

저분자 chitosan이 배추김치 모델시스템의 보존성에 미치는 영향

김광옥 · 문형아 · 전동원*

이화여자대학교 식품영양학과, *이화여자대학교 의류직물학과

The Effect of Low Molecular Weight Chitosans on the Characteristics of Kimchi during Fermentation

Kwang Ok Kim, Hyung Ah Moon and Dong Won Jeon*

Department of Foods and Nutrition

*Department of Clothing and Textiles, Ewha Womans University

Abstract

This study was conducted to investigate the preservative effect of low molecular weight chitosans on kimchi(2% salt concentration) during fermentation at 20°C. The pH and total acidity of control kimchi were lower and higher, respectively than those of kimchi samples containing chitosan. Reducing sugar content tended to be lower in control kimchi than in kimchi samples containing chitosan until 6 days of fermentation. Malic acid content was lower in control kimchi than in kimchi samples containing chitosan until 4 days of fermentation. Succinic acid content was higher in control kimchi than in kimchi samples containing chitosan at the 2 days of fermentation. Content of lactic and acetic acid also was higher in control kimchi than in kimchi samples containing chitosan at the 4 days of fermentation. The number of total microorganisms and those of microorganisms of *Leuconostoc* genus and *Lactobacillus plantarum* were higher in control kimchi than in kimchi samples containing chitosan. The number of microorganisms of *Leuconostoc* genus was lower in kimchi samples containing chitosan with the lower molecular weight chitosan than those with the higher molecular weight chitosan. Intensity of sensory sour taste and staled flavor were higher in control kimchi than in kimchi samples containing chitosan. There was not much difference in sensory firmness among kimchi samples, but control kimchi was evaluated slightly weaker than kimchi samples containing chitosan. Off-flavor was evaluated as weak in all the kimchi samples.

Key words: kimchi, chitosan, microorganisms

서 론

김치는 한국 고유의 산발효식품으로 오래전부터 우리의 식생활에서 가장 중요시 되어온 부식이다. 김치는 오랫동안 각 가정에서 만들어 소비해 왔으나 최근 주거환경이 변하고 주부들의 사회생활 참여가 증가하며, 김치의 독특한 맛에 대한 외국인의 높은 관심으로 수출의 가능성이 검토되면서 김치의 산업화가 절실히 요구되고 있다. 따라서 김치의 보존성을 향상시키기 위한 연구들이 지속적으로 이루어졌으며 그 결과 냉장 및 냉동⁽¹⁾, 통조림, 병조림 및 레토르트 파우치로 저장^(2,3), 가열살균^(4,5), 방사선 조사⁽⁶⁾, 방부제^(7,8), 완충제⁽⁹⁾, 염 및 염혼합물 첨가⁽¹⁰⁻¹²⁾ 등이 김치의 저장 기간을 얼마간 연장시킨다고 보고되었다. 그러나 이와같은 노력에도 불구하고 각각의 방법에 있어서 문제가 지적되고있어 김치의 보존성을

연장시키는 방법에 대한 연구가 계속적으로 요구되고 있는 실정이다.

Chitosan은 갑각류의 껍질, 곤충류의 cuticle 층 등에 함유되어 있는 chitin을 탈아세틸화하여 제조된 것으로 최근 관심이 고조되고 있는 기능성 다당류이며, 특히 미생물의 성장을 억제하는 기능은 주목되는 특성 중의 하나이다^(13,14). 한국특허 91-6614⁽¹⁵⁾에서는 chitosan수용액을 김치에 첨가했을 때 김치의 숙성도를 어느 정도 억제시키고 김치의 향미를 그대로 유지시킨다고 하였다. 김 등⁽¹⁶⁾은 고분자 chitosan을 깎두기에 첨가하였을 때 깎두기의 보존 기간을 그다지 연장시키지 못했다고 보고하였으며 조⁽¹⁷⁾는 분자량이 큰 chitosan에 비해 분자량이 10,000~40,000인 chitosan의 항균력이 크다고 주장하였다. 그러나 저분자 chitosan을 다른 숙성억제 보조제 없이 단독으로 김치에 첨가한 연구는 보고된 바 없으며, 저분자 chitosan의 분자량에 따른 김치의 보존성에 대한 연구도 수행된 바 없다. 또한 저분자 chitosan을 첨가한 김치의 이화학적 특성과 미생물학적 특성 및 관능적 특성을 종합적으로 조사한 연구도 찾아볼 수

Corresponding author: Kwang Ok Kim, Department of Foods and Nutrition, Ewha Womans University, Seodaemungu, Seoul 120-750, Korea

없다.

본 연구에서는 분자량이 다른 4종류의 저분자 chitosan을 다른 첨가제나 보조제 없이 단독으로 소금을 제외한 다른 조미료나 양념을 첨가하지 않은 배추김치의 모델시스템에 첨가하여 김치의 보존성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 먼저 이들 chitosan을 첨가한 겨울 배추김치의 발효 중에 일어나는 여러가지 이화학적 특성과 미생물 수의 변화양상을 알아보았고, 다음으로 저분자 chitosan을 첨가한 여름 배추김치의 발효 중 관능적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 배추는 1994년에 생산된 결구배추로써 서울시 아현시장에서 김치제조 당일에 신선한 것을 구입하였다. 김치 발효기간 중의 이화학적 특성은 겨울 배추를 사용하여 조사하였고 다음으로 관능적 특성은 여름배추를 사용하여 평가하였다. 소금은 99% 정제염(주식회사 한주)을 사용하였고, chitosan은 동해안에서 수거한 홍게(*Chionoecetes opilio*)의 다리 껍질을 사용하여 제조된 것이었다. 사용한 네 종류의 저분자 chitosan에 대한 점도는 Table 1과 같으며 점도가 낮은 것부터 높은 것 순으로 chitosan A, B, C 및 D로 칭하였다. Chitosan의 점도가 200 cps 일 때 분자량이 5×10^5 정도로 추정된 보고⁽¹⁸⁾로 볼 때 본 실험에서 제조된 chitosan들의 분자량은 그것보다 상당히 낮아 chitosan A는 약 6,000~7,500, chitosan B는 약 10,000, chitosan C는 약 20,000~25,000 그리고 chitosan D는 약 40,000~50,000이라고 생각된다.

김치의 제조

결구배추를 $2.5 \times 5.0 \text{ cm}^2$ 크기로 썰어 배추 무게(300g)의 1.5배에 해당하는 8%(W/W) 소금물에 넣어 20°C에서 2시간 절인 후, 건져서 배추 무게의 1.5배에 해당하는 증류수에 2회 행구고 체에 받쳐 30분간 물기를 빼었다⁽¹⁹⁾. 여기에 2% 소금물 60g과 최종 염농도가 2.0%가 되도록 겨울 배추김치의 경우에는 배추무게의 1.0%에 해당하는 소금을, 여름 배추김치에는 배추무게의 0.7%에 해당하는

소금을 첨가하였다. 이때 염의 농도는 Mohr⁽²⁰⁾의 방법을 사용하여 측정하였다. 또한 저분자 chitosan 첨가군(이하 chitosan 첨가군이라 칭함)에는 배추 무게의 0.5%에 해당하는 저분자 chitosan을 함께 첨가하였다. 이와 같은 재료를 혼합하여 유리용기(700 cc)에 담고 무게가 약 120 g 되는 유리용기로 김치를 누른 후 가열한 뚜껑을 덮어 20°C의 항온기(B.O.D. incubator, 대성이화학기제작소)에서 겨울 배추김치는 2, 4, 6 및 8일간, 그리고 여름 배추김치는 2, 4 및 6일간 발효시켰다.

pH 및 총산함량 측정

위와 같은 방법으로 제조한 김치시료 한 병을 전부 브랜더(GFM-350B, 금성사)로 2분간 마쇄한 후 20g을 취하여 증류수 180ml로 희석하고 여과지(Whatman filter paper NO.4)로 걸러서 여액을 분석용 시료로 사용하였다. 시료액의 pH는 pH meter(Corning pH meter 220, England)로 실온에서 측정하였다. 총산함량은 시료액 50 ml를 취하여 0.1% 페놀프탈레인 지시약을 첨가한 후 0.05 N NaOH로 적정하여 측정하였으며, 이때 소요된 NaOH 용액을 lactic acid(% W/W)로 환산하여 나타내었다⁽¹¹⁾.

환원당 함량 측정

김치의 환원당 함량을 측정하기 위하여 위에서 마쇄한 김치 시료를 살균된 거즈로 걸러서 그 액을 1 ml/씩 취해 냉동고에 얼려두었으며, 측정시 냉장고에 2시간 방치하여 해동한 후 사용하였다. 환원당 함량은 Somogyi-Nelson 법⁽²¹⁾을 이용하여 정량하였다. 즉 시료액을 적절히 희석한후, Somogyi 시약과 Nelson 시약을 일정한 간격으로 가한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며 이 측정치들을 glucose standard curve에 적용하여 glucose의 양으로 계산하고 이것을 김치에 대한 환원당 함량(mg/ml)으로 나타내었다.

유기산 함량 측정

환원당 측정시와 같은 방법으로 준비하고 해동한 김치 시료액 100 μ l, 3차 증류수 100 μ l 및 acetonitrile 400 μ l를 1.5 ml tube에 넣어 혼합한 후, 1분간 흔들었다. 이것을 7000g에서 5분간 원심분리시키고 Millipore filter(0.45 μ m)로 여과시킨 다음 2,248 pump, 2,141 variable wavelength monitor 및 2,155 column oven으로 구성된 고

Table 1. Viscosity¹⁾ of various chitosan samples

Sample	Viscosity(cps) ²⁾	Viscosity(cps) ³⁾
Chitosan A	3.1	2.4
Chitosan B	4.0	3.9
Chitosan C	7.7	6.8
Chitosan D	14.5	11.8

¹⁾Viscosity was measured by Haake viscometer(RV 20, Germany).

^{2,3)}Viscosity of chitosan samples used in winter and summer chinese cabbage kimchi, respectively.

Table 2. Conditions for HPLC analysis of organic acids

Column	Aminex HPX-87H(300 mm×7.8 mm, Biorad, Richmond, CA, U.S.A.)
Mobile phase	0.009N H ₂ SO ₄
Flow rate	0.7 ml/min
Detector	UV detector(at 220 nm)
Column temperature	35°C

속액체크로마토그래피(HPLC, LKB, Sweden)를 사용하여⁽²²⁾ Table 2와 같은 조건에서 분석하였다. 이때 표준 유기산으로 malic acid, succinic acid, lactic acid, acetic acid 및 propionic acid를 사용하였다.

균총 변화 측정

김치 시료에서 즙액 1 ml/씩을 무균적으로 취해 적절히 희석한 후 희석액 50 μ 를 취해 총균수의 경우는 TGY (tryptone-glucose-yeast extract) 고체배지⁽²³⁾에, 그리고 *Leuconostoc*속 미생물 수는 sodium azide sucrose 고체배지⁽²⁴⁾에 평판주거법을 사용하여 접종하고, 30°C에서 48 시간 배양한 후, plate count agar 방법을 이용하여 균수를 측정하였다. *Lactobacillus plantarum*의 수는 Rogosa SL 액체배지에 에탄올 함량이 7%(v/v) 포함된 modified Rogosa SL 액체배지^(25,26)를 이용하여 30°C에서 48 시간 배양한 후 최확수(MPN)법으로 측정하였다. 이러한 균총 변화 측정은 김치 제조부터 측정까지의 전 과정을 3회 반복하여 실시하였다.

관능적 특성 평가

다섯 종류의 김치 시료(대조군+4 chitosan 첨가군)를 발효기간(2, 4 및 6일)이 다르게 제조하고, 이들 15종류의 김치에 대해 반복된 랜덤화 완전블록계획으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사요원은 식품영양학을 전공하는 대학원생 10명이었으며 이들은 훈련 과정을 통하여 평가할 특성에 대한 식별력과 특성의 강도에 대한 안정된 판단 기준을 확립한 후 관능검사에 임하도록 하였다.

김치를 투명한 유리용기에 3조각씩 담고 약 5 ml의 국물을 부은 후 램을 씌워 관능검사요원에게 3가지 시료씩 제공하였다. 각 용기에는 무작위로 추출한 3자리 숫자를 표시하고 동일 숫자에 의한 편견을 방지하기 위하여 매 평가시마다 시료의 숫자를 변화시켰다. 평가 특성은 경도(firmness), 신맛(sour taste), 군덕내(staled flavor) 및 화학적 이취(chemical off-flavor)였으며 각 특성 평가시에는 9점 척도(약한 또는 없음=1, 극도로 강한=9)를 이용하였다.

통계분석

pH, 총산함량, 환원당 함량 및 유기산 함량의 변화에 대해서는 김치 제조부터 측정까지의 전 과정을 3회 반복하였으며 관능검사는 반복된 랜덤화 완전블록 계획에 의해 10회 반복 평가된 결과를 각각 일원배치 분산분석하고, Duncan의 방법⁽²⁷⁾으로 평균간의 다중비교를 실시하였다.

결과 및 고찰

pH 및 총산함량

실험군들간의 pH를 비교해 보면(Fig. 1), 발효 2일 이

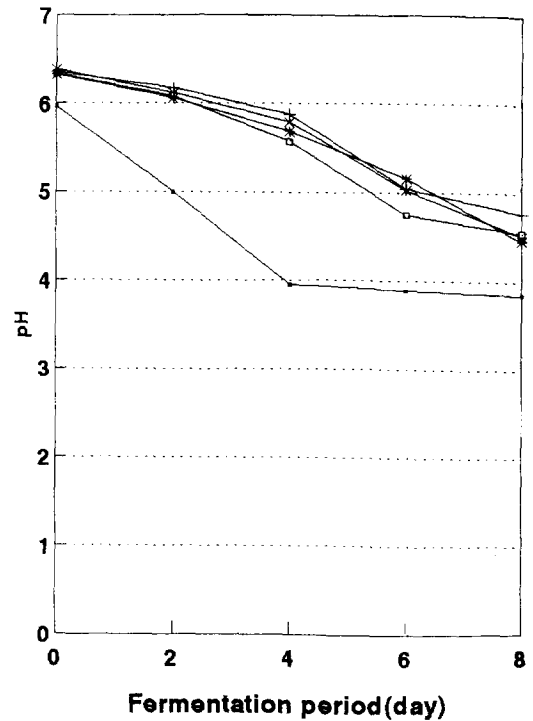


Fig. 1. Change in pH of various winter Chinese cabbage kimchi samples during fermentation at 20°C

CO: Control Kimchi sample containing no chitosan, CH-A, B, C and D: Kimchi samples containing 0.5% chitosan A, B, C and D.

■—■: CO, +—+: CH-A, *—*: CH-B, □—□: CH-C, ×—×: CH-D

후, 모든 chitosan 첨가군들이 대조군에 비해 더 높은 값을 나타내었다. 대조군은 발효 4일까지 pH가 크게 감소하여 pH 4.0 이하에 도달하였으나 chitosan 첨가군들은 발효 8일에도 pH 4.47~4.77의 범위안에 속하여 대조군의 발효 4일에 해당하는 pH 값보다 더 높았다. 이러한 결과는 조⁽¹⁷⁾가 glycerine 및 ethyl alcohol과 함께 acetic acid에 녹인 chitosan 0.5%를 김치에 첨가하였을 때 pH 4.0~4.2에 도달하는 기간이 2배정도 연장되었다고 한 보고와 비교할 때 김치의 과숙현상 지연효과면에서 일치한다고 볼 수 있다. 그러나 chitosan의 아미노기(NH₂)가 NH₃⁺로 전환됨에 따라 나타나는 buffer작용을 고려해 볼 때 pH의 변화는 산 형성 현상을 직접적으로 나타낸다고 볼 수는 없다.

총산함량(Fig. 2)에서는, 발효 2일까지 전 실험군들간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 그 양이 더 많은 경향을 보였으며 발효 4일과 6일째에는 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 총산함량이 유의적으로 높았다. 발효 8일째에는 chitosan B, C, D 첨가군들과 대조군간에는 유의적인 차이가 없

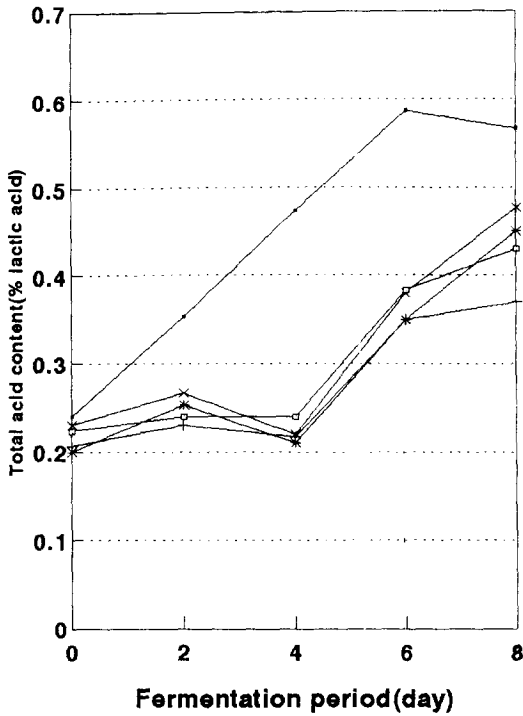


Fig. 2. Change in total acid content of various winter chinese cabbage kimchi samples during fermentation at 20°C

See Fig. 1 for abbreviation.
 ■—■; CO, +—+; CH-A, *—*; CH-B, □—□; CH-C, ×—×; CH-D

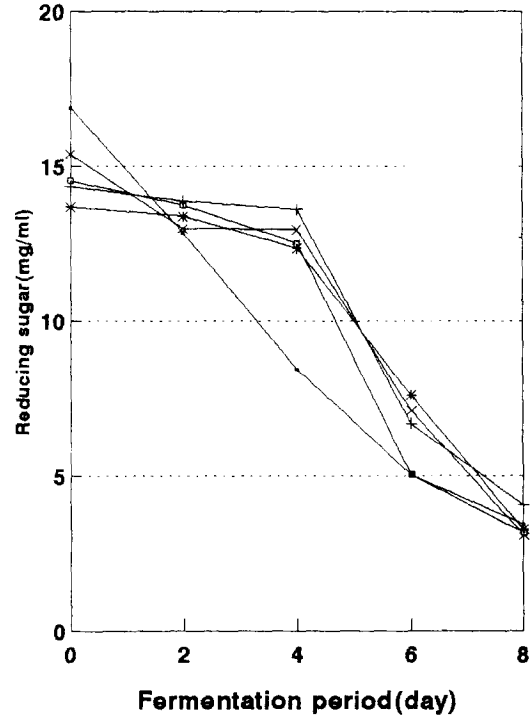


Fig. 3. Change in reducing sugar content of various winter chinese cabbage kimchi samples during fermentation at 20°C

See Fig. 1 for abbreviation.
 ■—■; CO, +—+; CH-A, *—*; CH-B, □—□; CH-C, ×—×; CH-D

었으나 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 더 높은 경향을 보였으며, chitosan A 첨가군은 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. 한편, pH와 총산함량은 동일 발효기간내에서 chitosan 첨가군들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

환원당 함량

발효기간이 길어질수록 전 실험군에서 환원당 함량 (Fig. 3)은 감소하였는데 이는 김 등⁽¹⁹⁾ 및 하 등⁽²⁰⁾과 각 두기에 대해 실험한 김 등⁽¹²⁾의 결과와도 일치해 김치 속성시 미생물들이 계속적으로 당을 에너지원으로 사용하는 것을 알 수 있다. 그러나 대조군과 chitosan 첨가군들은 감소양상에서 차이를 보였다. 즉, 대조군에서는 환원당 함량이 발효 6일까지 급속히 감소하고 이후에는 서서히 감소하는 경향이였으나, chitosan 첨가군들은 발효 4일까지 변화가 거의 없어 김치를 담근 직후와 유의적인 차이가 없었다가, 발효 4일 이후에 이르러서야 급속히 감소하기 시작하였다. 이는 chitosan 첨가군들에서 pH와 총산함량이 발효 4일까지 김치를 담근 직후와 크게 변하지 않은 앞의 결과와도 일치한다.

유기산 함량

발효기간 중 김치의 유기산 함량은 Table 3과 같다. Malic acid의 경우, 발효 4일까지는 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 비교적 적은 경향을 나타냈으며 전 실험군에서 발효기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향이 었다. 그러나 chitosan 첨가군들에서 대조군에 비해 감소현상이 더 천천히 일어났다. Malic acid의 이러한 감소현상은 생배추에 많이 들어있던 malic acid가 김치내의 lactic acid bacteria에 의해 발효동안 lactic acid와 acetic acid로 전환되기 때문으로 보여진다^(29,30). Succinic acid 함량은 발효 2일째에 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 유의적으로 많았을 뿐 나머지 발효기간에서는 전 실험군간에 유의적인 차이가 없었고 전반적으로 볼 때 발효기간에 따른 일정한 경향이 나타나지 않았다. Lactic acid는 chitosan B 첨가군의 경우 발효 4일 이후에, 나머지 실험군은 발효 2일 이후에 비로소 나타났으며 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 많은 경향을 나타내 었고 전 실험군에서 발효기간이 증가함에 따라 증가하는 경향이 있었다. Acetic acid는 전 실험군에서 발효 4일 이후에 나타났으며 발효 6일까지는 대조군이 chitosan

Table 3. Organic acids content¹⁾ of various winter chinese cabbage kimchi samples during fermentation at 20°C
unit: mg/ml

Kinds of Kimchi ²⁾	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Propionic acid
CO-0	1.003 ^{cd} efg	1.121 ^a	—	—	—
CH-A-0	2.306 ^{ab}	0.833 ^{abc}	—	—	—
CH-B-0	2.366 ^a	0.911 ^{abc}	—	—	—
CH-C-0	1.833 ^{abcde}	0.861 ^{abc}	—	—	—
CH-D-0	1.953 ^{abcd}	1.043 ^{ab}	—	—	—
CO-2	1.143 ^{abcde} fg	1.108 ^a	0.168 ^d	—	—
CH-A-2	2.145 ^{abc}	0.375 ^{bc}	0.032 ^d	—	—
CH-B-2	2.023 ^{abc}	0.376 ^{bc}	—	—	—
CH-C-2	2.314 ^{ab}	0.376 ^{bc}	0.150 ^d	—	—
CH-D-2	1.937 ^{abcd}	0.368 ^{bc}	0.030 ^d	—	—
CO-4	0.351 ^{fg}	0.545 ^{abc}	2.437 ^{abc}	0.560 ^{abc}	—
CH-A-4	1.459 ^{abcde} fg	0.749 ^{abc}	1.356 ^{cd}	0.186 ^{cde}	—
CH-B-4	1.281 ^{abcde} fg	0.505 ^{abc}	1.308 ^{cd}	0.114 ^{de}	—
CH-C-4	1.066 ^{bcde} fg	0.705 ^{abc}	1.588 ^{bcd}	0.212 ^{bcde}	—
CH-D-4	1.406 ^{abcde} fg	0.599 ^{abc}	1.690 ^{bcd}	0.110 ^{de}	—
CO-6	0.329 ^{fg}	0.628 ^{abc}	4.087 ^a	0.760 ^a	0.530 ^a
CH-A-6	0.306 ^{fg}	0.713 ^{abc}	3.126 ^{abc}	0.751 ^a	0.096 ^{ab}
CH-B-6	0.748 ^{defg}	0.767 ^{abc}	3.922 ^a	0.662 ^{ab}	0.036 ^b
CH-C-6	0.089 ^g	0.371 ^{bc}	2.919 ^{abc}	0.637 ^{abc}	—
CH-D-6	0.659 ^{efg}	0.610 ^{abc}	3.604 ^{ab}	0.702 ^a	0.190 ^{ab}
CO-8	0.118 ^g	0.456 ^{abc}	3.583 ^{ab}	0.493 ^{abcd}	0.421 ^{ab}
CH-A-8	0.200 ^{fg}	0.541 ^{abc}	2.896 ^{abc}	0.707 ^a	—
CH-B-8	0.041 ^g	0.455 ^{abc}	3.952 ^a	0.617 ^{abc}	—
CH-C-8	—	0.392 ^{bc}	3.648 ^{ab}	0.621 ^{abc}	—
CH-D-8	—	0.245 ^c	4.006 ^a	0.598 ^{abc}	—

¹⁾Means of 3 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another(p<0.05).

²⁾Numbers are the days of fermentation.

CO: Control Kimchi sample containing no chitosan, CH-A, B, C and D: Kimchi samples containing 0.5% chitosan A, B, C and D.

첨가균들에 비해 그 함량이 많은 경향이 있었으며, 전 실험군에서 발효기간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이와같이 김치의 발효기간이 길어짐에 따라 malic acid와 succinic acid는 감소하고 lactic acid와 acetic acid는 증가하는 경향은 김 등⁽¹⁹⁾의 결과와 일치한다. 이상 발효의 결과로 생성되는 것으로 알려진⁽³¹⁾ propionic acid는 대조군의 경우, 발효 6일 이후에 나타났지만 chitosan 첨가군의 경우에는 극히 미량만이 감지되거나 혹은 감지되지 않았다.

균총 변화

실험군들간의 총균수(Fig. 4)를 비교해 보면, 전 발효기간을 통해서 대조군의 경우에 가장 많았으며 chitosan A 첨가군에서 가장 적었다. 깎두기에 고분자 chitosan을 첨가한 김 등⁽¹⁶⁾의 보고에서도 chitosan 첨가균들이 대조군에 비해 총균수가 약간 적었다고 했으며 김치에

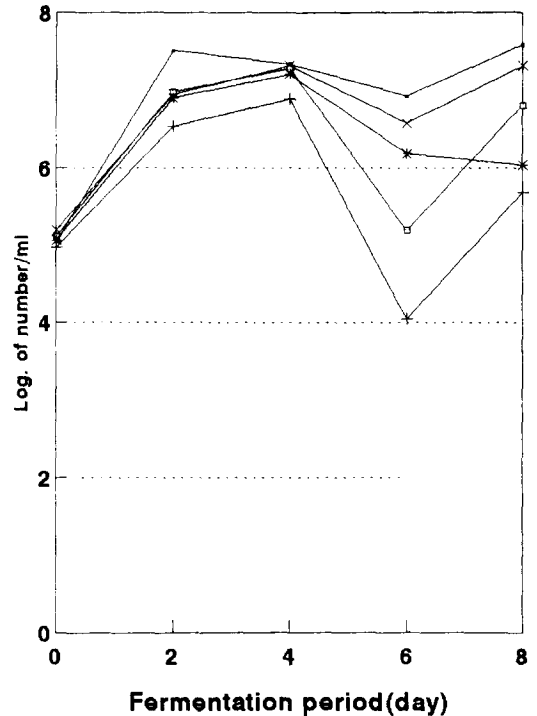


Fig. 4. Change in number of total microorganism in various winter chinese cabbage kimchi samples during fermentation at 20°C

See Fig. 1 for abbreviation.

■—■: CO, +—+: CH-A, *—*: CH-B, □—□: CH-C, ×—×: CH-D

겨자분⁽³²⁾, 염혼합물⁽¹⁰⁾ 등을 첨가해 김치의 보존성을 어느 정도 연장시킨 보고들에서도 이들 처리군들이 대조군에 비해 총균수가 적었다고 하였다. 본 실험의 결과는 항균성이 큰 저분자 chitosan의 첨가로 인하여 젖산균을 비롯한 여러 균체의 생육이 억제되었기 때문이라고 생각된다.

*Leuconostoc*속 미생물 수(Fig. 5)에서는 전 발효기간을 통해 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 그 수가 많았다. Chitosan 첨가군 중에서는 chitosan A와 B 첨가군이 전 발효기간 동안 그 수가 가장 적었고 chitosan C와 D 첨가군은 그 보다 약간 높은 경향을 나타내었다. *Lactobacillus plantarum*(Fig. 6)은 김치를 담근 직후에는 전 실험군에서 나타나지 않았지만 나머지 발효기간에서는 대조군에서 chitosan 첨가군들에 비해 현저히 많았고, chitosan 첨가군들간에는 큰 차이가 없었다. 또한 본 실험에서 사용한 7% 에탄올을 보강한 Rogosa SL 액체 배지에서는 *Lactobacillus plantarum*뿐 아니라 *Lactobacillus brevis*도 번식이 가능하기 때문에 *Lactobacillus plantarum*의 실제수는 Fig. 6에서보다 적을 것으로 예상된다. 이와 같이 chitosan 첨가균들의 *Leuconostoc*속 미생물과

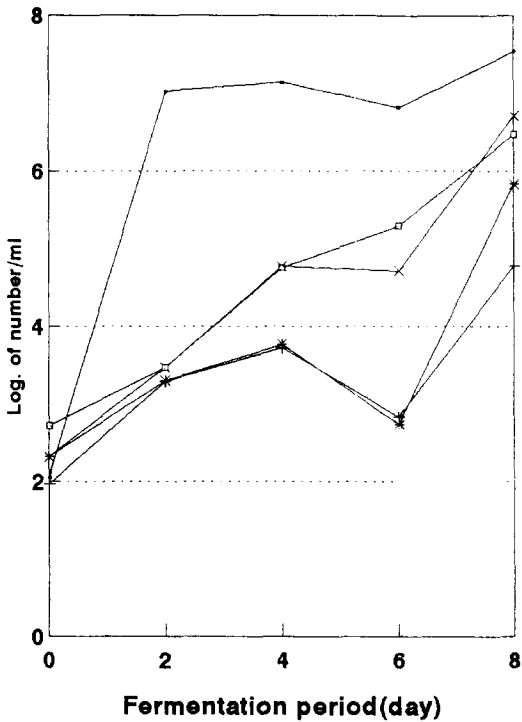


Fig. 5. Change in number of *Leuconostoc* sp. in various winter chinese cabbage kimchi samples during fermentation at 20°C

See Fig. 1 for abbreviation.

■—■; CO, +—+; CH-A, *—*; CH-B, □—□; CH-C, ×—×; CH-D

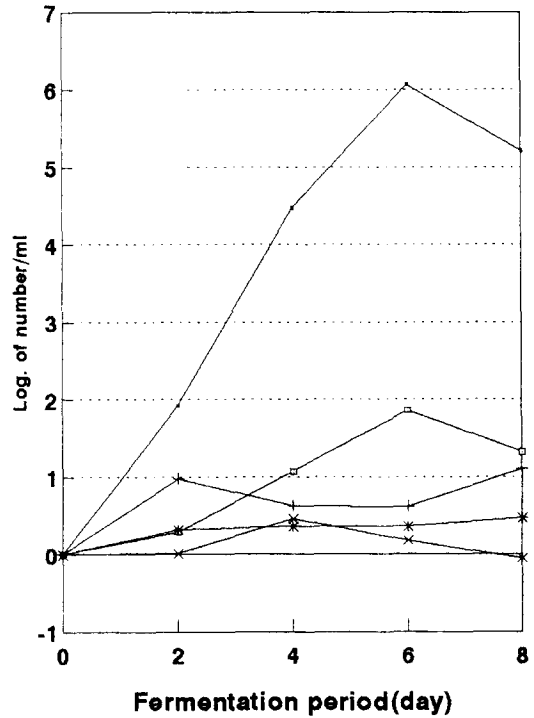


Fig. 6. Change in number of *Lactobacillus plantarum* in various winter chinese cabbage kimchi samples during fermentation at 20°C

See Fig. 1 for abbreviation.

■—■; CO, +—+; CH-A, *—*; CH-B, □—□; CH-C, ×—×; CH-D

*Lactobacillus plantarum*의 수가 대조군에 비해 더 적은 결과는 총균수의 결과와 일치해 chitosan 첨가에 의해 미생물의 생육이 억제되었음을 알 수 있다. 또한 chitosan 첨가군들에서 김치의 주 발효균인 *Leuconostoc*속 미생물보다는 산패균인 *Lactobacillus plantarum*의 생육을 더욱 억제시킨 결과는 *Lactobacillus plantarum*의 생육을 억제하지 못했다고 보고된 고분자 chitosan⁽¹⁶⁾ 뿐 아니라, *Lactobacillus plantarum*보다는 *Leuconostoc*속 미생물의 생육을 더욱 억제시킨 sorbic acid와 같은 식품보존료의 경우⁽⁸⁾에 비해 바람직하다고 생각된다. 특히 chitosan C와 D 첨가군은 chitosan A와 B 첨가군에 비해 *Leuconostoc*속 미생물은 어느정도 자라게 하면서 *Lactobacillus plantarum*의 생육을 억제시켜 김치의 품질을 향상하는 동시에 보존성을 연장시킬 수 있는 첨가물로 좀 더 효과적이라고 할 수 있다.

관능적 특성

Chitosan의 첨가 유무, 종류 및 저장기간이 다른 15개 김치 시료에 대해 관능검사를 실시한 결과는 Table 4와 같다. 경도에 있어서는 전 발효기간을 통해 실험군간에

유의적인 차이가 없었으나 발효 4일 이후 대조군이 약간 낮은 경향을 보였다. 신맛은 전 발효기간을 통해 대조군이 chitosan첨가군에 비해 현저히 강하게 평가되었다. Chitosan 첨가군들간에는 발효 2일과 4일에 신맛에 있어서 유의적인 차이가 없었으나 발효 6일째에는 chitosan D 첨가군이 나머지 첨가군들에 비해 약간 강했다. 이와 같이 chitosan 첨가군들에서 신맛의 점수가 낮은 것은 발효 중 chitosan의 첨가가 pH와 총산함량의 변화를 완만하게 했던 결과와 일치하는 결과이다. 군덕내의 경우에도 신맛과 같은 경향을 나타내어 전 발효기간 동안 대조군이 chitosan 첨가군에 비해 군덕내가 유의적으로 강했다. 또한 발효 6일째에 chitosan D 첨가군이 나머지 chitosan 첨가군들에 비해 군덕내가 약간 더 강할 뿐 전 발효기간 동안 chitosan 첨가군들간에는 큰 차이가 없었다. 이취의 경우 발효 2일과 4일에는 실험군들간에 유의적인 차이가 없었으나 발효 6일째 대조군에 비해 chitosan B와 D 첨가군이 약간 강했다. 또한 전 발효기간 동안 chitosan 첨가군들간에는 유의적인 차이가 없었으며 차이의 정도도 매우 작아 본 실험에서 사용된 chitosan에 의한 이취의 유발은 미약하다고 할 수 있다.

Table 4. Sensory scores¹⁾ of various summer chinese cabbage kimchi samples during fermentation at 20°C

Kinds of kimchi ²⁾	Firmness	Sour taste	Staled flavor	Off flavor
CO-2	6.8 ^{ab}	4.3 ^d	3.0 ^d	1.9 ^{cd}
CH-A-2	7.6 ^a	1.5 ^e	1.3 ^e	2.0 ^{cd}
CH-B-2	7.0 ^{ab}	1.4 ^e	1.4 ^e	2.3 ^{abcd}
CH-C-2	6.9 ^{ab}	1.6 ^e	1.5 ^e	1.9 ^{cd}
CH-D-2	6.5 ^{ab}	1.7 ^e	1.6 ^e	2.3 ^{abcd}
CO-4	5.9 ^{bc}	7.3 ^b	6.8 ^a	2.2 ^{bcd}
CH-A-4	6.9 ^{ab}	2.1 ^e	2.2 ^{de}	2.7 ^{abcd}
CH-B-4	6.6 ^{ab}	2.2 ^e	2.1 ^{de}	2.4 ^{abcd}
CH-C-4	6.7 ^{ab}	2.1 ^e	2.6 ^d	3.2 ^{abc}
CH-D-4	6.4 ^{ab}	2.2 ^e	2.1 ^{de}	3.0 ^{abcd}
CO-6	4.7 ^d	8.6 ^a	7.6 ^a	1.8 ^d
CH-A-6	4.7 ^d	4.3 ^d	4.5 ^c	2.5 ^{abcd}
CH-B-6	5.1 ^{cd}	4.0 ^d	4.8 ^c	3.6 ^a
CH-C-6	5.3 ^{cd}	3.8 ^{de}	4.1 ^c	2.8 ^{abcd}
CH-D-6	4.8 ^{cd}	5.9 ^c	5.7 ^b	3.5 ^{ab}

¹⁾Means of 10 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another(p<0.05). As the value increase from 1 to 9, the intensity of sensory characteristics increases.

²⁾Numbers are the days of fermentation.

See Table 3 for abbreviation.

요 약

저분자 chitosan이 김치의 보존성에 미치는 영향을 조사하기 위해 분자량이 다른 4종류의 저분자 chitosan을 양념을 첨가하지 않은 배추김치의 모델 시스템(소금 농도 2%)에 0.5%씩 첨가하고 20°C에서 발효시키면서 김치의 특성 변화를 살펴보았다. 동일 발효기간내에서 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 pH는 낮고 총산함량은 높았으며 환원당 함량은 발효 6일까지 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 더 낮은 경향이였다. 유기산 중 malic acid 함량은 발효 4일까지 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 낮은 경향을 보였으며, succinic acid 함량은 발효 2일째에 그리고 lactic acid와 acetic acid 함량은 발효 4일째에 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 높은 경향을 나타냈을 뿐 나머지 발효기간에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 propionic acid 함량은 발효 6일 이후에 미량으로 나타났으며, 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 높은 경향을 보여주었다. 총균수, *Leuconostoc*속 미생물 수, *Lactobacillus plantarum*의 수는 전 발효기간 동안 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 더 많았으며 특히 chitosan 첨가군들은 대조군과 비교했을때 *Leuconostoc*속 미생물보다 산패균인 *Lactobacillus plantarum*의 생육을 훨씬 크게 억제시켰다. *Leuconostoc*속 미생물 수에 있어서 분자량이 적은 chitosan 첨가군들이 분자량이 큰 chitosan 첨가군들에 비해 적은 경향이였으며 *Lactobacil-*

*lus plantarum*의 수는 chitosan 첨가군들간에 큰 차이를 보이지 않았다. 관능검사로 조사한 신맛과 군덕내는 대조군이 chitosan 첨가군들에 비해 강했으며, 정도는 큰 차이를 보이지 않았으나 대조군이 더 약하게 평가되었다. 또한 이취는 전 실험군에서 모두 약하게 평가되어 이취는 chitosan에 의해 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

감사의 말

본 연구는 동양제과 수혜 연구비에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 민태익, 권태환 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16, 443 (1984)
2. 이춘영, 김호식, 전재근 : 김치 통조림 제조에 관한 연구. 농화학회지, 10, 33 (1968)
3. 변유량, 신승규, 김주봉, 조은경 : Retort pouch김치의 전열특성과 살균조건에 관한 연구. 한국식품과학회지, 15, 414 (1983)
4. 이남진, 전재근 : 김치의 순간살균방법 1.배추김치의 순간살균 방법과 살균 효과. 한국농화학회지, 24, 213 (1981)
5. 이남진, 전재근 : 김치의 순간살균방법 2.배추김치의 순간살균 조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학회지, 25, 197 (1982)
6. 차보숙, 김우정, 변명우, 권중호, 조한옥 : 김치의 저장성 연장을 위한 gamma선 조사. 한국식품과학회지, 21, 109 (1989)
7. 안숙자 : Sorbic acid가 김치발효와 ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 1, 18 (1985)
8. 안숙자 : 김치에서 분리한 유산균의 생육에 미치는 식염과 식품 보존료의 영향. 한국조리과학회지, 4, 39 (1988)
9. 김순동 : 김치 숙성에 미치는 pH 조정세의 영향. 한국 영양식량학회지, 14, 259 (1985)
10. 김우정, 강근옥, 경규향, 신재익 : 김치의 저장성 향상을 위한 염혼합물의 첨가. 한국식품과학회지, 23, 188 (1991)
11. 박경자, 우순자 : Na-acetate 및 Na-malate와 K-sorbate가 김치발효 중 pH, 산도 및 산미에 미치는 효과. 한국식품과학회지, 20, 40 (1988)
12. 김중근, 윤성원, 이정근, 김우정 : 깍두기의 저장성 향상을 위한 수각 열처리 및 혼합염 첨가의 병용효과. 한국농화학회지, 34, 225 (1991)
13. Kendra, D.F. and Hadwiger, L.A.: Characterization of the smallest chitosan oligomer that is maximally anti-fungal to *Fusarium solani* and elicits pisatin formation in *Pisum sativum*. *Exp. Mycol.*, 8, 276 (1984)
14. 内田 泰 : 天然保存料シリ-ズ, キトサン. 日添協會報, 7, 9 (1988)
15. 이진섭 : 김치의 보존기간 연장방법. 한국특허, 91-6614 (1991)
16. 김광옥, 상현전 : 세조조건이 다른 새우껍질 chitosan의 물리·화학적 성질 및 깍두기의 보존성에 미치는 영향. 한국식생활문화학회지, 9, 71 (1994)

17. 조학래: 저분자 chitosan의 항균성 및 식품보존효과에 관한 연구. 부산수산대학 식품공학과 박사학위논문 (1989)
18. 矢吹 稔: キチン, キトサンの 應用. キチン, キトサン 研究會編, 技報 堂出版. p.71 (1990)
19. 김광옥, 김원희: 젓갈의 종류 및 첨가수준에 따른 배추 김치의 발효 기간 중 특성변화. 한국식품과학회지, **26**, 324 (1994)
20. A.O.A.C.: *Official methods of analysis*. 11th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., p.561 (1970)
21. Nelson, N.: A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, **153**, 375 (1944)
22. Marsili, R.T., Ostapenko, H., Simmons, R.E. and Green, D.E.: High performance liquid chromatographic determination of organic acids in dairy products. *J. Food Sci.*, **46**, 52 (1981)
23. Pederson, C.S. and Albury, M.H.: New York State Agr. Exp. Station, Geneva, Cornell Univ. Bulletin No. 824 (1961)
24. Mayeux, J.V. and Colmer, A.R.: Selective medium for *Leuconostoc* detection. *J. Bacteriol.*, **81**, 1009 (1961)
25. Mundt, J.O. and Hammer, J.L.: Suppression of *Leuconostoc mesenteroids* during isolation of Lactobacilli. *Appl. Microbiol.*, **14**, 1044 (1966)
26. Mundt, J.O. and Hammer, J.L.: Lactobacilli on plants. *Appl. Microbiol.*, **16**, 1326 (1968)
27. Zar, J.H.: *Biostatistic analysis*. 2nd ed., International Edition, Prentice-Hall, Englewood, Cliffs, N.J., p.188 (1984)
28. 하재호, 허우덕, 김영진, 남영중: 김치 숙성중 유리당의 변화. 한국식품과학회지, **21**, 633 (1989)
29. 천종희, 이혜수: 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구. 한국식품과학회지, **8**, 90 (1976)
30. 김현옥, 이혜수: 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구. 한국식품과학회지, **7**, 74 (1975)
31. Frazier, W.C. and Westhoff, D.C.: *Food Microbiology*. McGraw-Hill Book Co., N.Y., p.369 (1978)
32. 홍완수, 윤 선: 열처리 및 겨자유의 첨가가 김치 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **21**, 331 (1989)

(1995년 4월 19일 접수)