicating Instrument/Model 31330.15 Ozone Sensor, Orbisphere Laboratories Switzerland)를 이용하여 측정하였으며 오존농도는 ppm(mg/l)으로 나타내었다. 대두의 수침중 오존처리는 대두를 흐르는 수돗물로 3회 세척한 후 Fig. 1의 세척조(SN)에 넣고 뚜껑을 닫은 후 오존발생기로부터 가스상 오존을 발생시켜 물에 용해되도록 하였는데 이때 유량은 분당 50 l로 하였으며 처리온도는 4℃와 20℃로 나누어 처리하였다.

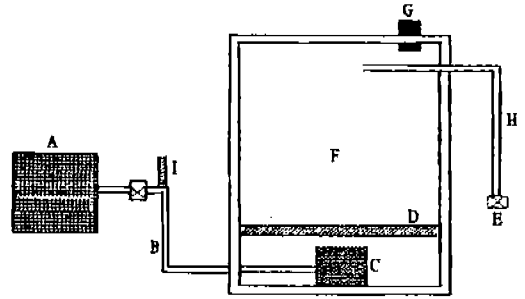


Fig. 2. Schematic diagram of experimental gaseous ozone treatment system. A: ozone generator, B: input hose, C: diffusion setting, D: steel net, E: suction apparatus, F: sample treatment, G: ozone checking stopper, H: output hose, I: air conditioner.

Table 1. Plots of aqueous ozone treatments¹⁾

Plots	Ozone (ppm)	Treatment time (min)	Temp.(℃)
I	0.1	30	20
	0.2	30	20
	0.3	30	20
II	0.3	30	20
	0.3	60	20
III	0.3	90	20
	0.5	90	4
IV ²⁾	0.5	90	4

¹⁾Frequency of aqueous ozone treatment of soybean in all plots was 2 times (middle and later treatment) during soaking for 10 hours.

²⁾The treatment was done by using the soybean exposed to 30ppm of gaseous ozone for 90 minutes.

그리고 수침중 오존의 처리시간은 용존오존 농도가 0.1, 0.2, 0.3 및 0.5ppm이 되도록 조정하여 10시간 동안의 수침중에 30, 60 및 90분간 중간과 마지막에 1회씩 총 2회 처리하였다. 원료대두에 대한 오존처리는 대두 2kg을 직경 30cm, 높이 60cm의 스텔레스체의 원통형 장치(Fig. 2)에 담고 ozone diffusion setting을 통해 0.3 vol. ppm의 가스상 오존을 분당 50 l의 유속으로 10℃에서 90분간 처리하였다. 이상의 실험구를 요약한 것은 Table 1 과 같다.

총 균수의 측정

대두를 무균적으로 마쇄하여 얻은 두유를 0.1% peptone수로 희석하여 총균수는 petrifilm plate(3M 사)TM를 사용하여 32℃에서 48시간 배양시킨 후 나타난 colony를 계측하였다.

Table 2. Effect of ozone treatment¹⁾ on total microbial counts in soybean during soaking

Plots	Ozone (ppm)	Treatment time (min)	Temp. (°C)	Total microbial count (log CFU/g)
I	0.1	30	20	7.62±0.12 (0.36) ³⁾
	0.2	30	20	6.65±0.08 (1.33)
	0.3	30	20	6.33±0.04 (1.65)
II	0.3	60	20	5.87±0.05 (2.09)
	0.3	90	20	4.97±0.12 (3.05)
	0.3	120	20	4.84±0.08 (3.08)
III	0.5	90	4	4.25±0.11 (3.72)
IV ²⁾	0.5	90	4	3.82±0.13 (4.15)

¹⁾Frequency of aqueous ozone treatment of soybean in all plots was 2 times(middle and later treatment) during soaking for 10 hours.

²⁾The treatment was done by using the soybean exposed to 30 ppm of gaseous ozone for 90 minutes.

³⁾Values represented log reduction.

살균효과

살균효과는 무처리와 오존처리한 후의 총균수에 대한 log reduction으로 나타내었다.

두부의 제조 및 저장

오존처리한 대두는 즉시 Waring blender로 옮겨 원료 대두의 10배량으로 가수한 후 5분간 마쇄하고 전자렌지로 10분간 가열한 후 살균된 여과포로 여과하여 두유를 얻었다. 두유의 온도가 80°C가 되었을 때 1% 염화칼슘용액을 두유량의 10%가 되게 서서히 첨가하여 응고시킨 후 소형의 두부틀 (17cm×17cm×6cm)에 옮겨 4kg의 누름장치로 7분간 눌러 성형하였다. 이때, 두부 제조용 기구들은 살균된 것을 사용하였다. 두부의 저장은 성형한 두부를 일정한 크기(3cm×3cm×1cm)로 잘라서 petri dish에 넣어 30°C에서 저장성을 조사하였다.

pH 및 산도

막자사발에 두부 10g과 증류수 20ml를 넣어 마쇄한 후 pH meter (Metrohm 632, Switzerland)를 이용하여 pH를 측정하였고, 산도는 0.1N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정할 후 두부 1g을 중화시키는데 소비된 0.1N NaOH ml수로 나타내었다.

관능검사

관능검사는 두부의 신맛(sour taste)과 점질물(slime)의 생성에 대하여 훈련된 10명의 관능요원에 의해 5점 채점법으로 행하였다. 즉, 전혀 없다(1점), 조금 있다(2점), 보통이다(3점), 많다(4점), 아주 많다(5점)로 하였다.

결과 및 고찰

대두의 오존처리와 살균효과

두부는 특히 여름철의 경우 유통기간이 하루를 넘지 못하여 상품성에 큰 장애가 되고 있다. 저장성 결여의 가장 큰 원인은 두부에 오염되어 있는 각종 미생물이 두부의 유통중에 번식하는 때문으로 알려져 있는데(6,14,21) 内藤茂三 등(22)은 원료대두에 오염된 미생물로서 *Bacillus*를 중심으로 증온성 내열성 아포균과 *Micrococcus*를 중심으로 한 비내열성 아포균 및 곰팡이류라고 하였으며 신 등(21)은 부패된 두부에서 *Acinetobacter calcoaceticus* var. *anitral*와 *Klebsiella pneumoniae* subgroup *pneumoniae* 및 *Acinetobacter calcoaceticus* var. *anitral*와 동일한 특성을 보유한 점액성을 지닌 균주를 분리한 바 있다. 본 연구에서는 대두의 수침중에 오존을 처리하여 대두에 오염 미생물을 제거하는 실험을 행하였다. 内藤茂三(23)의 보고에 따라 오존발생기 출구에서 생성된 가스상의 오존을 물과 30분간 반응시킨 후 평형화된 상태에서 모니터에 나타난 용존 오존농도는 수온 4°C의 경우가 20°C에서보다 높게 나타나는 특성을 감안하여 Table 1에서와 같이 I~IV의 4구분으로 나누어 오존을 처리하였을 때 대두의 감균효과를 조사한 결과는 Table 2에서와 같다.

수온 20°C, 처리횟수 2회, 처리시간이 30분일 경우, 용존 오존농도 0.1ppm으로 처리한 것은 살균효과가 0.36인데 비하여 0.2ppm으로 처리한 것은 1.33, 0.3ppm으로 처리한 것은 1.65로 0.3ppm에서 살균효과가 높았다. 0.3ppm에서 120분 처리한 경우에 살균효과 (log reduction)는 3.08로 90분간 처리한 것과 비슷

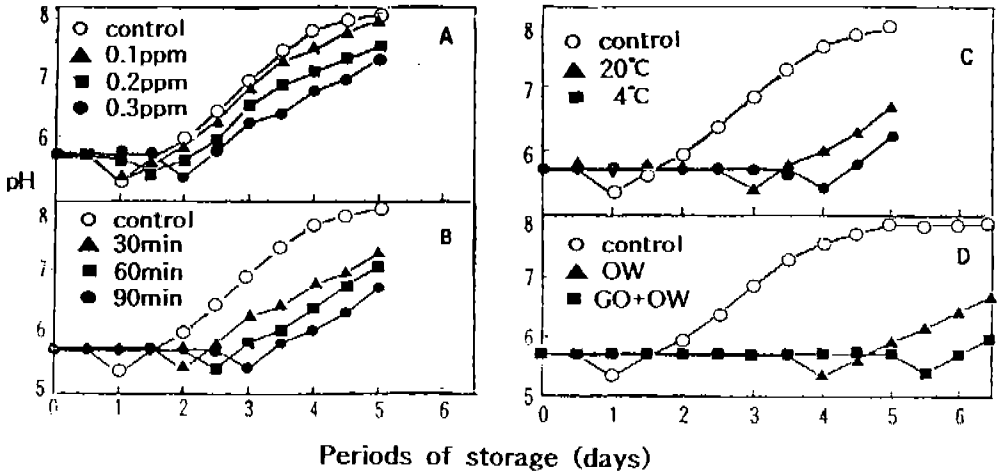


Fig. 3. Changes in pH of soybean curd prepared from ozone treated soybean during storage at 30°C. A : treatment with different concentrations of ozone at 20°C for 30 minutes. B : treatment with different- treatment time by 0.3ppm of ozone. C: treatment with different temperatures (0.3ppm of ozone at 20°C, 0.5ppm of ozone at 40°C) for 90 minutes. D: treatment with different method(control: general soybean curd. OW: soybean curd with soybean treated with 0.5ppm of ozone in aqueous solutions for 90+90 minutes at 4°C(first 3.5~5 hours and later 8.5~10 hours) during soaking of 10 hours. GO+OW: soybean curd with soybean exposed first to 30ppm of gaseous ozone for 90 minutes and then applied to OW method.

하였다. 오존처리 시간이 길어짐에도 더 이상 살균효과가 높아지지 않는 이러한 현상은 오염미생물의 상당수가 오존에 대한 내성이 강한 포자형태로 존재하기 때문으로 사료된다(23). 수온 4°C, 처리횟수 2회, 처리시간 90분, 용존 오존농도 0.5ppm으로 처리한 경우는 살균효과가 3.72로 수온 20°C에서의 처리결과보다 살균효과가 약 18% 높았다. 이는 동일한 농도일 경우 높은 온도에서 살균효율이 높게 나타지만 동일량의 가스상 오존을 물에 녹일 경우 20°C에서는 0.3ppm을 유지하였으나 4°C에서는 용존오존의 농도가 0.5ppm으로 높아진 결과라 생각되며 Yang과 chen(24), 内藤茂三과 志賀一三(25) 및 宗宮功(26)의 연구에서 오존농도가 높을수록 살균효과가 높게 나타나고 있는 결과와 일치하였다.

이상에서와 같이 동일조건으로 가스상의 오존을 수중에 주입할 경우 4°C에서는 용존 오존농도가 0.5ppm을 유지한 반면에 20°C에서는 0.3ppm을 유지하였으며 90분간 2회 처리하였을 때 살균효과는 4°C에서 높고 총균수는 최초 $10^7/g$ 에서 $10^4/g$ 으로 크게 감소함을 나타내었다. 그러나 여타의 연구, 예로서 内藤茂三(27)은 오존수의 살균특성을 검토하기 위하여 초콜렛에서 분리한 균을 0.5ppm의 용존 오존농도로 4°C에서 5~30분까지 처리하였을 때 오염미생물의 수가 10^7 에서 0으로 감소된 결과와 비교하여 보면

본 실험에서의 살균효과는 매우 낮음을 알 수 있다. 이러한 현상은 오염 미생물의 종류가 다르고 미생물에 따라 오존에 대한 내성이 달라 살균효과에 현저한 차이가 생긴 것이라 생각된다(25).

한편, 예비실험에서 대두를 10시간 수침중에 오존의 처리횟수에 따른 살균효과를 조사하였는데 1회만 처리한 것보다 2회 처리한 것의 살균효율이 현저하였고 2회와 3회 처리의 차이가 크지 않아 2회 처리로 고정하여 실험하였다. 또, 대두에 오염된 미생물에 대한 살균효과를 높이기 위하여 수침전의 원료 대두에 대하여 30ppm의 가스상 오존을 90분간 처리한 후 다시 용존 오존농도 0.5ppm으로 수온 4°C에서 90분간 2회처리(3.5~5시간 및 8.5~10시간)를 행하였는데 이때의 살균효과는 4.15로 다른 경우에 비하여 현저하게 높았다. 가스상 오존의 처리농도를 30ppm으로 고정하여 처리한 것은 内藤茂三(28)이 대두에 대하여 농도별로 가스상의 오존을 처리한 결과 50ppm이상의 농도에서는 과산화물의 생성량이 높다고 보고한 결과를 참고하였다.

오존처리 대두로 만든 두부의 저장성

pH

두부의 pH는 6.0부근으로 저장중 미생물이 오염될 경우 이들이 생성하는 효소류에 의하여 단백질이 분

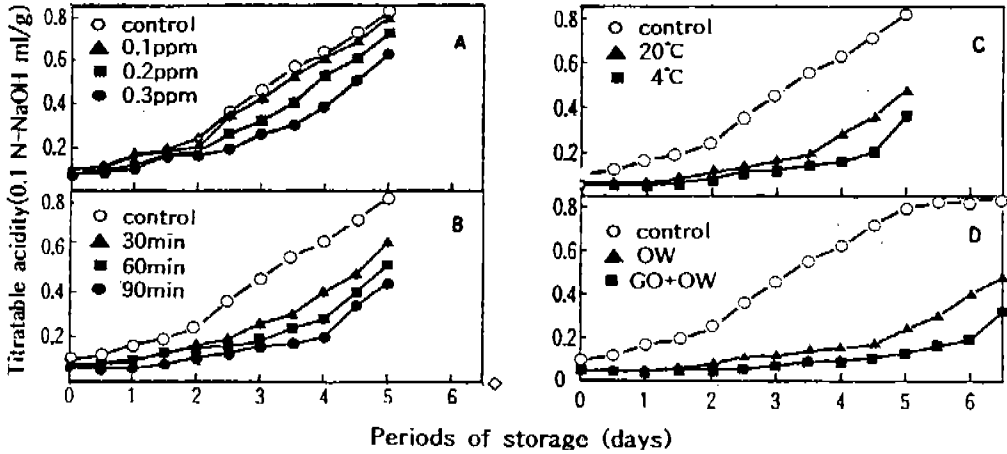


Fig. 4. Changes in titratable acidity of soybean curd during storage at 30°C. All abbreviations are the same as Fig. 3.

해되어 알칼리성을 띠는 것으로 알려져 있어(8) pH 변화 조사를 통하여 저장성 유무를 판단할 수 있다. 오존 처리농도, 처리시간, 수침용수의 온도, 및 처리 방법을 달리하여 대두를 각각 처리한 후 두부를 제조하였다. 수온을 20°C, 처리시간을 30분, 처리횟수 2회(5~5.5시간 및 9.5~10시간)로 고정하고 용존 오존 농도를 0.1ppm, 0.2ppm, 0.3ppm으로 달리하여 처리한 대두로 제조한 두부를 30°C에 저장하면서 pH 변화를 조사한 결과는 Fig. 3(A)에서와 같다. pH 변화는 모든 처리구에서 일시적으로 감소하였다가 증가하는 경향을 나타내었는데 일시적 감소현상은 잔존미생물의 번식으로 생성된 산의 영향(5)으로 사료되며 증가현상은 이들 미생물에 의한 단백질의 분해로 생성된 염기성물질에 기인(8)하는 것으로 판단된다. 처리별 pH 변화를 살펴보면 대조구와 용존 오존농도 0.1ppm의 처리구는 다같이 저장 1일째 pH가 각각 5.32, 5.30으로 낮아졌다가 즉시 증가하는 경향을 보였으나 0.3ppm으로 처리한 경우는 2일째 pH가 5.38로 낮아지는 현상을 나타내었다. Fig. 3(B)에서는 수온을 20°C, 용존 오존농도를 0.3ppm, 처리횟수를 2회로 고정하고 처리시간을 30분, 60분, 90분으로 달리하여 처리한 대두로 제조한 두부의 저장중 pH 변화를 조사한 결과이다. 그 결과 pH가 일시적으로 떨어지기까지의 일수는 30분간 처리한 경우가 2일, 60분간 처리한 경우는 2.5일, 90분간 처리한 경우는 3일로 90분간 처리하였을 때 두부의 보존성이 높았다. Fig. 3(C)는 처리시간을 90분, 처리횟수를 2회(3.5~5시간 및 8.5~10시간)로 고정하고 수온을 4°C(용존오존농도 0.5ppm)와 20°C(용존오존농도 0.3ppm)로 달리하여 처리한 대

두로 제조한 두부의 저장중 pH 변화를 조사한 결과이다. 이 결과에서 pH가 일시적으로 저하하는 일수는 무처리구 1일, 20°C는 3일인데 비하여 4°C에서 처리한 것은 4일로, 이는 수온이 20°C에서보다 4°C에서 오존처리하였을 때 저장효과가 큼을 나타내었다. Fig. 3(D)는 수온 4°C, 처리시간 90분, 처리횟수 2회(3.5~5시간 및 8.5~10시간), 용존 오존농도를 0.5ppm으로 한 OW와 수침전에 대두를 30ppm의 가스상 오존으로 10°C에서 90분간 처리한 후 OW에서와 같은 방법으로 처리한 GO+OW를 비교한 결과이다. 미생물의 번식으로 pH가 일시적으로 낮아지는 일수는 무처리구 1일, OW는 4일, GO+OW는 5일로 GO+OW 처리구가 두부의 보존성이 높음을 나타내었다.

산도

pH 측정의 결과에서와 같이 Fig. 4(A)는 용존 오존 농도를 달리한 것이며, Fig. 4(B)에서는 처리시간을 달리하였고, Fig. 4(C)는 처리온도 그리고 Fig. 4(D)에서는 가스상 및 액상오존의 병용처리 효과를 본 것이다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 각각의 처리마다 저장일수에 따른 산도는 모두 증가하는 경향을 나타냈는데 저장 5일째의 산도는 대조구에서 0.82, 수온 20°C(용존 오존농도 0.3ppm)에서 30분간 처리한 경우는 0.62, 90분간 처리한 경우는 0.44, 수온 4°C(용존 오존농도 0.5ppm)에서 90분간 처리한 경우는 0.36으로 나타났으며 GO+OW에서는 0.13으로 나타나 pH 측정 결과에서 보존성이 높게 나타난 처리구에서 낮은 산도를 나타내었다. 특히, pH(Fig. 3)의 경우 일시적으로 감소되는 시점에서 산도의 뚜렷한 증가현상

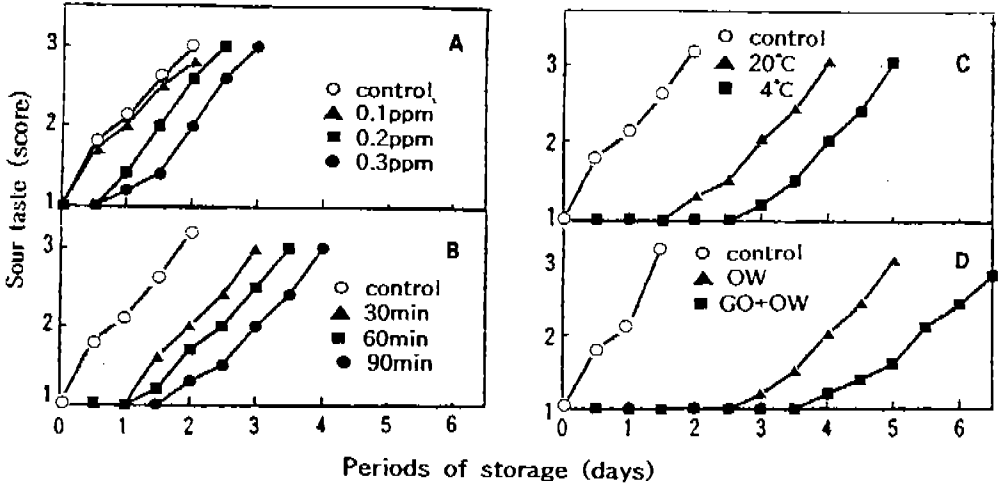


Fig. 5. Changes in sour taste of soybean curd during storage at 30°C. Scores, 1; no, 2; little, 3; moderate, 4; much, 5; very much. All abbreviations are the same as Fig. 3.

이 관찰되지 않았으며 pH의 증가와 비례하여 산도가 증가하는 현상이 관찰되었다. 송과 장(2)은 두부를 30°C에서 저장하였을 때 18~24시간에 일시적으로 pH가 감소하나 30시간 이후부터는 증가한다고 하였으며, 또한 Pontecorvo와 Bourne(1)는 레몬즙을 이용하여 제조한 두부를 37°C 저장시 1일에는 침지액의 pH가 감소하나 그 이후에는 완만히 증가하였다고 보고하였다. 일반적으로 pH의 증가는 산도의 감소를 나타내는 바 두부의 저장시 나타나는 지속적인 산도의 증가에도 불구하고 pH가 증가함은 오염미생물이 두부의 단백질을 분해시켜 저분자량의 peptide와 amino acid, amine 등 양성전해질을 생성하고 이들 물질이 완충작용을 하는 때문으로 생각된다(8).

산미

일반 두부는 산미를 거의 느끼지 못하나 부패된 두부에는 느낄 수 있을 정도의 산미가 있다. 그러므로 산미의 측정은 두부의 변질을 알 수 있는 좋은 척도가 될 수 있다. Fig. 5는 각 처리별 두부의 저장중 산미를 측정된 결과인데 Fig. 5(A)는 수온을 20°C, 오존 처리시간을 30분, 처리횟수를 2회(5~5.5시간 및 9.5~10시간)로 고정하고 용존 오존농도를 0.1ppm, 0.2ppm, 0.3ppm으로 달리하여 처리한 대두로 제조한 두부를 30°C에 저장하면서 산미를 조사한 결과이다. 처리농도별 산미의 변화를 살펴보면 대조구와 오존농도 0.1ppm의 처리구는 다같이 저장 1일째 2점(조금 있다)으로 평가되었으며 0.2ppm, 0.3ppm에서는 각각 1.5일째, 2일째 2점으로 평가되어 0.3ppm으로 처리한

것이 보존성이 높게 나타났다. Fig. 5(B)는 수온을 20°C, 용존 오존농도를 0.3ppm, 처리횟수를 2회로 고정하고 처리시간을 30분, 60분, 90분으로 달리하여 처리한 대두로 만든 두부의 저장중 산미를 조사한 결과이다. 두부의 산미가 약간 느낄 수 있을 정도, 즉 2점이 될 때까지의 일수는 오존 처리시간이 30분일 경우는 2일, 60분일 경우는 2.5일, 90분일 경우는 3일로, 90분간 처리하였을 때 두부의 보존성이 가장 높은 것으로 나타났다. Fig. 5(C)는 처리시간을 90분, 처리횟수를 2회(3.5~5시간 및 8.5~10시간)로 고정하고 수온을 4°C(용존오존농도 0.5ppm)와 20°C(용존오존농도 0.3ppm)로 달리하여 처리한 대두로 제조한 두부의 저장중 산미를 조사한 결과이다. 그 결과 2점으로 평가되기까지의 일수는 무처리 1일, 수온 20°C는 3일인데 비하여 수온 4°C에서 처리한 것은 4일로 4°C에서 효과가 큼을 나타내었다. Fig. 5(D)는 수온을 4°C, 오존 처리시간을 90분, 처리횟수를 2회(3.5~5시간 및 8.5~10시간)로 한 OW와 수침전의 대두를 30ppm의 가스상 오존으로 10°C에서 90분간 처리한 후 OW에서와 같은 방법으로 처리한 GO+OW를 비교한 결과이다. 그 결과 무처리 1일째, OW는 4일째, GO+OW는 5.5일째 산미가 2점으로 평가되어 GO+OW로 처리한 두부의 보존성이 높음을 나타내었다.

점질물의 생성

저장중 두부가 변질하기 시작하면 끈적끈적한 점질물이 생성되는 경우가 많다. 이러한 점질물이 생성되면 상품성이 크게 떨어지며 식용이 어렵게 되고

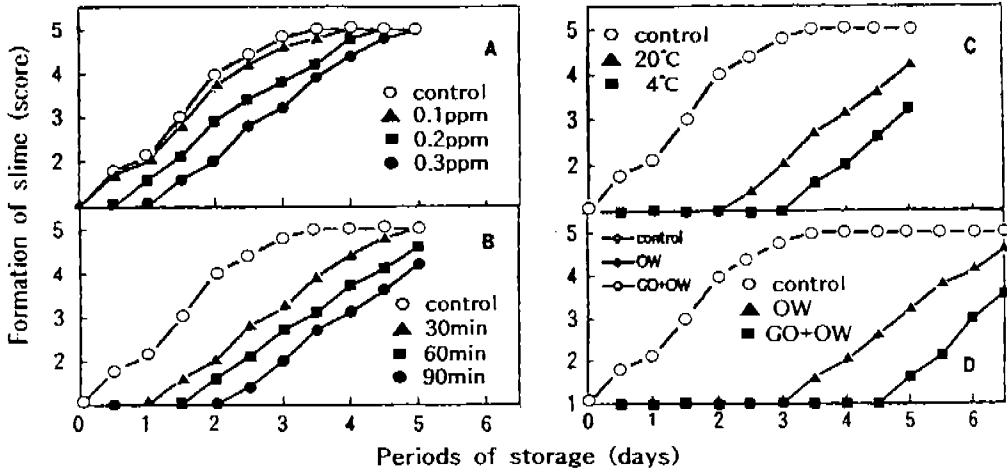


Fig. 6. Changes in formation of slime of soybean curd during storage at 30°C. Scores, 1; no, 2; little, 3; moderate, 4; much, 5; very much. All abbreviations are the same as Fig. 3.

악취가 발생한다. 점질물의 생성에 관한 관능검사시 1점은 전혀 없다, 2점은 조금 있다, 3점은 보통이다로 평가하였다. Fig. 6은 무처리와 오존처리 대두로 제조된 두부를 30°C에 저장하면서 점질물의 생성을 조사한 결과이다. A, B, C, D는 pH, 산도 및 산미의 측정 경우와 같다. 대조구와 용존 오존농도 0.1ppm 처리구는 다같이 저장 1일째 2점(점질물이 조금 있다)으로 평가되었으며 0.2ppm 처리구에서는 1.5일째, 0.3ppm 처리구에서는 2일째 각각 2점으로 평가되어 0.3ppm으로 처리한 경우에 보존성이 높게 나타났다. 오존 처리시간별 실험결과 점질물 생성이 2점으로 평가될 때까지의 일수는 오존 처리시간 30분간 처리한 경우는 2일, 60분간 처리한 경우는 2.5일, 90분간 처리한 경우는 3일로, 90분간 처리하였을 때 두부의 보존성이 높은 것으로 나타났다. Fig. 5(C)의 처리온도별 실험결과에서는 점질물이 조금 있다로 평가된 일수는 무처리가 1일이었으나, 오존처리 경우 수온 20°C가 저장성이 3일인데 비하여 4°C에서 처리한 것은 4일로 20°C처리보다 4°C에서 효과가 큼을 나타내었으며, Fig. 5(D)의 OW는 4일째, GO+OW에서는 5.5일째 2점으로 평가되어 GO+OW처리에서 두부의 보존성이 높았다.

요 약

두부의 유통중 저장성 향상을 목적으로 대두의 수침중 오존처리 효과를 검토하였다. 대두의 수침중 오존처리에 의한 살균효과를 조사하는 한편 오존으로

처리한 대두로 만든 두부를 30°C에서 저장하면서 pH, 산도, 산미 및 점질물의 생성정도를 측정함으로써 저장성 정도를 평가하였다. 그 결과 원료 대두에 오염된 총 균수는 $10^7/g$ 정도였으며 오염 대두를 수온 4°C, 용존 오존농도 0.5ppm으로 90분간 2회(3.5~5시간 및 8.5~10시간) 처리한 것(OW)과 원료 대두를 수침전에 30ppm의 가스상 오존으로 10°C에서 90분간 처리(GO)한 후 다시 위의 OW 방법으로 처리한 것(GO+OW)의 살균효과는 각각 3.72, 4.15로 크게 증가되었다. 오존처리한 대두로 만든 두부의 저장성을 조사하기 위하여 대조구와 처리농도별, 시간별, 온도별, 가스상 및 액상 병용효과 별로 대두를 처리하여 두부를 제조한 후 30°C에서 저장한 결과는 대조구 두부는 pH, 산도, 산미, 점질물이 불과 하루만에 식용이 불가능한 상태로 변화하였으나, GO+OW 처리구는 두부의 품질이 약 5.5일 동안 유지되었다.

참고문헌

1. Pontecorvo, A.J. and Bourne, M. (1978) Simple methods for extending the shelf life of soybean curd in tropical areas. *J. Food Sci.*, 43, 969.
2. 송석훈, 장건형 (1964) 두부의 shelf-life 연장에 관한 연구. *육군기술연구보고*, 3, 5.
3. 이해원 (1984) 두부의 보존성 및 물성에 관한 연구. 서울여자대학 대학원 석사학위논문
4. Miskovsky, A. and Stone, M.B. (1987) Effect of chemical preservatives on storage and nutrient

- composition of soybean curd. *J. Food Sci.*, **52(6)**, 1535.
5. 이갑상, 김동한, 백승화, 전승호 (1990) 두부의 저장에 미치는 응고제와 침지액의 효과. *한국식품과학회지*, **22(2)**, 116.
 6. 河端俊治, 菅野三郎 (1970) 加工食品と食品衛生. 新思潮社, 東京, 271.
 7. Champagne, C.P., Aurouze, B. and Goulet, G. (1991) Inhibition of undesirable gas production in Tofu. *J. Food Sci.*, **56(6)**, 1600.
 8. 이서구, 김창식 (1992) 포장두부의 저장성에 미치는 열처리 효과. *한국농화학회지*, **35(6)**, 490.
 9. Wu, M.T. and Salunkhe, D.K. (1977) Extending shelf-life of fresh soybean curds by in-package microwave treatments. *J. Food Sci.*, **42**, 1448.
 10. 安樂幸一, 小林幸, 牧豊 (1986) オゾンによる上水處理. 用水と廢水, **28(5)**, 504.
 11. 오호영, 오세헌, 장일현, 송석룡 (1995) 수처리분야에서의 오존의 활용. *기술현대*, **15(1)**, 71.
 12. 牧豊 (1992) 用水へのオゾンの應用. 用水と廢水, **34(4)**, 298.
 13. 藥師芳信 (1983) オゾンによる食品の殺菌と保存. *ジャパンフードサイエンス*, **5**, 55.
 14. 內藏茂三 (1997) 乳酸菌による食品變敗と食品工場へのオゾンの利用技術. *食品と科學*, **39 (5)**, 94.
 15. 清水博則 (1984) オゾン利用による加工食品の保存技術. *ジャパンフードサイエンス*, **23(7)**, 24.
 16. 內藏茂三 (1997) 食品加工におけるオゾン殺菌の効果と使用メリット. *食品と科學*, **37(5)**, 101.
 17. 內藏茂三, 岡田安司, 酒井達也 (1987) 穀類, 穀粉, 豆類 および香辛料のオゾン 殺菌特性. *日本食品工業學會誌*, **34(12)**, 788.
 18. 荏原實業(株) (1983) オゾンによる食品保存 について. *日本食品機械裝置*, **10**, 73.
 19. 김일두, 김순동 (1991) 신선계육의 유통을 위한 오존처리 효과. *한국영양식량학회지*, **20(5)**, 483.
 20. 김일두, 박미자, 조재욱, 김순동 (1997) 오존처리에 의한 고춧가루의 청정화. *대구효성가톨릭대학교 식품과학지*, **9**, 11.
 21. 신동화, 김문숙, 배경숙, 고영희 (1992) 두부부패에 관여하는 주요미생물 동정. *한국식품과학회지*, **24(1)**, 29.
 22. 內藏茂三, 岡田安司, 酒井達也 (1988) オゾン處理 穀類, 穀粉, 豆類 および香辛料の貯藏中における微生物 變化. *日本食品工業學會誌*, **35(2)**, 69.
 23. 內藏茂三 (1995) 食品とオゾン. *食品化學新聞社*, 東京, 12.
 24. Yang, P. P. W. and Chen, T. C. (1979) Stability of ozone and its germicidal properties on poultry meat microorganisms in liquid phase. *J. Food Sci.*, **44(2)**, 501.
 25. 內藤茂三, 志賀一三 (1982) 水中の微生物に對するオゾンの殺菌作用. **29(1)**, 1.
 26. 宗宮功 (1993) 新版オゾン利用の新技术. 三秀書房, 東京, 405.
 27. 內藏茂三 (1995) 食品とオゾン. *食品化學新聞社*, 東京, 22.
 28. 內藏茂三 (1989) 穀類, 穀粉, 豆類および豆類加工品中の脂質のオゾン處理による變化. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **36(11)**, 878.

(1998년 3월 7일 접수)