

계절별 절임 무의 특성

김미리* · 지옥화 · 박한용¹ · 전병문¹
충남대학교 식품영양학과, ¹홍농종묘육종연구소

Characteristics of Salted Radish Cubes at Different Season

Mee Ree Kim*, Ok Hwa Jhee, Han Young Park¹ and Byung Moon Chun¹

Department of Food and Nutrition, Chungnam National University
¹Breeding Research Station of Heungnong Seeds

Characteristics (salt concentration, weight loss, soluble solid content, moisture content, and textural properties) of radish cube (2×2×2 cm) were evaluated during salting. Three different summer radish cultivars harvested in high land were immersed into 15% brine solution (radish : brine solution = 1 : 2) at 15°C for 4 h. The time required to reach the optimum salt concentration (3%) was different among cultivars; 3 h for 'Bakbong', 4 h for 'Kwandong' and '92343'. Similar weight loss (about 24-26%) of salted radish cubes was found among cultivars. While the highest value of weight loss of salted radish cubes was observed with '92343', the lowest, 'Bakbong'. Hardness decreased during salting; the highest value of hardness was observed with 'Kwandong', the lowest, 'Bakbong'. The sample of '92343' has the lowest moisture content but has the highest soluble solid content and hardness, while 'Bakbong' has the highest moisture content, but has the lowest soluble solid content and hardness. There was a similarity of characteristics of salted radish cube between two cultivars, 'Kwandong' and '92343'. In separate experiments, seasonal variations in characteristics of salted radish cubes at optimum salt concentration (3%) were observed: for 'Bakbong', salt concentration, weight loss, soluble solid content, and hardness, and for 'Bakwang', salt concentration, weight loss, and hardness were higher in autumn cultivars than in spring or summer one, while moisture contents of both cultivars were higher in spring or summer cultivars than in autumn one.

Key words: characteristics, salted radish cube, summer radish cultivars, seasonal variations

서 론

무를 주재료로 하는 깍두기는 공장에서 대량생산하는 경우, 대부분은 무를 절인 후 양념에 버무리는 공정을 택하고 있다. 깍두기의 품질은 사용되는 무 품종에 따라 다른데, 봄 무의 경우, 품종에 따라 깍두기 발효양상이 다르게 나타났고 관능적 특성 또한 다르다고 보고하였다⁽¹⁾. 그러나 깍두기의 품질을 일정하게 유지하기 위해서는 깍두기 제조의 첫 단계인 절임 단계에서 깍두기 무의 절임 공정을 무의 특성에 맞게 확립하는 일이 급선무라고 생각된다. 무의 절임 특성은 품종에 따라 다르다고 보고되었으나⁽²⁾, 배추의 경우 품종보다는 계절에 따른 품질의 특성 차이가 더 크다고 보고되었으므로⁽³⁾, 계절에 따른 차이 또한 클 것으로 생각되나, 계절에 따른 비교는 이루어지지 않았다. 그 이유로는 무는 생육

특성상 저온에서 생장이 이루어지고 고온에서는 추대가 생겨 계절별로 무의 품종이 다르기 때문으로 무는 일반적으로 봄 무, 여름 무 및 가을 무로 구분하여 재배하기 때문이다. 그러나 최근 육종기술의 향상으로 체계절에 재배할 수 있는 품종이 개발되었으며, 예비 실험 결과, 동일한 품종의 무라도 계절에 따라 품질 특성이 매우 달랐으므로 절임 특성 또한 달라질 것으로 예상된다. 계절별로 보았을 때, 특히, 봄 무나 여름 무는 가을 무에 비해 중량이 크고 수분 함량이 높고 단맛이 적은 것이 특징으로, 깍두기를 담구었을 때 제대로 절여지지 않으면 수분이 많아 깍두기 국물이 많아질 뿐 아니라 양념이 희석되어 맛이 없게 된다. 따라서, 일정한 정도로 깍두기 무가 절여지기 위하여는 절임 조건을 계절별로 달리해야 할 필요가 있으며, 절임 후의 깍두기 무의 특성에 따라 양념 배합 비율 역시 조절해야 할 필요가 있다.

현재까지 무 또는 깍두기 무의 염 절임에 관한 연구로는 Kim과 Kim⁽⁴⁾의 무의 소금 절임 과정 중 소금의 침투와 칼슘의 용출, Kim 등⁽⁵⁾의 간 절임 중 깍두기용 무의 cube의 이화학적 변화, Kwon과 Choi⁽⁶⁾의 무 염 절임 시 소금의 침투량과 확산도 예측모델, Rhee와 Lee^(7,8)의 염장과정 중 무의

*Corresponding author : Mee Ree Kim, Department of Food & Nutrition 220 Gung-Dong, Yuseong-Ku, Taejeon 305-764, Korea
Tel: 82-42-821-6837
Fax: 82-42-821-6837
E-mail: mrrkim@cnu.ac.kr

조직감, Han 등⁽⁹⁾의 엽 이온이 무의 소금 절입에 미치는 영향에 관한 연구가 있다. 최근, Ryu 등⁽¹⁰⁾이 무 품종별 이화학적 특성 및 깎두기 가공적성을 보고하였으나, 품종과 절입 조건 및 절입 특성치가 매우 제한적이다. 또한, Kim^(2,11) 등이 가을무 및 봄무 품종별 절입에 관한 특성을 보고하였으나 여름 무 품종별 절입 특성에 관한 연구는 없는 실정이고 계절에 따른 비교 또한 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 기존의 품종과 새로이 개발된 품종에 대하여 공장에서 깎두기 제조를 위한 전 단계로 김치공장에서의 작업장 온도인 15°C에서 계절별 절입 무의 특성을 조사하여 대량 생산시 무 품종별 최적 절입 조건을 확립하여 깎두기의 품질 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

주재료인 무는 흥농 종묘 육종연구소(조치원)에서 분양받은 무로써, '백봉' 및 '백광'의 2 품종의 무를 2000년 늦여름에 파종하여 가을에 수확한 가을 무와 2001년 이른 봄에 파종하여 5월에 수확한 봄 무를 사용하였으며, 여름 무는 강원도 고랭지에서 파종하여 수확한 '백봉', '관동' 및 '92343'의 3 품종을 사용하였고, 절입에 쓰인 소금은 정제염(99%, (주)한주)을 사용하였다.

깎두기 무의 절입 방법

무를 깨끗이 씻어 잔뿌리를 제거한 후, 밑 부분과 머리 부분을 제외한, 가운데 부분 중에서 무심 부분을 제외한 부분을 2×2×2 cm 크기로 썰어 실험에 사용하였다. 10 또는 15%의 소금물(w/w)을 절입 염수로 제조하였으며, 무와 절입 염수의 비율 1:2로 하여 품종별로 깎두기 무 200 g에 소금물 400 mL를 지퍼백에 넣고 무가 절입 염수에 잠기도록 한 후 봉하여 15°C의 저온 항온기(LTI-1000SD, Eyela, Tokyo Rikakikai Co., LTD. Japan)에 넣어 절입하면서 1시간 간격으로 절입 특성을 조사하였다. 여름무 3품종에 대하여는 15%의 절입 염수에서, 봄과 가을무는 '백광'과 '백봉' 2 품종에 대해서 10% 및 15%의 염수를 사용하였다.

중량 및 수분 함량

항온기에 있는 플라스틱 백을 경시적으로 꺼내어 절입 염수 중에 잠겨져 있는 깎두기 무를 꺼내어 증류수로 2회 수세하고, 채반에 넣고 10회씩 흔들어 물기를 제거한 후, 마른 가아제로 여분의 물기를 제거한 후 무게를 측정하였다. 생무 및 절입 깎두기 무의 수분함량은 AOAC법⁽¹²⁾에 의거 상압 가열 건조법 및 적외선 수분측정법(Thermo Control, YTC 01L., Satorius Co., LTD. Germany)을 병행하여 측정하였다.

염도 및 가용성 고형물

물기를 제거한 깎두기 무를 블랜더로 갈아 가아제로 짜서 얻은 액의 염도를 염도계(SS-31A, Sekisui Co., Japan)로 측정하였고, pH는 pH meter(Hanna instruments 8521, Singapore)로 측정하였고, 가용성 고형물 함량은 굴절 당도계(Model N1, Atago, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타내었다. 소

Table 1. Condition of Texture Analyser for texture profile analysis

Sample rate	400 pps
Force threshold	20 g
Distance threshold	0.5 mm
Contact area	19.6 mm ²
Contact force	5 g
Pre test speed	5 mm/sec
Post test speed	5 mm/sec
Test speed	5 mm/sec
Strain	75 %
Time	5 sec
Trigger type	Auto @ 20 g

금의 초기 침투 속도는 절입 시작 후 1시간 동안 증가한 염도에서 다음의 식에 의거 계산하였다.

$$\text{소금의 침투속도}(\%/h) = \frac{C_t - C_0}{t}$$

여기서 t 는 절입 시작후 1 시간이며 C_t 는 1 시간 절입 후의 깎두기 무 조직의 염도(%), C_0 는 절입 전 생무의 염도(%)이다.

경도

생무 및 절입 무의 경도는 Texture analyser(TA XT2, Stable Micro Systems LT., England)를 사용하여 시료를 2회 연속적으로 압착시켰을 때 얻어지는 힘-거리 곡선으로부터 측정하였으며, 10회 반복 측정 후 측정치가 비슷한 5개의 값으로 평균치를 계산하였다. 기기의 측정조건은 Table 1과 같다.

통계분석

모든 실험은 3회 수행하였으며, 통계적 유의성은 SPSS(10.0, Window용) 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중범위 검정 또는 독립 표본 t-검정법에 의해 계절별, 품종별로 평균을 검정하였다.

결과 및 고찰

여름 무의 절입 시간에 따른 특성

절입 무의 염도 변화: 여름 무 세 품종에 대해서 15%의 절입 염수에서 절입하는 동안 깎두기 무의 염도 변화를 측정 한 결과는 Fig. 1A와 같다. 절입 시간이 경과될수록, 깎두기 무의 염도는 높아졌는데, 생 무의 염도는 세 품종 모두 0.1%이었으나 절입 1시간 후에는 1.4-2.0%로 급격히 상승하였으나 절입 1시간 이후부터는 염도의 상승폭이 완만하여 절입 2시간 후에는 2.0-2.4%, 절입 3시간 후에는 2.7-3.0%, 절입 4시간 후에는 3.0-3.3%에 달하였다. 그러나 무 품종별로 절입 경과시간에 따른 깎두기 무의 염도 또한 달랐는데, 동일 염도 및 동일 절입 시간 일 경우, '백봉'은 절입 1시간 후에 염도가 유의적으로 높았으며, '관동'과 '92343'은 낮았다($p < 0.05$). 또한 초기 소금 침투속도는 '92343'이 1.3%/h, '관동'이 1.4%/h이었고, '백봉'은 1.9%/h으로 다른 두 품종에 비

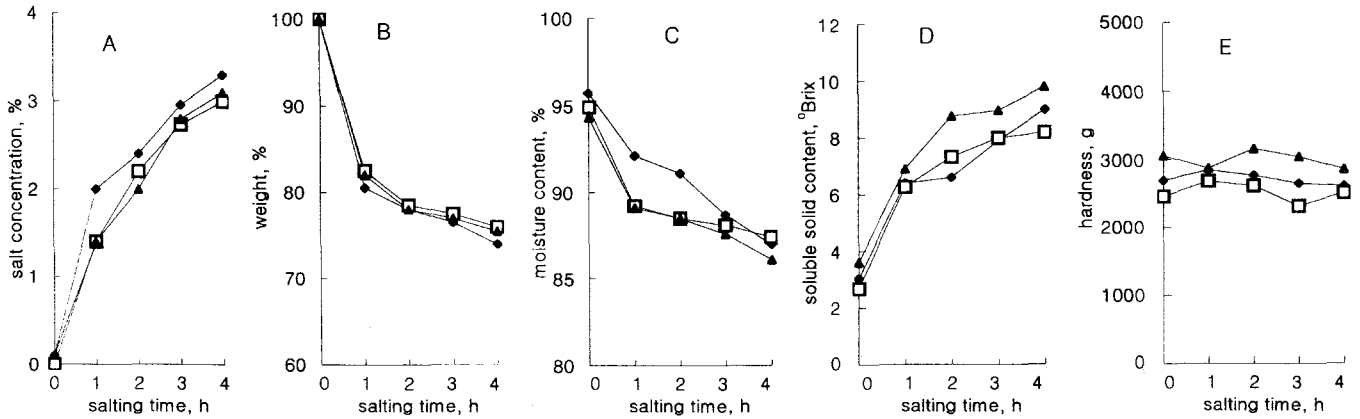


Fig. 1. Changes of physicochemical properties of salted radish cube for summer radish cultivars

A: salt concentration, B: weight, C: moisture content, D: soluble solid content, E: hardness ◆: Bakkong, □: Kwandong, ▲: 92343. Reported values are means of three replicates

해 컸다($p < 0.05$). 품종별로 깎두기 무의 절임 특성을 살펴보면, ‘백봉’은 절임 1시간 후에 깎두기 무 중의 염도가 2.0%, 3시간 후에는 3.0%에 달하였고 절임 4시간 후에 3.3%에 달하였다. ‘관동’은 절임 1시간 후에 1.4%, 절임 2시간 후에 2.2% 절임 4시간 경과 후에 3.0%에 달하였다. ‘92343’은 절임 1시간 후에 1.4%, 절임 2시간 경과 후에 2.0%, 4시간 후에 3.1%에 달하였다. 김치의 소금 농도에 대하여 Park과 Park⁽¹³⁾은 서울, 어촌, 산촌 지역의 김치를 조사한 결과 2.5-3.5%로 보고하였으며, 김치의 적정 염 농도는 3%⁽¹⁴⁾이며, 또한 김치의 염 농도가 3%일 때 저장성이 향상되었다는 Choi 등⁽¹⁵⁾의 보고에 비추어, 깎두기 무의 적정 염도를 3%로 보았을 때, 절임 염수의 소금 농도에 따른 최적 절임 시간은 절임 온도 15°C에서, 15% 절임 염수에서 ‘백봉’이 3시간, ‘관동’ 및 ‘92343’은 4시간이 적당하였다. 이 같은 결과는 깎두기 무의 간에 맞는 최적 염도인 3%가 되려면 20°C에서 10% 소금물에서 2시간, 15% 소금물에서 1시간 그리고 15% 이상인 소금물에서는 1시간 이내에 도달되었다고 보고한 Kim 등⁽⁵⁾의 결과에 비해 본 실험 결과에서는 절임 시간이 약간 증가하였는데, 그 이유는 절임 온도 및 품종의 차이에서 기인된다고 생각된다.

절임 무의 중량 변화: 여름 무 품종별 깎두기 무를 15% 절임 염수에 담그어 절임하는 동안 깎두기 무의 중량 변화를 Fig. 1B에 나타내었다. 소금 농도에 따른 깎두기 무의 중량은 절임 시간이 길수록 감소 정도는 크게 나타났다. 절이는 동안 깎두기 무의 품종별로 중량 감소 정도는 절임 1시간과 절임 4시간의 경우에만 유의적인 차이가 있어 ‘백봉’이 ‘관동’이나 ‘92343’에 비해 작았다($p < 0.05$). 절임 1시간 후에 17.5-19.5%, 절임 3시간 후에 22.5-23.5%, 절임 4시간 후에 24.5-26.0%이었다. 한편, 깎두기 무의 염도가 3% 정도에 도달하였을 때, 중량 감소 정도는 ‘백봉’은 23.5%, ‘관동’은 24.0%, ‘92343’은 24.5%이었다.

절임 무의 수분 함량

깎두기 무를 절임 염수에 절이는 동안 깎두기 무의 수분 함량을 Fig. 1C에 나타내었다. 절임 시간이 경과됨에 따라 깎두기 무의 수분 함량은 감소하는 경향을 나타내어 Rhu 등⁽¹⁰⁾

의 보고와 일치하였다. 품종별 생 무의 수분 함량은 ‘백봉’이 95.7%로 유의적으로 높았으며, ‘관동’(94.9%)과 ‘92343’(94.3%)은 낮았다($p < 0.05$). 무 품종별로 절이는 동안 깎두기 무의 수분 함량은 ‘백봉’이 2시간 절임 후에 92.17%이었으며, ‘관동’ 및 ‘92343’은 3시간 절임 후에 각각 87.4% 및 86.1%이었다. 깎두기 무의 염도가 3%에 도달하였을 때의 수분 함량은 ‘백봉’(88.7%)은 ‘관동’(87.4%)과 유의적인 차이가 없었으나 두 품종은 ‘92343’(86.1%)에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 깎두기 김치 중의 수분 함량인 88.4%⁽¹⁶⁾에 비교해 보았을 때, 절임 깎두기 무의 수분 함량은 86.1-88.7%로 ‘백봉’과 ‘관동’은 깎두기 무의 수분 함량과 유사하였으나 ‘92343’은 약간 낮았다.

절임 무의 가용성 고형물 함량 변화: 여름 무의 품종별 절임 시간에 따른 가용성 고형물 함량의 변화를 측정된 결과는 Fig. 1D와 같다. 품종별 생 무의 가용성 고형물 함량은 ‘92343’이 3.69로 가장 높았고, 그 다음이 ‘백봉’으로 3.0°Brix이었으며, ‘관동’은 2.7°Brix로 가장 낮았다. ‘92343’의 가용성 고형물 함량이 높은 것은 수분 함량이 낮게 나타난 앞의 결과와 잘 일치하고 있다(Fig. 1C). 한편, 절이는 동안 깎두기 무의 가용성 고형물 함량은 절임 시간이 경과될수록 높아져 절임 1시간 후에 6.3-6.9°Brix로 상승하였다. 그러나 절임 1시간 이후부터는 상승폭이 매우 완만하여 절임 2시간에는 6.6-8.8°Brix, 절임 3시간 후에 7.9-9.0°Brix에 달하였다. 이 같은 결과는 절이는 동안 수분의 유출로 인한 중량 감소에 기인되는 것으로 생각된다(Fig. 1B, 1C). 또한, 무 품종별로 절임 경과시간에 따른 가용성 고형물 함량이 달랐는데, ‘백봉’은 절임 1시간 후에 6.4°Brix, 절임 3시간 후에 7.9°Brix, 절임 4시간 절임 후에 10.4°Brix이었다. ‘관동’은 절임 1시간 후에 6.3°Brix, 절임 3시간 후에 8.0°Brix, 절임 4시간 절임 후에 8.2°Brix로 크게 증가되지 않았다. ‘92343’은 절임 1시간 후에 6.9°Brix, 절임 2시간 후에 8.8°Brix, 절임 4시간 절임 후에 9.8°Brix이었다. 절임 시간에 따른 무 품종별 변화는 ‘백봉’이 가장 크게 증가하였고 ‘관동’이 가장 적게 증가하였다. ‘92343’은 절이는 동안 가용성 고형물 함량이 가장 높아 절임 4시간 경과 후에 9.8°Brix이었으며, ‘관동’은 8.2°Brix로 가장 낮았고, ‘백봉’은 9.0°Brix로 ‘92343’과 ‘관동’의 중간 정

Table 2. Initial salt penetration rate into radish cube at different season (%/h)

Season	Cultivar	10%		15%	
		Bagkwang	Bakbong	Bagkwang	Bakbong
Spring		1.7	1.7	2.5	2.4 ^{a2)}
Autumn		2.4	2.5	2.9	2.5 ^a
Summer		- ¹⁾	-	-	1.9 ^b
		p<0.05	p<0.05	p<0.05	

¹⁾It was not carried out

²⁾Any two means in the same column followed by the same superscripts are not significantly different at p<0.05

도의 가용성 고형물 함량을 나타내었다(p<0.05).

한편, 깎두기 무의 염도가 3%에 도달하였을 때의 품종별 가용성 고형물 함량은 ‘백봉’ 7.9°Brix, ‘관동’ 8.2°Brix이었으며, ‘92343’은 9.8°Brix로 다른 두 품종에 비해 유의적으로 높았다(p<0.05).

절임 무의 조직감 특성: 여름 무의 품종별 15% 절임 염수에서 절임 시간 경과에 따른 깎두기 무의 경도를 texture profile analysis를 시행하여 Fig. 1E에 나타내었다. 절임 시간 경과에 따라 경도는 감소하는 경향을 나타내어 기존의 보고^{2,5,7,11)}와 유사하였다. 생 무의 경도는 ‘92343’과 ‘관동’이 ‘백봉’에 비해 유의적으로 높았다(p<0.05). ‘관동’과 ‘92343’이 경도가 높아 소금 침투 속도가 낮게 나타난 결과(Fig. 1A))와 일치하였으며, 또한, 경도가 낮아 비교적 연한 조직감을 지니고 있는 ‘백봉’의 경우 소금 침투 속도가 가장 높았던 결과(Table 2)와 일치하였다.

계절별 절임 무의 특성 비교

깎두기 무의 품종은 생육 특성상 계절별로 봄, 여름 및 가을의 세 계절로 구분하여 파종하고 수확한다. 그러나 무는 계절에 따른 품질의 특성 차이가 크므로 세 계절에 파종이 가능한 품종의 무를 예비 실험에 의해 알아본 후에 신품종인 ‘백봉’을 선정하였고, ‘백광’은 봄무 품종이나 가을에도 재배가 가능하였다. 따라서, ‘백봉’의 경우, 봄, 여름, 가을의 세 계절에 모두 파종하여 수확하였으며, ‘백광’은 봄과 가을에 수확하여 실험에 사용하였다.

깎두기 무의 염도: 무 품종 중 ‘백봉’ 및 ‘백광’에 대해서 15°C에서 10 및 15% 절임 염수 중에서 절이는 동안 절임 시간 경과에 따른 봄, 여름 및 가을별 깎두기 무의 염도를 Fig. 2에 나타내었다. 생 무의 염도는 여름이 0.1%, 봄이 0.2%, 가을이 0.3%이었다. 15% 염수에서 절임 1시간 후의 염도는 백봉의 경우, 여름 2.0%, 봄 2.6% 그리고 가을에는 2.8%이었고, 절임 2시간 후에 여름에는, 2.4%, 봄에는 2.8%, 가을에는 2.9%로 계절간에 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 초기 염 침투 속도(Table 2)는 ‘백봉’의 경우, 15% 절임 염수 중에서는 가을과 봄은 각각 2.9%/h, 2.4%/h로 유의적인 차이가 없었고, 여름은 1.9%/h로 가을과 봄에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05). 10% 절임 염수에서는 봄에는 1.7%/h, 가을에는 2.5%/h으로 가을이 높았다(p<0.05). ‘백광’의 경우에는, 15% 염수에서는 봄에는 2.5%/h, 가을에는 2.9%/h이었

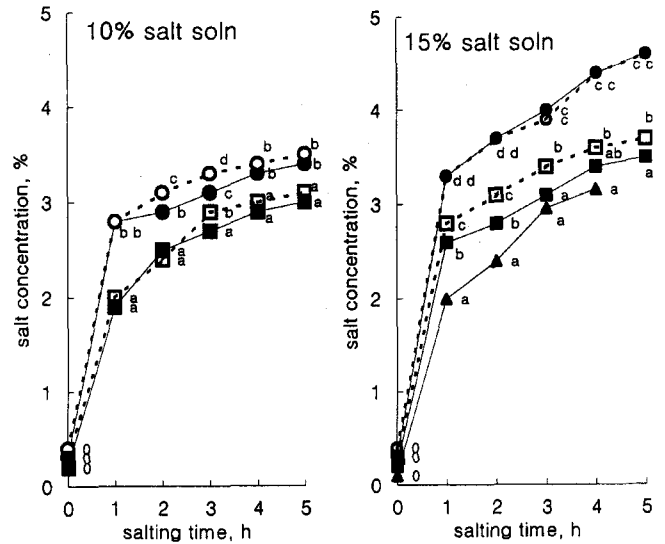


Fig. 2. Seasonal changes in salt concentration of salted radish cube during salting

Reported values with different alphabet at the same time are significantly different at p<0.05. ● : Bakbong, autumn; ■ : Bakbong, spring; ○ : Bagkwang, autumn; □ : Bagkwang, spring; ▲ : Bakbong, summer

고, 10% 염수의 경우, 봄에는 1.7%/h, 가을에는 2.4%/h으로 가을이 높았다(p<0.05). 한편, 깎두기 무를 염수에서 절이는 동안 깎두기 무의 염도가 3%에 도달할 때까지의 시간은 Table 3과 같다. 15% 절임 염수 중에서는 ‘백봉’의 경우, 봄과 여름에는 3시간, 가을에는 1시간이었으며, ‘백광’은 봄에는 2시간, 가을에는 1시간으로 두 품종 모두 가을에 절임 시간이 단축되었다. 이러한 결과는 무 중의 수분 함량이 여름과 봄에 많고 가을에는 상대적으로 작는데 기인되는 것으로 생각된다. 10% 절임 염수 중에서 ‘백봉’은 봄에 5시간 가을에는 3시간이었고, ‘백광’은 봄에 4시간, 가을에 2시간으로 가을에 절임 시간이 봄에 비해 단축되었고 그 경향은 15%와 유사하였다.

깎두기 무의 중량 변화: 무 품종 중 ‘백봉’ 및 ‘백광’에 대해서 15°C에서 10 및 15% 절임 염수 중에서 절이는 동안 시간 경과에 따른 계절별 깎두기 무의 중량 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 절임 염수 중에서 깎두기 무의 염도가 3%에 달하였을 때 깎두기 무의 중량 감소 정도는 15% 절임 염수일

Table 3. The time to reach 3% salt concentration in salted radish cubes by season (unit: h)

Season	Cultivar	10%		15%	
		Bagkwang	Bakbong	Bagkwang	Bakbong
Spring		4	5	2	3 ^{a2)}
Autumn		2	3	1	1 ^b
Summer		- ¹⁾	-	-	3 ^a
		p<0.05	p<0.05	p<0.05	

¹⁾It was not carried out

²⁾Any two means in the same column followed by the same superscripts are not significantly different at p<0.05

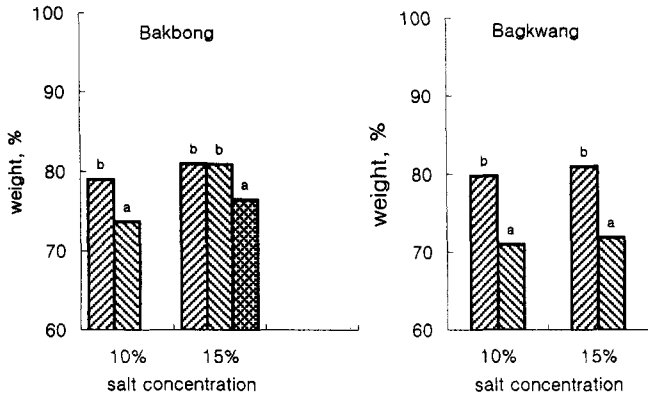


Fig. 3. Seasonal comparison in weight of radish cubes reached at 3% salt concentration during salting in 10% and 15% brine
Reported values with different alphabet at the same salt concentration are significantly different at $p < 0.05$. ▨ : autumn; ▩ : spring; ▪ : summer

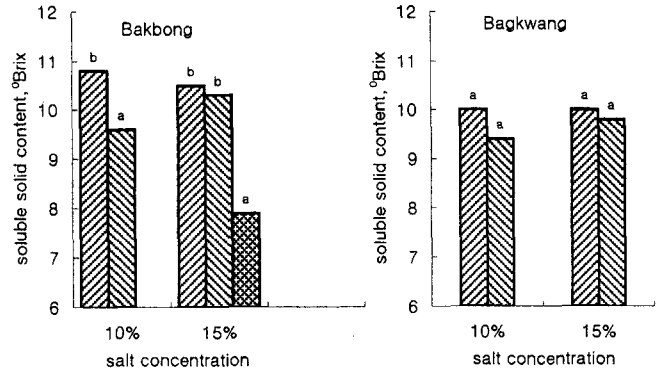


Fig. 5. Seasonal comparison in soluble solid content of radish cubes reached at 3% salt concentration during salting in 10% and 15% brine

Reported values with different alphabet at the same salt concentration are significantly different at $p < 0.05$. ▨ : autumn; ▩ : spring; ▪ : summer

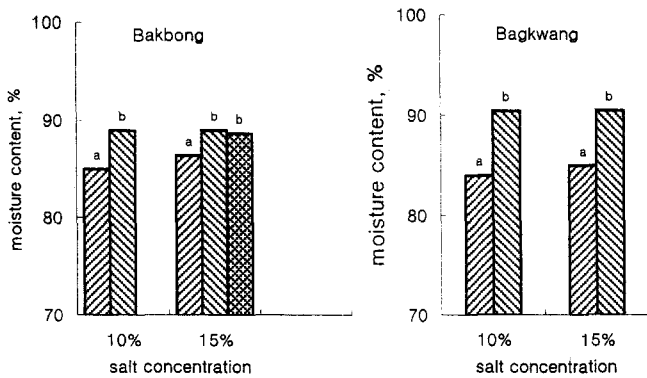


Fig. 4. Seasonal comparison in moisture content of radish cubes reached at 3% salt concentration during salting in 10% and 15% brine

Reported values with different alphabet at the same salt concentration are significantly different at $p < 0.05$. ▨ : autumn; ▩ : spring; ▪ : summer

경우, '백봉'은 여름이 25%로 봄과 가을(19%)에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 10% 절임 염수에서는 봄에는 24%, 가을에는 21%로 봄이 높았다($p < 0.05$). '백광'의 경우에는, 15% 염수에서는 봄에는 28%, 가을에는 19%이었고, 10% 염수에서는 봄에는 29%, 가을에는 20%로 봄에 중량 감소 정도가 더 컸다($p < 0.05$). 이 같은 현상은 봄 무의 경우 가을무에 비해 수분 함량이 높아 절임 시간이 더 길어진 데 기인된 것으로 생각되었다.

절임 무의 수분 함량: 생 무의 수분함량은 '백광'의 경우, 봄에는 95.1%이었고, 가을에는 94%이었으며, '백봉'의 경우, 봄과 여름에는 각각 94.8%, 95.7%이었으나 가을에는 93.2%로 두 품종 모두 봄과 여름 무가 가을 무에 비해 수분 함량이 높았다($p < 0.05$). 무 품종 '백봉' 및 '백광'에 대해서 15°C에서 10 및 15% 절임 염수 중에서 절이는 동안 시간 경과에 따른 계절별 깎두기 무의 중량 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 절임 염수 중에서 깎두기 무 내의 염도가 3%에 달하였을 때 깎두기 무의 수분함량은 15% 절임 염수일 경우, '백봉'은 봄과 여름이 각각 89.0%와 88.7%로 매우 유사하였으나 가을에는 86.4%로 낮았다($p < 0.05$). 10% 절임 염수에서는

봄에는 89.0%, 가을에는 85.0%로 봄이 높았다. '백광'의 경우에는, 15% 염수에서는 봄에는 90.5%, 가을에는 85.0%이었고, 10% 염수에서는 봄에는 90.4%, 가을에는 84.0%로 봄이 가을에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$).

절임 무의 가용성 고형물 함량 변화: 생 무의 가용성 고형물 함량은 '백광'의 경우, 봄에는 3.9°Brix이었고, 가을에는 5.8°Brix이었으며, '백봉'의 경우, 봄과 여름에는 각각 5.1, 3.1 3.9°Brix이었으나 가을에는 6.0°Brix로 두 품종 모두 봄과 여름 무가 가을 무에 비해 가용성 고형물 함량이 낮았다($p < 0.05$). 이와 같은 현상은 무의 수분함량과 관계되는 것으로 가을에 비해 봄이나 여름에는 무의 수분 함량이 가을에 비해 높기 때문이다. 이는 가을 배추가 봄 배추에 비해 가용성 고형물 함량이 월등히 높았다고 보고한 Shim 등⁽⁹⁾의 결과와 일치하며, 배추의 경우, 품종보다는 재배 계절의 영향이 더 크다는 보고⁽⁹⁾와 일치하는 결과이다. 또한, 무에 대한 결과인 Ryu⁽¹⁰⁾의 결과와도 일치하였다. 무 품종 '백봉' 및 '백광'에 대해서 15°C에서 10 및 15% 절임 염수 중에서 절이는 동안 시간 경과에 따른 계절별 깎두기 무의 가용성 고형물 함량 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 절임 염수 중에서 깎두기 무의 염도가 3%에 달하였을 때 깎두기 무의 가용성 고형물 함량은 15% 절임 염수일 경우, '백봉'은 봄 및 가을이 각각 10.3 및 10.5°Brix, 여름이 7.9°Brix로 여름이 낮았으며($p < 0.05$), 10% 절임 염수에서도 봄에는 9.6°Brix, 가을에는 10.8°Brix로 가을이 높았다($p < 0.05$). '백광'의 경우에는, 15% 염수에서는 봄에는 9.8°Brix, 가을에는 10.0°Brix이었고, 10% 염수에서는 봄에는 9.4°Brix, 가을에는 10.0°Brix로 계절별로 유의적인 차이가 없었다.

절임 무의 경도: 생 무의 경도는 '백광'의 경우, 봄에는 2,371 g이었고, 가을에는 2,773 g이었으며, '백봉'의 경우, 봄과 여름에는 각각 2,737 g, 2,548 g이었으나 가을에는 2,987 g으로 두 품종 모두 가을 무가 봄과 여름 무에 비해 경도가 높았다($p < 0.05$). 무 품종 '백봉' 및 '백광'에 대해서 15°C에서 10 및 15% 절임 염수 중에서 절이는 동안 시간 경과에 따른 계절별 깎두기 무의 중량 변화를 Fig. 6에 나타내었다. 절임 염수 중에서 깎두기 무의 염도가 3%에 달하였을 때 깎

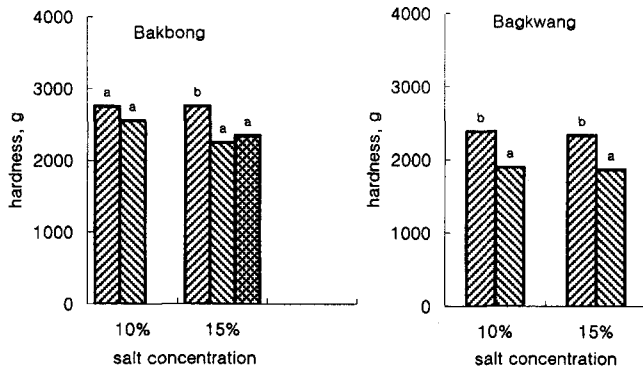


Fig. 6. Seasonal comparison in hardness of radish cubes reached at 3% salt concentration during salting in 10% and 15% brine

Reported values with different alphabet at the same salt concentration are significantly different at $p < 0.05$. ▨ : autumn; ▩ : spring; ▧ : summer

두기 무의 경도는 '백광'은 10% 및 15% 절임 염수에서 가을이 봄에 비해 유의적으로 높았으며, '백봉'은 15% 절임 염수에서 가을이 봄 및 여름에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 일반적으로 가을 무 품종들이 봄 무나 여름 무 품종에 비해 경도가 높은데⁽¹⁰⁾, 본 실험에서 동일 품종의 무를 세 계절에 재배한 경우에도 가을에 재배한 무가 봄이나 여름에 재배한 무에 비해 경도가 높았다. 무 중의 수분함량(Fig. 3)과 경도를 비교해 보았을 때, 봄과 여름 무는 연하고 수분함량이 높고, 가을 무는 단단하고 수분함량이 낮았는데 이 같은 현상은 채소류의 수분 함량은 경도와 역의 상관성을 보인다는 보고⁽¹⁸⁾와 일치하는 것으로 생각된다. 또한, 수분 함량 외에 채소의 경우 내부 구성물질에 따라 경도의 차이가 있는데, 경도가 높은 가을 무는 섬유소, 폴리우로나이드(polyuronids), 비섬유 중성당(non-cellulosic neutral sugars)의 함량이 경도가 낮은 봄무에 비해 높게 나타났다는 보고⁽¹⁹⁾에 비추어 보았을 때, 경도가 높은 가을 무는 가용성 고형물 함량이 높았고, 경도가 낮은 봄 및 여름 무는 가용성 고형물 함량이 낮게 나타나 경도와 가용성 고형물 함량도 밀접한 관계가 있음을 시사하였다. 그러나 세포벽 성분중 펙틴의 결합력이 클수록 경도가 높아지며 이에 Ca^{2+} 등 2가의 양이온의 함량이 크게 좌우하므로^(5,20,21) 이에 대한 연구 또한 필요할 것으로 생각된다.

요 약

여름무 품종별 무의 절임 특성을 알아보기 위해, 절임 염수(소금 농도: 15%)에 $2 \times 2 \times 2$ cm로 절단한 3 품종('백봉', '관동', '92343')의 여름 무를 2배의 절임 염수에 넣어 15°C에서 절이면서 절임 중 각두기 무의 염도, 중량, 수분함량, 가용성 고형물 함량 및 경도(TPA)를 알아보았다. 3 품종의 각두기 무 모두 절임 시간이 경과 될수록 염도, 가용성 고형물 함량은 증가하였으며, 중량 및 수분함량은 감소하는 경향을 나타내었고, texture analyser에 의한 경도는 감소하는 경향을 나타내었다. 각두기 무의 소금 농도가 3%에 달할 때까지의 절임 염수의 소금 농도에 따른 최적 절임 시간은 '백봉'은 3시간, '관동' 및 '92343'은 4시간이 적당하였다. 절이

는 동안 중량 감소율은 '백봉'이 약간 컸고, '관동' 및 '92343'은 비슷하였다. '관동'과 '92343'은 '백봉'에 비해 수분함량이 적었고, 가용성 고형물 함량이 많았으며 경도가 높았으며 '백봉'은 수분함량이 많고 가용성 고형물 함량이 적었고 경도가 낮았다.

한편, 절임무의 계절별 특성을 알아보려고 '백봉' 및 '백광' 2 품종에 대해 10% 또는 15%의 절임 염수에서 절이는 동안의 각두기 무중의 염도가 3%에 달하였을때의 절임무 특성을 계절별로 알아본 결과, '백봉'은 염침투 속도, 중량 감소정도, 가용성 고형물 함량 및 경도가, '백광'은 염침투 속도, 중량 감소정도 및 경도가 가을이 봄 및 여름에 비해 높게 나타났으며, 수분 함량은 두 품종 모두 봄 및 여름이 가을에 비해 높게 나타났다.

문 헌

- Kim, M.R. and Kim, J.H. Comparison of spring radish cultivars for *Kakdugi* preparation. Korean J. Soc. Food Sci. accepted (2001)
- Kim, M.R., Park, H.Y. and Chun, B.M. Characteristics of *Kakdugi* radish cube by autumn cultivars during salting. J. Korean Soc. Food Nutr. 30: 25-31 (2001)
- Shim, S.T., Kim, K.J. and Kyung, K.H. Effect of soluble contents of Chinese cabbage on kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 278-284 (1990)
- Kim, S.D. and Kim, M.J. Changes of salt and calcium concentration in radish during salting. J. Korean Soc. Food Nutr. 17: 110-114 (1988)
- Kim, J.M., Shin, M.K. and Hwang, H.-S. Physico-chemical changes of radish cubes for *Kakdugi* during salting. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 300-306 (1989)
- Kwon, T.Y. and Choi, Y.H. Prediction model of absorbed quantity and diffusivity of salt in radish during salting. J. Korean Soc. Food Nutr. 20: 572-581 (1991)
- Rhee, H.S. and Lee, G.J. Changes in textural properties of Korean radish and relevant chemical, enzymatic activities during salting. Korean J. Dietary Culture 8: 267-274 (1993)
- Rhee, H.S. and Lee, G.J. Effects of preheating treatment and chitosan addition on the textural properties of Korean radish during salting. Korean J. Dieatry Culture. 9: 53-59 (1994)
- Han, K.Y., Park, S.O. and Noh, B.S. Effect of calcium, potassium and magnesium ion on salting of radish. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 1071-1074 (1997)
- 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(20001)
- Kim, M.R. and Oh, S.H. Characteristics of *Kakdugi* radish cube by spring cultivars during salting. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. accepted (2001)
- AOAC Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Inc., Virginia, p. 918 (1990)
- Park, Y.R. and Park, B.O. Sodium chloride content in Korean storage foods. Korean J. Nutr. 7: 25-29 (1974)
- Mheen, T.I. and Kwon, T.W. Effect of temperature and salt concentration of Kimchi fermentation. Korean J. Sci. Technol. 16: 443-450 (1984)
- Choi, S.Y., Kim, Y.B., Yoo, J.Y., Lee, I.S., Lee, Chung, K.S. and Koo, Y.J. Effect of temperature and salts concentration of Kimchi manufacturing on storage. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 707-710 (1990)
- National Rural Living Science Institute, R.D.A. Food Composition Table, 5th revision, Suwon, Korea, pp. 88-91 (1996)
- Cho, J.S. Food chemical study for kimchi export, Rural Develop-

- ment Administration (1992)
18. 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)
 19. Kang, N.K. A temporal relationship between tissue firmness and cell wall compositions in radish roots, M.S. Thesis, Chung-Ang University, Anseong, Korea (1997)
 20. Cross, K. and Wang, C. Compositional changes in cell wall polysaccharides from chilled and non-chilled cucumber fruit. *Phytochem.* 23: 1575-1583 (1984)
 21. Glenn, M. and Poovaiah, B. Calcium mediated postharvest changes in texture and cell wall structure and composition in 'Golden Delicious' apple. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115: 962-968 (1990)
-

(2001년 7월 19일 접수)