

키토산을 이용한 김치의 숙성지연에 관한 연구

† 서정숙 · 방병호 · 정은자
서울보건대학 식품영양과

Studies on the Prolonging of *Kimchi* Fermentation by Adding Chitosan

† Jeong-Sook Seo, Byung-Ho Bang and Eun-Ja Jeong
Department of Food and Nutrition, Seoul Health College

Abstract

This study was conducted to prolong the edible period of *Kimchi* by adding high molecular chitosan(MW 800,000) and the product was evaluated for acid production(pH, titratable acidity), number of total viable cell, lactic acid bacteria, coli-form bacteria and sensory property during *Kimchi* fermentation at 10°C.

Kimchi added with the chitosan showed a retarded decrease in pH and increase in titratable acidity. Total microbial count and lactic acid bacteria of *Kimchi* added with chitosan(0.3%) were about 1.3 log(cfu/g) lower than those of control throughout the fermentation of 6 to 9 days. After 15 days of fermentation, coliform bacteria of all control and samples were decreased as 1.6~2.3 log (cfu/g) level. *Kimchi* samples which were added with 0.1% chitosan and fermented at 10°C for 6 days showed not only effective in prolonging the edible periods but also better sensory scores in acceptability.

Key words : *Kimchi*, chitosan, *Kimchi* fermentation.

서론

우리나라 식생활에서 중요한 부식인 김치는 고춧가루, 마늘, 생강 및 젓갈 등의 여러 가지 부재료를 사용함으로써 서양의 채소발효 식품인 피클과 샐러드 우트와는 다른 독특한 풍미를 지니고 있다. 김치는 발효식품이므로 숙성되면서 젖산균에 의하여 여러 가지 유기산이 생성되며, 숙성 적기에는 이들로 인하여 상큼한 신맛과 감칠맛이 어우러져 조화를 이룬 맛을 내는 것이 특징이며 또한 장내 정장작용이 있어 김치를 섭취함에 따라서 장내 유해균이 감소한다고 보고되고 있는 식품이다¹⁾. 그러나 이 시기가 지나면 식물조직

내에 존재하는 펙틴의 분해로 인하여 연화현상이 일어나고 과도하게 생산된 산과 효모 등의 생육으로 산패 현상이 나타나므로 품질이 저하되고 신맛이 강해진다²⁾.

김치의 산패는 주로 발효과정에서 생기는 젖산과 기타 유기산의 발효에 의한다. 이것이 젖산균이나 기타 미생물의 증식이 늘어나면 그로 인해 생성되는 젖산을 비롯한 각종 유기산이 대량 생성되어 신맛이 강해져서 김치의 가치가 저하된다. 특히 국외로 수출하는 경우는 유통기간의 연장에 의한 산패의 축진을 피할 수 없어 소비자 손에 전달되었을 때에는 김치의 신선한 특미를 상실하여 상품으로서의 값어치가 떨어지

본 연구는 서울보건대학 산·학·연 컨소시엄 사업비에 의해 수행되었음.

† Corresponding author : Jeong-Sook Seo, Dept. of Food and Nutrition, Seoul Health College, 212, Yangjiddong, Soojunggu, Sungnam city, Kyunggi-Do, 461-713, Korea.

Tel : 031-740-7131, Fax : 031-746-7266, E-mail : jsseo@sh.ac.kr

게 되므로 자연히 소비자의 수요가 격감하게 된다.

이와 같은 산패의 급진화를 저지하기 위해서는 미생물의 증식속도를 지연시키는 것이 가장 주요한 관건이라 할 수 있다. 이를 막기 위하여 화학물질인 방부제 등을 첨가할 수 있으나 이들은 부작용이나 독성을 가졌음은 물론이고 미각에 대한 거부감을 줄 수 있어 김치와 같은 부식용으로는 바람직하지 않다³⁾.

키토산은 게나 새우 등 갑각류에서 추출하여 만든 천연 생체 고분자 물질로서⁴⁾, 항균작용, 항암작용 및 콜레스테롤 저하작용⁴⁻⁶⁾, 고혈압억제작용^{4,7)}뿐만 아니라 식이섬유로서 사용이 가능하며, 필름 형성능이 있어^{4,8)} 포장 재료로써도 사용이 가능하고, 증금속 등의 흡착능력과 음료수의 청정효과가 높은 것으로 보고되고 있다. 지금까지는 김치 등의 발효식품에 있어서 발효균주의 제어를 통한 숙성기간의 연장 및 산패의 지연에 대한 연구는 주로 올리고키토산⁹⁾과 분자량이 25,000 정도의 저분자¹⁰⁾를 이용한 것으로 분자량이 120,000 이상의 고분자를 이용한 연구는 거의 전무한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 인체에 무해·무독한 우수한 식품 보존제로 고분자키토산(분자량 800,000)의 살균력과 면역증강력 등을 이용하여 김치의 산패속도를 지연하고 건강에 좋은 기능성 김치의 제조 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

배추, 고춧가루, 마늘, 생강, 소금 및 쪽파 등은 실험당일 백화점에서 직접 구입하여 사용하였으며, 고분자키토산(M.W 800,000)은 김용범 박사의 키틴·키토산 연구소(성남시 중원구 상대원동 223-12 현대 벨리 315호 소재)에서 생산한 것을 사용하였다.

2. 김치 제조

배추를 다듬고 가로 방향으로 2등분하여 약 8%(w/w)의 소금물에 넣어서 실온(약 25℃)에서 15시간 정도 절였다. 그리고 수돗물로 2번 씻고 1시간 동안 탈수하고 이 절인 배추를 약 4×4 cm 정도의 크기로 자른 다음 부재료를 넣어서 김치를 만들었다. 이 때 혼합한 부재료의 비율은 절임배추 100 g에 대하여 고춧가루 6 g, 마늘 2 g, 파 1.5 g 및 생강 0.5 g이었으며 최종 소금농도는 2.5%로 하였다. 키토산 김치는 각 키토산 종류별로 최종농도가 배추무게에 대해 0.1%, 0.2% 및 0.3%가 되도록 젖산(1%)에 녹힌 2% 키토산 용액을 첨

가하였고 그리고 키토산 무첨가구는 젖산 용액만을 첨가한 후 대조구로 하여 깨끗한 플라스틱 통에 담아 10℃에서 발효시키면서 본 실험에 사용하였다.

3. 미생물 수의 변화

김치 25 g을 Stomacher 비닐봉지에 취하여 여기에 살균증류수로 250 ml로 정량하여 넣고 Stomacher (Seward, stomacher 400, USA)로 파쇄하여 즙액을 10배 희석법으로 희석 후 희석액 0.1 ml을 각 배지에 도말하여 37℃에서 48시간 배양하여 형성된 콜로니 수를 cfu/ml로 나타내었다. 이 때 사용한 총균수 측정용 배지는 plate count agar(BBL사)를, 젖산균수 측정에는 0.02% sodium azide를 포함한 MRS agar(Difco사)를, 그리고 대장균군 수 측정용 배지는 EMB agar(BBL사)를 각각 사용하였다.

4. pH 및 적정산도 측정

pH는 시료의 즙액을 pH meter(Istek Model 730p, Korea)로 측정하였고, 산도는 AOAC법¹¹⁾에 따라 0.1% 페놀프탈레인을 지시약으로 하여 0.1N NaOH로 적정하고 이를 젖산의 함량으로 산출하였다.

5. 염도 측정

시료의 즙액을 일정량 취한 후 Mohr법¹²⁾에 따라 10% K₂CrO₄를 첨가한 후 0.1N AgNO₃ 용액으로 갈색이 되는 종말점을 적정하여 NaCl량을 측정하였다.

6. 관능검사

키토산 무첨가 김치와 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자키토산 김치를 제조한 후 10℃에서 약 6일간 보관 후 식품영양과 여대생 23명을 관능요원으로 선발하여 훈련시킨 후 색(color), 맛(taste), 풍미(flavor) 그리고 조직감(texture)에 대하여 각 항목별로 특성의 강도를 5점의 항목척도를 사용하여 아주 좋다(5), 약간 좋다(4), 보통이다(3), 약간 나쁘다(2), 아주 나쁘다(1)로 평가하였으며, 평가 후 Excel 통계 프로그램을 이용하여 분산이 같은지 확인하고 평균값의 유의성 차이를 *t*-test로 검정하였다. *t*-test 결과에 의해 P-value가 산출되고 이 값이 0.05 미만일 때 유의차가 있다고 판정하였다.

결과 및 고찰

1. pH 및 적정산도의 변화

김치의 발효지연에 미치는 고분자 키토산의 농도별(0%, 0.1%, 0.2%, 0.3%)로 김치를 제조하여, pH와 적

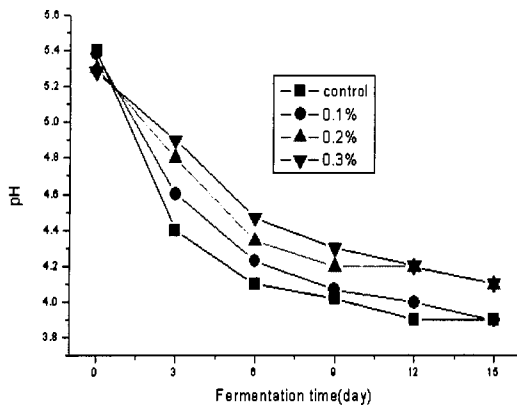


Fig. 1. Changes in pH of Kimchi added with various levels of chitosan during storage at 10°C.

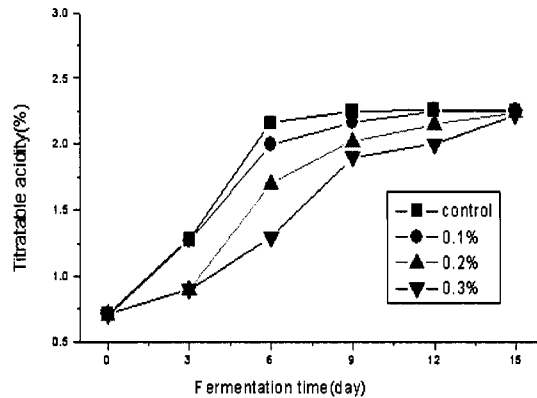


Fig. 2. Changes in titratable acidity of Kimchi added with various levels of chitosan during storage at 10°C.

정산도를 측정한 결과는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 키토산 무첨가 김치는 발효 후 6일경에 pH가 초기 5.40에서 4.10로 급격히 떨어졌으며 그 후부터는 천천히 떨어져 발효 후 약 15일 경과 후에는 3.90로 나타났다. 그러나 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자 키토산을 첨가한 김치에서는 초기 pH 5.38, 5.30 및 5.28에서 6일경에는 pH가 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자 키토산에서 4.23, 4.34 및 4.47로 각각 나타났다. 15일 경과 후에는 0.1% 고분자 키토산 김치는 키토산 무첨가 김치와 거의 같은 pH인 3.90로 나타났으나 0.2%와 0.3% 고분자 키토산 김치의 pH는 3.90보다 높은 4.10, 4.10으로 각각 나타났다. 김치 초기의 고분자 김치 pH가 키토산 무첨가 김치에 비해 약간 낮게 나타난 것은 고분자 키토산의 농도가 높은 것 때문이 아닌가 생각한다. Lee와 Jo¹³⁾의 연구에서도 키토산 첨가 김치의 담금 초기의 pH가 키토산 무첨가보다 약간 낮은 것으로 나타났다고 보고하였다. 그리고 민 등¹⁴⁾의 보고를 기준으로 할 때, 대조구의 최대 적숙기는 숙성 6일 부근으로 나타난 반면, 0.2%와 0.3% 키토산 김치는 9일에서 12일째 pH 4.2로서 적숙기를 나타내었다. 따라서 pH를 기준으로 할 때 0.2%와 0.3% 키토산 김치는 대조구에 비해 저장기간을 3~6일 정도 연장시킬 수 있는 것으로 나타났다.

각 김치 종류별 적정산도를 측정한 결과(Fig. 2)는 발효초기에 모든 구가 0.72%로 나타났으며, 발효 후 6일경에서는 키토산 무첨가, 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자 키토산 김치의 적정산도는 각각 2.16%, 2.00%, 1.70% 및 1.30%로 나타났다. 그리고 15일 경과 후에는 키토산 무첨가 김치의 적정산도가 2.25%이었으나 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자 키토산 김치는 각각 2.26%,

2.24% 및 2.22%로 나타났다. 적정산도의 결과로서도 0.2%와 0.3% 키토산 첨가 김치는 저장기간을 약간 연장할 수 있는 것으로 나타났다.

2. 총균수의 변화

발효가 진행 중에 총균수를 측정한 결과 시간과 더불어 총균수가 모든 구에 있어서 서서히 증가하였고, 발효초기의 모든 김치구의 총균수는 5.4~6.7 log cfu/g 범위였으며, 김치 맛이 들기 시작한 6일경에서의 각 구별 총균수는 키토산 무첨가 김치가 9.4 log cfu/g이었고, 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자 키토산 김치의 총균수는 각각 9.1 log cfu/g, 8.6 log cfu/g 및 8.0 log cfu/g으로 나타났다. 그리고 김치가 완전히 익은 15일 후에는 무첨가 김치, 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자 키토산 김치의 총균수는 각각 7.7 log cfu/g, 7.5 log cfu/g, 8.3 log cfu/g 및 8.2 log cfu/g으로 나타났다(Fig. 3).

김치가 숙성됨에 따라 숙성 6일째 총균수에 있어서 대조구에 비해 0.1%의 키토산은 저해 효과가 아주 미약하였고, 0.2%와 0.3% 키토산 첨가구에서는 현저한 생육저해 효과가 나타났다. 즉, 대조구가 9.4 log cfu/g으로서 최대치를 나타냈으며, 0.1% 키토산 김치에서는 대조구와 약간 적은 9.1 log cfu/g으로 나타났고, 0.2% 키토산과 0.3% 키토산 김치에서는 8.6 log cfu/g, 8.0 log cfu/g으로 각각 나타났다. 김치가 완전히 익은 15일 경과 후에는 모든 구가 총균수에 있어서 약간씩 감소하는 경향을 나타내었으며, 그 경향은 대조구와 0.1% 고분자 키토산구가 더 강하였다. 즉, 대조구, 0.1%, 0.2% 및 0.3% 키토산 김치의 총균수는 각각 7.7 log cfu/g, 7.5 log cfu/g, 8.3 log cfu/g 및 8.2 log cfu/g이었다.

김치발효에 있어서 고분자키토산의 항균작용에 관

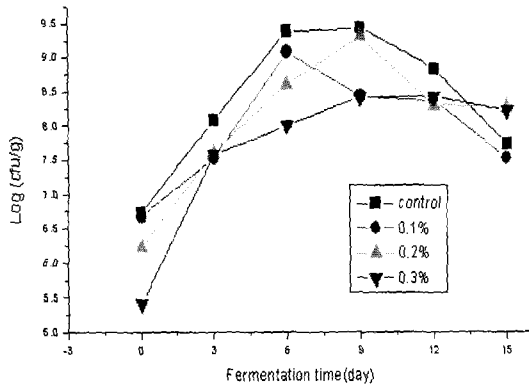


Fig. 3. Changes in total viable cell numbers of Kimchi added with various levels of chitosan during storage at 10°C.

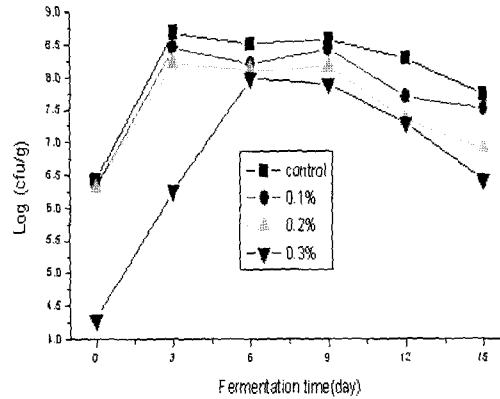


Fig. 4. Changes in lactic acid bacteria numbers of Kimchi added with various levels of chitosan during storage at 10°C.

한 보분이 없어서 직접 비교할 수는 없으나, Lee¹⁵⁾ 등은 식빵의 저장성 실험에서 부패세균에 대한 항균활성이 분자량이 증가할수록 항균활성이 증가하였다고 하였으며, Lee¹⁶⁾ 등도 돈육의 저장성 향상 효과에서 역시 키토산의 분자량이 증가할수록 부패세균에 대한 항균작용이 크다고 하였다.

3. 젖산균수의 변화

발효가 진행 중에 젖산균 수를 측정한 결과 시간과 더불어 젖산균 수가 모든 구에 있어서 서서히 증가하였으며, 발효초기의 모든 김치구의 젖산균 수는 4.3~6.3 log cfu/g 범위였으며 김치 맛이 들기 시작한 6일경에서의 각 구별 젖산균 수는 키토산 무첨가 김치가 8.5 log cfu/g이었고, 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자 키토산 김치의 젖산균 수는 각각 8.2 log cfu/g, 8.1 log cfu/g 및 7.9 log cfu/g으로 나타났다. 그리고 김치가 완전히 익은 15일 후에는 무첨가 김치, 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자 키토산 김치의 젖산균 수는 7.7 log cfu/g, 7.5 log cfu/g, 6.9 log cfu/g 및 6.4 log cfu/g으로 나타났다(Fig. 4). 이 결과는 Fig. 3의 총균수의 변화와 비슷한 경향을 보였다.

Yoo¹⁷⁾ 등은 김치의 젖산균인 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus plantarum*을 배양배지에서 키토올리고당의 저해능도를 측정한 결과 0.004%에서 거의 생육이 억제되었으나 김치에서의 젖산균 억제효과는 키토올리고당의 농도가 5배인 0.02%에서도 그 효과는 미미한 것으로 나타났다고 하였다. 김치는 여러 가지 재료들에 의한 자연 혼합 발효식품으로서 키토산의 억제효과가 낮은 것으로 사료된다. 젖산균을 이

용한 배양배지에서 고분자키토산의 억제효과에 관한 연구도 앞으로 시도해 봐야할 것으로 사료된다.

4. 대장균균수의 변화

발효가 진행 중에 대장균균 수가 시간과 더불어 대장균균 수가 모든 구에 있어서 6일까지는 약간 증가하다가 그 후부터는 대장균균 수가 감소하였다. 즉, 발효 초기에는 모든 구가 4.3~4.6 log cfu/g이었고, 6일 경에는 4.9~5.5 log cfu/g으로 약간 증가하였으며 15일 후에는 키토산 무첨가 김치가 2.3 log cfu/g이었고, 0.1%, 0.2% 및 0.3% 고분자 키토산 김치의 대장균균 수는 각각 2.3 log cfu/g, 2.0 log cfu/g 및 1.6 log cfu/g으로 점점 감소하였다(Fig. 5). 특히 0.2%와 0.3%에서는 김치가 완숙한 15일 경과후에도 대장균균이 존재하였으나 무첨가구에 비해 그 수는 적은 것으로 나타나 이것 또

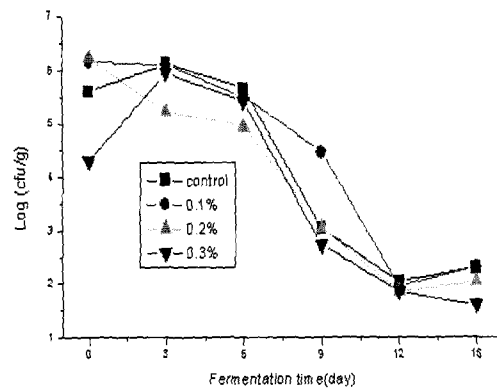


Fig. 5. Changes in coli form bacteria numbers of Kimchi added with various levels of chitosan during storage at 10°C.

Table 1. Sensory evaluation of *Kimchi* added with chitosan

Sample	No. of men	Scoring score(M±S.E.M.)			
		Color	Taste	Flavor	Texture
Control	23	3.65±0.26	3.09±0.19	3.30±0.19	3.04±0.19
0.1%	23	3.52±0.22	3.17±0.16	3.26±0.13	3.13±0.16
0.2%	23	2.70±0.20**	2.30±0.22**	2.39±0.16***	2.78±0.14
0.3%	23	2.91±0.27	2.04±0.21***	2.65±0.24*	3.04±0.20

Significantly different from the control group (*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$).

한 키토산의 효과로 생각할 수 있다.

하¹⁸⁾는 *E. coli*를 김치제조시 약 10^4 cfu/g이 되도록 접종하여 20°C에서 발효시키면서 경시적으로 변화를 시험한 결과 대장균은 pH가 3.7정도일 때 완전히 사멸된다고 하였다. 정 등¹⁹⁾은 배추, 파, 고춧가루, 마늘과 같은 김치재료에 대장균이 존재한다고 보고하였고, 초기 대장균수가 약 10^5 cfu/g인 김치를 5°C에서 발효시킬 때 48시간 후 균수에 변화가 있었을 뿐 8일 동안 10^4 cfu/g의 수준을 유지하여 발효중인 김치에서 쉽게 소멸되지 않음을 보고하였다. 본 연구에서도 정 등의 결과와 잘 일치하였다.

5. 관능검사

고분자 키토산을 0.1%, 0.2%, 0.3% 첨가한 김치와 첨가하지 않은 김치의 관능검사 결과를 Table 1에 나타내었다. 색(3.65±0.26)과 향(3.30±0.19)은 첨가하지 않은 김치가, 맛(3.17±0.16)과 조직감(3.13±0.19)은 0.1% 키토산 첨가 김치가 가장 높은 점수를 나타내었다. 키토산 무첨가 김치와 0.1% 첨가 김치는 유사한 선호도를 나타내어 0.1% 첨가 김치가 기능성과 보존성을 높여줄 뿐만 아니라 선호도도 높은 것으로 나타났다. 그러나 0.2% 첨가 김치는 색($P<0.01$), 맛($P<0.01$), 향($P<0.001$), 조직감 등이 무첨가 김치보다 낮게 나타났으며 0.3% 첨가 김치도 색, 맛($P<0.001$), 향($P<0.05$)이 낮은 선호도를 나타내었으나 조직감은 무첨가 김치와 같은 점수를 나타내었는데 이는 키토산이 김치의 보존성을 높여주는 것에 기인한 것으로 사료된다.

요 약

고분자 키토산(분자량 약 800,000)을 농도별(0%, 0.1%, 0.2%, 0.3%)로 김치를 제조하여, pH, 적정산도, 총균수, 젖산균 수, 대장균 수 및 관능검사를 조사한 결과는 다음과 같이 나타났다.

키토산 첨가 김치는 대조구에 비하여 pH 저하 및 적

정산도의 증가가 늦어지는 것으로 나타나 숙성지연 효과가 있는 것으로 나타났다. 그리고 키토산 첨가(0.3%) 김치는 숙성 6에서 9일까지 대조구에 비하여 총균수와 젖산균수가 약 1.3 log(cfu/g) 낮은 것으로 나타났다. 발효 15일 후 대장균 수 는 시간과 더불어 그 수가 모든구에서 1.6~2.3 log(cfu/g)으로 감소하였다. 그리고 관능검사 결과는 키토산 무첨가 김치와 0.1% 첨가 김치는 유사한 선호도를 나타내어 0.1% 첨가 김치가 기능성과 보존성을 높여줄 뿐만 아니라 선호도도 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Lee, K.E., Choi, U.H. and Ji, G.E. : Effect of *Kimchi* intake on composition of human large intestinal bacteria (in Korean), *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28(5)**, 981~986(1996)
2. Park, W.P., Yoo, J.I. and Lee, M.J. : *Kimchi* quality affected by the addition of acetic acid solution containing calcium, *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, **8(2)**, 151~156(2001)
3. Park, H.J., Kim, S.I., Lee, Y.K. and Han, Y.S. : Effect of green tea on *kimchi* quality and sensory characteristics, *Korean J. Soc. Food Sci.*, **10(4)**, 315~321(1994)
4. Kim, Y.B. : *Chitin and chitosan*, Big Bell Publishing Co., Seoul(1991)
5. Jeon, Y.J. and Kim, S.K. : Antitumor antibacterial and calcium absorption acceleration effects of chitosan oligosaccharides prepared by using ultrafiltration membrane enzyme reactor (in Korean), *Korean J. Chitin, Chitosan*, **2(3)**, 60~78(1997)
6. Kim, S.K. and Lee, E.H. : Food industrial applications of chitin and chitosan (in Korean), *Korean J. Chitin, Chitosan*, **2(4)**, 43~59(1997)

7. Kim, S.K. and Lee, E.H. : Manufacturing techniques and development trends of chitin, chitosan and oligosaccharides (in Korean), *Korean J. Chitin, Chitosan*, **2(1)**. 66~90(1997)
8. Klenzie-sterzer, C.A., Rodriguez-Sandhez, D. and Rha, C. : Mechanical properties of chitosan film : Effect of solvent acid, *Macromol. Chem.*, **183**. 1353 (1982)
9. Yoo, E.J., Lim, H.S., Kim, J.M., Song, S.H. and Choi, M.R. : The investigating of chitosanoligosaccharide for prolongating fermentation period of *Kimchi*, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27(5)**. 869~874(1998)
10. Son, Y.M., Kim, K.O., Jeon, D.W. and Kyung, K.H. : The effect of low molecular weight chitosan with and without other preservatives on the characteristics of *Kimchi* during fermentation, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28(5)**. 888~896(1996)
11. AOAC : *Official Methods of Analysis*. 14th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C., p. 1105~1106(1984)
12. Shim, H.S. : *Food analysis-theory and practice*, Shim-Gaeong Publishing Co., Seoul, p. 91(1983)
13. Lee, S.H. and Jo, O.K. : Effect of *Lithospermum erthrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping of chitosan on shelf-life of *Kimchi*, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30(6)**. 1367~1372(1998)
14. Mheen, T.I. and Kwon, T.W. : Effect of temperature and salt concentration on *Kimchi* fermentation in Korean, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16(4)**. 443~450(1998)
15. Lee, H.Y., Kim, S.M., Kim, J.Y., Youn, S.K., Choi, J.S., Park, S.M. and Ahn, D.H. : Effect of addition of chitosan on improvement for shelf life of bread, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **31(3)**. 445~450(2002)
16. Lee, H.Y., Park, S.M. and Ahn, D.H. : Effect of storage properties of pork dipped in chitosan solution, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **32(4)**. 519~525 (2003)
17. Yoo, E.J., Lim, H.S., Kim, J.M., Song, S.H. and Choi, M.R. : The investigation of chitosanoligosaccharide for prolongating fermentation period of *Kimchi*, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27(5)**. 869~874(1998)
18. 하덕모 : 김치의 발효경과 및 산패억제, 김치의 과학, p. 47(1994)
19. 정윤수, 박근창, 유상렬, 김정훈 : 김치의 세균학적 표준연구-김치의 숙성미와 관련된 coliform group의 사멸성에 대하여-, 기술연구보고, **6**. 5(1967)

(2004년 2월 7일 접수)