

점증제 첨가 깍두기의 이화학적 · 관능적 특성

김혜영 · 김봉찬* · 김미리**†

서울대학교 식품영양학과

*(주)삼양제넥스

**충남대학교 식품영양학과

Physicochemical and Sensory Properties of *Kakdugi* Added with Various Thickening Agents During Fermentation

Hye-Young Kim, Bong-Chan Kim* and Mee-Ree Kim**†

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

*Samyang Genex Corporation, Seoul 110-725, Korea

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

Abstract

Effect of various thickening agents on *kakdugi* fermentation was investigated by measuring physicochemical and sensory properties during fermentation at 20°C. Paste of seven kinds of thickening agents (wheat flour (WF), waxy rice flour (WR), corn starch (CS), acid modified starch (AM), acetylated distarch adipate (AA), hydroxypropyl distarch phosphate (PP) and xanthan gum (XG)) at 0.25% concentration was added to *kakdugi*. Total acidity during fermentation was not different among thickening agents, but slightly lower in XG than control at the 7th day of fermentation. At 0 day of fermentation, free sugar amount were higher in thickening agent addition groups than control, but rapidly decreased to below control at the 7th day of fermentation, except XG. Glucose and fructose which were the major free sugars, decreased rapidly during fermentation, whereas mannitol increased in all samples. Viscosity of *kakdugi* liquid was much higher in thickening agent addition groups than control at 0 day of fermentation, but rapidly decreased from 1 day of fermentation. However, initial viscosity was maintained only in XG. Hardness at the 7th day of fermentation was higher in WR, PP, XG than control. The result of sensory evaluation shows that there were no significant difference in sour odor, sour taste and savory taste among samples. Moldy odor was higher in WR, WF and AM, but was not significantly different in XG, PP, AA compared to control. Viscosity of XG and PP, and starchy taste of XG were higher than those of control. Overall preference of XG, AM, PP were not significantly different from that of control. Xanthan gum was considered to be a good thickening agent for *kakdugi* but it is necessary to find a minimum concentration for *kakdugi* since starch taste of xanthan gum.

Key words: *kakdugi*, thickening agents, fermentation, sensory properties

서 론

깍두기는 자체의 특유한 방향을 지닌 무에 여러 가지 양념을 첨가하고 숙성시켜 독특한 방향, 감칠맛, 신맛과 조직감이 조화를 이룬 한국 고유의 전통발효음식이다. 특히, 깍두기의 주원료인 무는 깍두기로 가공시 수세나 절단 등 기계화에 적합한 형태일 뿐 아니라 양념의 혼합이 간편하여 김치 가공적성이 배추보다 높은 것으로 생각된다. 무는 계절에 따라 그 특성이 다른데, 가을 무는 조직감이 단단하고 당도가 높은 반면, 봄 무나 여름 무는 조직감이 연하고 수분이 많으며 당도가 낮다(1,2). 봄 무나 여름 무로 담근 깍두기는 당도가 낮고(3), 수분이 많아 깍두기 무와 양념이 걸들게 되어 외관 또한 좋지 못하므로 밀가루풀이나 찹쌀풀을 첨가하기도 한다. 그

러나 밀가루풀이나 찹쌀풀은 김치의 발효를 촉진시켜 숙성이 진행되면서 깍두기 액이 묽어질 뿐 아니라, 빨리 시어지므로(4), 공장에서 대량 생산된 김치의 유통기간이 현저히 감소해 봄 또는 여름철 김치생산의 난점으로 지적되고 있다. 따라서, 발효를 촉진시키지 않으면서 숙성말기까지 점도를 유지하는 점증제를 찾아내는 일이 시급한 형편이다. 현재까지 깍두기에 관련된 연구로는 소금농도(5,6) 및 염 종류에 따른 깍두기의 특성(7,8), 깍두기의 저장성 연장을 위한 연구(9-14), 질감(15), 절임 방법(16), 온도(17) 및 양념의 종류(18,19)에 따른 깍두기의 특성, 깍두기 숙성 중 매운맛 감소에 관한 연구(20), 품종에 따른 깍두기의 이화학적 특성에 관한 연구(21, 22)가 있다. 점증제로서 찹쌀이나 밀가루풀을 사용한 연구가 있으나 배추김치에 국한된 연구(4,23,24)이며, 전분의 종류

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

에 따른 김치 숙성에 관련된 연구는 찾아 볼 수 없다.

따라서, 본 연구에서는 깎두기 제조 시 기준에 첨가되어 오던 찹쌀이나 밀가루 외에 여러 가지 종류의 점증제를 첨가하여 깎두기를 제조한 후 경시적으로 이화학적 및 관능적 특성을 관찰하고 적절한 점증제를 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

재료

깎두기의 재료인 무와 양념은 대전시내 농수산물 시장에서 구입하였고, 소금은 제재염(꽃소금, (주)해표)을 사용하였다. 옥수수 전분(C0010), 초산 아디피산 전분(acetylated distarch adipate, C9110), 산처리 전분(acid modified starch, C2010), 인산가교 전분(distarch phosphate, C9200)은 (주)삼양제넥스에서, xanthan gum(Degussa Texturant사, 독일)은 (주)유창 케미칼에서 기증받았으며, 밀가루는 대한제분, 찹쌀가루는 찹쌀(신선미, 농촌진흥청)을 수세, 건조, 분쇄 후 사용하였다.

깎두기 담금방법

무를 깨끗이 씻어 잔뿌리를 제거한 후 밑부분과 머리부분을 제외한, 가운데 부분 중에서 무심 부분을 제외한 부분을 2×2×2 cm 크기로 썰어 무심과 겉껍질 부분을 제외한 깎두기 무를 7% 소금물에서 1시간 절인 후 절인 무 무게에 대하여 고춧가루 2%, 파 3%, 마늘 1.5%, 생강 0.5%, 물 또는 점증제 5%(v/w)를 넣고 골고루 섞은 후 plastic bag에 넣고 밀봉하여 20°C의 저온 배양기(LTI-1000SD, Eyela, Japan)에서 7일간 저장하면서 경시적으로 시료를 채취하여 실험에 사용하였다. 대조군에는 점증제 대신 동량의 증류수를 첨가하였다. Paste제조는 증류수 95 g에 점증제 5 g을 넣고 분산시켜 증탕(100°C)으로 10분간 가열하여 냉각시킨 후 깎두기 증탕에 5% 첨가하였으며 첨가된 점증제의 최종 농도는 0.25%이었다.

pH, 총산도 및 가용성 고형물 함량

pH, 총산도 및 가용성 고형물 함량 측정을 위한 시료는 깎두기를 블랜더로 2분간 곱게 마쇄하여 여과지(Whatman No. 2)로 흡인여과한 여액을 사용하였다. pH는 pH meter(8521, Hanna instruments Co., Singapore)를 사용하여 측정하였고, 산도는 AOAC법(25)에 의하여 시료의 여액 10 mL를 중화시키는데 소요된 0.1 N NaOH 용량(mL)을 lactic acid 함량(%)으로 표시하였다. 가용성 고형물 함량은 깎두기 여액을 일정량 취하여 굴절당도계(RX-1000 Atago Co., Japan)로 측정하였다.

점도

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

유리당 함량 및 조성

깎두기 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 볼텍스 믹서로 혼합 후 멤브레인 필터(pore size: 45 µm, Milipore사)로 여과한 여액 20 µL를 HPLC에 주입하였다. 기기조건은 Table 1과 같다.

기계적 조직감 특성

깎두기 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 다중범위 검정으로 시료간의 유의성을 검정하였다(26).

결과 및 고찰

pH 및 총산도

여러 가지 점증제를 첨가하여 담근 깎두기를 20°C에서 숙

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.×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	0 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

성시킴에서 경시적으로 pH 변화를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 담금 직후의 pH는 5.08~5.23이었으며, 밀가루 첨가군이 5.23으로 높았고, 초산아디피산 전분, 산처리 전분, 인산가교 전분, 대조군, 찹쌀, xanthan gum 첨가군은 모두 5.17이었으며, 옥수수 전분 첨가군은 5.08로 낮았으며 대조군은 5.17이었다. 숙성 기간 중 대조군의 pH는 숙성 2일째 4.09이었고, 숙성 3일째 3.97이었으며, 그 이후 3.86을 유지하였다. 찹쌀과 xanthan gum 첨가군의 pH는 숙성 2일째 4.12로 다른 점증제에 비해 높았으나 숙성 3일 이후부터는 점증제 간의 차이는 거의 없었다. pH는 김치의 맛과 밀접하게 관련된 인자로서 먹기에 적당한 배추김치의 신맛의 범위는 Mheen과 Kwon (27)은 pH 4.2라고 보고하였는데 각두기에서 관능검사 결과 적당한 숙성기는 3일이었고 이 시기의 pH는 4.0으로 배추김치보다는 약간 낮았으며, 기존의 보고(3,5-21)와 일치하였다.

점증제 첨가 각두기의 숙성 중 산도 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 대조군의 산도(lactic acid)는 숙성 0일에 0.40%이었으며, 숙성 2일에 0.47%, 숙성 3일에 0.70%로 급격히 상승하였고, 숙성 7일에 1.04%로 증가하였다. 점증제 첨가군은 대부분 대조군보다 산도가 높았으나, 숙성 2일째 대조군과 유사한 산도를 나타내는 것은 찹쌀, xanthan gum 및 밀가루이었다. 숙성 3일에는 점증제 첨가군은 모두 대조군보다 산도가 높았으며, 특히, 산처리 전분, 인산가교 전분, 밀가루 첨가군은 0.86%으로 높았다. 그러나 찹쌀과 xanthan gum 첨가군은 숙성 3일에 0.80%로 다른 점증제 첨가군에 비해 약간 낮았다. 숙성 7일에도 밀가루, 인산가교전분, 초산아디피산 전분은 대조군보다 높았으며, 찹쌀 첨가군은 대조군과 유사하였다. 그러나 xanthan gum 첨가군과, 산처리 전분은 대조군보다 산도가 낮았다. 총산 함량은 김치 발효시에 생성된 유기산

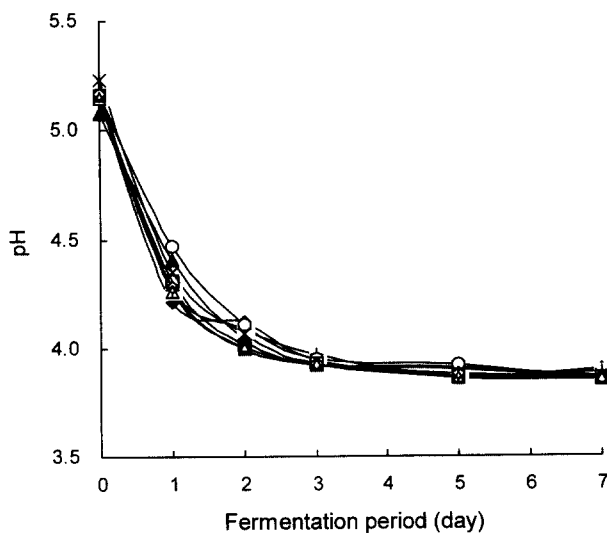


Fig. 1. Changes in pH of *kakdugi* added with various thickening agents during fermentation at 20°C.

◆: control, +: waxy rice flour, ▲: wheat flour, *: acetylated distarch adipate, ○: acid modified starch, ◇: corn starch, △: hydroxypropyl distarch phosphate, □: xanthan gum.

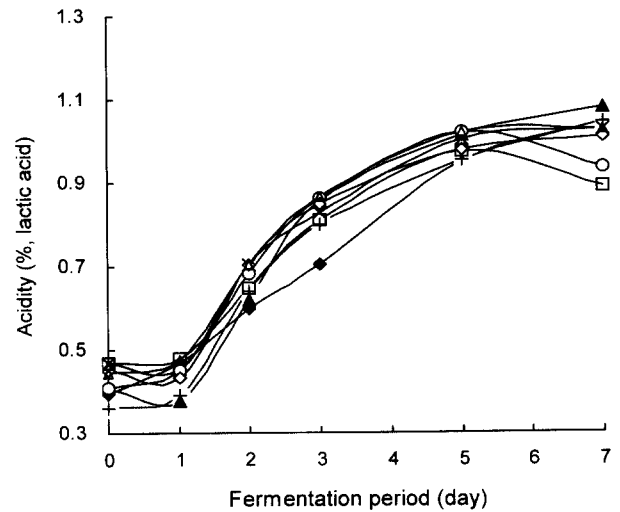


Fig. 2. Changes in total acidity of *kakdugi* added with various thickening agents during fermentation at 20°C.

◆: control, +: waxy rice flour, ▲: wheat flour, *: acetylated distarch adipate, ○: acid modified starch, ◇: corn starch, △: hydroxypropyl distarch phosphate, □: xanthan gum.

에 관련되므로 김치 맛에 크게 영향을 미치는 데 적절히 숙성된 잘 익은 김치의 총산 함량 범위는 Mheen과 Kwon(27)은 0.6~0.8%이라고 보고한데 비추어 점증제 첨가군의 숙성 적기는 대조군에 비해 빨랐다. 이같은 결과는 찹쌀풀과 밀가루풀이 배추김치의 숙성을 촉진시켰다는 보고(4,23)와 일치하였다.

가용성 고형물 함량

각두기 숙성 중 가용성 고형물 함량의 변화를 Table 3에 나타내었다. 대조군은 숙성 0일에는 4.4°Brix이었으나 숙성 3일에 3.4°Brix이었고 숙성 7일에 2.6°Brix로 점차 감소하여 Kim 등(18) 및 Yu 등(19)의 결과와 유사하였다. 산처리 전분을 제외한 모든 점증제는 담금 직후 대조군보다 가용성 고형물 함량이 높았으나 숙성기간이 경과됨에 따라 감소하여 숙성 7일에는 대조군과 유사하였다. 찹쌀, 인산가교전분, xanthan gum 첨가군은 숙성 초기에 가용성 고형물 함량이 높았으나 숙성 7일에는 낮아져 대조군과 유사하였다. 숙성 7일에 가용성 고형물 함량이 숙성 3일에 비해 증가한 점증제는 찹쌀과 산처리 전분이었다.

Table 3. Soluble solid content of *kakdugi* during fermentation at 20°C

Kinds of thickening agents	Fermentation period (day)		
	0	3	7
Control	4.4 ¹⁾	3.4	2.6
Waxy rice flour	5.9	2.4	4.2
Acid modified starch	3.5	3.4	4.2
Hydroxypropyl distarch phosphate	6.5	4.0	2.4
Acetylated distarch adipate	5.3	3.2	3.0
Xanthan gum	5.8	3.7	2.0

¹⁾Brix, Reported values are means of three replicates.

유리당 조성 및 함량

깍두기의 유리당 함량 및 조성을 HPLC로 분석한 결과는 Table 4에 나타내었다. 대조군과 점증제 첨가군은 모두 숙성 기간이 경과됨에 따라 유리당 함량이 감소하여 기존의 보고와 일치하였다(17,23,28). 유리당 조성은 대조군의 경우 담금 직후 포도당과 과당이 대부분이었으며, 이들 당은 숙성이 진행됨에 따라 그 함량이 감소되었으며 숙성 3일까지 급격히 감소하였다. 반면, 당 알콜인 만니톨은 담금 직후에는 없었으나 숙성 3일 이후부터 숙성말기까지 증가하는 경향을 나타내어, 기존의 보고와 유사하였다(17,28). 점증제 첨가군의 경우도 숙성이 진행되면서 감소하여 대조군과 유사한 경향이였다. 담금 직후, 찹쌀과 산처리 전분의 당 함량은 48.9~49.5 mg/100 g으로 대조군과 유사하였으며, 숙성기간 경과에 따른 당 함량 감소 양상도 대조군과 유사하였다. 초산 아디피산 전분, xanthan gum 첨가군의 경우는 담금 직후에 포도당과 과당의 양과 총당 함량이 대조군에 비해 약 2배 많았으나 숙성기간이 경과됨에 따라 급격히 감소하여 대조군과 유사하였다. 인산가교 전분 첨가군의 경우는 대조군에 비해 포도당과 과당의 양과 총 당 함량이 약 반정도 존재하였으나 숙성기간이 경과됨에 따라 감소하였으나 감소폭은 적어 숙성 말기에는 대조군과 유사하였다. 숙성 적기인 숙성 3일에 총 당 함량은 대조군의 경우, 19.9 mg/100 g이었으며, 찹쌀, 산처리 전분, 인산가교 전분, 초산아디피산 전분은 14.7~15.1 mg/100 g으로 대조군과 유사하였으나, xanthan gum은 9.8 mg/100 g으로 약간 낮았다. 밀가루풀과 찹쌀풀 첨가 김치가 대조군에 비해 발효 초기에 젖산균수가 급격히 증가하여 많았

다는 보고(4)에 비추어 숙성 초기에 당 함량이 많이 감소된 것은 숙성 초기에 젖산균의 생장이 활발하여 김치의 숙성을 촉진시키기 때문이며, 본 실험에 사용된 점증제들은 김치 숙성중 효소의 작용으로 가수분해되어 발효가 진행되면서 미생물이 소모하여 감소되는 것으로 생각된다(29).

점도

여러 가지 점증제를 첨가한 깍두기 숙성 중 깍두기 액의 점도 변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 담금 직후의 깍두기 액의 점도는 대조군이 420 cP이었으며 숙성 1일 이후부터 급격히 낮아져 숙성 7일까지 200 cP 정도의 점도를 나타내었다. 담금 직후의 xanthan gum 첨가군의 점도는 모든 처리군 중에서 가장 높았으며, 그 다음이 옥수수 전분 첨가군, 인산가교 전분 첨가군이었고, 밀가루 첨가군은 점도가 가장 낮았다. 깍두기에 첨가된 점증제의 최종 농도는 모두 0.25%이었는데, xanthan gum의 점도가 다른 점증제에 비해 월등히 높았으므로 적은 양의 첨가로 점도를 높일수 있는 점증제로 생각되었다. Xanthan gum 첨가군을 제외한 모든 첨가군은 숙성 1일 이후부터 점도가 매우 낮아졌으며 숙성 3일 이후부터는 더욱 감소하여 숙성 7일에는 담금 직후의 깍두기 액의 점도의 1/2~1/10인 100~250 cP로 매우 낮은 점도를 나타내었다. 이 같은 결과는 찹쌀풀과 밀가루풀을 첨가한 김치의 점도가 숙성기간이 경과됨에 따라 급격히 감소하였다는 보고(4)와 일치하였다. Xanthan gum의 경우, 숙성 1일에 점도가 감소하였으나 감소정도는 숙성 7일까지 10~20%정도로 작아 숙성기간이 경과되어도 점도가 감소되지 않고 초기의 점도

Table 4. Changes in the amount of free sugars of *kakdugi* during fermentation at 20°C

Kinds of thickening agents ¹⁾	Days	Free sugars (mg/100 g)						
		Unknown1	Unknown2	Disaccharide	Glucose	Fructose	Mannitol	Total
Control	0	2.2 ²⁾	12.9	0.7	13.2	15.3	- ³⁾	44.3
	3	1.0	2.6	0.2	5.9	5.0	5.2	19.9
	7	0.2	3.2	-	2.0	2.5	6.3	14.2
Waxy rice flour	0	2.4	14.3	2.8	15.0	15.0	-	49.5
	3	0.6	2.0	0.5	4.5	3.4	4.1	15.1
	7	0.4	1.6	0.2	1.5	1.8	4.1	9.6
Acid-modified starch	0	2.6	12.2	3.7	14.1	16.3	-	48.9
	3	0.6	2.1	0.4	4.2	3.3	4.2	14.8
	7	0.2	1.1	-	1.8	1.0	1.3	5.4
Hydroxypropyl distarch phosphate	0	0.9	8.4	1.8	7.6	8.4	-	27.1
	3	0.5	2.7	0.3	3.9	2.7	4.6	14.7
	7	0.5	2.2	-	0.7	0.9	5.0	9.3
Acetylated distarch adipate	0	3.4	20.7	4.8	21.1	23.4	-	73.4
	3	0.5	2.2	0.2	4.4	2.9	4.7	14.9
	7	0.5	2.5	-	0.2	0.5	5.5	9.2
Xanthan gum	0	0.8	20.5	1.7	20.9	31.3	-	75.2
	3	0.3	1.7	-	2.6	2.2	3.0	9.8
	7	0.4	2.4	-	4.0	3.5	4.7	15

¹⁾The final concentration of each thickening agent in *kakdugi* was 0.25%.

²⁾Reported values are means of three replicates.

³⁾Not detected.

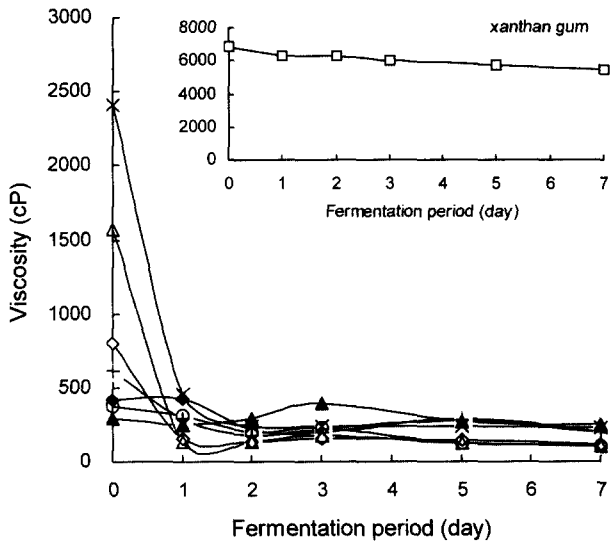


Fig. 3. Changes in viscosity of *kakdugi* added with various thickening agents during fermentation at 20°C. ◆: control, +: waxy rice flour, ▲: wheat flour, *: acetylated distarch adipate, ○: acid modified starch, ◇: corn starch, △: hydroxypropyl distarch phosphate, □: xanthan gum.

를 어느 정도 유지하는 양상을 나타내어 다른 점증제들이 숙성기간에 따라 점도가 낮아지는 것과는 대조를 이루었다. Xanthan gum은 낮은 농도에서도 높은 점도를 나타내며 산성 조건 하에서도 안정하다고 보고되었는데(30), 본 실험결과에서도 점도가 낮아지지 않았으므로 김치에 사용 가능한 점증제로 생각된다.

기계적 조직감 특성

숙성기간 중 깍두기 무의 조직감을 texture analyser로 측정 한 texture profile analysis를 Table 5에 나타내었다. 경도는 대조군의 경우, 숙성 3일까지는 담금 직후와 유의적인 차이가 없었으나 숙성기간이 경과됨에 따라 감소하였다. 점증제 첨가 깍두기도 숙성 기간이 경과됨에 따라 감소하여 대조군과 유사한 경향을 나타내었다. 점증제중에서 숙성 7일에도 대조군에 비해 유의적으로 높은 경도를 나타내는 점증제로는 찹쌀, 인산가교전분, xanthan gum이었다($p < 0.05$). 파쇄성은 대조군의 경우 숙성 3일에 증가하였다가 그 이후는 감소하였는데 점증제 첨가 깍두기도 유사한 경향을 보여 유의적인 차이는 없었다($p < 0.05$). 씹힘성의 경우 시료간 차이는 보이지 않았다.

관능적 특성

여러 가지 점증제를 첨가하여 제조한 깍두기를 20°C에서 숙성시키면서 경시적으로 관능검사를 실시한 결과를 Table 6에 나타내었다.

색: 색은 깍두기의 붉은 색 정도를 평가하였는데, 숙성기간이 경과됨에 따라 모든 시료에서 유의적으로 높아져서 붉은 색이 진해졌으며, 숙성 5일에는 찹쌀, 산처리 전분, xanthan gum 첨가군은 대조군에 비해 유의적으로 높았다($p <$

0.05).

냄새: 신냄새는 숙성 3일째 크게 증가하였다가 숙성 3일 이후에도 계속 높은 값을 유지하였고 점증제 간의 유의적인 차이는 없었다. 군냄새는 숙성기간이 경과됨에 따라 유의적으로 증가하여 대조군은 숙성 7일에 6.2점의 높은 점수를 나타내었는데, 찹쌀, 밀가루, 산처리 전분 첨가군은 숙성 5일에 6.0~6.4점을 나타내어 유의적으로 높았으며, xanthan gum, 인산가교 전분, 초산아디피산 전분은 대조군과 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$).

맛: 신맛은 모든 시료가 숙성기간이 경과함에 따라 증가하였는데 숙성 3일 이후에 유의적으로 증가하여 숙성 7일까지 유지되었는데 점증제 간에는 유의적인 차이가 없어($p < 0.05$), 밀가루를 첨가군에서 가장 신맛이 높게 평가되었고, 대조군, 찹쌀풀의 순으로 감소하였다는 Lee와 Han(23)의 보고와는 상이하였다. 감칠맛의 경우 모든 시료가 숙성이 진행되면서 증가되었는데, 숙성 3일에 유의적으로 높아 숙성 7일까지 높게 유지되었으며, 점증제 간의 유의적인 차이는 없었다. 전분맛은 숙성이 진행되면서 감소하였으며, 점증제중에서 xanthan gum첨가군은 숙성 3일 이후에도 대조군에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$).

점도: 깍두기 액의 점도는 xanthan gum을 제외한 모든 처리군에서 숙성 3일 이후의 점도가 담금 직후에 비해 유의적으로 낮아($p < 0.05$), 기계적인 측정 결과(Fig. 3)와 일치하였다. 인산가교 전분은 숙성 5일의 점도가 숙성 초기와 유의적인 차이가 없었으며, xanthan gum 첨가군은 숙성 말기인 숙성 7일까지도 담금 직후의 점도와 유의적인 차이가 없이 높은 점수를 나타내어 기계적인 측정 결과(Fig. 3)와 일치하였다.

조직감: 경도는 모든 처리군에서 숙성기간이 경과됨에 따라 감소하였으며 특히 숙성 7일째 유의적으로 경도가 낮은 군은 찹쌀, 초산아디피산 전분, 인산가교 전분 첨가군이었고, xanthan gum 첨가군은 숙성 7일에 대조군에 비해 유의적으로 높아 기계적 측정 결과(Table 5)와 일치하였으며($p < 0.05$), 또한, Lee와 Han(23)의 결과와도 유사하였다. 아삭아삭한 정도는 대조군과 점증제 첨가군에서 시간이 경과됨에 따라 유의적으로 감소하였으며, 옥수수 전분과 xanthan gum 첨가군은 숙성 7일째에도 높은 점수를 나타내어 숙성 3일째의 점수를 유지하였다.

전반적인 기호도: 전반적인 기호도는 모든 처리군에서 숙성 3일째 가장 높은 점수를 나타내었으며 대조군은 숙성 3일에 6.0점이었다. 산처리 전분과 찹쌀 첨가군이 6.3~6.5점으로 대조군보다 높았으나 유의적인 차이는 없었으며, 밀가루, 옥수수 전분, xanthan gum 첨가군은 5.5~5.6점으로 대조군보다 낮았으나 유의적인 차이는 없었다. 모든 처리군에서 숙성 3일 이후에는 숙성기간이 경과됨에 따라 낮아져 대조군의 경우, 숙성 7일에 4.2점이었고, 산처리 전분, 인산가교 전분, xanthan gum 첨가군은 4.5~4.5점으로 대조군과 차이

Table 5. Changes in texture of *kakdugi* added with various thickening agents during fermentation at 20°C

Kinds of thickening agents ¹⁾	F.P ²⁾	Springiness	Fracturability	Adhesiveness	Hardness	Chewiness
Control	0	^{A3)} 0.89 ± 0.04 ^{a4)}	^B 19,377 ± 2,025 ^a	^A -479 ± 285 ^a	^A 15,331 ± 2,133 ^a	^A 1,839 ± 426 ^a
	3	^A 0.77 ± 0.16 ^a	^A 24,233 ± 4,121 ^a	^A -509 ± 374 ^a	^A 18,779 ± 7,828 ^b	^b 1,162 ± 119 ^a
	5	^A 0.76 ± 0.27 ^a	^C 6,102 ± 1,437 ^a	^B -72 ± 13 ^a	^B 4,294 ± 527 ^a	^c 339 ± 161 ^a
	7	^A 0.84 ± 0.06 ^a	^C 5,182 ± 330 ^{abc}	^B -65 ± 33 ^a	^C 2,781 ± 229 ^b	^c 228 ± 42 ^a
Waxy rice flour	0	^A 0.89 ± 0.04 ^a	^B 19,377 ± 2,025 ^a	^B -479 ± 285 ^a	^A 15,331 ± 2,133 ^a	^A 1,839 ± 426 ^a
	3	^A 0.69 ± 0.25 ^a	^A 24,527 ± 3,529 ^a	^B -340 ± 137 ^a	^A 18,749 ± 4,144 ^b	^A 1,365 ± 549 ^a
	5	^A 0.78 ± 0.19 ^a	^C 5,439 ± 729 ^{ab}	^A -87 ± 59 ^a	^B 3,624 ± 712 ^a	^B 294 ± 87 ^a
	7	^A 0.82 ± 0.29 ^a	^C 6,607 ± 780 ^a	^A -84 ± 49 ^a	^B 4,161 ± 666 ^a	^B 288 ± 112 ^a
Wheat flour	0	^A 0.89 ± 0.04 ^a	^B 19,377 ± 2,025 ^a	^B -479 ± 285 ^a	^A 15,331 ± 2,133 ^a	^A 1,839 ± 426 ^a
	3	^A 0.69 ± 0.29 ^a	^A 25,612 ± 3,909 ^a	^B -387 ± 176 ^a	^A 18,517 ± 1,829 ^b	^A 1,311 ± 740 ^a
	5	^A 0.84 ± 0.10 ^a	^C 5,767 ± 602 ^a	^A -113 ± 80 ^a	^B 3,800 ± 892 ^a	^B 329 ± 187 ^a
	7	^A 0.88 ± 0.02 ^a	^C 5,140 ± 822 ^{bc}	^A -50 ± 25 ^a	^C 2,864 ± 188 ^b	^B 299 ± 76 ^a
Corn starch	0	^A 0.89 ± 0.04 ^a	^B 19,377 ± 2,025 ^a	^B -479 ± 285 ^a	^A 15,331 ± 2,133 ^a	^A 1,839 ± 426 ^a
	3	^A 0.79 ± 0.20 ^a	^A 26,800 ± 6,812 ^a	^A -243 ± 68 ^a	^A 16,529 ± 1,397 ^{ab}	^B 1,144 ± 312 ^a
	5	^A 0.71 ± 0.20 ^a	^C 5,122 ± 477 ^{ab}	^A -55 ± 29 ^a	^B 3,220 ± 796 ^b	^C 226 ± 115 ^a
	7	^A 0.84 ± 0.08 ^a	^C 4,642 ± 447 ^c	^A -60 ± 54 ^a	^B 3,103 ± 226 ^b	^C 296 ± 174 ^a
Acid modified starch	0	^A 0.89 ± 0.04 ^a	^B 19,377 ± 2,025 ^a	^B -479 ± 285 ^a	^A 15,331 ± 2,133 ^a	^A 1,839 ± 426 ^a
	3	^A 0.71 ± 0.17 ^a	^A 24,617 ± 1,923 ^a	^B -397 ± 60 ^a	^A 18,000 ± 2,640 ^{ab}	^A 1,541 ± 714 ^a
	5	^A 0.87 ± 0.02 ^a	^C 6,080 ± 457 ^a	^A -73 ± 28 ^a	^B 4,335 ± 467 ^a	^B 400 ± 173 ^a
	7	^A 0.69 ± 0.28 ^a	^C 5,559 ± 601 ^{abc}	^A -59 ± 28 ^a	^C 2,972 ± 581 ^b	^B 189 ± 128 ^a
Acetylated distarch adipate	0	^A 0.89 ± 0.04 ^a	^B 19,377 ± 2,025 ^a	^B -479 ± 285 ^a	^A 15,331 ± 2,133 ^a	^A 1,839 ± 426 ^a
	3	^A 0.88 ± 0.03 ^a	^A 28,025 ± 4,084 ^a	^B -403 ± 284 ^a	^A 18,069 ± 5,233 ^{ab}	^A 1,559 ± 594 ^a
	5	^A 0.79 ± 0.17 ^a	^C 5,986 ± 463 ^a	^A -85 ± 36 ^a	^B 3,931 ± 730 ^a	^B 279 ± 128 ^a
	7	^A 0.86 ± 0.06 ^a	^C 5,268 ± 636 ^{abc}	^A -44 ± 30 ^a	^B 3,290 ± 721 ^b	^B 336 ± 125 ^a
Hydropropyl distarch phosphate	0	^A 0.89 ± 0.04 ^a	^B 19,377 ± 2,025 ^a	^B -479 ± 285 ^a	^A 15,331 ± 2,133 ^a	^A 1,839 ± 426 ^a
	3	^A 0.90 ± 0.02 ^a	^A 24,412 ± 2,879 ^a	^B -452 ± 191 ^a	^A 19,514 ± 2,833 ^a	^A 1,830 ± 369 ^a
	5	^A 0.77 ± 0.23 ^a	^C 5,732 ± 947 ^a	^A -84 ± 28 ^a	^B 4,306 ± 567 ^a	^B 388 ± 218 ^a
	7	^A 0.77 ± 0.19 ^a	^C 5,958 ± 822 ^{ab}	^A -53 ± 26 ^a	^B 3,947 ± 377 ^a	^B 428 ± 188 ^a
Xanthan gum	0	^A 0.89 ± 0.04 ^a	^B 19,377 ± 9,202 ^a	^C -479 ± 285 ^a	^A 15,331 ± 2,133 ^a	^A 1,839 ± 426 ^a
	3	^A 0.89 ± 0.13 ^a	^A 23,864 ± 3,524 ^a	^{BC} -304 ± 192 ^a	^A 19,733 ± 1,971 ^a	^A 1,739 ± 459 ^b
	5	^A 0.85 ± 0.08 ^a	^C 4,614 ± 441 ^b	^A -57 ± 16 ^a	^B 4,286 ± 493 ^a	^B 294 ± 51 ^a
	7	^A 0.92 ± 0.09 ^a	^C 5,032 ± 446 ^c	^{AB} -89 ± 68 ^a	^B 4,208 ± 351 ^a	^B 344 ± 143 ^a

¹⁾The final concentration of each thickening agent in *kakdugi* was 0.25%.

²⁾Fermentation period (day).

³⁾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.

⁴⁾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.

가 없었으나, 찹쌀, 밀가루, 옥수수 전분 첨가군은 2.5~2.7점으로 대조군에 비해 유의적으로 낮은 점수를 나타내었다. 이상의 결과로부터 xanthan gum 첨가군은 대조군에 비해 경도가 높고 점도가 높았으며 전반적인 기호도가 대조군과 유의적인 차이가 없었으므로 좋은 점증제로 생각된다. 그러나 앞으로 xanthan gum의 첨가 농도는 전분 맛이 느껴지지 않는 범위의 농도에서 첨가해야 할 것으로 생각된다.

요 약

각두기에 여러 가지 점증제를 첨가하여 20°C에서 숙성시

키면서 이화학적, 관능적 특성을 측정된 결과는 다음과 같다. 산도는 점증제 첨가군이 대조군보다 높았으나 숙성 말기(숙성 7일)에 xanthan gum 첨가군과, 산처리 전분은 대조군보다 낮았다. 유리당 함량은 점증제 첨가군이 담금 직후에는 대조군보다 높았으나 숙성됨에 따라 크게 감소하여 숙성 7일에는 xanthan gum을 제외한 모든 점증제가 대조군보다 낮았다. 주요 유리당으로는 대조군과 점증제 첨가군 모두 포도당과 과당이었으며, 이들 당의 함량은 숙성 기간이 경과됨에 따라 감소하였으나, 만니톨은 증가하였다. 점도는 담금직 후에는 점증제 첨가군이 대조군에 비해 높았으나 숙성초기에 급격히 감소하여 대조군과 유사하였으나 xanthan gum 첨가

- Sci. Nutr.*, **30**, 819-825 (2001)
3. Kim, M.R. and Kim, J.H. : Comparison of spring radish cultivars for *kakdugi* preparation. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **17**, 421-428 (2001)
 4. Lee, G.C. and Han, J.A. : Changes in physical and microbial properties of starchy pastes added *kimchi* during fermentation. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **14**, 195-200 (1998)
 5. Kim, S.Y. and Kim, K.O. : Effect of sodium chloride concentrations and storage periods on characteristics of *kakdugi*. *Korean J. Food Sci. & Technol.*, **21**, 370-374 (1989)
 6. Kim, I.H. and Kim, K.O. : Sensory characteristics of low sodium *kakdugi*. *Korean J. Food Sci. & Technol.*, **22**, 380-385 (1990)
 7. Um, J.Y. and Kim, K.O. : Effect of sodium acetate and calcium chloride on characteristics of *kakdugi*. *Korean J. Food Sci. & Technol.*, **22**, 140-144 (1990)
 8. Kim, S.Y., Um, J.Y. and Kim, K.O. : Effect of calcium acetate and potassium sorbate on characteristics of *kakdugi*. *Korean J. Food Sci. & Technol.*, **23**, 1-5 (1991)
 9. Yook, C., Chang, K., Park, K.H. and Ahn, S.Y. : Preheating treatment for prevention of tissue softening of radish root *kimchi*. *Korean J. Food Sci. & Technol.*, **17**, 447-453 (1985)
 10. Kim, S.D., Yoon, S.H., Park, M.S. and Nam, S. : Effect of subatmospheric pressure and polyethylene film package on the *kakdugi* fermentation. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **15**, 39-44 (1986)
 11. Yun, J.W., Kim, J.K. and Kim, W.J. : Combined effects of microwave heating and salts addition on physical characteristics of *kakdugi*. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **34**, 219-224 (1991)
 12. Kim, J.K., Yun, J.W., Lee, J.K. and Kim, W.J. : Combined effects of salts mixture addition and microwave heating on storage stability of *kakdugi*. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **34**, 225-230 (1991)
 13. Kim, M.R., Mo, E.K., Kim, J.H., Lee, K.J. and Sung, C.K. : 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 (1999)
 14. Mo, E.K., Kim, J.H., Lee, K.J., Sung, C.K. and Kim, M.R. : Extension of shelf-life of *kakdugi* by hot water extracts from medicinal plants. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 786-793 (1999)
 15. Jung, G.H. and Rhee, H.S. : 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 (1986)
 16. Jang, M.K. and Kim, N.Y. : Effect of salting methods on the physicochemical properties of *kakdugi* fermentation. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **15**, 61-67 (1999)
 17. Kim, S.D., Hawer, W.D. and Jang, M.S. : Effect of fermentation temperature on free sugar, organic acid and volatile compounds of *kakdugi*. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 16-23 (1999)
 18. Kim, M.R., Oh, Y. and Oh, S. : Physicochemical and sensory properties of *kagdugi* prepared with fermentation northern sand sauce during fermentation. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **16**, 602-608 (2000)
 19. Yu, J.S., Yu, E.H., Yeo, J.H., Kim, J.H., Ko, K.J. and Kim, M.R. : Fermentation characteristics of *kagdugi* added with various condiments. *J. Chungnam Human Ecology*, **13**, 51-62 (2000)
 20. Kim, M.R. and Rhee, H.S. : Changes in the factors associated with decrease of pungency in *kagdugi* during fermentation. *Korean J. Food Sci. & Technol.*, **24**, 362-366 (1992)
 21. Kim, M.R., Jhee, O.H., Yoon, H.M. and Yang, C.B. : Flavor characteristics of *kakdugi* by radish cultivars and seasons. *Korean J. Food Sci. & Technol.*, **28**, 762-771 (1996)
 22. Ryu, K.D., Chung, D.H. and Kim, J.K. : Comparison of radish cultivars for physicochemical properties and *kakdugi* preparation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 681-690 (2001)
 23. Lee, G.C. and Han, J.A. : 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 (1998)
 24. Lee, H.O., Lee, H.J. and Woo, S.J. : Effect of cooked glutinous rice flour and soured 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 (1994)
 25. AOAC : *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Inc., Virginia, p.918 (1990)
 26. SAS : *SAS Users Guide*. Statistics version 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC (1997)
 27. Mheen, T.I. and Kwon, T.W. : Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443-450 (1984)
 28. Ha, J.H., Hawer, W.D., Kim, Y.J. and Nam, Y.J. : Changes of free sugar in *kimchi* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 633-638 (1989)
 29. Oh, Y.A. and Kim, S.D. : Changes in enzyme activities of salted Chinese cabbage and *kimchi* during salting and fermentation. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **26**, 404-410 (1997)
 30. Pettitt, D. : Xanthan gum. In *Food Hydrocolloids*, Glicksman, M. (ed.), CRC Press, Boca Raton, FL, Vol. I, p.127-149 (1982)

(2001년 9월 24일 접수)