

증점안정제로 사용한 Xanthan Gum 첨가가 김치의 품질에 미치는 영향

박 우 포

마산대학 식품과학계열

The Quality Characteristics of *Kimchi* as Affected by the Addition of Xanthan Gum

Woo-Po Park

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

Abstract

Xanthan gum (XG) was investigated for use as a thickening and stabilizing agent in *kimchi* during fermentation at 10°C. The mixing ratios of XG to salted Chinese cabbage were 0.1, 0.3 and 0.5%. Quality characteristics of *kimchi* such as pH, titratable acidity, reducing sugar content and microbial loads were measured. pH and reducing sugar content showed abrupt decreases after 5 day lag time until 20 days, while titratable acidity steadily increased during fermentation. The addition with 0.5% XG retarded the change rates of pH and titratable acidity showing the slowest change. *Kimchi* samples added with 0.1% and 0.3% XG maintained a higher reducing sugar content during the whole fermentation period of 30 days. Microbial loads showed an abrupt increase from 5 to 10 days, and maintained a nearly same load thereafter. *Kimchi* sample added with 0.3% XG showed better scores in color, aroma and taste.

Key words: *kimchi*, xanthan gum, thickening and stabilizing agent

서 론

우리나라의 전통 채소 발효 식품인 김치는 재료의 종류 및 양에 따라서 품질의 차이가 많이 나며, 지방에 따라서도 고유의 김치 담금 방법이 있기 때문에 그 종류는 100여종 이상 있는 것으로 알려져 있다(1). 그 중에서도 가장 많이 소비되는 것은 배추김치이며, 서울 올림픽 이후 외국인들에게 김치로 알려진 것도 이것이다. 김치를 만들 때 거의 필수적으로 첨가하는 부재료는 고춧가루, 마늘, 생강이고, 파도 상당히 빈번하게 사용되며, 부추, 멸치젓, 새우젓, 설탕, 무 등이 사용된다(2). 이러한 재료를 사용하여 만든 김치는 카로틴, 식이섬유소, 페놀성 화합물과 같은 생리활성물질들로 인하여 항암, 고혈압 예방, 항산화 효과와 같은 여러 가지의 기능성을 보유하고 있는 것으로 알려져 있다(3-6). 김치에 대한 이러한 여러 가지 기능이 밝혀짐에 따라 일본에서는 김치를 건강 식품으로 인식하여 소비량이 증가하고 있다.

김치를 담글 때에는 절임 배추에 여러 가지 부재료를 잘 혼합하고, 숙성을 촉진시킬 목적으로 찹쌀이나 밀가루로 풀을 만들어 첨가하였다. Jang 등(7)은 찹쌀풀과 같은 전분이 부추김치의 맛을 개선시켜 풋내를 제거하고 부드러운 조직감을 주며 미생물의 생육을 촉진시켜 젖산발효를 돕고 산도

와 환원당 함량을 크게 변화시킨다고 하였다. 또한 Lee와 Han(8)은 김치 담금시에 사용한 전분풀은 김치의 발효를 촉진시키며, 밀가루풀이 찹쌀풀보다 발효가 더 빨리 일어난다고 하였다. 또한 숙성 중 관능적인 특성은 찹쌀풀이 밀가루풀보다 선호도가 높은 것으로 보고되고 있다(9). 일반적으로 많이 사용돼 온 밀가루풀이나 찹쌀풀의 대체제로서 carrageenan이나 xanthan gum의 사용이 Codex의 규격에 포함되어 있다. Kim 등(10)은 깍두기 제조시에 xanthan gum을 첨가한 시험구는 숙성 말기까지 점도의 감소 정도가 낮고, 경도가 높게 유지되었다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 밀가루풀이나 찹쌀풀이 아니면서도 이들이 가지는 특성을 보유한 xanthan gum을 배추김치 제조시에 첨가하고 김치를 숙성하면서 이들이 김치의 숙성 중 품질에 미치는 영향을 고찰하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

배추, 파 및 생강은 2001년 9월 중순 마산의 어시장에서 실험 당일 구입하였고, 마늘, 고춧가루, 소금(천일염, 순도 80%이상) 및 젓갈은 구입하여 보관하면서 실험에 사용하였

다. Xanthan gum은 Sigma사 제품을 사용하였다.

김치 제조

배추를 다듬고 가로 방향으로 4등분하여 약 8%(w/w)의 소금물에 넣어서 실온(약 20°C)에서 12시간 정도 절였다. 탈수가 끝난 배추의 소금 농도는 약 2.1%였고, 절인 배추를 약 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. Xanthan gum은 절인 배추에 대하여 0.1%, 0.3% 및 0.5%(W/W)씩을 각각 첨가하였다. 만든 김치의 최종 소금 농도는 약 2.5%가 되도록 하였으며, 직경이 9 cm이고, 높이가 8 cm인 원통형의 PET 용기에 300 g씩 담아 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 측정 시에는 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(11,12).

성분분석 및 점도측정

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(13). 점도는 10일 숙성된 김치 마쇄 여과액을 취한 다음 20°C를 유지하면서 점도계(DV-II⁺, Brookfield Co., USA)의 1번 spindle로 100 rpm으로 회전하면서 측정하였다.

관능검사

김치를 담근 다음 10°C에서 숙성하면서 10일이 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.

결과 및 고찰

pH 및 적정산도의 변화

숙성 5일까지는 김치 담금시와 큰 차이가 없는 pH를 나타

내었으나 그 이후 20일까지는 지속적으로 감소하였으며, 숙성 5일에서 10일 사이의 감소 폭이 가장 컸다(Fig. 1). 이것은 숙성 5일에서 10일 사이가 다른 기간에 비하여 유기산의 생성이 활발하였기 때문이라고 판단되며, 젖산균수가 급격하게 증가한 시기(Table 1)보다는 5일 정도 늦은 시기였다. 이는 pH의 급격한 저하와 젖산균수의 급격한 증가가 비슷한 시기에 일어난 Park 등(14), Lee 등(15)의 결과와는 다소 상이하였다. 그러나 pH의 급격한 감소가 젖산균수의 급격한 증가 시기 이후에도 지속된 Hong과 Yoon(16)의 결과를 보면 젖산균수의 급격한 증가와 pH가 급격히 낮아지는 시기는 김치를 담그는 시기와 사용하는 재료 등과 같이 담금 조건의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 숙성 20일 이후에는 약간의 증가와 감소를 반복하는 경향을 나타내었으나 모든 시험구가 pH 4.0 이상을 유지하였다. 숙성 20일 이후에 김치의 pH가 큰 변화를 나타내지 않는 것은 김치 중에 들어있는 아미노산이나 무기질 등과 같은 여러 물질들의 완충작용 때문이라고 생각된다. 김치 담금시에 증점안정제로 사용한 xanthan gum은 김치의 pH를 다소 높이는 것으로 나타났다. 즉 xanthan gum을 첨가하지 않은 대조구의 pH가 5.47인데 비하여 xanthan gum을 0.1%, 0.3% 및 0.5% 첨가한 김치는 이보다 약간 높은 5.60, 5.68, 5.53이었다. Xanthan gum을 첨가한 시험구 중에서는 0.3% 첨가구가 숙성 15일까지는 가장 높은 pH를 나타내었으며, 그 이후에는 0.5% 첨가구가 높은 값을 나타내었다. 적정산도는 숙성 30일까지 지속적으로 증가하는 것으로 보아 이 기간동안 계속적으로 유기산이 생성되는 것으로 판단된다(Fig. 2). 김치의 담금 직후에는 대조구가 0.35%로 가장 높은 적정산도를 나타내었으며, xanthan gum을 0.1%, 0.3% 및 0.5% 첨가한 시험구는 0.24%, 0.30% 및 0.31%를 각각 나타내었다. Xanthan gum 0.1%를 첨가한 시험구의 숙성 20일 이후를 제외하면 숙성 기간중 모든 시험구의 적정산도

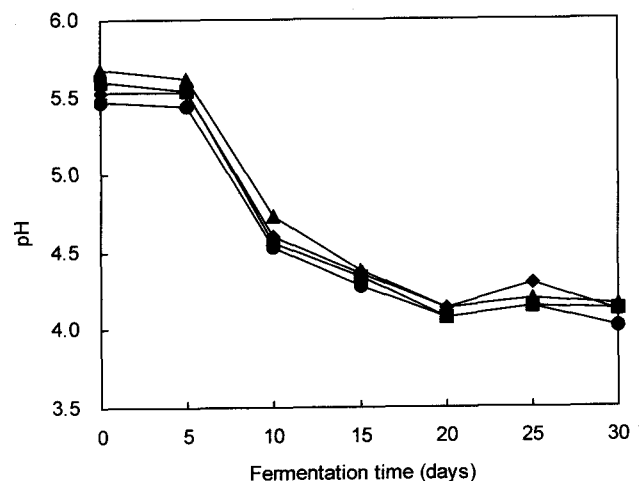


Fig. 1. Changes in pH of kimchi added with xanthan gum during fermentation at 10°C.

—○—: control, —■—: 0.1% xanthan gum, —▲—: 0.3% xanthan gum, —◆—: 0.5% xanthan gum.

Table 1. Changes in microbial flora of kimchi added with xanthan gum during fermentation at 10°C

Treatment	Fermentation time (days)	Total microbial count [log(CFU/mL)]	Lactic acid bacteria [log(CFU/mL)]
Control	0	6.90	4.15
	5	7.87	7.59
	10	8.81	8.76
	15	8.47	8.39
	20	8.48	8.17
	25	8.73	8.49
	30	8.52	7.92
Xanthan gum 0.1%	0	6.83	4.38
	5	8.23	8.23
	10	8.70	8.70
	15	8.71	8.59
	20	8.56	8.38
	25	8.79	8.40
	30	8.63	7.93
Xanthan gum 0.3%	0	6.04	4.04
	5	8.14	8.11
	10	8.86	8.52
	15	8.74	8.69
	20	8.50	8.40
	25	8.74	8.48
	30	8.52	8.16
Xanthan gum 0.5%	0	5.90	4.30
	5	7.63	7.59
	10	8.96	8.94
	15	8.91	8.78
	20	8.57	8.42
	25	8.70	8.45
	30	8.31	8.23

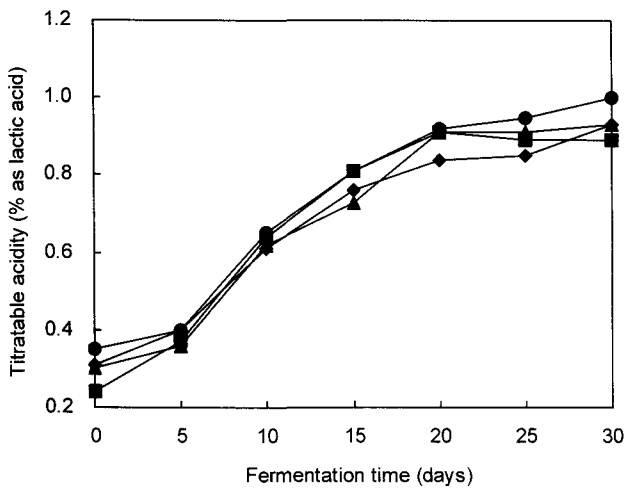


Fig. 2. Changes in titratable acidity of kimchi added with xanthan gum during fermentation at 10°C.
 ●: control, ■: 0.1% xanthan gum, ▲: 0.3% xanthan gum, ◆: 0.5% xanthan gum.

는 계속적으로 증가하였다. 숙성 기간 중에서는 5일과 10일 사이의 증가가 가장 현저하였는데, 이는 pH의 감소가 가장 현저하였던 시기와 일치하였는데, 이는 김치가 숙성되면서 젖산균의 생육이 활발해진 결과로 생성된 유기산의 양이 다

른 숙성 기간에 비하여 많았기 때문으로 판단된다. 또한 xanthan gum을 첨가한 시험구가 숙성 중에 대조구보다 대체적으로 적정산도가 낮았으며, 0.5% 첨가구가 가장 낮았다. 그러나 깍두기에 xanthan gum을 첨가한 경우에는 대조구보다 대체적으로 총산 함량이 높다는 Kim 등(10)의 보고로 보아 xanthan gum 첨가가 김치의 숙성 중 적정산도에 미치는 효과는 김치에 따라서 차이가 있을 것으로 생각된다.

환원당 함량의 변화

김치의 담금 직후에는 xanthan gum을 첨가한 시험구의 환원당 함량이 대조구보다 많았다(Fig. 3). 즉 대조구는 1.70%로 가장 낮았으며, xanthan gum을 0.1%, 0.3% 및 0.5% 첨가한 시험구는 1.95%, 1.80% 및 1.85%였다. Xanthan gum을 0.5% 첨가한 시험구는 숙성 5일에 급격한 환원당의 감소를 나타냈었으나 다른 시험구는 이 기간에 약간씩 증가하였다. 환원당의 함량은 시험구에 따라 급격하게 감소하는 시기는 다소 차이를 나타내었으나 숙성 25일까지는 대체적으로 감소하였다. Xanthan gum을 첨가한 시험구는 숙성 기간 중 대조구보다 환원당의 함량이 대체적으로 높았는데, 이는 김치에 있는 미생물에 의하여 xanthan gum이 일부 분해되어 형성될 수 있는 당에 의한 가능성도 있을 것으로 판단된다. 깍두기에 xanthan gum을 첨가한 경우에도 숙성 기간이 경과함에 따라 유리당의 함량이 감소하다가 증가하였는데, 이것은 김치가 숙성되는 동안에 효소의 작용으로 xanthan gum과 같은 중점안정제가 가수분해되기 때문이라고 하였다(10).

총균수 및 젖산균수의 변화

김치 담금 직후에는 대조구의 총균수가 가장 많았으며, xanthan gum의 첨가량이 많은 시험구일수록 총균수가 적었다(Table 1). 숙성 10일까지는 총균수가 급격하게 증가하였으나 그 이후에는 대체적으로 감소하였다. 이와 같이 총균수가

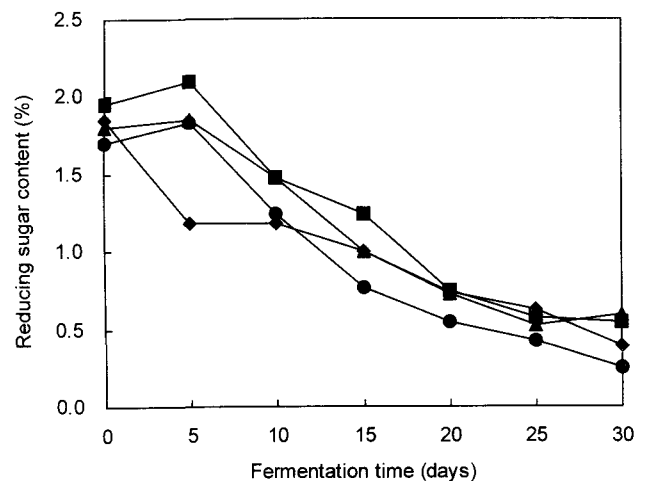


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of kimchi added with xanthan gum during fermentation at 10°C.
 ●: control, ■: 0.1% xanthan gum, ▲: 0.3% xanthan gum, ◆: 0.5% xanthan gum.

Table 2. Viscosity of the juice extract of kimchi fermented at 10°C for 10 days

Treatment	Viscosity (cp)
Control	0.6
Xanthan gum 0.1%	1.2
Xanthan gum 0.3%	2.5
Xanthan gum 0.5%	5.3

급격하게 증가한 시기는 pH가 급격히 감소한 시기와 일치하였다. 김치 담금 직후에는 시험구에 따라서 다소 차이는 있으나 총균수보다 젖산균수가 10^2 CFU/mL 정도 적었다. 그러나 숙성 기간이 경과함에 따라 총균수의 대부분은 젖산균수로 나타났다. 이는 김치 담금시에 사용한 재료에 있던 여러 종류의 호기성 미생물들이 김치가 숙성되면서 감소하고 젖산균들이 증가했기 때문이라고 생각된다.

점도 및 관능적 품질

10일 숙성된 김치 여과액의 점도는 xanthan gum을 0.5% 첨가한 시험구가 대조구보다 8배 이상 높은 값을 나타내었다 (Table 2). 또한 Kim 등(10)의 결과를 보면 xanthan gum은 깎두기의 숙성 중에도 점도의 변화가 크게 나타나지 않아서 김치에 사용하기에 적당한 증점안정제라고 하였다. 그러나 xanthan gum 첨가량이 많을 경우에는 점도가 높아지면서 김치액이 거의 없어질 수도 있으므로 사용량을 잘 조절해야 할 것으로 판단된다. 김치의 색깔은 xanthan gum을 첨가한 시험구가 대조구보다 높은 점수를 나타내었으며, 0.3% 첨가구가 가장 높은 점수를 나타내었다 (Table 3). 냄새에 있어서도 xanthan gum 첨가구가 대체적으로 높은 점수를 보였으며, 0.5% 첨가구가 3.4로 가장 높은 점수를 나타내었다. 맛은 대조구, xanthan gum 0.1%, 0.3% 첨가구가 각각 2.7점을 얻었으며, 0.5% 첨가구는 2.1점을 얻어서 가장 낮은 점수를 보였다.

이상과 같이 김치 담금시에 증점안정제로서 xanthan gum을 첨가하고 숙성하면서 품질 변화를 조사한 결과 xanthan gum을 첨가한 시험구는 대조구보다 높은 pH와 낮은 적정산도를 나타내었으며, 환원당 함량도 높은 것으로 나타났다. 또한 숙성 10일에 측정된 점도도 대조구보다 높은 것으로 나타나 증점안정제로서 효과도 발휘하는 것으로 나타났다. 그 맛과 같은 관능검사로 판단한 결과에서는 xanthan gum을 0.3% 첨가한 시험구가 대체적으로 높은 점수를 보여 김치

Table 3. Sensory evaluation of kimchi fermented at 10°C for 10 days

Treatment	Quality attribute ¹⁾		
	Color	Aroma	Taste
Control	2.9 ^b	2.9 ^a	2.7 ^a
Xanthan gum 0.1%	3.4 ^{ab}	2.9 ^a	2.7 ^a
Xanthan gum 0.3%	3.7 ^a	3.3 ^a	2.7 ^a
Xanthan gum 0.5%	3.1 ^{ab}	3.4 ^a	2.1 ^a

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

담금시에 이 정도의 양을 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

요 약

배추김치를 만들 때 일반적으로 사용하는 찹쌀풀이나 밀가루풀이 아닌 xanthan gum을 증점안정제로 첨가하여 숙성 중 품질 특성을 측정된 결과 xanthan gum을 첨가한 시험구는 김치 담금 직후 및 숙성 중에 대조구보다 다소 높은 pH를 나타내었다. 숙성 15일까지는 xanthan gum을 0.3% 첨가한 시험구의 pH가 가장 높았으며, 그 이후에는 0.5% 첨가구가 가장 높았다. 적정산도는 xanthan gum을 첨가한 시험구가 대조구보다 대체적으로 적정산도가 낮았다. Xanthan gum 첨가구 중에서는 숙성 20일 경에 0.5% 첨가구가 다른 처리구보다 낮은 적정산도를 나타내었다. 김치가 숙성됨에 따라 환원당의 함량도 감소하였으며, xanthan gum을 첨가한 시험구는 대조구보다 높은 환원당 함량을 나타내었다. 숙성 10일까지는 총균수가 급격하게 증가하였으며, 그 이후에는 대체적으로 감소하였으며, 10일 숙성된 김치 여과액의 점도는 xanthan gum을 0.5% 첨가한 시험구가 대조구보다 8배 이상 높은 값을 나타내었다. 관능검사시 김치의 색깔 및 냄새는 xanthan gum을 첨가한 시험구가 대조구보다 높은 점수를 나타내었다. 맛은 대조구, xanthan gum 0.1%, 0.3% 첨가구가 같은 점수를 얻었으며, 0.5% 첨가구는 가장 낮은 점수를 보였다.

감사의 글

본 연구는 교육인적자원부의 향토산업기반 거점 전문대학 육성 연구비의 일부로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

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). *Criv 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, Pusan.
6. Ha JO. 1997. Studies on the developments of functional and low sodium kimchi and physiological activity of salts. *PhD Dissertation*. Pusan National University, Pusan.
7. Jang MS, Park MO. 1998. Effect of glutinous rice paste on the fermentation of puchu kimchi. *Korean J Soc Food Sci*

- 14: 421-429.
8. Lee GC, Han JA. 1998. Changes in physical and microbial properties of starchy pastes added *kimchi* during fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 14: 195-200.
 9. Lee GC, Han JA. 1998. Changes in contents of total vitamin C and reducing sugars of starchy pastes added *kimchi* during fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 14: 201-206.
 10. Kim HY, Kim BC, Kim MR. 2001. Physicochemical and sensory properties of *kakdugi* added with various thickening agents during fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 30: 1060-1067.
 11. Lee IS, Park WS, Koo YJ, Kang KH. 1994. Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26: 239-245.
 12. 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.
 13. Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
 14. Park WP, Lee SC, Bae SM, Kim JH, Lee MJ. 2001. Effect of enoki mushroom (*Flammulina velutipes*) addition on the quality of *kimchi* fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 30: 210-214.
 15. Lee MJ, Kim HS, Lee SC, Park WP. 2000. Effects of sepia os addition on the quality of *kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 29: 592-596.
 16. Hong WS, Yoon S. 1989. The effects of low temperature heating and mustard oil on the *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 331-337.

(2002년 2월 28일 접수; 2002년 6월 1일 채택)