

Xanthan Gum 첨가 깍두기의 이화학적 · 관능적 특성

김혜영* · 김미리†

충남대학교 식품영양학과

*서울대학교 식품영양학과

Physicochemical and Sensory Characteristics of *Kakdugi* Added with Xanthan Gum during Fermentation

Hye Young Kim* and Mee Ree Kim†

Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

Abstract

Effect of different levels (0, 0.05, 0.15, 0.25%) of xanthan gum on *kakdugi* fermentation was investigated by analyzing physicochemical and sensory characteristics during fermentation at 20°C. During fermentation, pH was maintained higher, and total acidity and number of lactic acid bacteria, maintained lower in xanthan gum groups, especially in 0.05% addition group than control. Free sugar amount were higher in xanthan gum groups than control, and glucose and fructose which were the major free sugars, decreased rapidly during fermentation, whereas mannitol increased in all samples, especially in xanthan gum groups. Liquid content of *kakdugi* was smaller in 0.05% xanthan gum group than control. Viscosity of *kakdugi* liquid decreased rapidly whereas initial viscosity was maintained in xanthan gum groups. Hardness decreased during fermentation, but at the 7th day of fermentation was higher in 0.05% xanthan gum group than control. The result of sensory evaluation shows that there were no significant difference in sour odor, moldy, sour taste and savory taste among samples. Starch taste was higher in 0.15% or 0.25% xanthan gum, but there is no difference in 0.05% group, compared to control. Overall preference until the 5th day of fermentation, xanthan gum group was not significantly different from that of control but at the 7th day of fermentation, 0.05% addition group was significantly higher than control.

Key words: *kakdugi*, xanthan gum, fermentation, sensory properties

서 론

무김치는 김치에 관한 기록이 처음으로 발견된 삼국시대부터 통일신라, 고려시대를 거쳐 조선중기까지도 배추김치보다 먼저 발달하였다(1). 깍두기는 자체의 특유한 방향을 지닌 무에 여러 가지 양념을 첨가하여 숙성시켜 독특한 방향, 감칠맛, 신맛과 조작감이 조화를 이룬 한국 고유의 전통 발효음식이다. 특히, 깍두기의 주원료인 무는 깍두기로 가공시 수세나 절단 등 기계화에 적합한 형태일 뿐 아니라 양념의 혼합이 간편하여 김치 가공적성이 배추보다 높은 것으로 생각된다.

깍두기는 적당히 익었을 때 깍두기 무 표면에 걸쭉한 점성의 액이 부착되어 양념과 깍두기 무가 겉돌지 않고 무에서 빠져나온 수분의 양이 적어 양념에 걸드는 물기가 없어야 보기에도 좋고 맛도 좋다. 깍두기 제조시 첨가한 설탕이나 또는 무 내에 함유되어 있는 당 성분이 *Leuconostoc mesenteroides* 등의 미생물에 의해 dextran으로 생합성되어(2) 점성을 부여

하나 과량의 설탕을 첨가하면 김치의 발효를 촉진시키고 점도가 지나치게 높아질 뿐 아니라 맛이 매우 저하되어 오히려 바람직하지 못하다. 현재까지 깍두기의 점도와 관련된 연구로는 찹쌀풀과 밀가루풀 첨가시의 변화(3-5)에 관한 보고가 있을 뿐 연구가 미비하다. 그러나 깍두기에 관한 연구로는 소금농도(6,7) 및 염 종류에 따른 깍두기의 특성(8,9), 깍두기의 저장성 연장을 위한 연구(10-15), 질감(16), 절임 방법(17), 온도(18) 및 양념의 종류(19,20)에 따른 깍두기의 특성, 깍두기 숙성 중 매운맛 감소에 관한 연구(21), 품종에 따른 깍두기의 이화학적 특성에 관한 연구(22,23)가 있다. 전보(24)에서는 기존에 사용되어온 찹쌀풀이나 밀가루풀 외에 여러 종류의 변성전분과 검을 첨가하여 김치 숙성중의 변화를 살펴보았는데, 그 중에서 xanthan gum이 점증제로서의 가능성이 높았다.

따라서, 본 연구에서는 깍두기에 첨가하는 xanthan gum의 적절한 농도를 알아보고자 전보의 연구 결과를 토대로 하여 xanthan gum을 일정량씩 첨가하여 깍두기를 제조한 후 경

*Corresponding author. E-mail: mrkim@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6837. Fax: 82-42-822-8283

시적으로 이화학적 및 관능적 특성을 분석하였다.

재료 및 방법

재료

깍두기의 재료인 무와 양념은 대전시내 농수산물 시장에서 구입하였고, 소금은 제재염(꽃소금, (주)해표)을 사용하였다. Xanthan gum(Degussa Texturant사, 독일)은 (주)유창케미칼에서 기증받아 사용하였다.

깍두기 담금방법

무를 깨끗이 씻어 잔뿌리를 제거한 후 밑부분과 머리부분을 제외한, 가운데 부분 중에서 무심 부분을 제외한 부분을 $2 \times 2 \times 2$ cm 크기로 썰어 7% 소금물에서 1시간 절인 후 절인 무 무게에 대하여 고춧가루 2%, 파 3%, 마늘 1.5%, 생강 0.5%, 물 또는 xanthan gum 용액 5%(v/w)를 넣고 골고루 섞은 다음, plastic bag에 넣고 밀봉하여 20°C의 저온 항온기(LTI-1000SD, Eyela, Japan)에서 7일간 저장하면서 경시적으로 시료를 채취하여 실험에 사용하였다. Xanthan gum의 농도는 1, 3 및 5% 농도로 더운 증류수에서 paste를 제조하여 냉각시킨 후 첨가하였다. 대조군에는 xanthan gum 대신 동량의 증류수를 첨가하였으며, 깍두기에 첨가된 xanthan gum 최종농도는 0, 0.05, 0.15 및 0.25%이었다.

pH, 총산도 및 가용성 고형물 함량

pH, 총산도 및 가용성 고형물 함량 측정을 위한 시료는 깍두기를 블랜더로 2분간 곱게 마쇄하여 여과지(Whatman No. 2)로 흡인여과한 여액을 사용하였다. pH는 pH meter (Hanna instruments, Singapore)를 사용하여 측정하였고, 산도는 AOAC법(25)에 의하여 시료의 여액 10 mL를 중화시키는데 소요된 0.1N NaOH 용량(mL)을 lactic acid함량(%)으로 표시하였다. 가용성 고형물 함량은 깍두기 여액을 일정량 취하여 굽절 당도계(RX-1000 Atago, Japan)로 측정하였다.

깍두기 액의 양

깍두기 무게를 측정 후 깍두기 무를 전져내고 남은 깍두기 액의 무게를 측정하여 깍두기 총 무게에 대한 액의 %로 나타내었다.

유산균 수

깍두기 액을 무균적으로 1 mL 취하여 멸균수로 단계 회색한 후, 유산균 분리용 배지(*Lactobacillus* MRS Agar, Difco Lab.)에 0.1 mL씩, plate spreading method로 접종한 다음, 30°C에서 24시간 배양하여 생성된 colony를 계수하였다.

유리당 함량 및 조성

깍두기 여액 1 mL와 전 처리된 수지(강산성 양이온 교환수지(Diaion SK 1B, 삼양사, 한국)와 강염기성 음이온 교환수지(Diaion PA 408, 삼양사, 한국)를 1 : 2로 혼합) 2 mL를 시험관에 넣고 30초간 불лекс 믹서로 혼합한 후 멤브레인 필

터(45 μm pore size, Milipore사)로 여과한 여액 20 μL를 HPLC에 주입하였다. 기기조건은 Table 1과 같다.

점도

액의 점도는 깍두기 액 50 mL을 취해 20°C에서 점도계(DV II+, Brookfield Digital Viscometer, USA)로 5초 간격으로 1분간 측정하였다.

기계적 조직감 특성

깍두기 무의 조직감 특성은 texture analyser(TA XT2, Stable Micro Systems, England)를 사용하여 시료를 2회 연속적으로 침입시켰을 때 얻어지는 힘-거리 곡선으로부터 측정하였으며 기계적인 특성에 속하는 조직감의 1차적 요소인 경도, 점착성, 부착성과 2차적인 특성인 파쇄성, 씹힘성을 측정하였다. 이때 기기의 측정 조건은 Table 2와 같다.

관능평가 및 통계처리

관능검사 요원은 충남대학교 식품영양학과 대학원생 및 학부생 15인으로 구성하여 실험목적, 방법 등을 충분히 설명하고 예비실험을 통해 익힌 후, 색, 냄새, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에 대하여 unstructured scale(10 cm)을 이용하여 해당되는 곳에 v표로 표시하도록 하였고 표시된 부분까지 자로 재어 10점 만점으로 계산하였다. 통계 처리는 SAS 프로그램 중에서 분산분석(ANOVA)를 실시하여 Duncan의 다중 범위 검정으로 시료간의 유의성을 검정하였다(26).

결과 및 고찰

pH 및 총산도

깍두기에 0, 0.05, 0.15 및 0.25% 농도의 xanthan gum을

Table 1. HPLC condition for free sugars of *Kakdugi*

Instrument:	Pump: Waters millipore 510
Autosampler:	Waters 717 plus
Detector:	Waters 410 Differential Refractometer
Integrator:	Waters 740
Column:	Biorad Aminex 87C (7.6 mm i.d. \times 30 cm)
Temp:	85°C
Solvent:	Deionized & degassed water
Flow rate:	0.6 mL/min
Injection volume:	20 μL

Table 2. Condition of Texture Analyser for texture profile analysis

Sample rate	400 pps
Force threshold	20 g
Distance threshold	0.5 mm
Contact area	38.47 mm ²
Contact force	50 g
Pre test speed	10 mm/sec
Post test speed	10 mm/sec
Test speed	10 mm/sec
Strain	75%
Time	0.5 sec
Trigger type	Auto @ 20 g

첨가한 후 20°C에서 숙성시키면서 경시적으로 pH 변화를 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 숙성 기간 중 대조군의 pH는 담금 직후 5.0이었고, 숙성 1일에 4.0으로 감소한 후, 숙성 3일에 pH 3.7, 숙성 5일에 pH 3.6, 숙성 7일에 pH 3.6으로 기존의 보고(27)와 유사한 경향을 나타내었다. 한편, xanthan gum 첨가군은 숙성이 진행되면서 pH가 감소되는 양상은 대조군과 유사하였으나, 숙성 전 기간 동안 대조군에 비해 pH가 높았으며, 첨가한 xanthan gum의 농도간에는 큰 차이가 없었다. Xanthan gum 첨가 깍두기의 숙성 중 산도 변화를 Fig. 2에

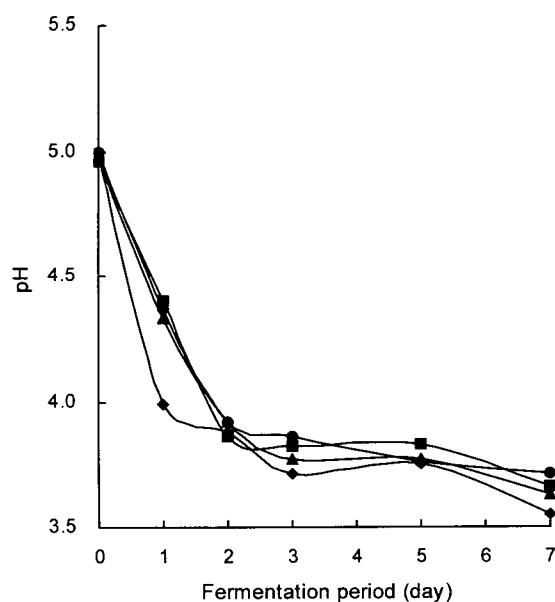


Fig. 1. Changes in pH of *kakdugi* added with xanthan gum during fermentation at 20°C.
◆: 0%, ■: 0.05%, ▲: 0.15%, ●: 0.25%.

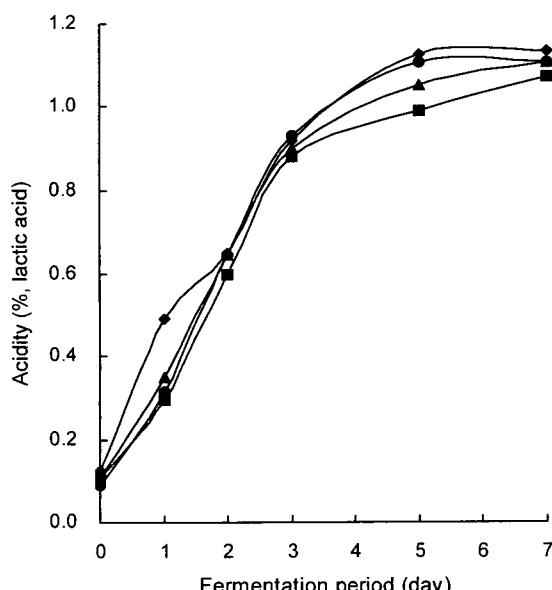


Fig. 2. Changes in total acidity in *kakdugi* added with xanthan gum during fermentation at 20°C.
◆: 0%, ■: 0.05%, ▲: 0.15%, ●: 0.25%.

나타내었다. 대조군의 산도(lactic acid)는 숙성 0일에 0.13% 이었으며, 숙성 1일에 0.50%이었고, 숙성 2일에 0.63%, 숙성 3일에 0.90%으로 급격히 상승하였고, 숙성 5일 및 7일째는 1.13%로 비교적 완만하게 증가하였다. 숙성기간 중 xanthan gum 첨가군의 산도 증가 양상은 숙성 3일까지 급격히 상승한 후 숙성 3일 이후 완만하게 증가하여 대조군과 유사하였다. 그러나 0.05% xanthan gum 첨가군은 숙성 전 기간 동안 대조군보다 산도가 낮았으며, 0.15% 첨가군도 숙성 3일을 제외하고 숙성 전기간 동안 대조군보다 낮은 총산도를 유지하였다. 한편 0.25% 첨가군은 숙성 2 및 3일에는 대조군보다 약간 높았으나 숙성 5일 이후 대조군보다 낮아졌다. 이같은 결과는 밀가루풀이나 찹쌀풀 첨가시에 산도가 대조군보다 높아 발효를 촉진시켰다는 보고(4,5)와는 달리, xanthan gum 0.05% 또는 0.15% 첨가 농도에서는 깍두기의 발효를 저하시키는 효과를 나타내었다.

유산균수

Xanthan gum 첨가 깍두기의 숙성 중 유산균 수 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 대조군의 유산균 수는 담금 직후 2.7×10^5 CFU/mL에서 숙성 3일에 급격히 상승하여 5.2×10^9 CFU/mL이었으며 숙성 3일 이후 감소하였고 xanthan gum 첨가군도 대조군과 비슷한 양상을 나타내었다. Xanthan gum 첨가 깍두기는 담금 직후 대조군에 비해 유산균 수가 약간 많았으나 숙성 3일에는 0.05% 첨가군이 2.9×10^9 CFU/mL으로 대조군(5.2×10^9 CFU/mL)보다 약간 적었고, 0.15 및 0.25% 첨가군은 대조군과 유사하였다. 숙성 7일째는 0.25% 첨가군은 유산균 수가 대조군(6.9×10^8 CFU/mL)에 비해 적었으나, 0.05% 또는 0.15% 첨가군은 약간 많았다. 밀가루 풀이나 찹

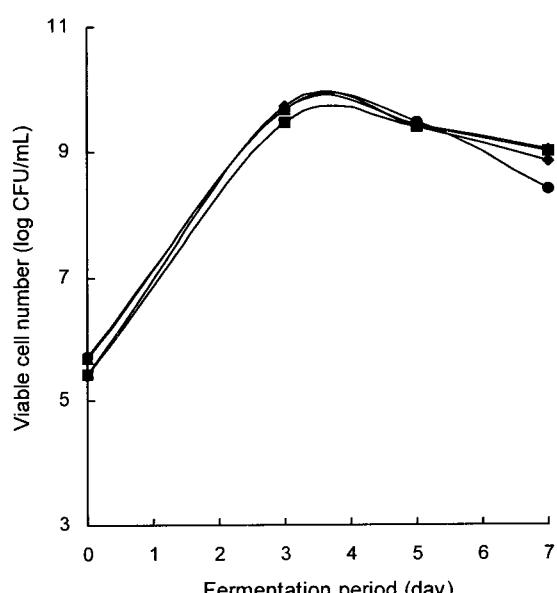


Fig. 3. Changes in total viable cell (*Lactobacilli*) count of *kakdugi* added with xanthan gum during fermentation at 20°C.
◆: 0%, ■: 0.05%, ▲: 0.15%, ●: 0.25%.

쌀풀을 첨가한 김치에서 유산균수가 대조군에 비해 급격히 증가하였다는 보고(4)와는 달리 xanthan gum을 첨가한 깍두기에서는 대조군과 유사하거나 약간 적어 xanthan gum이 김치 발효를 촉진시키는 않는 것으로 생각되며 이같은 결과는 총산 함량의 결과(Fig. 2)와 일치하였다.

가용성 고형물 함량

Xanthan gum 첨가 깍두기의 숙성 중 가용성 고형물 함량 변화를 Table 3에 나타내었다. 대조군은 담금 직후에는 0.1 °Brix이었으나 숙성 3일에 4.2 °Brix로 상승하였다가 숙성 7일에 1.6 °Brix으로 감소하여 기존의 보고(19,20)와 유사하였다. 이같은 결과는 숙성이 진행됨에 따라 미생물이 증식되는 경향(Fig. 3)과 유사하여 숙성 3일까지 왕성한 미생물의 번식에 의한 저분자 물질의 분해 및 휘발성 물질의 생성 그리고 미생물 대사를 위한 가용성 물질의 소모량이 무로부터 용출되는 고형분의 양보다 더 많기 때문으로 생각된다. Xanthan gum 첨가군은 담금 직후 2.7~4.6 °Brix로, 대조군 보다 높았으며, 첨가된 xanthan gum 농도가 높을 수록 가용성 고형물 함량도 높았다. 그러나 숙성이 진행되면서 감소하여 숙성 7일에는 0.25% 첨가군을 제외한 0.05%와 0.15% xanthan gum 첨가군은 대조군과 비슷하거나 낮았다.

유리당 함량 및 조성

깍두기의 유리당 조성을 HPLC로 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. 대조군은 숙성 기간이 경과됨에 따라 유리당 함량이 감소하여 기존의 보고와 일치하였다(18,24,28). 그러

Table 3. Changes in soluble solid content of *kakdugi* added with xanthan gum during fermentation at 20°C (°Brix)

Concentration of xanthan gum (%)	Fermentation period (day)		
	0	3	7
0	0.1	4.2	1.6
0.05	2.7	1.9	0.8
0.15	2.8	1.9	1.6
0.25	4.6	4.9	2.0

Table 4. Changes in free sugars of *kakdugi* added with xanthan gum during fermentation at 20°C

Concentration of xanthan gum (%)	F.P ¹⁾	Free sugars (mg/100 g)						
		Unknown 1	Unknown 2	Disaccharides	Glucose	Fructose	Mannitol	Total
0	0	1.0	4.9	0.3	10.5	10.6	1.9	29.2
	3	0.6	1.4	0.1	2.4	1.9	3.5	9.9
	7	0.7	1.4	0.3	2.1	1.8	3.8	10.1
0.05	0	1.5	7.0	1.1	13.6	14.5	1.7	39.4
	3	0.4	1.8	0.3	2.4	2.3	2.8	10.0
	7	0.9	4.6	2.0	6.3	5.0	11.0	29.8
0.15	0	1.2	8.4	1.7	17.6	18.0	2.9	49.8
	3	0.9	4.4	1.1	7.9	6.7	8.5	29.5
	7	0.5	4.8	1.7	6.3	5.6	10.8	29.7
0.25	0	0.7	10.6	1.0	14.6	16.5	5.8	49.2
	3	0.3	8.5	1.2	12.4	23.3	15.8	61.5
	7	0.5	3.0	0.9	4.2	20.9	6.7	36.2

¹⁾Fermentation period (day).

나 xanthan gum 첨가군은 숙성 3일에는 감소하였다가 숙성 7일에는 약간 증가하는 경향을 나타내었으며, xanthan gum 첨가 농도가 높은 0.25% 첨가군은 0.05%나 0.15% 첨가군에 비해 유리당 함량이 높았다. 이 같은 결과는 밀가루풀이나 찹쌀풀의 경우 숙성이 진행됨에 따라 환원당 함량이 감소하였다는 보고(24)와는 차이가 있었다. 유리당 조성은 대조군과 xanthan gum 첨가군 모두, 담금 직후 포도당과 과당이 대부분을 차지하였으며, 이들 당은 숙성이 진행됨에 따라 그 함량이 감소되었다. 반면, 당 알콜인 만니톨은 숙성 3일 이후부터 숙성 말기까지 증가하는 경향을 나타내어, 기존의 보고와 유사하였다(18,28). 대조군의 경우 담금 직후 포도당과 과당의 양은 10.5와 10.6 mg/100 g으로 많았으나, 숙성이 진행됨에 따라 각각 그 함량은 감소되었고, 반면, 만니톨은 담금 직후 1.9 mg/100 g에서 숙성 적기인 3일에는 3.5 mg/100 g으로 증가하여 기존의 보고(18,24,25)와 유사하였다. Xanthan gum 첨가군도 포도당과 과당의 함량이 숙성이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보여 대조군과 유사하였다. 또한, xanthan gum 첨가군에서 만니톨의 함량이 숙성 3일과 7일에 대조군에 비해 2배 이상 많았고, 0.05% 및 0.15% 첨가군에서는 만니톨 함량이 숙성 7일에 크게 증가하여 유리당 증가의 주원인 당으로 작용하였다.

깍두기액의 양

Xanthan gum 첨가 깍두기의 숙성 중 깍두기 액의 양을 깍두기 무게에 대한 백분율로 표시하여 Fig. 4에 나타내었다. 깍두기의 액은 담금 직후 10.7%였으나 숙성 3일에 16.5%로 급격히 증가하여 숙성 5일까지 그 양을 유지하였으나 숙성 7일에는 14%로 감소하였다. Xanthan gum 첨가군은 숙성 3일에 상승한 후 약간씩 감소하는 양상은 대조군과 유사하였다. 그러나 0.05% xanthan gum 첨가군은 숙성 전 기간 동안 깍두기 액의 양이 대조군보다 적어 양념이 깍두기 무로부터 분리되는 정도가 적었다. 그러나 0.15% 및 0.25% 첨가군은 숙성 5일 까지는 대조군과 유사하였으나 숙성 7일에는 오히려 더 많았다.

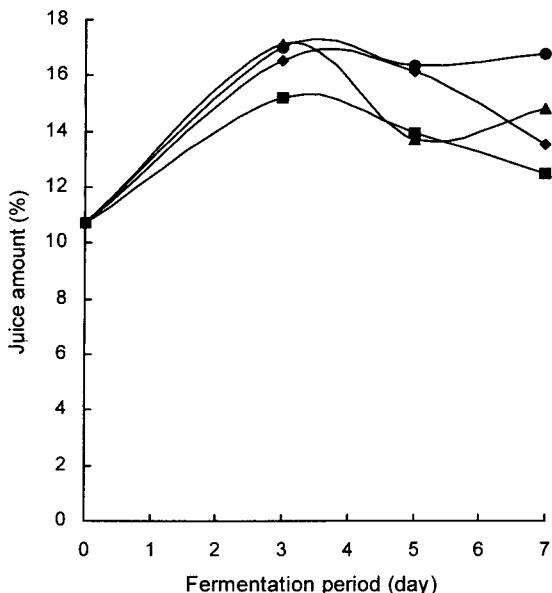


Fig. 4. Changes in juice content of *kakdugi* added with xanthan gum during fermentation at 20°C.
◆: 0%, ■: 0.05%, ▲: 0.15%, ●: 0.25%.

점도

Xanthan gum을 농도별로 달리하여 첨가한 깍두기 액의 숙성 중 점도변화를 Fig. 5에 나타내었다. 깍두기 액의 점도는 대조군의 경우 담금 직후 100 cP이었으나 숙성 1일에 50 cP로 급격히 낮아져 숙성 전 기간동안 매우 낮았다. Xanthan gum 첨가군은 담금 직후의 점도는 첨가된 xanthan gum의 농도가 높을수록 높은 점도를 나타내어 0.05% 첨가군은 2,575 cP, 0.15% 첨가군은 12,690 cP, 0.25% 첨가군은 18,300 cP이었으며 숙성이 진행되어도 크게 낮아지지 않아 숙성 7일에도

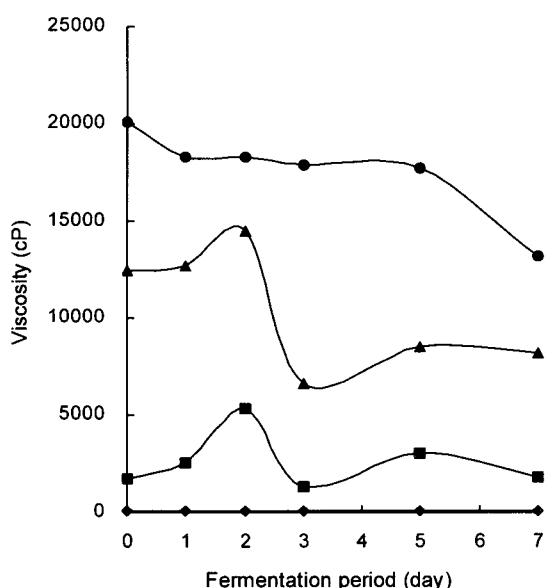


Fig. 5. Changes in viscosity of *kakdugi* added with xanthan gum during fermentation at 20°C.
◆: 0%, ■: 0.05%, ▲: 0.15%, ●: 0.25%.

초기 점도에 유사하였다. Xanthan gum의 경우, 숙성 1일에 점도가 감소하였으나 감소정도는 숙성 7일까지 10~20% 정도로 작아 숙성기간이 경과되어도 점도가 감소되지 않고 초기의 점도를 어느 정도 유지하는 양상을 나타내어 찹쌀풀과 밀가루풀과 같은 점증제들이 숙성기간에 따라 점도가 급격히 저하(4)되는 것과는 대조를 이루었다. Xanthan gum은 낮은 농도에서도 높은 점도를 나타내며 산성 조건 하에서도 안정하다고 보고되었는데(29), 본 실험결과에서도 점도가 낮아지지 않았으므로 김치에 사용 가능한 점증제로 생각된다.

기계적 조직감 특성

Xanthan gum 첨가 깍두기 무의 조직감을 측정한 TPA결과를 Table 5에 나타내었다. ‘경도’는 대조군은 감소하여 기존의 보고(4-10,12-17)와 유사하였고, 특히, 숙성 3일 이후 급격히 감소되었다. Xanthan gum 첨가군도 숙성기간이 경과됨에 따라 감소되는 경향은 대조군과 유사하였으나, xanthan gum 첨가군은 대조군에 비해 경도가 높게 유지되었고 특히 숙성 7일의 경도는 대조군에 비해 유의적으로 높았다 ($p<0.05$). ‘파쇄성’은 대조군과 xanthan gum 첨가군 모두 숙성 기간이 경과됨에 따라 감소하였으며 xanthan gum 첨가군은 대조군과 유의적인 차이는 없었다. ‘씹힘성’은 담금 직후부터 숙성 3일째까지 급격히 감소하였으며 대조군과 유의적인 차이는 없었다.

관능적 특성

Xanthan gum 첨가 깍두기를 20°C에서 숙성시키면서 경시적으로 관능검사를 실시한 결과를 Table 6에 나타내었다.

색 : 깍두기의 ‘색’은 깍두기 무의 붉은 정도로 평가하였다. Xanthan gum 0.05% 및 0.15% 첨가군은 대조군과 유의적인 차이가 없었으나, 0.25% 첨가군은 숙성 3일 이후부터 대조군에 비해 유의적으로 낮은 점수를 나타내었다($p<0.05$).

냄새 : ‘신냄새’는 숙성 3일 이후부터 증가하였으며, xanthan gum 첨가군과 대조군의 유의적인 차이는 없었다. ‘군덕내’는 숙성 5일 이후에 유의적으로 증가하였으며, xanthan gum 첨가군과 대조군의 유의적인 차이는 없었다.

맛 : ‘신맛’은 숙성 3일 이후부터 크게 증가하였으며($p<0.05$), 시료간의 차이는 없었다. ‘감칠맛’은 숙성기간이 경과함에 따라 담금 직후부터 유의적으로 증가하여 숙성 3일에 최고값을 보였고($p<0.05$), 숙성 5일 이후에는 감소하는 경향을 나타내었으며, xanthan gum 첨가군은 숙성 기간 중 대조군과 유의적인 차이가 없었다. ‘전분맛’은 담금 직후에 가장 높았고, 숙성이 진행되면서 숙성 3일 이후부터 크게 감소하였는데, xanthan gum 0.05% 첨가군은 숙성 전 기간동안 대조군과 유의적인 차이가 없었다 그러나 0.15% 및 0.25% 첨가군은 숙성 7일을 제외한 기간동안 대조군에 비해 유의적으로 높았다($p<0.05$).

점도 : 깍두기 액의 ‘점도’는 담금 직후에 유의적으로 높았고, 숙성 3일에 유의적으로 감소하였다. Xanthan gum 0.05%

Table 5. Changes in texture profile of *kakdugi* added with xanthan gum during fermentation at 20°C

Concentration of xanthan gum(%)	F.P. ¹⁾	Springiness	Fracturability	Adhesiveness	Hardness	Chewiness
0	0	A ²⁾ 0.62±0.37 ^{a3)}	A ²⁾ 82,195±9,550 ^a	B ²⁾ -3188±35 ^a	A ²⁾ 50,103±6,917 ^a	A ²⁾ 3,187±2,272 ^a
	3	B ²⁾ 0.30±0.17 ^b	B ²⁾ 13,174±1,229 ^a	A ²⁾ -150±70 ^a	B ²⁾ 9,758±622 ^a	B ²⁾ 227±134 ^a
	5	A ²⁾ 0.82±0.10 ^a	B ²⁾ 11,340±750 ^a	A ²⁾ -146±42 ^a	B ²⁾ 6,990±582 ^b	B ²⁾ 519±201 ^a
	7	A ²⁾ 0.62±0.30 ^a	B ²⁾ 8,800±827 ^a	A ²⁾ -118±39 ^a	B ²⁾ 5,043±812 ^b	B ²⁾ 333±245 ^a
0.05	0	AB ²⁾ 0.62±0.37 ^a	A ²⁾ 82,195±9,550 ^a	B ²⁾ -3188±35 ^a	A ²⁾ 50,103±6,917 ^a	A ²⁾ 3,187±2,272 ^a
	3	B ²⁾ 0.49±0.27 ^{ab}	B ²⁾ 12,004±929 ^a	B ²⁾ -142±33 ^a	B ²⁾ 10,588±2,074 ^a	B ²⁾ 463±384 ^a
	5	A ²⁾ 0.90±0.30 ^a	B ²⁾ 11,349±1,245 ^a	A ²⁾ -119±45 ^a	B ²⁾ 8,184±1,229 ^{ab}	B ²⁾ 786±250 ^a
	7	AB ²⁾ 0.66±0.33 ^a	B ²⁾ 8,075±1,120 ^a	A ²⁾ -97±58 ^a	B ²⁾ 6,733±389 ^a	B ²⁾ 410±271 ^a
0.15	0	A ²⁾ 0.62±0.37 ^a	A ²⁾ 82,195±9,550 ^a	B ²⁾ -3188±35 ^a	A ²⁾ 50,103±6,917 ^a	A ²⁾ 3,187±2,272 ^a
	3	A ²⁾ 0.73±0.29 ^{ab}	B ²⁾ 14,191±1,468 ^a	A ²⁾ -125±12 ^a	B ²⁾ 11,327±3,042 ^a	B ²⁾ 687±390 ^a
	5	A ²⁾ 0.78±0.25 ^a	B ²⁾ 11,555±1,197 ^a	A ²⁾ -214±141 ^a	B ²⁾ 8,326±1,079 ^{ab}	B ²⁾ 701±304 ^a
	7	A ²⁾ 0.72±0.35 ^a	B ²⁾ 8,267±4,032 ^a	A ²⁾ -116±46 ^a	B ²⁾ 7,634±277 ^a	B ²⁾ 476±250 ^a
0.25	0	A ²⁾ 0.62±0.37 ^a	A ²⁾ 82,195±9,549 ^a	B ²⁾ -3188±349 ^a	A ²⁾ 50,103±6,917 ^a	A ²⁾ 3,187±2,272 ^a
	3	A ²⁾ 0.53±0.35 ^{ab}	B ²⁾ 13,856±761 ^a	A ²⁾ -142±48 ^a	B ²⁾ 11,325±798 ^a	B ²⁾ 548±414 ^a
	5	A ²⁾ 0.90±0.02 ^a	B ²⁾ 9,356±4,689 ^a	A ²⁾ -102±42 ^a	B ²⁾ 8,964±1,238 ^a	B ²⁾ 778±221 ^a
	7	A ²⁾ 0.79±0.26 ^a	B ²⁾ 9,546±952 ^a	A ²⁾ -88±16 ^a	B ²⁾ 7,517±986 ^a	B ²⁾ 566±250 ^a

¹⁾Fermentation period (day).²⁾Any two means in the same column (among fermentation time) followed by the same superscripts are not significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.³⁾Any two means in the same column (among treatments) followed by the same superscripts are not significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.Table 6. Sensory characteristics of *kakdugi* added with xanthan gum during fermentation at 20°C

Concentration of xanthan gum (%)	F.P. ¹⁾	Appearance	Odor			Taste		Viscosity	Texture		Over-all preference
			Sour	Moldy	Sour	Savory	Starch		Hardness	Fracturability	
0	0	B ²⁾ 5.0±2.0 ^a	B ¹⁾ 1.3±0.8 ^{a3)}	C ¹⁾ 1.1±1.5 ^a	B ¹⁾ 1.1±0.7 ^a	B ²⁾ 2.1±2.4 ^a	A ²⁾ 4.5±2.6 ^b	A ²⁾ 6.9±2.1 ^a	A ²⁾ 7.9±1.3 ^a	A ²⁾ 7.2±1.4 ^a	B ²⁾ 3.5±2.6 ^a
	3	AB ²⁾ 5.7±1.6 ^a	A ²⁾ 6.6±1.7 ^a	C ²⁾ 2.3±1.1 ^a	A ²⁾ 6.7±1.2 ^a	A ²⁾ 6.1±1.9 ^a	B ²⁾ 2.2±1.4 ^b	B ²⁾ 4.3±1.3 ^a	B ²⁾ 4.0±1.2 ^a	B ²⁾ 4.6±1.3 ^a	A ²⁾ 6.9±1.2 ^a
	5	A ²⁾ 6.9±2.0 ^{ab}	A ²⁾ 6.3±2.2 ^a	B ²⁾ 4.7±1.9 ^a	A ²⁾ 6.4±1.8 ^a	A ²⁾ 5.6±1.8 ^a	B ²⁾ 1.1±0.7 ^b	B ²⁾ 3.5±1.8 ^b	B ²⁾ 3.3±1.6 ^a	B ²⁾ 4.0±1.7 ^a	A ²⁾ 5.4±1.8 ^a
	7	A ²⁾ 7.1±2.1 ^a	A ²⁾ 6.4±2.2 ^a	A ²⁾ 6.4±2.1 ^a	A ²⁾ 5.5±2.3 ^a	A ²⁾ 4.9±2.3 ^a	B ²⁾ 2.0±1.5 ^a	B ²⁾ 3.1±1.3 ^b	C ²⁾ 2.0±1.2 ^b	C ²⁾ 2.5±1.6 ^b	B ²⁾ 3.1±1.8 ^b
0.05	0	B ²⁾ 4.5±2.2 ^a	B ¹⁾ 1.3±0.9 ^a	C ¹⁾ 1.1±1.2 ^a	B ¹⁾ 1.1±0.5 ^a	B ²⁾ 1.9±1.2 ^a	A ²⁾ 5.6±2.1 ^b	A ²⁾ 6.9±1.4 ^a	A ²⁾ 7.2±1.3 ^a	A ²⁾ 7.0±1.5 ^a	C ²⁾ 3.5±1.6 ^a
	3	A ²⁾ 6.5±1.7 ^a	A ²⁾ 6.5±1.8 ^a	C ²⁾ 2.2±1.1 ^a	A ²⁾ 6.3±1.6 ^a	A ²⁾ 6.2±2.0 ^a	B ²⁾ 3.7±2.1 ^{ab}	B ²⁾ 5.3±1.7 ^b	B ²⁾ 5.0±1.1 ^a	B ²⁾ 5.6±1.1 ^a	A ²⁾ 6.6±1.6 ^a
	5	A ²⁾ 7.6±0.9 ^a	A ²⁾ 6.0±1.9 ^a	B ²⁾ 4.0±1.8 ^a	A ²⁾ 5.8±2.0 ^a	A ²⁾ 5.5±2.1 ^a	B ²⁾ 2.4±1.8 ^{ab}	B ²⁾ 5.1±1.9 ^{ab}	B ²⁾ 3.9±1.9 ^a	C ²⁾ 4.4±1.9 ^a	B ²⁾ 5.3±1.7 ^a
	7	A ²⁾ 7.3±1.4 ^a	A ²⁾ 6.5±2.0 ^a	A ²⁾ 5.4±2.0 ^a	A ²⁾ 5.9±2.5 ^a	A ²⁾ 4.6±2.1 ^a	B ²⁾ 2.9±1.5 ^a	B ²⁾ 5.1±1.8 ^{ab}	C ²⁾ 3.4±1.5 ^a	C ²⁾ 3.8±1.5 ^a	BC ²⁾ 4.7±1.7 ^a
0.15	0	B ²⁾ 2.7±1.7 ^a	B ¹⁾ 1.4±1.1 ^a	C ¹⁾ 1.0±1.4 ^a	B ¹⁾ 1.1±0.9 ^a	B ²⁾ 1.6±1.4 ^a	A ²⁾ 6.6±3.4 ^a	A ²⁾ 7.8±2.0 ^a	A ²⁾ 7.3±1.9 ^a	A ²⁾ 6.6±1.8 ^a	C ²⁾ 2.4±1.4 ^a
	3	A ²⁾ 6.1±1.8 ^a	A ²⁾ 5.4±2.2 ^a	B ²⁾ 2.5±1.2 ^a	A ²⁾ 5.9±1.6 ^a	A ²⁾ 5.6±1.7 ^a	B ²⁾ 4.0±2.5 ^a	AB ²⁾ 6.4±1.1 ^{ab}	B ²⁾ 4.3±1.8 ^a	B ²⁾ 4.6±2.0 ^a	A ²⁾ 6.4±2.1 ^a
	5	A ²⁾ 6.7±1.7 ^{ab}	A ²⁾ 6.3±1.4 ^a	B ²⁾ 3.8±1.7 ^a	A ²⁾ 5.5±2.1 ^a	A ²⁾ 5.6±2.7 ^a	BC ²⁾ 3.1±2.3 ^a	AB ²⁾ 5.8±2.1 ^a	B ²⁾ 3.4±1.7 ^a	B ²⁾ 3.7±1.7 ^a	B ²⁾ 4.5±1.7 ^a
	7	A ²⁾ 7.3±1.2 ^a	A ²⁾ 6.6±1.8 ^a	A ²⁾ 5.8±2.2 ^a	A ²⁾ 5.8±2.4 ^a	A ²⁾ 5.1±2.7 ^a	C ²⁾ 1.9±1.4 ^a	B ²⁾ 5.1±1.6 ^b	B ²⁾ 3.0±0.8 ^{ab}	C ²⁾ 2.5±1.0 ^b	BC ²⁾ 3.7±1.6 ^a
0.25	0	B ²⁾ 2.6±1.6 ^a	C ²⁾ 2.0±0.6 ^a	B ¹⁾ 1.2±1.7 ^a	B ¹⁾ 1.6±0.9 ^a	B ²⁾ 1.7±1.4 ^a	A ²⁾ 6.6±2.8 ^a	A ²⁾ 7.4±2.1 ^a	A ²⁾ 7.5±1.2 ^a	A ²⁾ 7.0±1.9 ^a	BC ²⁾ 3.6±2.3 ^a
	3	A ²⁾ 5.0±1.7 ^b	B ²⁾ 5.0±2.1 ^a	B ¹⁾ 1.9±1.2 ^a	A ²⁾ 5.6±1.6 ^a	A ²⁾ 5.6±1.6 ^a	B ²⁾ 3.6±1.9 ^{ab}	A ²⁾ 6.9±0.9 ^a	B ²⁾ 3.9±1.6 ^a	B ²⁾ 4.6±1.5 ^a	A ²⁾ 6.1±1.9 ^a
	5	A ²⁾ 5.0±1.7 ^b	AB ²⁾ 5.7±2.1 ^a	A ²⁾ 4.2±2.0 ^a	A ²⁾ 6.1±1.5 ^a	A ²⁾ 5.9±2.1 ^a	B ²⁾ 2.6±1.4 ^a	A ²⁾ 6.3±2.0 ^a	B ²⁾ 3.0±1.3 ^a	B ²⁾ 4.0±1.6 ^a	AB ²⁾ 5.0±1.8 ^a
	7	A ²⁾ 5.9±1.8 ^b	A ²⁾ 6.6±1.3 ^a	A ²⁾ 4.9±2.2 ^a	A ²⁾ 6.0±2.2 ^a	A ²⁾ 5.3±2.3 ^a	B ²⁾ 2.8±2.3 ^a	A ²⁾ 6.1±1.8 ^a	B ²⁾ 3.0±1.2 ^{ab}	C ²⁾ 3.0±1.5 ^{ab}	C ²⁾ 3.0±1.0 ^b

¹⁾Fermentation period (day).²⁾Any two means in the same column (among fermentation time) followed by the same superscripts are not significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.³⁾Any two means in the same column (among treatments) followed by the same superscripts are not significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

첨가군은 담금 직후에는 대조군과 유의적인 차이가 없었으나, 0.15%나 0.25% 첨가군은 유의적으로 높았다($p<0.05$). 0.05% 첨가군은 숙성 3일에 담금직후의 점도와 같았으며 5일이 후부터 감소하였지만 대조군 보다는 높은 값을 나타내었다. 0.15% 및 0.25% 첨가군은 숙성 기간동안 대조군에 비해 유의적으로 점도가 높았다($p<0.05$).

조직감 : 깍두기 무의 '경도'는 담금 직후에 비해 숙성 3일에 유의적으로 감소하여 숙성 7일에는 낮은 점수를 나타내었다. Xanthan gum 첨가군은 숙성 전기간 동안 대조군에 비해 경도가 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 그러나 0.05% 첨가군은 숙성 7일에 깍두기 무의 경도 점수가 유의적으로 높았다($p<0.05$). 깍두기 무의 '아삭아삭한 정도'는 담금 직후가

가장 높았고, 이후 지속적으로 감소하는 경향을 보였으며 xanthan gum 0.05% 첨가군은 숙성 7일에 대조군에 비해 유의적으로 높았다($p<0.05$).

전반적인 기호도 : '전반적인 기호도' 점수는 담금 직후부터 숙성 3일까지 유의적으로 높았다가 숙성 7일에 감소하였다. Xanthan gum 0.05% 첨가군은 숙성 7일의 점수가 숙성 5일과 유의적인 차이가 없었으며, 숙성 7일에는 대조군에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$).

요 약

깍두기에 xanthan gum을 0, 0.05, 0.15 및 0.25% 첨가하여 20°C에서 숙성시키면서 이화학적 관능적 특성을 측정한 결과는 다음과 같다. Xanthan gum 첨가군의 pH는 대조군에 비해 숙성 전 기간동안 높았고, 0.05% 및 0.15% xanthan gum 첨가군은 숙성 전 기간동안 대조군보다 산도가 낮게 유지되었다. Xanthan gum 첨가 깍두기는 담금 직후 대조군에 비해 유산균 수가 약간 많았으나 숙성 3일에는 0.05% 첨가군이 대조군보다 약간 적었다. 가용성고형물 함량은 담금 직후에는 xanthan gum 첨가군이 대조군보다 높았으나 숙성이 진행되면서 감소하여 대조군과 유사하였다. Xanthan gum 첨가군이 대조군에 비해 포도당과 과당 함량이 많았으며 특히 만니톨은 숙성 말기에 증가하였다. 깍두기 액의 양은 숙성 전 기간동안 0.05% xanthan gum 첨가군이 대조군보다 낮았다. Xanthan gum 첨가량이 많을수록 점도가 높았으며 모든 군에서 초기 점도가 숙성 말기까지 유지되었다. Texture Analyser에 의한 경도값은 xanthan gum 첨가군이 대조군에 비해 높게 유지되었고 특히 xanthan gum 0.05% 첨가군은 숙성 7일에 유의적으로 높았다($p<0.05$). '파쇄성'과 '씹힘성'은 시료간에 유의적인 차이가 없었다. 관능적 특성으로 '외관'에 대한 점수는 숙성 5일째 0.05% 첨가군이 0.25% 첨가군보다 유의적으로 높았다. '신념새', '군더내', '신맛', '감칠맛'은 시료간에 유의적인 차이는 없었다. '전분맛'은 0.05% 첨가군은 대조군과 유의적인 차이가 없었으나, 0.15%나 0.25% 첨가군에서는 유의적으로 높았다. '점도'는 대조군은 숙성 기간이 경과됨에 따라 감소하였으나 xanthan gum 첨가군은 대조군보다 높은 값을 유지하였다. '경도'와 '아삭아삭한 정도'는 0.05% 첨가군이 숙성 7일에 대조군에 비해 높았다. '전반적인 기호도'는 숙성 7일째 0.05% 첨가군은 대조군보다 유의적으로 차이가 없었으며 숙성 7일에도 높은 값을 나타내었다.

문 현

- Yoon SS. 1988. History of *kimchi*. *Korean J Soc Food Sci* 4: 85-95.
- Han YS, Woo KJ, Park YH, Lee TY. 1997. The nature of viscose polysaccharide formed *kimchi* added sucrose. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 198-202.
- Lee HO, Lee HJ, Woo SJ. 1994. Effect of cooked glutinous

- rice flour and soused shrimp on the changes of free amino acid, total vitamin C and ascorbic acid contents during *kimchi* fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 10: 225-231.
- 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.
 - 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.
 - Kim SY, Kim KO. 1989. Effect of sodium chloride concentrations and storage periods on characteristics of *kakdugi*. *Korean J Food Sci & Technol* 21: 370-374.
 - Kim IH, Kim KO. 1990. Sensory characteristics of low sodium *kakdugi*. *Korean J Food Sci & Technol* 22: 380-385.
 - Um JY, Kim KO. 1990. Effect of sodium acetate and calcium chloride on characteristics of *kakdugi*. *Korean J Food Sci & Technol* 22: 140-144.
 - Kim SY, Um JY, Kim KO. 1991. Effect of calcium acetate and potassium sorbate on characteristics of *kakdugi*. *Korean J Food Sci & Technol* 23: 1-5.
 - Yook C, Chang K, Park KH, Ahn SY. 1985. Preheating treatment for prevention of tissue softening of radish root *kimchi*. *Korean J Food Sci & Technol* 17: 447-453.
 - Kim SD, Yoon SH, Park MS, Nam S. 1986. Effect of subatmospheric pressure and polyethylene film package on the *kakdugi* fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 15: 39-44.
 - Yun JW, Kim JK, Kim WJ. 1991. Combined effects of microwave heating and salts addition on physical characteristics of *kakdugi*. *J Korean Agric Chem. Soc* 34: 219-224.
 - Kim JK, Yun JW, Lee JK, Kim WJ. 1991. Combined effects of salts mixture addition and microwave heating on storage stability of *kakdugi*. *J Korean Agric Chem Soc* 34: 225-230.
 - Kim MR, Mo EK, Kim JH, Lee KJ, Sung CK. 1999. Effect of hot water extract of natural plants on the prolongation of optimal fermentation time of *kakdugi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 365-370.
 - Mo EK, Kim JH, Lee KJ, Sung CK, Kim MR. 1999. Extension of shelf-life of *kakdugi* by hot water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 786-793.
 - Jung GH, Rhee, HS. 1986. Changes of texture in terms of the contents of cellulose, hemicellulose and pectic substances during fermentation of radish *kimchi*. *Korean J Soc Food Sci* 2: 68-75.
 - Jang MK, Kim NY. 1999. Effect of salting methods on the physicochemical properties of *kakdugi* fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 15: 61-67.
 - Kim SD, Hawer WD, Jang MS. 1999. Effect of fermentation temperature on free sugar, organic acid and volatile compounds of *kakdugi*. *Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 16-23.
 - Kim MR, Oh Y, Oh S. 2000. Physicochemical and sensory properties of *kakdugi* prepared with fermentation northern sand sauce during fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 16: 602-608.
 - Yu JS, Yu EH, Yeo JH, Kim JH, Ko KJ, Kim MR. 2000. Fermentation characteristics of *kakdugi* added with various condiments. *J Chungnam Human Ecology* 13: 51-62.
 - Kim MR, Rhee HS. 1992. Changes in the factors associated with decrease of pungency in *kakdugi* during fermentation. *Korean J Food Sci & Technol* 24: 362-366.
 - Kim MR, Jhee OH, Yoon HM, Yang CB. 1996. Flavor characteristics of *kakdugi* by radish cultivars and seasons. *Korean J Food Sci & Technol* 28: 762-771.
 - Ryu KD, Chung DH, Kim JK. 2001. Comparison of radish cultivars for physicochemical properties and *kakdugi* prep-

- aration. *Korean J Food Sci Technol* 32: 681-690.
24. Kim HY, Kim BC, Kim MR. 2001. Physicochemical and sensory properties of *kagdugi* added with various thickening agent during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1060-1067.
25. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists. Virginia, p 918.
26. SAS. 1997. *SAS Users Guide*. Statistics version 6.12. SAS Institute Inc, Cary, NC.
27. Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.
28. Ha JH, Hawer WD, Kim YJ, Nam YJ. 1989. Changes of free sugar in *kimchi* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 633-638.
29. Pettitt D. 1982. Xanthan gum. In *Food hydrocolloids*. Glicksman M, ed. CRC Press, Boca Raton, FL. Vol I, p 127-149.

(2001년 10월 8일 접수; 2002년 3월 15일 채택)