

칼슘 분말제재 첨가가 김치의 숙성 중 품질에 미치는 영향

박우포[†] · 박규동 · 정용진* · 이인선*

마산대학 식품과학계열

*계명대학교 식품가공학과

Effect of Calcium Powder Addition on the Quality Characteristics of *Kimchi*

Woo-Po Park[†], Kyu-Dong Park, Yong-Jin Cheong* and In Seon Lee*

Division of Food Science, Masan College, Masan 630-729, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

Abstract

Calcium-enriched powder was investigated for use as an ingredient in *kimchi* formulation to retard the fermentation rate and to fortify the nutritional quality of *kimchi*. The calcium powder was added to salted Chinese cabbage in the concentrations of 0.5, 1.0 and 1.5%, and then stored at 10°C. Quality characteristics of *kimchi* such as pH, titratable acidity, reducing sugar content and microbial loads were measured during fermentation. After a lag period of 2 days, pH and reducing sugar abruptly decreased until 10 days, and then attained to stabilized levels, while acidity increased steadily for 20 days. Addition of calcium powder with 1.5% retarded the change rates of pH and acidity, showing the slowest change and the highest final pH. *Kimchi* added with calcium powder maintained a higher reducing sugar content during the whole fermentation period of 25 days. *Kimchi* samples which were added with 0.5 % and 1.0% of calcium powder and fermented at 10°C for 7 days showed better sensory scores in aroma and taste than the other samples.

Key words: *kimchi*, fermentation, calcium powder

서론

고춧가루, 마늘, 젓갈 등의 여러 가지 부재료를 사용하는 채소발효 식품인 김치는 서양의 발효식품인 pickle이나 sauerkraut와는 다른 독특한 풍미를 지니고 있다. 사용하는 재료의 종류 및 양에 따라서 김치의 품질은 다소 차이가 나며, 지방에 따라서도 고유의 김치 담금 방법이 있기 때문에 그 종류는 100여종 이상 있는 것으로 알려져 있다(1). 그 중에서도 주로 많이 소비되는 것은 배추김치이며, 외국인들에게도 주로 이 김치가 알려져 있다. 배추김치를 만들 때 거의 필수적으로 첨가하는 부재료는 고춧가루, 마늘, 생강이고, 파도 상당히 빈번하게 사용되며, 부추, 멸치젓, 새우젓, 설탕, 무 등도 사용된다(2). 이러한 재료를 사용하여 만든 김치는 카로틴, 식이 섬유소, 페놀성 화합물과 같은 생리활성물질들로 인하여 항암, 고혈압 예방, 항산화 효과와 같은 여러 가지의 기능성을 보유하고 있는 것으로 알려져 있다(3-6).

김치는 발효식품이므로 숙성되면서 젖산균에 의하여 여러 가지 유기산이 생성되며, 숙성 적기에는 이들로 인하여 상큼한 신맛과 감칠맛이 어우러져 조화를 이룬 맛을 내는 것이 특징이다. 그러나 이 시기가 지나면 식물조직 내에 존재하는

펙틴의 분해로 인하여 연화현상이 일어나고(7), 과도하게 산화된 산과 효모의 생육으로 연부 현상이 나타나므로 품질이 저하되어 상품성이 저하된다(8). 따라서, 최근에는 김치의 가식기간을 연장시키기 위하여 여러 가지 천연물을 첨가하거나 절임 배추를 세척하는 등의 조건을 다르게 처리하여 김치의 저장기간을 연장하기 위한 연구들이 보고되고 있다(9-14). Lee 등(11)은 칼슘 함량이 많은 오적골을 김치에 첨가했을 때에 숙성 적기가 5일 이상 연장될 수 있는 가능성을 제시하였고, Kim 등(15)은 계집질에 들어 있는 탄산칼슘으로 인하여 가식 기간이 5일 이상 연장될 수 있음을 보고하였다. 또한 Kim 등(16)은 칼슘락테이트 및 아세테이트의 혼합 비율에 따라 가식 기간이 5일 정도 연장될 수 있음을 제시하였다.

따라서 본 연구에서는 칼슘 함량이 높은 분말제재의 함량을 달리하여 김치를 만들고 숙성 중의 품질특성의 변화를 고찰함으로써 김치에 칼슘을 강화하고 저장기간을 연장할 수 있는 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

배추, 파 및 생강은 2001년 7월 초순 마산의 어시장에서

[†]Corresponding author. E-mail: wppark@masan-c.ac.kr
Phone: 82-55-230-1309, Fax: 82-55-232-3654

실험 당일 구입하여 사용하였으며, 마늘, 고춧가루, 소금(천일염, 순도 80%이상) 및 젓갈은 구입하여 보관하면서 실험에 사용하였다. 칼슘 분말제제는 일본의 Bioscience사에서 생산한 제품(수분 7.6%, 탄수화물 51.2%, 회분 41.2%)을 사용하였으며, 이 중에서 칼슘 함량은 15.4%였다. 또한 이것은 백색을 띠고 있으며, 수용성이고 일본에서는 식품에 사용하고 있다.

김치 제조

배추를 다듬고 가로 방향으로 4등분하여 8%(w/w)의 소금물에 넣어서 실온(약 25°C)에서 15시간 정도 절였다. 탈수가 끝난 배추의 소금 농도는 2.2%였고, 절인 배추를 4×4 cm 정도의 크기로 자른 다음 부재료를 넣어서 김치를 만들었다. 이때 혼합한 부재료의 비율은 절인 배추 100 g에 대하여 고춧가루 3 g, 마늘 2 g, 파 1.5 g, 생강 0.5 g 및 멸치액젓 0.75 g이었다. 칼슘 분말제제는 절인 배추 100 g에 대하여 0.5%, 1.0% 및 1.5%씩을 각각 첨가하였다. 김치의 최종 염도는 2.5%가 되도록 하였으며, 직경이 9 cm이고, 높이가 8 cm인 원통형의 PET 용기에 300 g씩 담아서 10°C에서 숙성하면서 분석용 시료로 사용하였다.

총균수 및 젖산균수의 측정

김치의 국물 일부를 취하여 멸균한 가제로 짜고, 0.1% peptone수로 필요한 만큼 희석하였다. 총균수의 측정을 위해서는 희석액 0.1 mL을 plate count agar (Difco Laboratories) 배지에 도말하여 30°C에서 72시간 배양하였고, 젖산균수 측정시에는 0.02% sodium azide를 포함한 MRS(Difco Laboratories) 배지에 희석액 0.1 mL를 도말한 후 37°C에서 48시간 배양한 다음 형성된 colony의 수를 colony forming unit (CFU/mL)로 표시하였다(17,18).

성분분석

총균수 및 젖산균수 측정에 필요한 시료를 제외한 김치를 전부 녹즙기(GP-1619, Greenpower Ltd., Korea)에 넣어서 마쇄한 다음 가제로 여과하였다. pH는 여과액의 일부를 취하여 pH meter(Corning 220, USA)로 측정하였고, 적정산도는 여과액 중에서 10 mL을 취하여 0.1 N NaOH로 pH 8.3까지 적정한 다음 이때 소비된 값을 젖산으로 환산하여 표시하였다. 환원당 함량은 여과액 1 mL를 취한 다음 필요한 만큼 희석하고 DNS법으로 측정하였다(19).

관능검사

김치를 담근 다음 10°C에서 숙성하면서 7일이 경과한 것을 관능검사의 시료로 사용하였다. 훈련된 관능검사 요원 10명으로 관능검사를 실시하였으며, 점수는 5점 척도의 기호도 검사로 냄새, 색깔 및 맛을 검사하였다. 그 결과는 SAS 프로그램 사용하여 Duncan의 다중비교법으로 시료간의 유의성을 검정하였다(20).

결과 및 고찰

pH 및 적정산도의 변화

담금 직후의 김치는 시험구에 따른 차이가 거의 없이 pH 5.5 부근이었다(Fig. 1). 즉 칼슘 분말제제 첨가가 김치의 담금 직후 pH에는 영향을 거의 주지 않았다. 그러나 숙성 5일 이후부터 25일까지는 칼슘 분말 제제를 첨가한 김치의 pH가 대조구보다 높았으며, 칼슘 분말 제제의 첨가량이 많은 1.5% 첨가구의 pH가 다른 칼슘 분말제제 첨가구보다 높았다. 즉 대조구는 숙성 10일에 pH 3.91이었으나 칼슘 분말제제 1.5% 첨가구는 pH 4.27이었으며, 0.5% 첨가구도 pH 4.20이었다. 이것은 칼슘 분말 제제에 있는 칼슘 등과 같은 무기질의 완충작용으로 인하여 김치의 pH가 급격하게 저하되지 않았기 때문이라고 생각된다. 칼슘의 함량이 많은 오적골이나 계집질을 김치에 첨가했을 때 pH의 저하가 억제되었다는 보고와 대체적으로 일치하고 있다(11,15). 김치의 적정산도는 숙성 10일까지는 급격하게 증가하지만 그 이후에는 증가하는 정도가 비교적 완만하였다(Fig. 2). 김치 담금에서 숙성 2일까지는 대조구의 적정산도가 가장 낮았으나 그 이후에는 칼슘 분말제제 첨가 시험구보다 대체적으로 높았다. 이는 칼슘 함량이 많은 오적골이나 녹미채를 김치시에 대조구보다 적정산도와 낮았다는 보고(11,21)와 비슷하였으나 칼슘락테이트 및 아세테이트를 첨가한 김치의 적정산도가 대조구보다 높았다는 Kim 등(16)의 결과와는 다소 상이하였다. 이는 김치를 담금 때 사용한 첨가제들이 순수한 칼슘이 아닌 여러 가지 물질들과 화합물을 형성한 상태로 생각되어 칼슘 함유 여부만으로 적정산도와와의 관계를 판단하기는 어려움이 있을 것으로 보인다. 본 연구에서는 칼슘제제 첨가구의 적정산도가 대조구보다 낮은 것은 Table 1의 결과에서와 같이 숙성 10일까지 젖산균의 증식이 억제된 것이 주요한 원인으로 생

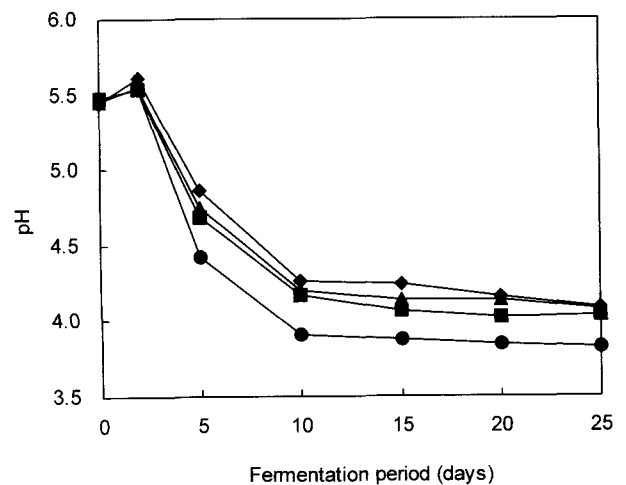


Fig. 1. Changes in pH of kimchi added with various amount of calcium powder during fermentation at 10°C. —●—: control, —■—: 0.5% calcium powder, —▲—: 1.0% calcium powder, —◆—: 1.5% calcium powder.

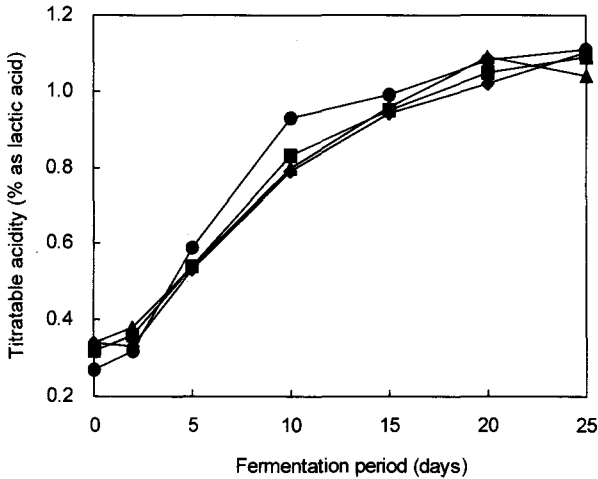


Fig. 2. Changes in titratable acidity of kimchi added with various amount of calcium powder during fermentation at 10°C.

●: control, ■: calcium powder, ▲: 1.0% calcium powder, ◆: 1.5% calcium powder.

각된다.

김치의 숙성 정도를 판단하는 기준인 pH와 적정산도의 결과로 보면, 칼슘 분말제재를 첨가하여 담근 김치는 저장성 연장 효과가 다소 있는 것으로 생각된다. 즉 김치의 숙성 적기로 판단하는 pH 4.2, 적정산도 0.6~0.8%를 기준(22)으로 한다면 칼슘 분말제재를 0.5%이상 첨가하게 되면 대조구에 비하여 적어도 2~3일 정도 숙성 적기가 늦어지는 효과가 있는 것으로 판단된다.

환원당 함량의 변화

칼슘 분말제재를 첨가한 김치는 담근 직후부터 대조구보다 환원당의 함량이 많았다(Fig. 3). 즉 김치 담근 직후에 대조구의 환원당 함량은 2.3%였으며, 칼슘 분말제재가 1.5% 함유

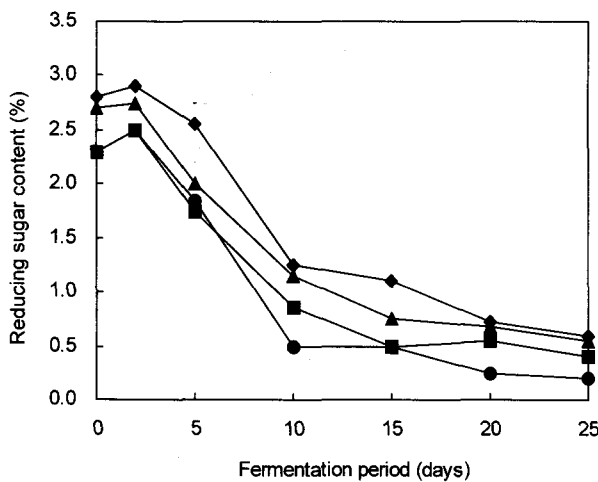


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of kimchi added with various amount of calcium powder during fermentation at 10°C.

●: control, ■: 0.5% calcium powder, ▲: 1.0% calcium powder, ◆: 1.5% calcium powder.

된 시험구는 2.8%였다. 이는 칼슘 분말제재에 환원당이 일부 함유되어 있기 때문이라고 생각된다. 김치의 숙성 기간 동안 칼슘 분말제재를 함유한 시험구와 대조구 사이의 환원당 함량 차이는 큰 변화가 없었다. 즉 칼슘 분말제재가 함유된 김치가 대조구보다 환원당 함량이 많았으며, 칼슘 분말제재의 첨가량이 많을수록 환원당 함량도 많았다. 김치의 숙성 중 환원당이 유기산으로 많이 전환되지 않으면서 숙성 후반기까지 계속적으로 존재할 수 있다면 김치의 과숙에 영향을 주지 않을 것으로 생각되므로 김치의 맛에는 긍정적으로 작용할 가능성도 있을 것으로 보인다.

총균수 및 젖산균수의 변화

김치를 담근 직후에는 칼슘 분말제재를 첨가한 시험구가 대조구보다 총균수가 많았으며 6 log(CFU/mL) 정도였다(Fig. 4). 숙성 2일에는 오히려 총균수가 줄어들었는데, 이는 김치를 만든 다음에 10°C에 숙성하는 과정에서 김치 재료에 존재했던 미생물 일부의 생육이 어려워졌기 때문이라고 판단된다. 숙성 5일까지는 대조구의 총균수가 가장 많았으나 10일 이후에는 칼슘 분말제재를 첨가한 시험구의 총균수가 대체적으로 많았다. 또한 젖산균수도 숙성 10일까지 대조구가 가장 많았으며, 그 이후에는 칼슘 분말제재를 첨가한 시험구가 많았다(Fig. 5). 이와 같이 김치의 숙성 중기 이후에 칼슘 분말제재를 첨가한 시험구의 젖산균수가 대조구보다 많은 것은 김치가 숙성되는 동안에 생성된 유기산의 일부가 칼슘 분말제재에 의하여 중화됨으로써 젖산균들의 생육이 촉진되었기 때문이라고 생각되며, 이는 계첩질에 들어있는 탄산칼슘의 영향으로 김치 숙성 중 젖산균들의 생육이 촉진되었다고 한 Kim 등(15)의 결과와 유사하였다. 총균수는 숙성 10일, 젖산균수는 숙성 15일에 최대값을 보인 이후에는 대체적으로 감소하였다.

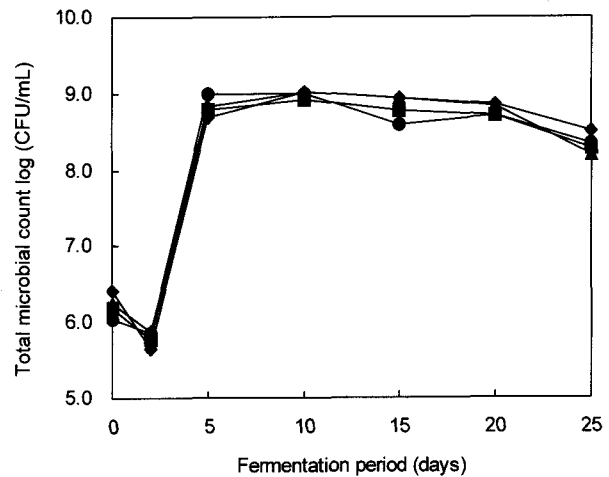


Fig. 4. Changes in total microbial count of kimchi added with various amount of calcium powder during fermentation at 10°C.

●: control, ■: 0.5% calcium powder, ▲: 1.0% calcium powder, ◆: 1.5% calcium powder.

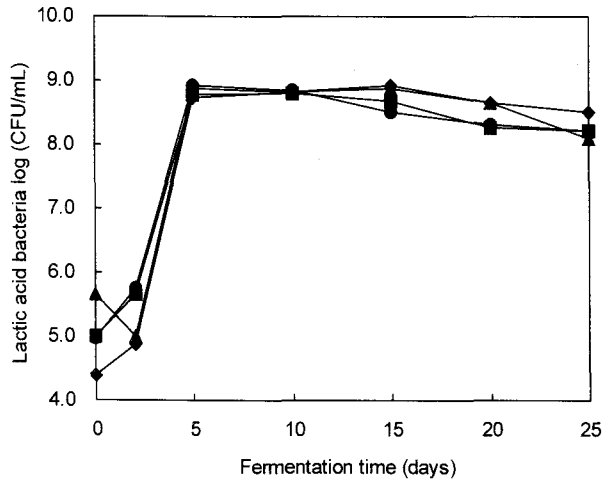


Fig. 5. Changes in lactic acid bacteria of *kimchi* added with various amount of calcium powder during fermentation at 10°C.

●: control, ■: 0.5% calcium powder, ▲: 1.0% calcium powder, ◆: 1.5% calcium powder.

관능적 품질

10°C에서 7일간 숙성된 김치로서 색깔, 냄새 및 맛에 대한 관능검사를 실시한 결과 칼슘 분말 제제를 0.5% 첨가한 시험구가 색깔에서 3.22로서 가장 높은 점수를 얻었다(Table 1). 칼슘 분말제제를 1.5% 첨가한 시험구는 가장 낮은 점수를 얻었으며 다른 시험구와 유의적인 차이를 나타내었다. 이것은 칼슘 분말제제가 흰색이기 때문에 다소 많은 양이 첨가될 경우에는 숙성 중 고춧가루의 색깔에 부정적으로 작용하기 때문이라고 생각된다. 냄새는 1.0% 첨가구가 가장 높은 점수를 얻었으며, 맛에서는 0.5% 및 1.0% 첨가구가 동일한 점수를 얻었다. 냄새와 맛에 있어서는 시험구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

이상의 결과를 보면 김치를 만들 때 칼슘 분말제제를 첨가한 경우에 pH의 저하는 상당히 억제되는 것으로 나타났으며, 적정산도도 숙성 15일경까지는 대조구보다 낮았다. 이러한 것은 김치의 적숙기를 다소 늦출 수 있다는 측면에서 긍정적으로 작용할 수 있을 것으로 판단된다. 칼슘 분말제제를 첨가한 시험구들의 젖산균이 숙성 10일까지 대조구보다 낮은 것으로 나타나 젖산균의 증식을 다소 억제할 수 있을 것으로 보인다. 관능검사에서는 0.5% 및 1.0% 첨가구가 대체적으로

Table 1. Sensory evaluation of *kimchi* samples fermented at 10°C for 7 days

Treatment	Quality attribute ¹⁾		
	Color	Aroma	Taste
Control	3.12 ^a	3.22 ^a	3.02 ^a
Calcium powder 0.5%	3.22 ^a	3.33 ^a	3.11 ^a
Calcium powder 1.0%	3.04 ^a	3.52 ^a	3.11 ^a
Calcium powder 1.5%	2.47 ^b	3.15 ^a	2.92 ^a

¹⁾Means with different letters are significantly different at the level of 0.05 of significance as determined by Duncan's multiple range test.

좋은 점수를 얻은 것으로 나타나 실험에 사용한 칼슘 분말제제를 김치에 사용하더라도 양을 조절한다면 관능적인 특성에 큰 영향을 주지는 않을 것으로 판단된다.

요 약

김치 제조시에 칼슘 분말제제를 절인 배추에 대하여 0.5%, 1.0% 및 1.5%씩 첨가하여 김치를 만들고, 숙성하면서 pH, 적정산도, 환원당 함량, 총균수, 젖산균수 및 관능검사와 같은 품질 특성을 조사하였다. 대조구는 숙성 10일 이후에 pH 4.0 이하인데 반하여 칼슘 분말제제를 첨가한 시험구는 pH 4.0 이상을 유지하였으며, 1.5% 첨가구의 값이 가장 높았다. 적정산도는 숙성 25일까지 지속적으로 증가하였으며, 10일까지 증가가 다른 기간에 비하여 현저하였다. 또한 칼슘 분말제제 첨가구는 김치 담금시부터 대조구보다 높은 환원당 함량을 나타내었으며, 숙성 기간 중 그 차이는 큰 변화를 보이지 않았다. 숙성 5일까지는 총균수와 젖산균수가 급격하게 증가하여 9 log(CFU/mL)에 도달하였으며, 대조구의 총균수가 가장 많았다. 그러나 그 이후에는 칼슘 분말제제를 첨가한 시험구의 총균수가 대조구보다 대체적으로 많았다. 관능적인 평가에서는 칼슘분말 제제를 0.5%, 1.0% 첨가한 시험구가 냄새 및 맛에 있어서 대조구보다 높은 점수를 얻었으나 대조구와 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

감사의 글

본 연구는 교육인적자원부의 향토산업기반 거점 전문대학 육성 연구비 및 과학기술부 한국과학재단 지정 계명대학교 전통미생물 자원 개발 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

문 헌

1. Cho JS, Hwang SY. 1988 Standardization of *kimchi* and related products (2). *Korean J Dietary Culture* 3: 301-307.
2. No HK, Lee SH, Kim SD. 1995 Effects of ingredients on fermentation of Chinese cabbage *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 642-650.
3. Cheigh HS, Park KY. 1994 Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of *kimchi* (Korean fermented vegetable products). *Crit Rev Food Sci Nutr* 34: 175-203.
4. Park KY. 1995 The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 169-182.
5. Kim SH. 1991 Comutagenic and antimutagenic effects of *kimchi* components. *PhD Dissertation*. Pusan National University, Busan.
6. Ha JO. 1997 Studies on the developments of functional and low sodium *kimchi* and physiological activity of salts. *PhD Dissertation*. Pusan National University, Busan.
7. Kim HJ, Lee JJ, Chung KS, Choi SY. 1999 Pectin-degrading enzymes of *kimchi* ingredients. *Korean J Food Sci Technol*

- 31: 263-266.
8. Oh YA, Choi KH, Kim SD. 1998 Changes in enzyme activities and population of lactic acid bacteria during the *kimchi* fermentation supplemented with water extract of pine needle. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 244-251.
 9. Lee SH, Choi WJ. 1998 Effect of medicinal herbs' extracts on the growth of lactic acid bacteria isolated from *kimchi* and fermentation of *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 30: 624-629.
 10. Lee SH, Cho OK. 1998 The mixed effect of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* extracts and chitosan on shelf-life of *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 27: 864-868.
 11. Lee MJ, Kim HS, Lee SC, Park WP. 2000 Effects of sepiae os addition on the quality of *kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 29: 592-596.
 12. Kim SJ, Park KH. 1995 Antimicrobial activities of the extracts of vegetable *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 27: 216-220.
 13. Yoo EJ, Lim HS, Kim JM, Song SH, Choi MR. 1998 The investigation of chitosan oligosaccharide for prolongating fermentation period of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 869-874.
 14. Park WP, Park KD, Kim JH, Cho YB, Lee MJ. 2000 Effect of washing conditions in salted Chinese cabbage on the quality of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 30-34.
 15. Kim SD, Kim MH, Kim ID. 1996 Effect of crab shell on shelf-life enhancement of *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 907-914.
 16. Kim SD, Kim ID, Park IK, Kim MY, Youn KS. 1999 Effects of calcium lactate and acetate on the fermentation of *kimchi*. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 333-338.
 17. Lee IS, Park WS, Koo YJ and Kang KH. 1994 Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26: 239-245.
 18. Kim MK, Kim SY, Woo CJ, Kim SD. 1994 Effect of air controlled fermentation on *kimchi* quality. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 268-273.
 19. Miller GL. 1959 Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
 20. SAS Institute, Inc. 1993 *SAS User's guide*. 6th ed. Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA.
 21. Park WP, Cho YB, Lee SC, Kim JM, Lee MJ. 2001 Changes in *kimchi* quality as affected by the addition of boiled-dried fusiforme. *J Korean Soc Food Nutr* 30: 834-838.
 22. Mheen TI, Kwon TW. 1984 Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.

(2002년 1월 8일 접수; 2002년 6월 1일 채택)