

## 절임방법에 따른 깍두기의 텍스처 특성 I

- 수용성 펙틴, PG 활성, 식이섬유, 총수용성고형분 -

김나영 · 장명숙\*

중부대학교 생명자원학부, \*단국대학교 식품영양학과

## Textural Properties of *Kakdugi* by Salting Methods I

- Water soluble pectin, PG activity, dietary fiber, total soluble solid -

Na-Young Kim and Myung-Sook Jang\*

Division of Life Resources Science, Joongbu University

\*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

### Abstract

The effects of salting methods on textural properties of *Kakdugi* were evaluated during fermentation at 10°C for up to 52 days. *Kakdugi* samples were prepared by 4 different salting methods at final salt concentration of 1.5%, which is appropriate for organoleptic quality. The salting methods for radish cubes(2 cm size) of *Kakdugi* were as follows; 1) Treatment S-1: spraying dry salt uniformly on to the radish cubes at 1.5%(w/w) and holding for 1 hr, 2) Treatment S-5: spraying dry salt uniformly on to the radish cubes at 1.2%(w/w) and holding for 5 hr, 3) Treatment B-1: brining radish cubes in a 8.5%(w/v) salt solution for 1 hr, 4) Treatment B-5: brining radish cubes in a 4.0%(w/v) salt solution for 5 hr. The contents of water soluble pectin, total soluble solid and PG activity were increased as the fermentation periods increased. A majority of total dietary fiber(TDF) consisted of soluble dietary fiber(SDF), and the amount of insoluble dietary fiber(IDF) was relatively small in *Kakdugi* during fermentation. Furthermore, an increase in SDF and a consequent decrease in IDF contents were observed with the fermentation time increased.

Key words : *Kakdugi*, salting methods, textural properties, PG, dietary fiber

### 1. 서 론

깍두기는 무에 여러가지 부재료를 첨가하여 발효 숙성시키는 김치의 일종으로 독특한 신맛이 조화된 향미와 특유의 텍스처를 지닌 우리나라 고유의 발효식품이다. 깍두기는 배추김치 다음으로 그 섭취량이 많으며<sup>1)</sup> 옛부터 비타민 및 무기질의 주요 급원으로 먹어 왔다. 최근에는 식품산업의 발달과 단체 급식의 활성화가 이루어짐에 따라 국내의 수요가 증가하고 있으며, 외국으로의 수출량도 많아지고 있다.

일반적으로 깍두기의 맛은 발효숙성 진행됨에 따라 변화하는데, 담금시의 재료<sup>2)</sup>, 숙성온도<sup>3)</sup>, 숙성기간<sup>4)</sup>, 소금농도<sup>5)</sup> 등에 의하여 영향을 받게 된다. 또한 깍두기는 일정기간이 지나면 연부현상을 일으켜 품질이 저하되어 먹을 수 없게 되므로 가식기간을 연장하려는 노력이 지속되어 왔다<sup>6)</sup>. 깍두기의 주재료인 무는 저장성이 없기 때문에 오래 두고 보관할 수가 없는데 소금에 절이게 되면 오히려 좋은 맛과 저장성을 갖게 되므로, 소금농도 및 절임과정은 깍두기의 품질특성에 중요한 인자가 된다. 일반적으로 깍두기를 담글 때 무의 절임방법에는 크게 두 가지가 있다. 소금을 뿌려 절이는 방법과 소금물을 만들어 절이는 방법이 그것인데, 일반 가정에서는 깍두기를 담글 때 주로 소금을 뿌려서 절이는 방법을 많이 사용하며, 대량으로 깍두기를 담글 때에는 한 번에 많은 양의 무가 끌고루 절여지도록 하기 위해

Corresponding author: Na-Young Kim, Joongbu University, San 2-25, Majeon-lee, Chubu-myun, Kumsan-gun, ChungNam, 312-708, Korea  
Tel : 041-750-6607  
Fax : 041-750-6607  
E-mail : nykim@joongbu.ac.kr

서 무를 소금물에 담그어 절이는 방법을 적용할 수 있을 것이므로 실제적인 절임방법에 관한 포괄적인 연구가 이루어져야 한다고 생각된다.

그런데 깍두기의 발효에 미치는 소금농도 및 절임의 영향에 대한 연구<sup>7-15)</sup>는 몇 편 이루어져 있으나, 위의 두 가지 깍두기 절임방법을 비교한 연구는 많이 이루어져 있지 않으며, 특히 텍스처 특성에 관해서는 배추김치에 관한 연구<sup>16-18)</sup>가 대부분이다.

따라서, 본 연구는 김과 장의 연구<sup>19,20)</sup>에서 절임방법을 달리하여 깍두기를 담그고 발효 중 이화학적, 관능적 및 미생물학적 변화를 알아본 데 이어 텍스처특성중 수용성펙틴, PG활성, 식이섬유, 총수용성고형분함량을 연구하여 깍두기의 맛을 최대로 생성하고 저장기간을 보다 연장할 수 있는 절임방법을 모색하기 위한 목적으로 이루어졌다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

주재료인 무는 서울 가락동 농수산물 도매시장에서 구입한 전북 고창산 재래종(*Raphanus sativus* L., 태백품종)이며 길이 30 cm, 중량 1.8 kg 정도의 것을 사용하였다. 고춧 가루는 경상도 안동산 태양초, 새우젓은 전라도 목포산 육젓(염도15.6%)으로 마늘, 생강, 쪽파와 함께 실험 당일에 구입하였고 그 밖에 염도 88.4%인 재제염(신진염업사)과 백설탕(제일제당)을 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 깍두기 담그기

재료는 Table 1과 같으며 담그는 방법은 김과 장의 연구<sup>19,20)</sup>와 같다.

깍두기는 플라스틱 용기(내쇼날 플라스틱(주), 아

Table 1. Formulas for preparation of *Kakdugi*<sup>1)</sup>

Ingredients	Weight(g)	Ratio(%, w/w)
Raw radish	2,000	100.0
Red pepper powder	70	3.5
Salted shrimps	108	5.4
Garlic	70	3.5
Ginger	12	0.6
Scallion	70	3.5
Sugar	16	0.8
Salt <sup>2)</sup>	varied	varied

<sup>1)</sup>fermented in a 2L-plastic container

<sup>2)</sup>See Fig. 1

트밀폐 3호, 14×18×22cm)에 각각 2 kg씩 나누어 담았으며, 한 번에 한 통씩 sampling 하였다. 담근 즉시 10°C의 냉장고에 넣어 발효시키면서 52일까지 그 변화를 살펴보았다.

(2) 절임방법에 따른 실험처리구

실험처리구는 절임방법에 따라 4가지(S-1, S-5, B-1, B-5)로 하였는데, Fig. 1과 같다. 처리구별 소금 또는 소금물의 농도는 예비실험을 통해 결정된 최적 소금농도인 1.5%(w/w)에 도달하도록 조절하였는데, 균일하게 절여지도록 하기 위하여 30분에 한 번씩 무를 뒤집어 주었으며, 절인 후 그대로 체에 받쳐 물기를 빼고 Table 1의 나머지 재료를 넣어 깍두기를 담그었다. 깍두기를 담근 직후 모든 실험처리구의 초기 소금농도는 2.25%로 일정하였다. 이때의 실온은 10.0±0.5°C 이었고, 소금물의 온도는 9.0±0.5°C 이었으며, 소금물을 이용한 두 처리구의 무와 소금물의 비율은 1:2.5(w/v)로 하여 무가 충분히 잠길 수 있도록 하였다.

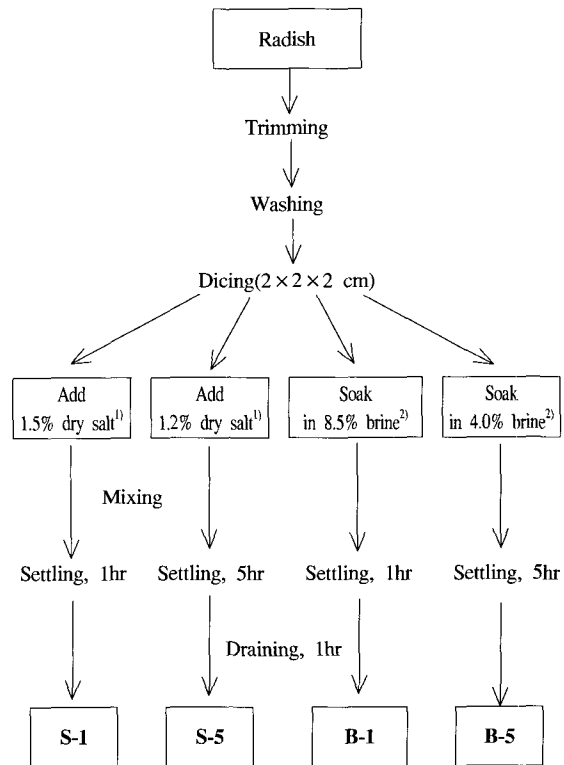


Fig. 1. Salting methods for preparing *Kakdugi*

<sup>1)</sup> relative to the weight of radish

<sup>2)</sup> radish:brine, 1:2.5 ; w/v

(3) 텍스처 특성 측정

1) 수용성 펙틴

① 수용성 펙틴의 분획

시료 200 g에 증류수 200 mL를 더하여 Osterizer의 'mince' 강도로 1분 동안 갈았다. 이것을 mechanical stirrer를 이용하여 1시간 동안 stirring한 다음 감압여과(Whatman No. 2)한 후 이 여과액을 증류수로 500 mL로 정용하여 수용성 펙틴 시험용액으로 하였다.

② 수용성 펙틴의 측정<sup>21)</sup>

무와 깍두기에서 얻은 수용성 펙틴용액 1 mL를 ice-water bath에서 5분간 방치한 다음 농축된 황산 용액에 녹인 0.0125 M sodium tetraborate 6 mL를 첨가하였다. Vortex mixer로 완전히 섞은 다음 100°C 항온수조에 넣어 5분간 끓인 후, 다시 ice-water bath에 5분간 방치하고 나서 0.15%(w/v) NaOH 0.1mL를 첨가하였다. Vortex mixer로 완전히 섞은 다음 20분간 방치하여 520nm에서 분광광도계를 이용하여 흡광도를 측정하여 수용성 펙틴 함량을 계산하였다.

2) 효소활성의 측정

① 효소 추출

수용성 펙틴분획과 동일한 방법으로 용액을 취하여 효소액으로 하였다.

② Polygalacturonase(PG) 활성<sup>22)</sup>

효소액 0.2 mL에 0.2 mL의 0.5% polygalacturonic acid와 50 mM sodium acetate buffer(pH 4.5)를 넣은 다음 37°C에서 30분간 incubate 시켰다. 여기에 0.1 M borate buffer(pH 9.0) 2mL와 1% 2-cyanoacetamide 0.4mL를 첨가시켜 vortex mixer로 잘 혼합한 뒤 100°C에서 10분 동안 방치하였다. 다시 10분동안 냉각 시킨 후 276nm에서 분광광도계를 이용하여 흡광도를 측정하여 표준곡선으로부터 galacturonic acid 양을 계산하였다. PG 활성은 35°C에서 분당 생성되는 1 nM의 galacturonic acid 함량으로 하였다.

③ 단백질 정량

조효소액의 단백질 정량은 Coomassie-blue dye-binding method<sup>23)</sup>에 기초를 둔 Bio-Rad(Richmond, CA, USA) protein assay kit를 사용한 비색법을 이용하였으며 측정방법은 다음과 같다.

수용성 펙틴용액 0.1mL와 4배 희석한 Bio-Rad dye reagent 5mL를 vortex mixer로 잘 섞은 다음 실온에서 30분간 방치한 후 분광광도계를 이용하여 595nm에서 흡광도를 측정하였다.

3) 식이섬유

수용성 식이섬유(soluble dietary fiber:SDF)와 불용성 식이섬유(Insoluble dietary fiber:IDF)는 Prosky 등<sup>24)</sup>의 방법에 의하여 측정하였다.

건조시료 1.0g에 0.08M phosphate buffer(pH 6.0) 50mL와 α-amylase 0.1mL를 넣은 다음 95°C의 shaking water bath에서 50분간 반응시킨 후 60°C가 되도록 실온에서 냉각한 다음 0.275M NaOH 10mL를 넣어 pH를 7.5±0.2로 조절하고 protease 0.1mL를 가하여 60°C의 shaking water bath에서 다시 50분간 반응시켰다. 여기에 0.325M HCl 10mL를 넣어 pH를 4.3±0.3으로 조절한 다음 amyloglucosidase 0.3mL를 넣고 60°C의 shaking water bath에서 50분간 반응시켰다. 반응물은 G<sub>2</sub> crucible을 이용하여 감압여과하였다. G<sub>2</sub> crucible의 잔사를 95% ethanol 30mL, acetone 30mL의 순으로 씻어낸 다음 105°C의 dry oven에서 건조하여 항량하였다. 여기서 조단백질과 조회분의 함량을 정량하여 뺀 값을 IDF 함량으로 하였다. 여과액에 95% ethanol 450mL를 가하여 overnight 방치시킨후 G<sub>3</sub> crucible로 감압여과하였다. 여기에 78% ethanol 30mL, 95% ethanol 30mL, acetone 30mL를 차례로 부어 씻은 후 G<sub>3</sub> crucible을 105°C의 dry oven에서 건조하여 항량하였다. 여기서 조단백질과 조회분의 함량을 정량하여 뺀 값을 SDF 함량으로 하였다. 총 식이섬유(total dietary fiber:TDF)는 위에서 구한 SDF와 IDF의 합으로 계산하였다.

4) 총수용성 고형분

총수용성 고형분(total soluble solids:TSS) 함량은 수용성 펙틴 시험용액을 시료로 하여 10mL를 항량된 용기에 넣고 130°C의 dry oven에서 2시간 동안 건조, 항량하여 구하였다.

(4) 통계처리

ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 5% 수준에서 각 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수용성 펙틴

Fig. 2는 절임방법이 다른 4가지 깍두기의 발효속성중 수용성 펙틴의 함량변화를 나타낸 것이다. 생무의 수용성 펙틴 함량은 0.76mg/mL이었으며, 수용

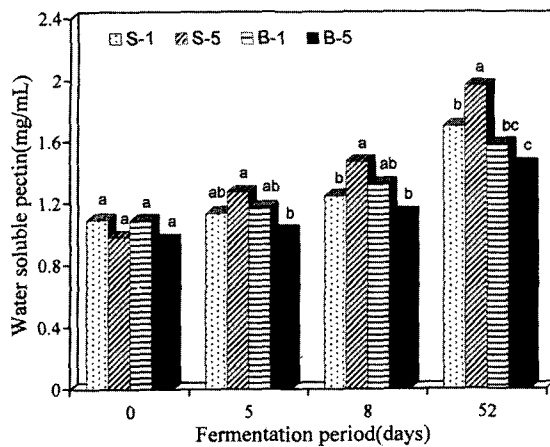


Fig. 2. Changes in water soluble pectin content of *Kakdugi* during fermentation by salting methods

S-1 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5%(w/w) for 1hr

S-5 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2%(w/w) for 5hr

B-1 : brining radish cubes in a 8.5%(w/v) salt solution for 1hr

B-5 : brining radish cubes in a 4.0%(w/v) salt solution for 5hr

<sup>a-c</sup>Means with different letters marked on the figure are significantly different from each other at  $\alpha=0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

성 펙틴은 깍두기가 익어감에 따라 점차로 증가하였는데, 맛이 좋아지는 시기인 발효숙성 5일과 8일째<sup>19,20)</sup>에는 S-5>B-1>S-1>B-5의 순서로 처리구별로 유의수준  $p<0.05$ 에서 차이를 나타내었다. 발효숙성 52일째에는 처리구별로 수용성 펙틴의 함량차이가 더욱 두드러졌는데, S-5가 1.97mg/mL로 가장 많았고, 다음으로 S-1>B-1>B-5 순이었다. 식물조직에서 세포벽의 구성성분 중 하나인 펙틴질은 텍스처에 중요한 영향을 미치며, 특히 수용성 펙틴이 증가하면 식물조직의 연화를 가져오는 것으로 알려져 있다. 무 김치의 발효숙성이 진행됨에 따라 수용성 펙틴이 증가하여 조직이 물러졌다고 한 정과 이<sup>25)</sup>의 연구도 위의 결과를 뒷받침하고 있다. 본 실험에서도 발효숙성 5일 이후 수용성 펙틴의 함량이 가장 많이 나타난 S-5의 조직이 가장 빨리 연화되었으며, 이는 발효숙성도 가장 빠른 속도로 진행되었다는 것을 의미한다. 반대로 수용성 펙틴의 함량이 가장 낮았던 B-5는 발효숙성이 가장 느리게 진행되었고 조직의 형태도 가장 잘 유지되었다. 이는 전보<sup>19)</sup>에서 발효숙성 5일째에 이르러서 모든 처리구의 pH가 급격히 낮아져(pH 4.3~4.8) 깍두기의 맛이 좋아지는

시기이며, 이후 pH가 비교적 완만해졌다가 발효숙성 말기인 발효숙성 52일에는 오히려 모든 처리구에서 pH가 조금씩 증가하여 산막효모가 생성되면서 깍두기의 산을 소모하여 pH가 조금씩 증가하는 것으로 보인다고 한 것에 따라 그 기간의 텍스처 특성을 알아본 결과였으며, 김치가 가장 맛있다고 알려진 총산도 0.6~0.8%에 S-5가 가장 먼저 도달하였으며, B-5가 적정 총산도에 도달한 뒤 가장 완만한 증가를 보이며 값을 유지하여 가장 저장성이 있는 발효숙성양상을 보였다는 결과<sup>19)</sup>와도 일치하는 것이었다.

## 2. Polygalacturonase(PG) 활성

PG 활성에 따른 galacturonic acid의 생성량과 PG specific activity와 관련된 조효소액의 단백질 함량을 측정 한 결과는 Table 2와 같다.

펙틴은 D-galacturonic acid가  $\alpha$ -1,4결합으로 100~1,000 unit정도 연결된 polygalacturonic acid인데, PG는 polygalacturonic acid의  $\alpha$ -1,4결합을 끊어 galacturonic acid로 저분자화시켜 수용성물질을 증가 시킴으로써 식물세포조직의 연화현상을 초래하게 한다<sup>16)</sup>고 알려져 있다. 따라서 galacturonic acid의 생성량이 많으면 PG의 활성이 높은 것이다. 본 실험에서는 발효숙성이 진행됨에 따라 모든 처리구에서 galacturonic acid의 생성량, 즉 PG 활성이 증가하였

Table 2. Galacturonic acid contents, PG activity, protein content and PG specific activity of *Kakdugi* during fermentation by salting methods

Days	Treatments <sup>1)</sup>	Galacturonic acid (nmol/mL)	PG activity (nmol/mL/min)	Protein ( $\mu$ g/mL)	PG specific activity (nmol/ $\mu$ g/min)
0	S-1	82.39	2.75	9.97	0.28
	S-5	100.34	3.35	11.04	0.30
	B-1	62.84	2.09	10.59	0.20
	B-5	48.98	1.63	10.40	0.16
5	S-1	146.48	4.88	9.90	0.49
	S-5	201.70	6.72	10.33	0.65
	B-1	96.93	3.23	10.40	0.31
	B-5	49.20	1.64	9.78	0.17
8	S-1	165.23	5.51	9.60	0.57
	S-5	299.89	9.99	9.80	1.02
	B-1	128.07	4.27	9.93	0.43
	B-5	127.50	4.25	9.43	0.45
52	S-1	205.23	6.84	9.53	0.72
	S-5	372.39	12.41	9.70	1.28
	B-1	192.16	6.41	9.91	0.65
	B-5	156.82	5.23	9.41	0.56

<sup>1)</sup>same as Fig. 2.

는데, 다른 결과들과 마찬가지로 S-5>S-1>B-1>B-5의 순으로 높았다. 무김치의 발효속성이 진행됨에 따라 식물세포막 사이에 존재하는 PG 등 효소의 작용이 증가하여 불용성 펙틴이 수용성 펙틴으로 바뀌어 조직이 물러진다는 보고<sup>25)</sup>도 이와 같은 결과를 뒷받침해 주고 있다.

3. 식이섬유

본 실험의 조건하에서 깍두기가 익어가면서 일어나는 식이섬유(total dietary fiber : TDF)의 함량 변화를 Table 3에 나타내었다. 총 식이섬유는 수용성 식이섬유(soluble dietary fiber : SDF)와 불용성 식이섬유(insoluble dietary fiber : IDF)의 합으로 구하였다.

생무의 SDF 함량은 0.36%, IDF 함량은 22.08%, TDF 함량은 22.44%이었다. TDF 함량은 생무와 큰 차이가 없다가 발효속성이 진행됨에 따라 다소 불규칙적이기는 하나 감소하다가 발효말기인 52일에는 모두 감소하였다. SDF와 IDF의 조성에는 변화가 있었는데, 발효속성 5일째에는 SDF 함량이 전반적으로 8배에서 11배로 증가하였다. 이는 생김치와 3주 발효김치의 TDF 함량을 비교한 실험에서 적당히 익은 김치의 식이섬유 함량이 높았다고 한 박 등<sup>26)</sup>의 연구와는 다른 결과였다. 반면에 IDF 함량은 모두 감소하였는데 원료무와 비교해 볼 때 처리구 S-1과

S-5의 감소폭이 다른 두 처리구에 비해 더 컸다. 이와 같이 발효속성이 진행됨에 따라 IDF는 감소하고 SDF는 증가하는 경향은 이와 이<sup>27)</sup>의 연구결과와 같으며, 이는 펙틴질의 변화와 관계가 있는 것으로서 효소에 의해서 조직이 분리됨에 따라 불용성인 protopectin이 가용성인 pectic acid와 pectinic acid로 분해되었기 때문으로 보인다. 발효속성이 진행됨에 따라 증가한 SDF 함량은 발효속성 말기인 52일 제에는 오히려 다시 감소하였다. 이는 수용성 식이섬유에 효소가 작용하여 저분자화되면 식이섬유 측정시에 적용되는 95% ethanol에 침전되지 않으므로 SDF가 감소하는 것으로 나타났다.

4. 총수용성 고형분

총수용성 고형분(total soluble solids:TSS) 함량은 Fig. 3과 같이 발효속성이 진행됨에 따라 꾸준히 증가하였다. 처리구간에도 S-5>S-1>B-1>B-5의 순으로 나타나 깍두기가 익어감에 따라 S-5가 다른 처리구에 비하여 조직에서 수용성 성분이 많이 용출되어 빨리 연화되었으며, 반면에 B-5는 조직의 성분이 많이 용출되지 않은 것으로 생각되어 앞의 수용성 펙틴 등 다른 실험결과와 잘 일치하였다.

이는 전보<sup>19)</sup>에서 S-5가 김치의 적정 총산도 0.6~0.8%에 가장 먼저 도달하였으며, B-5가 가장 완만한 증가를 보이며 값을 유지하여 가장 저장성이 있는 발효속성양상을 보였다는 결과와도 일치하였으며, 전보<sup>20)</sup>의 관능검사결과중 단단한 정도와 아삭아삭한 정도는 전반적으로 S-1과 S-5보다 B-1과 B-5의 수치가 비교적 높아서 더 단단하였으며, 이러한 경향은

Table 3. Changes in total dietary fiber of *Kakdugi* during fermentation by salting methods (% , dry basis)

Days	Treatments <sup>1)</sup>	IDF <sup>2)</sup>	SDF <sup>3)</sup>	TDF <sup>4)</sup>
0	Raw radish	22.08	0.36	22.44
	S-1	21.98	0.38	22.36
	S-5	21.30	0.51	21.81
	B-1	21.05	0.49	21.54
	B-5	21.54	0.54	22.08
5	S-1	17.58	4.21	21.79
	S-5	17.03	4.64	21.67
	B-1	17.70	4.21	21.91
	B-5	17.80	4.00	21.80
8	S-1	16.63	4.66	21.29
	S-5	17.93	4.69	22.62
	B-1	17.64	4.30	21.94
	B-5	17.30	4.01	21.31
52	S-1	16.13	3.74	19.87
	S-5	16.07	4.15	20.22
	B-1	16.36	3.76	20.12
	B-5	16.46	3.39	19.85

<sup>1)</sup> same as Fig. 2.

<sup>2)</sup> IDF : Insoluble dietary fiber

<sup>3)</sup> SDF : Soluble dietary fiber

<sup>4)</sup> TDF : Total dietary fiber

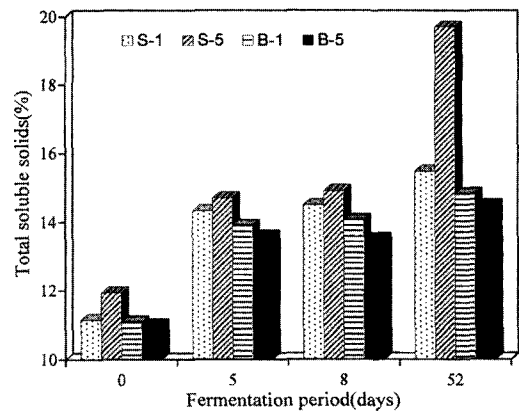


Fig. 3. Changes in total soluble solids content of *Kakdugi* during fermentation by salting methods(legends : same as Fig. 2.)

발효속성 말기로 갈수록 더욱 뚜렷하였다는 것에도 같은 경향이였다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 깍두기의 품질향상과 저장수명을 연장하기 위한 절임방법을 찾아내기 위한 연구로 절임방법이 발효중 텍스처 특성에 미치는 영향을 알아보았다.

실험처리구는 전보와 같이 4가지 즉, 소금을 무에 직접 뿌려서 절이는 S-1(무 무게의 1.5%의 소금을 뿌려 1시간 절이는 방법)과 S-5(무 무게의 1.2%의 소금을 뿌려 5시간 절이는 방법), 그리고 소금물에 무를 담그어 절이는 B-1(8.5%의 소금물에 1시간 절이는 방법)과 B-5(4.0%의 소금물에 5시간 절이는 방법)로 하였으며, 10°C에서 52일간 발효시키면서 텍스처 특성 변화를 알아본 결과는 다음과 같다.

1. 수용성 펙틴 함량은 깍두기가 익어감에 따라 점차로 증가하여 발효속성 52일째에는 S-5>S-1>B-1>B-5의 순서였다. PG 함량은 수용성 펙틴과 같은 경향을 보였다.
2. TDF 함량은 발효속성 전반에 걸쳐 큰 변화는 없었으나, 발효속성이 진행됨에 따라 IDF 함량은 조금씩 감소한데 비해 SDF 함량은 모든 처리구에서 증가하였다.
3. 총 수용성 고형분 함량은 발효속성이 진행됨에 따라 점차 증가하였다.

이상의 결과를 종합해 보면, 절임방법별로 텍스처 특성에도 변화가 있어 절임방법에 따라서 깍두기의 발효양상에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

발효 초기에는 소금을 무에 뿌려서 절인 깍두기인 S-1, S-5의 텍스처가 비교적 빨리 연화되는 것을 알 수 있었으며, 소금물에 무를 담그어 절인 깍두기, 특히 낮은 농도의 소금물에서 장시간 절인 B-5의 경우 텍스처의 연화가 서서히 진행되어 발효속성 52일째까지 바람직한 텍스처 특성을 유지하였다.

#### 참고문헌

1. 보건복지부 : '95 국민영양조사 결과보고서, p. 144 (1997)
2. 이선희, 차보숙 : 서울 및 충청 지역의 김치 담금 재료비 및 숙성 김치의 화학적 성질 조사. 한국식품과학회지, 11(5), 487(1995)
3. 강근옥, 구경형, 이형재, 김우정 : 효소 및 염의 첨가와 순간 열처리가 김치발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 23(2), 183(1991)
4. 김순동 : 김치 숙성에 미치는 pH조정제의 영향. 한국영양식품과학회지, 14(3), 259(1985)
5. 신말식, 이혜수 : 각종 식염의 성질 및 그들 식염이 침체류에 미치는 효과에 관한 연구. 대한가정학회지, 21(1), 55(1983)
6. 윤정원, 김종근, 이정근, 김우정 : 깍두기 발효중 순간 가열과 염침가가 pH변화에 미치는 영향. 한국농화학회지, 34(4), 213(1991)
7. 윤정원 : 깍두기의 발효중 물리화학적 특성변화에 관한 연구. 세종 대학교 석사학위논문(1991)
8. 이승교, 김화자 : 절임조건별 배추에 의한 김치의 숙성중 riboflavin과 ascorbic acid의 함량변화. 한국영양식품과학회지, 13, 131(1984)
9. 이혜수 : 김치에 대한 조리과학적 연구(배추를 절이는 소금의 농도와 시간). 대한가정학회지, 10(1), 617(1972)
10. 권태연, 최용희 : 무의 염절임시 소금의 침투량과 확산도 예측 모델. 한국영양식품과학회지, 20(6), 572(1991)
11. 이승인, 김병용, 조재선 : 염농도의 확산에 따른 무의 물성학적 특성의 예측 model에 관한 연구. 한국식품과학회지, 24(4), 335(1992)
12. 김순동, 김미정 : 무의 소금절임 과정 중 소금의 침투와 갈습의 용출. 한국영양식품과학회지, 17(2), 110 (1988)
13. 김중만, 신미경, 황호선 : 간절임중 깍두기용 무우 cube의 이화학적인 변화. 한국식품과학회지, 21(2), 300(1989)
14. 이종미, 김희정 : 전통적 통배추김치 제조시 최적절임 조건 및 저장기간 설정에 관한 연구. 한국식생활문화학회지, 9(4), 87(1994)
15. 박완수, 이인선, 한영숙, 구영조 : 분리 저장한 절임배추와 김치숙을 이용한 김치의 제조. 한국식품과학회지, 26(3), 231(1994)
16. 윤지영 : Garlic oil 첨가량을 달리한 염절임 무의 연화 영향에 관한 연구. 숙명여자대학교 석사학위논문(1994)
17. 윤정원, 김종근, 김우정 : Microwave 열처리 및 혼합염의 첨가가 깍두기의 물리적 성질에 미치는 영향. 한국농화학회지, 34(3), 219(1991)
18. 이희섭, 이귀주 : 무의 염장과정 중 조직감의 변화에 대한 예열처리 및 chitosan 첨가효과. 한국식생활문화학회지, 9(1), 53(1994)
19. 장명숙, 김나영 : 깍두기의 절임방법이 발효속성 중 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 15(1), 61(1999)
20. 김나영, 장명숙 : 절임방법에 따른 깍두기의 관능적 및 미생물학적 특성. 한국조리과학회지, 16(1), 75(2000)
21. Blumenkratz, N. and Asboe-Hansen, G. : New Method for Quantitative Determination of Uronic Acids. *Anal. Biochem.* 54, 484(1973)
22. Hwang, J. : Contribution of side branches of apple and tomato pectins to their rheological properties. Rutgers Uni. PHD.(1991)
23. Macrae, R., Robinson, R. K., Sdier, M. J. : Encyclopedia of Food Science Food Technolog and Nutrition. *Academic Press.* 1570(1993)
24. Prosky, L., Nils-Georg A. S. P, Schweizer, T. F.,

- Devries, J. W. and Ivan, F. : Determination of insoluble and total dietary fiber in foods and food products. Interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 71(5), 1017(1988)
25. 정귀화, 이해수 : 숙성기간에 따른 무우 김치의 텍스처와 섬유소, 헤미셀룰로오스, 펙틴질의 함량 변화. *한국조리과학회지*, 2(2), 68 (1986)
26. 박건영, 하정옥, 이숙희 : 김치재료 및 김치의 식이섬유와 조섬유 함량연구. *한국영양식량학회지*, 25(1), 69(1996)
27. 이용호, 이해수 : 김치의 숙성 과정에 따른 펙틴질의 변화. *한국조리과학회지*, 2(1), 54(1986)
- 
- (2001년 8월 24일 접수)