

무 품종별 이화학적 특성 및 깎두기 가공적성

류기돈 · 정동효 · 김종기*
중앙대학교 식품공학과, *원예육종학과

Comparison of Radish Cultivars for Physicochemical Properties and *Kakdugi* Preparation

Ki-Don Ryu, Dong-Hyo Chung and Jong-Kee Kim*
Department of Food Science & Technology,
*Department of Horticultural Crops Breeding, Chung-Ang University

Abstract

For scientification of commercial fermented radish products the study on physicochemical and processing properties of various radish cultivars should be proceeded and needed. Moisture contents of 3 parts of root ranged from 91.3 to 94.0%. Although, the upper part showed less content of moisture and ash than other parts, the upper part contained higher amount of crude protein and soluble solids. The sugar contents of Baekkwang grown on spring was the lowest(5.0°Brix) and that of Taebaek grown on autumn was the highest (6.6°Brix) among 6 cultivars. Significant difference of acidity was shown in various cultivars but not in each parts. The most abundant soluble sugars in radish root was glucose ranging from 15.8 to 27.3 μ moles/g fresh weight, f.w. and followed by fructose ranging from 16.4 to 23.1 μ mole/g f.w. However, the content of sucrose ranging from 0.7 to 2.7 μ mole/g f.w. was the lowest compared to others. Hardness of fresh root was the highest in Taebaek [93.4~156.9N/m²($\times 10^3$)], followed by Dongja and Chudong, and the lowest in Baekkwang. Changes in rigidity of roots during brining were determined. Although the rigidity was drastically reduced during initial 60 min., it was reversely increased during further storage. Sensory acceptabilities of Taebaek and Dongja were the best among 7 cultivars. Optimal time of radish fermentation at pH of 4.2 and acidity of 0.6% was between 24 and 28 days of storage.

Key words : *Kakdugi*, radish cultivars, chemical composition, radish salting, rigidity, sensory characteristics

서 론

오늘날 김치의 종류는 매우 다양하지만 크게 보면 보통김치, 물김치, 그리고 깎두기 종류로 대별할 수 있다. 그 중 깎두기는 무만을 주원료로 하는 것이 특징이라 할 수 있다. 무는 우리나라에서 배추 다음으로 많이 재배되는 채소이고 무 조직에는 당, 섬유소와 펙틴질⁽¹⁻²⁾, 각종 무기질과 효소⁽³⁾ 그리고 비타민 등이 함유되어 있으며 methyl mercaptane이나 mustard oil⁽³⁾과 같은 특유한 풍미성분도 가지고 있다. 일반적으로 무는 봄무, 여름무, 가을무 그리고 소형무 등으로 구분

하여 재배하고 있기 때문에 깎두기를 제조하였을 때 품질은 계절별, 품종별로 다른 특성을 갖게 된다. 따라서 계절별, 품종별로 서로 다른 무의 특성과 가공적성을 체계적으로 정립하는 일은 김치류의 공업화에 있어서 선행되어야 할 중요한 일이다.

이러한 무를 원료로 하는 깎두기에 관련된 연구동향을 살펴보면 조⁽⁴⁾는 김치의 이화학적인 특성을 정리하였고 김 등⁽⁵⁾은 간절임 중 깎두기용 cubes의 수분함량 감소와 소금의 침투시간이 소금농도가 높아짐에 따라 빠르며, 간절임 중에는 K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ 함량은 감소하고 Na⁺ 함량이 증가되고 세포가 수축되며 물성이 크게 감소함을 나타냈다. 김 등⁽⁶⁾은 소금절임 동안에 무 조직은 소금용액의 온도가 높아짐에 따라 초기용력에 대한 조직강도의 약화를 보인다고 지적하였고 김과 김⁽⁷⁾은 소금농도 2%가 1%, 3%에 비하여 깎두기의 연부를 억제하고 산의 생성을 감소시키는 숙성 억제

Corresponding author : Ki-Don Ryu, Department of Food Science & Technology, Chung-Ang University, San 40-1, Daedugmyun, Ansong, Kyungki, 456-756, Korea
Tel : 82-343-670-3032
Fax : 82-343-675-4853
E-mail : keusung@post.cau.ac.kr

효과가 낮았다고 하였다. 지 등⁽⁸⁾은 4품종 무로 담근 깍두기를 20°C에서 숙성하며 경도변화를 연구한 결과 동자무, 대형무가 전체적으로 증가하는 경향이었으나 뚜렷한 변화는 나타나지 않는다고 하였고 김 등⁽⁹⁾은 무를 품종과 계절별로 나누어 깍두기를 담그고 저장하면 유기산 함량의 변화가 있고 관능검사 결과 소형 무가 대형무보다 전체적인 수용도가 높음을 조사하였다. 엄과 김⁽¹⁰⁾은 깍두기를 제조하여 20°C 또는 4°C에서 저장하는 동안 sodium acetate의 첨가가 증가될수록 pH 감소가 억제되었고 calcium chloride 첨가시 경도와 짠맛이 증가되었으며 두 가지를 동시에 사용한 sodium acetate·calcium chloride 군에서는 경도향상 효과가 상승되었다고 하였다. 이상의 연구들은 대부분 깍두기 자체의 성분변화나 맛의 변화에 치중한 것들로 무 자체의 가공적성을 체계적으로 다루지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 계절과 품종 그리고 부위별로 원료 무의 이화학적 특성을 측정하여 무 품종별 가공시 기초자료로서 응용하고, 가공시 물성에 영향을 주는 소금절임 동안의 품종별, 부위별로 경도를 측정하여 물성과의 관계를 설명하며, 품종별로 깍두기를 제조하였을 때 저장 중의 pH, 총산도의 변화와 경도 그리고 관능적 검사를 조사하여 최종적으로 공업적 대량 생산에 적합한 품종의 선정과 가공적성의 기초자료로서 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 무(*Raphanus sativus* L.)는 봄무의 경우 백광과 하우스봄을 여름무는 대부분을 가을무는 백자, 청운, 태백을 그리고 소형무는 동자와 추동이였다.

생무의 특성 측정에 사용된 무는 1996년 8월 충남 조치원의 (주)홍농종묘 육종연구소에서 파종하여 99일간 재배하여 수확한 것을 사용하였고 소금절임시의 cube의 변화와 품종별 깍두기 실험에 사용된 무는 그

다음 해에 같은 방법으로 재배된 무를 사용하였다. 각 품종별 무의 특성과 형태는 Table 1에 나타내었다.

품종별·부위별 무의 일반성분 측정

실험에 사용한 모든 무는 품종별로 상, 중, 하 세 부위로 구분하였고 통계분석은 statistical analysis system (SAS)을 이용하여 각 처리 평균간의 유의성 검정을 하였으며 시료간의 유의성 검토는 Duncan's multiple range test($p<0.05$)를 하였다.

수분함량의 측정은 가열건조법을 이용하여 5g의 시료를 취하여 90~95°C의 drying oven에 넣고 3시간, 1시간, 1시간 단위로 측정하여 함량 후 환산하여 수분함량(%)으로 하였고, 회분함량의 측정은 수분함량을 측정 후의 건조물을 600°C 회화로에서 2시간, 1시간, 1시간 단위로 측정하여 함량 후 환산하여 회분함량(%)으로 하였다. 조단백질 함량의 측정은 수분함량을 측정 후의 건조물을 macro-Kjeldahl 장치를 이용하여 측정하였고 질소계수 6.25를 곱하여 환산한 것을 조단백질 함량(%)으로 하였다. 당도는 잘게 썬 무 시료를 homogenizer(12,000 rpm, 1 min)로 분쇄한 후 여

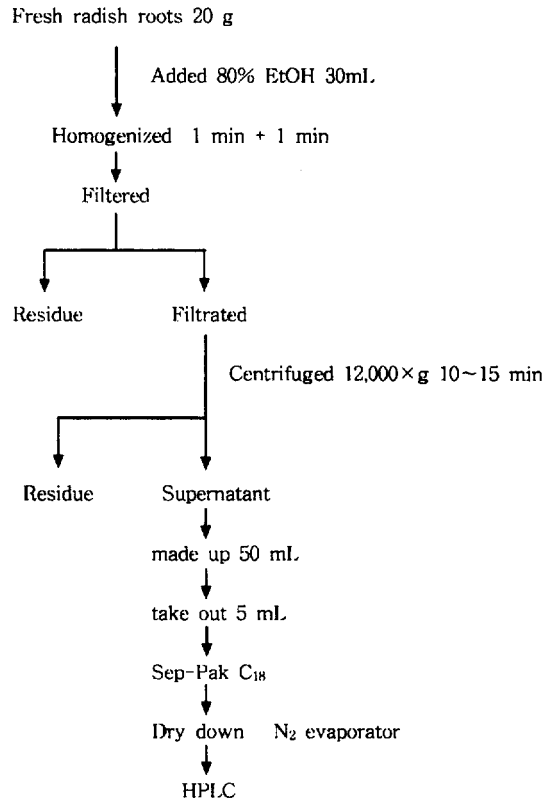


Fig. 1. Schematic diagram for the sugar content analysis of radish roots.

Table 1. Comparison of physical characteristics of radish roots cultivars

Cultivars	Length(cm)	Girth(cm)	Average weight(g)
Baekkwang	28~32	6.0~6.5	800~1,000
Housebom	21~25	5.0~9.0	800~900
Daeburyoung	16~20	5.0~7.5	680~820
Baekja	19~21	7.5~10.0	900~1,000
Chungwoon	15~19	7.0~11.0	800~1,000
Taebaek	18~22	8~9	800~960
Chudong	15~17	6.0~6.5	300~350
Dongja	12.5	4.5	250

과하여 여액을 refractometer로 측정하였다. pH는 여액을 pH meter로 측정하였고, 총산도는 0.1% phenolphthalein 용액을 지시약으로 여액 10 mL를 중화시키는데 소요된 0.1 N NaOH 용액의 용량(mL)을 lactic acid(%)로 환산하였다. 당함량은 분쇄한 생무조직 20 g을 80% ethanol 30 mL와 섞어 homogenize 한 후 감압여과 하였다. 여액을 centrifuge(12,000×g, 10~15 min)하여 상정액을 50 mL로 정용하고 여기서 5 mL를 채취하여 Sep-Pack C₁₈(Waters, USA) 처리를 하였다. 최종적으로 여과된 액을 N₂ evaporator를 이용하여 농축한 후 HPLC(Gilson 702, France)를 이용하여 측정하였다(Fig. 1). 표품은 sucrose, D-(+)-glucose, D(-) fructose, D-mannitol 그리고 D-sorbitol(Sigma, USA)을 사용하였다.

품종별·부위별 무의 경도 측정

무의 경도측정을 위하여 생무를 상, 중, 하의 세 부위로 절단하고 각 부위에서 수직방향으로 2×2×1(width×length×height)cm³ 크기의 직육면체로 만들었다. 시료는 texture test system(Food Technology Co., USA)를 사용하여 compressibility(압축성)를 측정하였고 각 시료의 수는 20개씩 반복 측정하였다. 조직의 firmness(단단함)는 얻어진 force-distance curve에서 처음으로 나타나는 가장 높은 peak⁽¹¹⁾를 N/m²으로 계산하였다. 이때 시료를 균일하게 절단하기 위하여 내경 2×2(L×S)cm²인 금속 절단기와 목재 절단기를 제작하여 사용하였다.

품종별 무의 소금 절입시 경도 측정

백광, 대부령, 백자, 청운, 태백, 추동 그리고 동자 7 품종의 중 부위만을 cube 형태로 만들고 5%(w/v)의 소금용액에 담그어 20°C 상온에서 보관하며 6시간까지 texture meter(Food Technology Co., U.S.A.)로 경도를 측정하였다.

깎두기의 제조

백광, 대부령, 백자, 청운, 태백, 추동 그리고 동자 7 품종의 무를 씻은 후 상과 하 부위를 제거하고 중부위에서만 2×2×2 cm³의 크기로 cube를 제조하였다. 이것을 김장용 비닐 2장을 포개 넣은 20 L 플라스틱 통에 품종별로 분리한 후 무 300 g에 대하여 고춧가루 8 g, 파 10 g, 마늘 6 g, 생강 2 g, 증류수 50 mL와 무 무게의 2%의 소금을 넣고 골고루 섞었다⁽¹²⁾. 혼합이 끝난 후 비닐로 밀봉하여 통의 뚜껑을 닫고 가정용 냉장고의 일반 온도인 4°C에서 42일간 숙성시키면서 각

시료당 10개씩 채취하여 사용하였다.

깎두기 무 cube의 경도 측정

4°C 저온고에서 보관중인 깎두기 시료를 품종별로 채취하여 소금 절입시의 경도 측정과 같은 방법으로 경도를 측정하였다.

저장 중 pH와 총산도의 측정

경도 측정이 끝난 후 품종별로 무 시료의 무게를 조사한 후 분쇄기에 넣고 증류수를 1:1(v/w) 비율로 넣고 1분, 1분간 마쇄한 후 흡인 여과하였다. pH는 위의 여과액을 pH meter로 측정하였고 산도는 AOAC⁽¹³⁾ 방법에 의하여 0.1% phenolphthalein 지시약을 사용하여 여과액 10 mL를 중화시키는데 소요된 0.1 N NaOH 용액의 용량을 젖산함량(%)으로 표시하였다.

깎두기 무 cube의 관능 검사

혼련된 관능검사요원 10명을 9점 척도법으로 7품종별 깎두기의 firmness(단단함), brittleness(부서짐성), chewiness(씹힘성) 그리고 acceptance(기호도)를 평가하였다. 검사는 관능검사실에서 시행하였으며 검사물은 플라스틱 접시위에 먼저 세 품종을 대조구와 함께 제시하여 평가하고 다음에 네 품종을 다시 제시하여 두 번에 걸쳐 평가하였다. Texture 평가와 기호도 평가는 따로 시행하였다. 검사 시료의 개수는 각 1개씩이었고 대조구는 대부령 원료를 사용하였으며 5점을 기준점으로 정하였다. 입가심용으로 물을 제공하였다.

Firmness와 brittleness의 평가는 어금니로 한번만 씹은 후 힘의 정도와 아삭아삭한 정도를 대조구와 비교하여 측정하도록 하였고 chewiness는 어금니로 연속적으로 씹으며 삼킬 수 있을 정도가 되었을 때까지의 질김의 정도를 평가하였다. 마지막으로 기호도는 일반 깎두기와 비교하여 맛이 아닌 입안에서의 전체적인 texture에 대하여 평가하였다. 관능검사에 대한 전체적인 통제분석은 생무의 분석때와 같은 방법으로 행하였다.

결과 및 고찰

품종별 무의 외형적 특성

실험에 사용된 무 품종의 외형적 특성은 가을무 품종이 다른 대형무에 비하여 길이는 짧고 직경은 굵은 반면 봄무 품종들은 길이가 길고 직경은 얇은 편이었으며 여름무 품종들은 봄무와 가을무의 중간 정도의 외관을 보였다. 무게는 봄무, 여름무 그리고 가을무가 680~1,000 g이었고 소형무가 250~350 g이었다. 이상의

Fig. 2. Comparison of moisture and ash content with upper, middle and lower sections in radish roots cultivars.
The different letters on the bars are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

외형적 특성만을 비교하여 볼 때 공업적 생산시 기계적 처리가 용이하지 못하고 수율이 적은 소형무는 다른 품종의 무에 비하여 경제성이 떨어진다고 생각된다.

품종별 · 부위별 무의 일반성분 분석

생무의 일반성분 특성은 Fig. 2~4와 같다. 수분함량

Fig. 3. Comparison of crude protein and sugar content with upper, middle and lower sections in radish roots cultivars.

The different letters on the bars are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

은 가을무, 소형무에 비하여 봄무가 높았는데 백광이 94.0%로 가장 높았고 가을무인 태백이 91.3%로 가장 낮았다. 품종간 유의차를 보면 대부령과 백자는 유의차($p < 0.05$)를 보이지 않았고 소형무인 추동과 동자사이에서도 유의차가 나타나지 않았다. 부위별로는 상 부위가 중, 하 부위에 비하여 수분함량이 낮았고 중, 하

Table 2. Sugar content of radish roots in upper, middle and lower sections.

Cultivars	Section ¹⁾	μmoles of g fresh weight			
		Sucrose ²⁾	Glucose	Fructose	Total
Baekkwang	U	0.9	14.6	15.5	31.0
	M	0.6	17.7	17.4	35.6
	L	0.8	15.0	16.2	32.0
	Mean	0.7e	15.8c	16.4 ^b	
Daeburyoung	U	1.1	20.2	18.6	39.8
	M	0.8	20.7	20.3	41.8
	L	0.6	19.4	17.1	37.1
	Mean	0.8de	20.1b	18.6 ^b	
Baekja	U	1.2	24.4	17.3	42.9
	M	2.0	22.5	18.6	43.1
	L	0.7	24.2	13.1	38.0
	Mean	1.3c	23.7ab	16.3 ^b	
Taebaek	U	1.2	25.9	23.1	50.2
	M	1.3	28.1	17.7	47.1
	L	1.0	25.2	16.8	43.1
	Mean	1.2c	26.4a	19.2 ^b	
Chudong	U	2.7	20.9	19.6	43.2
	M	3.0	31.4	26.9	61.3
	L	2.5	29.5	22.8	54.8
	Mean	2.7a	27.3a	23.1 ^a	
Dongja	U	2.6	24.2	21.9	48.7
	M	1.9	22.1	17.4	41.4
	L	1.9	27.7	17.9	47.5
	Mean	2.1b	24.7a	19.1 ^b	

¹⁾U: upper section, M: middle section, L: lower section

²⁾The different letters within same column are significantly different at the p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Fig. 4. Comparison of pH and total acidity with upper, middle and lower sections in radish roots cultivars.
The different letters on the bars are significantly different at the p<0.05 by Duncan's multiple range test.

부위간에는 유의차가 없었다. 식품영양가표⁽¹⁴⁾에서는 한국산 무의 경우 조선무라고 표기되어 있으며 수분함량이 90.3%를 나타내고 있고 일본 무의 경우는 비교적 수분함량이 높아 93.7%를 나타내고 있다. 백광의 경우는 일본 무와 같이 수분함량이 높았는데 이것이 경도에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 회분함량은 봄

무가 가을무와 소형무에 비하여 높아서 백광이 8.83%, 추동이 7.39%의 함량을 보였다. 대부령과 백지는 수분함량에서와 같이 유의차를 나타내지 않았으며 동자도 두 품종과 유의차가 없었다. 부위별로는 상 부위가 회분함량이 적었고 중, 하 부위간에는 유의차가 없었다. 조단백질 함량은 여름무인 대부령이 7.35%로 가장 높았고 소형무인 추동이 5.60%로 가장 낮았다. 품종간 유의차이를 보면 백광과 백자가 유의차를 나타내지 않았고 부위별로는 세 부위 모두 차이를 나타냈으며 상 부위가 가장 높은 함량을 나타내었다. 당도는 가을무인 태백이 6.6°brix로 가장 높았고 수분함량이 가장 높았던 백광이 5.0°brix로 가장 낮은 수치를 보였다. 소형무인 추동과 동자는 서로 유의차를 나타내지 않았으며 5.6°brix를 나타내었다. 부위별로는 세 부위 모두 유의적 차이가 있었으며 다른 두 부위에 비하여 상 부위가 높았다. 심 등⁽¹⁵⁾은 가용성 고형물 함량에 있어서 가을배추가 봄배추에 비하여 월등히 높았다고 하였고 품종별로 약간의 차이는 있지만 재배제철에 따른 차이가 훨씬 크다고 하였는데 배추의 경우이기는 하지

만 위의 결과와 일치함을 나타내었다. pH는 전체적으로 큰 차이가 없이 6.3~6.8 사이의 약산성을 나타내었다. 가을무가 다른 품종보다 중성쪽에 조금 더 근접하였고 부위별로는 새 부위에서 유의차가 나타났으며 상 부위가 다른 부위에 비하여 중성쪽에 더 가까웠다. 산도는 전체적으로 큰 차이가 없이 0.10~0.12%이었고 소형무가 다른 품종에 비하여 낮았으며 부위별로는 상 부위가 다른 두 부위와 유의차를 나타내었다.

품종별 · 부위별 무의 당함량

당함량 분석시 무 품종별, 부위별 당함량은 Table 2와 같다. 당함량은 백광을 제외하고는 glucose, fructose와 sucrose 순으로 높게 나타났고 mannitol과 sorbitol은 그 양이 낮았으며 봄무인 백광의 경우는 fructose, glucose, sucrose 순으로 높았다. 소형무와 가을무는 봄무와 여름무에 비하여 함량이 높았고 상호 유의차를 보면 sucrose가 가을무 사이에서 유의차가 없었고 glucose는 소형무 사이에서 유의차가 없었으며 fructose는 추동을 제외한 전 품종에서 유의차가 없었다. 부위별 함량은 하 부위가 다른 두 부위에 비하여 낮았다. 이것은 조⁽¹⁶⁾가 배추의 경우 잎부분의 당함량이 중륵 부분보다 높은 것은 수분함량이 낮기 때문이라고 하였는데 위의 결과와 수분함량과 비교를 해 보면 역시 수분함량이 적은 품종과 부위가 당함량이 높음을 알 수 있었고 당도를 측정하였을 때와 같은 결과를 나타내었다.

품종별 · 부위별 무의 경도

7품종을 대상으로 품종별, 부위별 경도의 차이는 Fig. 5와 같다. 즉 봄무인 백광의 경우 상, 중, 하 부위가 각각 102.8, 93.4 그리고 97.0 N/m²(×10³)으로 다른 품종에 비하여 가장 낮았다. 백자, 청운, 태백의 가을무 세 품종은 다른 품종에 비하여 경도가 높았고 그 중에서도 태백의 상 부위가 156.9 N/m²(×10³)으로 가장 높았다. 부위별로는 가을무가 상, 중, 하부 순위로 경도가 높았고 백광이나 대부령은 부위별 경도차가 상, 하, 중 부위 순이었다. 소형무의 경우는 부위를 나누어 실험하기에 어려움이 있어 전체적으로 실험하였고 그 결과 봄무, 여름무 보다는 경도가 높고 가을무 보다는 낮았다. 위의 결과를 수분함량(Fig. 2)과 비교해 보면 무의 뿌리는 목부 비대형으로 지상부로 돌출하는 상부조직의 목부가 먼저 발달하기 때문에 다른 부위에 비하여 높은 경도를 보일 것이고 채소류의 수분함량은 경도와 역의 상관을 보인다는 보고⁽¹⁷⁾와 일치하였다. 무와 같은 원예작물의 경우 내부 구성물질

Fig. 5. Comparison of tissue firmness among sections.

A: Baekkwang, B: Daeburyoung, C: Baekja, D: Chungwoon
E: Taebaek, F: Chudong, G: Dongja

에 따라 경도의 차이를 나타내고 따라서 조직의 건물함량은 경도와 매우 밀접한 상관성을 보인다는 많은 연구가 있었다. 이 중 세포벽성분이 경도의 결정에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있으며 또한 역시 조직에 영향을 주는 것으로 알려져 있다⁽¹⁸⁻²⁰⁾. 또한 Ca²⁺과 Mg²⁺등의 2가이온은 세포벽의 성분 중 펙틴의 결합력을 높여주는 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 특히 펙틴은 세포와 세포사이를 연결해주는 중층의 주성분으로 2가이온들이 전기적 사슬을 형성하여 결합력을 강화시켜 주는 것으로 알려져 있다. 사과, 토마토와 같은 과실의 경우 조직의 연화시 조직내의 양이온의 함량은 감소한다고 보고되어 있다^(5,21-22). 세포벽성분의 함량과 조직의 경도와와의 연관성을 연구한 결과를 보면 cellulose, polyuronides, non-cellulosic neutral sugars (NCNS)의 함량이 경도가 높은 가을무와 소형무에서 경도가 낮은 봄무보다 높게 상관관계를 나타내었다⁽²³⁾. 이상에서의 연구결과와 실험치를 분석해 보면 경도가 높았던 가을무 품종과 상 부위가 다른 품종, 부위 보다는 수분함량이 적고 2가이온이 많으며 세포벽성분의 함량이 높음을 추측할 수 있었고 조직내부의 구성물질의 함량이 경도와 밀접한 관련이 있음을 알 수 있었다.

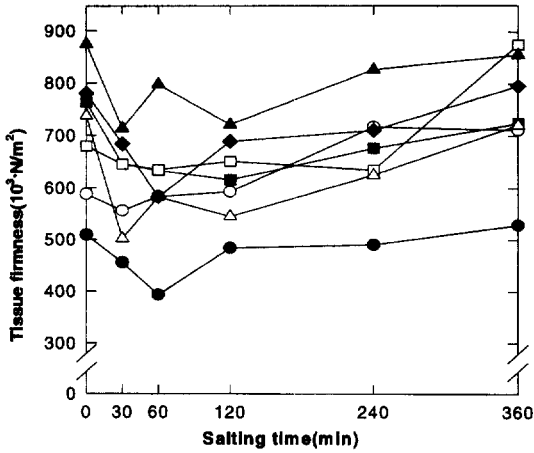


Fig. 6. Changes in firmness of middle sections of radish roots during salting at 5% NaCl solution for 6 hours (20°C).

- ● - : Baekkwang, - ○ - : Daeburyoung, - ■ - : Baekja, - □ - : Chungwoon, - ▲ - : Taebaek, - △ - : Chudong, - ◆ - : Dongja

소금 절입시 품종별 무의 경도 변화

깍두기를 가공하여 저장까지는 어느 정도의 시간이 소요되는데 이때의 조건을 생각하여 5%의 소금용액에 20°C 상온의 조건에서 실험하였다. 5%의 소금용액 농도는 깍두기 가공시에는 소금용액에 침지하는 것이 아니고 소금에 버무리는 것이기 때문에 깍두기 가공시보다는 소금농도를 낮게 하였다. 온도는 가공시 조건을 상온으로 생각하여 20°C로 설정하였고 소금의 침투가 짧은 시간안에 빠르게 진행되므로 측정시간도 초기에는 30분, 1시간 단위로 하였다. 7품종별로 6시간까지의 경도를 측정된 결과는 Fig. 6과 같이 가장 높은 경도를 유지한 품종은 태백이었고 가을무와 소형무가 여름무와 봄무보다 상대적으로 높은 경도에서 시작되었으며 모든 품종이 0~60분 사이에서 감소를 나타내고 2시간 이후부터 6시간까지는 서서히 증가하였다. 가을무인 태백의 경우 30분에 875.25N/m²(×10³)에서 713.35N/m²(×10³)으로 약 160N/m²(×10³)정도가 감소하였고 봄무인 백광의 경우는 초기 508.96N/m²(×10³)에서 60분에 392.74N/m²(×10³)으로 약 110N/m²(×10³)정도가 감소하여 가을무와 소형무의 경우 봄무에 비하여 30분안에 경도감소가 급격했고 이후 상승폭도 봄무보다 컸다.

품종별 깍두기 무 cube의 경도 변화

7품종을 가지고 4°C에서 42일간 저장하면서 경도의 변화를 측정된 결과 깍두기를 제조하고 처음 저장할

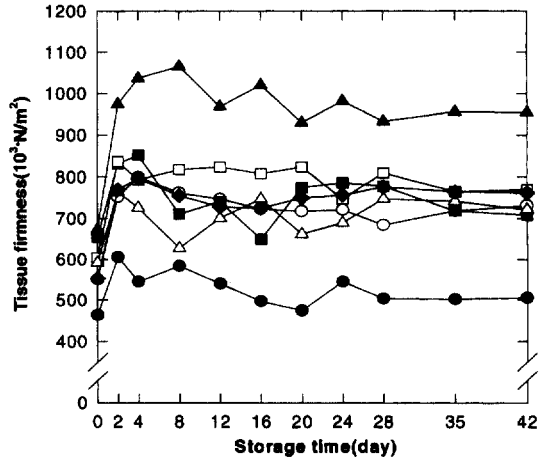


Fig. 7. Changes in firmness of Kakdugi of radish roots during storage at 4°C for 42 days.

- ● - : Baekkwang, - ○ - : Daeburyoung, - ■ - : Baekja, - □ - : Chungwoon, - ▲ - : Taebaek, - △ - : Chudong, - ◆ - : Dongja

때(깍두기 가공 후 약 30~60분사이)에 상당히 낮게 떨어진 경도가 2일 사이에 급격히 상승하였다(Fig. 7). 태백의 경우 생무의 경도가 875.25N/m²(×10³)이었고 저장 0일째에 673.27N/m²(×10³)으로 급격히 감소한 후 2일째에 973.84N/m²(×10³)으로 다시 생무보다 높게 상승하였다. 반면 봄무인 백광의 경우 생무의 경도가 503.96N/m²(×10³)이었고 0일째에 463.27N/m²(×10³)으로 감소한 후 2일째에 605.14N/m²(×10³)으로 다시 상승하였으나 변화 폭이 가을무와 소형무에 비하여 작았다. 24일이 경과한 후에는 전 품종에 걸쳐 경도의 변화가 거의 없었으며 생무의 경도와 비슷하거나 조금 높았고 봄무인 백광의 경우는 504.95N/m²(×10³)으로 생무와 거의 같은 수치를 보였다. 전체적으로 품종별로는 소금절입시와 마찬가지로 태백이 680~1070N/m²(×10³)으로 가장 높았고 봄무인 백광이 460~619N/m²(×10³)정도로 가장 낮았으며 다른 품종은 550~860N/m²(×10³)으로 뚜렷이 구분 지어 지지는 않았다. 이것은 17~20°C에서 14일간 숙성하며 경도를 측정하던 정⁽¹⁾등의 경도 감소경향과 차이를 나타내었는데 아마도 소금의 농도, 저장온도 그리고 저장기간의 차이에서 기인한 것으로 생각된다. 그러나 지 등⁽⁸⁾은 네 품종 무로 담근 깍두기를 20°C에서 숙성하며 경도변화를 연구한 결과 알타리무는 감소하는 경향이었고 동자무, 옥동무, 대형무는 전체적으로 증가하는 경향이었으나 뚜렷한 변화는 나타나지 않는다고 하였다. 24일 이후 경도가 거의 변화하지 않은 것은 소금의 침투가 완전히 끝나 더 이상의 Ca²⁺이 pectin질의 가교결합에

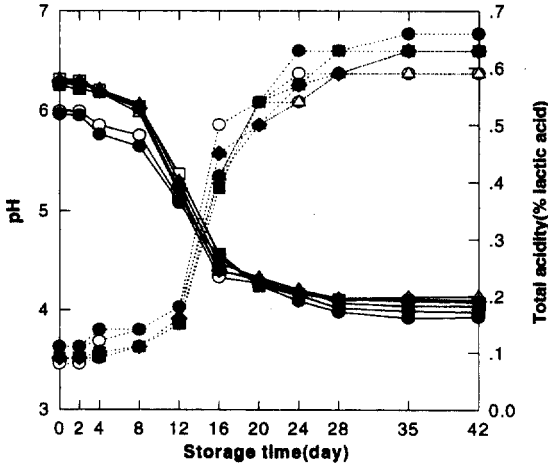


Fig. 8. Changes in pH and total acidity of Kakdugi of radish roots during storage at 4°C for 42 days. - ● - : Baekkwang, - ○ - : Daeburyoung, - ■ - : Baekja, - □ - : Chungwoon, - ▲ - : Taebaek, - △ - : Chudong, - ◆ - : Dongja

관여하지 않기 때문으로 생각되며 이후의 정도의 변화가 일어난다면 소금의 침투와의 관계라기보다는 미생물이나 다른 외부환경의 작용 때문이라고 생각된다.

저장시 pH와 총산도의 변화

품종별 무로 깎두기를 담그었을 때의 pH와 산도의 변화는 Fig. 8과 같다. 깎두기가 저장되는 동안에 일어나는 가장 큰 변화는 젖산균에 의해서 각종 유기산이 생성되어 pH는 저하되고 산도가 증가되는 것인데 처음 pH가 봄무와 여름무에서 각각 5.96, 5.90으로 가을무와 소형무의 6.25~6.32에 비하여 낮았다. 그러나 젖산균이 활동하기 시작한 8일 이후에는 시간이 지날수록 가을무와 소형무의 pH 저하가 더 현저해져서 16일째에는 백광의 경우 4.53이었지만 태백과 동자의 경우에는 4.47과 4.44이었다. 이것은 당함량에서 보듯이 젖산균이 당성분을 분해하여 젖산발효를 일으킨다는 것으로 당함량이 높은 가을무와 소형무에서 발효가 왕성하였고 이것이 pH의 저하를 봄무보다 더 빠르게 가져온 듯 하다.

마찬가지로 산도도 pH의 저하가 클수록 그 증가가 컸는데 숙성에 관여하는 대부분의 미생물이 젖산균이었기 때문으로 생각된다. 모든 품종이 8~16일 사이에 급격한 pH와 산도의 변화를 보였고 28일 이후에는 변화의 정도가 미비했다. 아마도 당성분이 고갈되어 젖산균의 증식이 둔화된 것으로 보인다. 양⁽²⁴⁾에 의하면 우리의 식성으로 가장 맛이 좋을 때 젖산함량은 0.4~

Table 3. Sensory evaluation¹⁾ of Kakdugi prepared with radish roots of cultivars stored at 4°C for 24 days

Cultivars	Firmness	Brittleness	Chewiness	Acceptance
Baekkwang	3.9 ^c	4.4	5.6 ^{ab}	4.5 ^{bc}
Daeburyung	5.0 ^b	4.4	5.8 ^{ab}	5.4 ^{ab}
Baekja	5.1 ^b	4.6	4.9 ^b	5.1 ^{abc}
Chungwoon	5.3 ^b	4.8	6.3 ^a	5.7 ^a
Taebaek	6.5 ^a	5.4	5.9 ^{ab}	5.8 ^a
Chudong	5.7 ^{ab}	5.0	5.5 ^{ab}	4.1 ^c
Dongja	5.8 ^{ab}	5.1	5.9 ^{ab}	5.8 ^a

¹⁾Sensory test (very good, 9; acceptable, 5; very poor, 1) by 10 persons, and points were expressed as mean. Means with same letters in the same column are not significantly different (p<0.05).

0.75% 범위이고 특히 0.5%부근이 좋다고 하였으며 민과 권⁽²⁵⁾에 의하면 완숙기의 pH는 4.2, 젖산의 함량은 0.6%라고 하였다. 이러한 연구결과만을 볼 때 pH가 4.2 정도이고 젖산함량이 0.5~0.6% 사이는 24~28일 사이였다.

품종별로 제조된 깎두기의 관능검사

관능검사는 pH가 4.2 부근이고 젖산함량이 0.5~0.6% 사이인 24일치에 측정하였고 그 결과는 Table 3과 같다. Firmness는 태백이 6.5로 3.9를 나타낸 백광과 큰 차이가 났고 대체적으로 소형무와 가을무가 봄무와 여름무 보다 높은 점수를 보여서 texture meter로 측정된 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 품종간 유의차를 보면 대부령, 백자, 청운 사이에서는 유의차가 없었으며 소형무 사이에서도 유의차가 없었다. Brittleness는 태백이 5.4로 높았고 백광과 대부령이 4.4로 낮았으며 품종간 유의차는 없었다. 태백과 소형무를 제외한 나머지 품종이 생무에 비하여 점수가 낮은 것은 깎두기 저장중 수분이 감소하면서 다즙성이 감소하였기 때문이라고 생각된다. Chewiness는 어금니를 연속적으로 씹은 후 삼키기 좋을 때의 경우인데 질긴 정도로 표현할 수 있다. 청운은 가장 높은 6.3을 태백과 동자는 5.9를 나타내어 가을무와 소형무가 높았다. 이 경우 특별한 경향은 없었지만 대조구와 비교하여 대부분의 품종에서 질감성이 증가하였다. 위의 검사와는 별도로 기호도를 조사하였는데 기호도는 맛이 아닌 입안에서 씹었을 때의 전체적인 느낌으로써 전체적으로 firmness가 높고 chewiness도 높은 품종이 높은 점수를 얻었는데 태백과 동자가 5.8로 텍스처에 대한 전반적인 기호도가 가장 좋았고 청운이 그 다음이었다. 봄무인 백광과 소형무인 추동은 각각 4.5와 4.1을 나타내어 기호도가 좋지 않았다.

이상의 관능검사 결과와 일반성분, 각두기의 경도를 비교해 보면 수분함량이 낮고 당함량이 높으며 각두기 가공·저장중 경도가 높은 품종의 기호도가 높았다.

요 약

무의 품종별 이화학적 특성과 가공적성을 측정하는 결과는 다음과 같다. 무 품종간 봄무가 가을무에 비하여 길이는 길고 직경은 좁았으며 여름무는 중간정도였다. 무게는 봄무, 여름무, 가을무가 680~1,000g이었다. 품종별 이화학적 특성은 가을무, 소형무가 봄무에 비하여 수분, 회분함량은 낮았고 당도와 당함량은 높았다. 부위별로는 상 부위가 다른 부위에 비하여 가을무와 같은 특성을 나타내었다. 물리적 특성인 경도는 품종간 차이가 상이하였는데 가을무가 다른 품종에 비하여 높았고 특히 태백이 가장 높았다. 부위별로는 상 부위가 다른 부위에 비하여 높게 나타났다. 소금절임시 경도의 변화는 품종별로는 가을무 특히 태백이 높았고 봄무인 백광이 가장 낮았으며 부위별로는 상 부위가 다른 부위에 비하여 높았다. 각두기 가공·저장시 경도의 변화는 가을무와 소형무가 봄무에 비하여 높았고 가을무 중에서는 태백이 가장 높았다. 각두기를 4°C에서 저장시 pH 4.2, 산도 0.6% 인 때는 24일 경으로 이때 관능검사 결과는 가을무가 봄무에 비하여 firmness와 chewiness가 높았고 전체적인 텍스처 기호도가 좋았다. 이상의 결과들은 종합해 볼 때 각두기 가공·저장의 적당한 품종은 외형적으로 기계적 처리와 수율이 좋고, 화학적으로는 수분함량은 적고 당도와 당함량은 높으며, 물리적으로는 경도가 높고 가공·저장시 경도가 높아 어느정도 질김성이 있는 것으로서, 본 실험에서는 태백이 이 조건을 만족하였다.

감사의 글

본 연구는 1997년, 1998년도 농림부 특정연구과제 연구비 지원에 의하여 이루어진 결과이며, 이에 감사의 말씀을 드리는 바이다.

문 헌

- 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)
- Fuchigami, M. Relationship between pectic compositions and the softening of the texture of Japanese radish roots during cooking. J. Food Sci. 52: 1317-1323 (1987)
- Cho, J.S. Food Materials, Moonundang 150-153, Seoul, Korea (1987)
- Cho, J.S. Physicochemical characteris of *Kimchi*, Food Sci. & Ind. 21: 25-35 (1988)
- Kim, J.M., Shin, M. K. and Hwang, H.S. Physicochemical changes of radish cubes for *Kakdugi* during salting. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 300-306 (1987)
- Kim, B.Y. and Cho, J.S. Change in rheological properties of radish during salting. J. Korean Agric. Chem. Soc. 35: 399-403 (1992)
- 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)
- Jee, O.H., Kim, M.R., Yoon, H.M. and Yang, H.B. Hot taste and texture of Radish Cultivars, in Science of *Kimchi*, Present at International *Kimchi* Conference: 301-328 (1984)
- Kim, M.R., Jee, O.H., Yoon, H.M. and Yang, C.B. Flavor characteristics of *Kakdugi* by radish cultivars and seasons(in Korean). Korean J. Food Sci. Technol. 28: 762-771 (1996)
- 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)
- Fleming, H.P., Thompson, R.L., Bell, T.A. and Hantz, L.H. Controlled fermentation of sliced cucumber. J. Food Sci. 43: 888-895 (1978)
- 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)
- A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A. (1984)
- Korean Rural Economic Institute, Food Balance Sheet, Seoul, Korea (1988)
- Shim, S.T., Kim, K.J. and Kyung, K.H. Effect of soluble matter of Chinese cabbage during *Kimchi* fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 278 (1990)
- Cho, J.S. Food chemical study for *Kimchi* export, Rural Development Administration (1992)
- Lee, I.S., Park, W.S., Koo, Y.J. and Kang, K.H. Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 26: 239-245 (1994)
- Ebel, R. and E. Proebsting. Regulated deficit irrigation may alter apple maturity, quality and storage life. Hort. Science, 28: 141-143 (1988)
- Fishman, M., Lenaj, B. and Gillespie, D. Changes in the physico-chemical properties of peach fruit pectin during tree ripening and storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118: 343-349 (1993)
- Kavanagh, R., Hockley, S. and Brady, C. Relationship between softening and the polyuronides in ripening banana fruit. J. Sci. Food Agric. 60: 61-68 (1992)
- Cross, K. and Wang, C. Compositional changes in cell

- wall polysaccharides from chilled and non-chilled cucumber fruit. *Phytochemistry* 23: 1575-1583 (1984)
22. Glenn, M. and Poovaiah, B. Calcium mediated postharvest changes in texture and cell wall structure and composition in 'Golden Delicious' apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 962-968 (1990)
 23. Kang, N.K. A temporal relationship between tissue Firmness and cell wall compositions in radish roots, M.Sc. Thesis, Chung-Ang Univer., Seoul, Korea (1997)
 24. Lee, Y.H. and Yang, I.H. Studies on the packaging and preservation of *Kimchi*. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 13: 207-218 (1970)
 25. Mheen, T.I. and Kwon, T.W. Effect of temperature and salt concentration on *Kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16: 443-448 (1984)
 26. Park, W.S. *Kimchi* Industry; Present and Future, *Microorganism and Industry* 23: 2-11 (1997)
 27. Song, J.C. and Park, H.J. *Food Rheology*, Ulsan Univ. Pub., Ulsan, Korea (1996)
 28. Lee, C.H. and Park, S.H. Studies on the texture describing terms of Korean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 14: 21-29 (1982)
 29. Kim, K.O. and Lee, Y.C. *Food Sensory*, Dusandonga Pub. Co., Seoul, Korea(1996)
 30. Hong, S.J. and Lee, S.K. Comparison of physicochemical characteristics among radish cultivars after storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36: 812-817 (1995)
 31. Chun, J.K. *Kimchi* fermentability of the spring Chinese cabbage. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 24: 194-199 (1981)
 32. Kim, S.D. Preparation of *Kimchi* and salting. *Korean J. Postharvest Sci. Technol. Agri. Products*, 4: 215-225 (1997)
 33. Shin, H.S. *Food Analysis*, Shinkwang Pub. Co., Seoul, Korea (1987)
 34. Moon, S.O., Cho, D.W., Park, W.S. and Jang, M.S. Effect of salt concentration on *Tongchimi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 11-18 (1995)
-
- (1999년 7월 7일 접수)