

## 봄무 품종별 깎두기 무의 절임 특성

김미리<sup>†</sup> · 오상희

충남대학교 식품영양학과

### Characteristics of *Kakdugi* Radish Cube by Spring Cultivars during Salting

Mee Ree Kim<sup>†</sup> and Sang Hee Oh

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

#### Abstract

Characteristics (salt concentration, weight loss, soluble solid content, moisture content, pH, textural properties) of *kakdugi* radish cube (2×2×2 cm) were evaluated during salting. Four different radish cultivars harvested in spring were immersed into 5, 10 or 15% brine (radish : brine = 1 : 2) at 15°C for 5 hr. The time required to reach the optimum salt concentration (3.0%) was different among cultivars; in 10% brine solution, 5 hr for 'Bakbong' and '9621', and 4 hr for 'Bagkwang' and 'Housebommu', in 15% brine, 3 hr for 'Bakbong' and '9621', and 2 hr for 'Bagkwang' and 'Housebommu'. While the highest value of weight loss of *kakdugi* radish cube was observed with 'Bakbong', the lowest, 'Bakbong'. There was a decrease of pH of *kakdugi* radish during salting ; while 'Bakbong' showed little change in pH, 'Bagkwang' and 'Housebommu' showed large decrease of pH. Hardness and fracturability decreased during salting; the highest value of hardness was observed with 'Bakbong', the lowest, 'Bagkwang'. 'Bakbong' has the lowest moisture content, but the highest soluble solid content, while 'Bagkwang' and 'Housebommu' have the highest moisture content, but the lowest soluble solid content. There was a similarity of characteristics of *kakdugi* radish cube between two cultivars, 'Bagkwang' and 'Housebommu'.

**Key words:** salting characteristics, *kakdugi* radish cube, spring radish cultivar

#### 서 론

무를 주재료로 하는 깎두기는 공장에서 대량생산하는 경우, 대부분은 깎두기 무를 절인 후 양념에 버무리는 공정을 택하고 있다. 그러나 절여진 깎두기 무의 특성은 무의 품종에 따라 달라진다. 특히, 봄 무는 가을 무에 비해 중량이 크고 수분 함량이 높고 단맛이 적은 것이 특징으로, 깎두기를 담그었을 때 제대로 절여지지 않으면 수분이 많아 깎두기 국물이 많아 질 뿐 아니라 양념이 희석되어 맛이 떨어지게 된다. 따라서, 깎두기 무를 일정하게 절이기 위하여는 절임 조건을 가을 무와는 달리해야 할 필요가 있으며, 절인 후의 깎두기 무의 특성에 따라 양념 배합 비율 역시 조절해야 할 필요가 있다. 깎두기의 품질을 일정하게 유지하기 위해서는 깎두기 무의 절임 공정을 무의 특성에 맞게 확립하는 일이 급선무라고 사료된다.

현재까지 무 또는 깎두기 무의 염 절임에 관한 연구로는 Kim과 Kim(1)의 무의 소금 절임과정 중 소금의 침투와 칼슘의 용출, Kim 등(2)의 간절임 중 깎두기용 무의 이화학적 변화, Kwon과 Choi(3)의 무 절임시 소금의 침투량과 확산도 예측모델, Rhee와 Lee(4,5)의 염장과정 중 무의 조직감, Han

등(6)의 염 이온이 무의 소금 절임에 미치는 영향에 관한 연구가 있다. 최근, Ryu 등(7)이 무 품종별 이화학적 특성 및 깎두기 가공적성을 보고하였으나, 품종과 절임 조건 및 절임 특성치가 매우 제한적이다. 또한, Kim 등(8)이 가을무 품종별 절임에 관한 특성을 보고하였으나 봄무 품종별 절임 특성에 관한 연구는 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 김치공장에서의 작업장 온도인 15°C에서 봄무 품종별로 염수의 소금 농도를 달리하여 절였을 때의 절임 특성을 조사하여 대량 생산시 무 품종별 최적 절임 조건을 확립하여 깎두기의 품질을 유지하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

주재료인 무는 홍농종묘(조치원)에서 분양받았으며, 2001년 이른 봄에 파종하여 5월에 수확한 봄무('백광', '9621', '백봉', '하우스 봄무') 4품종을 사용하였다. 절임에 쓰인 소금은 정제염(99%, (주)한주)을 사용하였다.

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: mrkim@cnu.ac.kr  
Phone: 82-42-821-6837. Fax: 82-42-821-6837

깍두기 무의 절임 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. 5, 10 또는 15%의 소금물(w/w)을 절임 염수로 제조하였으며, 깍두기 무 200 g에 염수 400 mL를 플라스틱 봉투에 넣고 무가 염수에 잠기도록 한 후 봉하여 15°C의 항온기(Low Temperature Incubator, LTI-1000SD, Eyela, Japan)에 넣어 절이면서 경시적으로 절임 특성을 조사하였다. 모든 실험은 3회 반복하여 평균치로 나타내었다

중량 및 수분 함량

항온기에 있는 플라스틱 봉투를 경시적으로 꺼내어 염수 중에 잠겨져 있는 깍두기 무를 꺼내어 증류수로 2회 수세하고, 채반에 넣어 10회씩 흔들어 물기를 제거한 후, 마른 거즈로 여분의 물기를 제거한 후 무게를 측정하였다. 생무 및 절인 깍두기 무의 수분함량은 AOAC법(9)에 의거 상압가열건조법 및 적외선 수분측정법(Thermo Control, YTC 01L, Satorius)을 병행하여 측정하였다.

염도, pH 및 가용성 고형물

물기를 제거한 깍두기 무를 파쇄기로 갈아 거즈로 짜서 얻은 액의 염도를 염도계(Sekisui, SS-31A, Japan)로 측정하였고, pH는 pH meter(Orion 420A plus, Orion Inc. MA, USA)로 측정하였으며, 가용성 고형물 함량은 굴절당도계(Model N1, Atago, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타내었다. 소금의 침투 속도는 절임 시작후 1시간 동안 증가한 염도에서 다음의 식에 의거 계산하였다.

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

여기서  $t$ 는 절임 시작 후 1시간이며  $C_t$ 는 1시간 절인 후의 깍두기 무조직의 염도(%),  $C_0$ 는 절임 전 생무의 염도(%)이다.

조직감 특성

생무 및 절인 깍두기 무의 조직감 특성은 Texture analyser(TA XT2, Stable Micro Systems, England)를 사용하여 시료를 2회 연속적으로 압착시켰을 때 얻어지는 힘-거리 곡선으로부터 측정하였으며, 10회 반복 측정 후 측정치가 비슷한 5개의 값으로 평균치를 계산하였다. 기계적인 특성에 속하는 조직감의 1차적 요소인 경도(hardness) 및 파쇄성(fracturability)을 측정하였다. 기기의 측정조건은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

염도

봄무 품종별 깍두기 무를 15°C 염수 중에서 절이는 동안 절임 시간 경과에 따른 깍두기 무의 염도를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 절임 시간이 경과할수록, 소금 농도가 높을수록 깍두기 무의 염도는 높아졌는데, 생무의 염도는 0.2~0.3%

Table 1. Conditions of texture analyser for texture profile analysis

Probe	∅ 5 mm
Force threshold	20 g
Distance threshold	0.5 mm
Contact area	19.6 mm <sup>2</sup>
Contact force	5 g
Pre test speed	5 mm/sec
Post test speed	5 mm/sec
Test speed	5 mm/sec
Strain	75 %
Time	3 sec
Trigger type	Auto @ 10 g

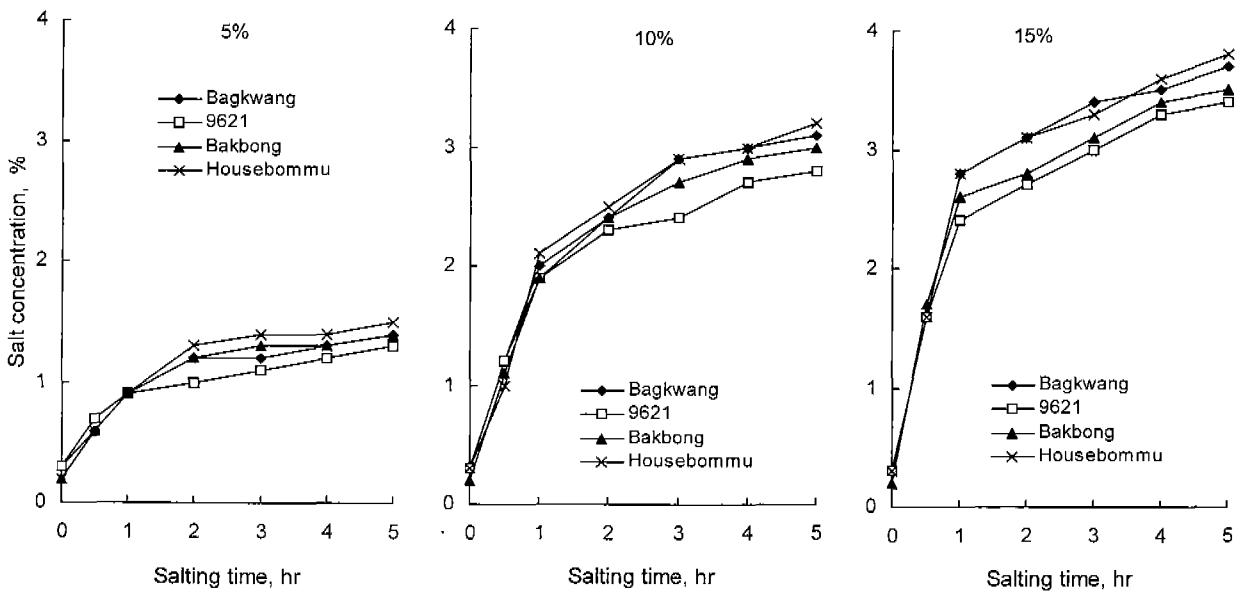


Fig. 1. Changes of salt concentration in *kakdugi* radish cube by spring cultivars during brining salting at 15°C.

이었으나 5% 염수에서 절임 1시간 후에는 0.9%로 상승되었고, 10% 염수에서는 1시간 후에 1.9~2.1%로 상승되었으며, 15% 염수에서는 절임 1시간 후에 2.4~2.8%로 급격히 상승하였다. 소금 농도가 높을수록 염도의 상승정도가 커서 삼투압의 차이가 클수록 소금의 침투속도가 커지는 일반적인 이론에 일치하였다. 그러나 절임 1시간 이후부터는 염도의 상승폭이 완만하여 절임 5시간 후에는 5% 염수에서는 1.3~1.5%, 10% 염수에서는 2.8~3.2%, 15% 염수에서는 3.4~3.8%에 달하였다. 무 품종별로 절임 경과시간에 따른 깍두기 무의 염도는 크게 다르지 않았으나, 동일 염도 및 동일 절임시간일 경우, '9621'은 모든 품종 중에서 염도가 가장 낮았으며 '하우스봄무'와 '백광'이 높았다. '백봉'의 염도는 '백광'과 '9621'의 중간 정도를 나타내었다.

또한 초기 소금 침투속도(Table 2)도 무 품종별로 다른 양상을 나타내었는데, 10% 염수 중에서 '9621'이 1.6%/시간, '백광' 및 '백봉'이 각각 1.7%/시간, '하우스봄무'가 1.8%/시간이었다. 15% 염수 중에서는 '9621'이 2.1%/시간으로 가장 느렸고, 그 다음이 '백봉'으로 2.4%/시간이었으며, '하우스봄무' 및 '백광'이 2.5%/시간으로 가장 빨랐다. 이 같은 결과는 염수의 소금 농도가 증가함에 따라 모든 품종의 무는 소금 침투속도가 증가되어 Kim 등(10)의 결과와 유사하였다. 또한, 가

을무 품종의 소금 침투 속도는 '백광'은 2.9%/시간, '백봉'은 3.0%/시간에 비교해 보았을 때, 봄무는 약간 느린 경향을 나타내었다(8).

김치의 적정 염 농도는 3%(11,12)이며, 또한 김치의 염 농도가 3%일 때 저장성이 향상되었다는 Choi 등(13)의 보고에 비추어, 깍두기 무의 적정 염도를 3%로 보았을 때, 염수의 소금 농도에 따른 최적 절임 시간은 절임 온도 15°C에서 10% 염수에서는 '백봉' 및 '9621'은 5시간, '백광' 및 '하우스봄무'는 4시간이 적당하였으며, 15% 염수에서는 '백봉' 및 '9621'은 3시간, '백광' 및 '하우스봄무'는 2시간이 적당하였으며, 5% 염수에서는 모든 품종의 무가 절임 5시간 후에도 1.3~1.5%로 3%에 도달하지 못하였다. 이 같은 결과는 Kim 등(2)이 깍두기의 간에 맞는 최적 염도인 3%가 되려면 20°C에서 10% 소금물에서 2시간, 15% 소금물에서 1시간 그리고 15% 이상인 소금물에서는 1시간 이내에 도달되었다고 하여 본 실험 결과에 비해 절임시간이 약간 단축되었는데, 그 이유로는 절임 온도 및 품종의 차이에 기인된다고 사료되었다. 그러나 고농도에서 단시간 절임 경우 무 내부까지 소금이 도달하지 못하므로(2), 15% 염수에서 2~3시간이 적당할 것으로 사료되었다. 한편, 절인 무를 맛보았을 때 짠 정도가 적당하게 느껴지는 무 중의 염농도는 2.5%이었다. 염농도가 2.5%보다 낮은 경우에는 무의 매운 맛이 강하고 무의 다즙성이 많게 느껴졌으며, 염농도가 3.0%인 경우에는 짜고, 무의 다즙성과 단맛은 2.5%에 비해 적게 느껴졌다.

Table 2. Salt penetration rate of radish cube by salt concentration and radish cultivars at 15°C

Cultivars	Salt concentration, %		
	5	10	15
Bagkwang	0.6	1.7	2.5
9621	0.6	1.6	2.1
Bakbong	0.7	1.7	2.4
Housebommu	0.7	1.8	2.5

중량 변화

깍두기 무를 염수에 절임하는 동안 깍두기 무의 중량 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 소금 농도에 따른 깍두기 무의 중량은 염수의 농도가 높을수록, 절임 시간이 길수록 감소 정도는

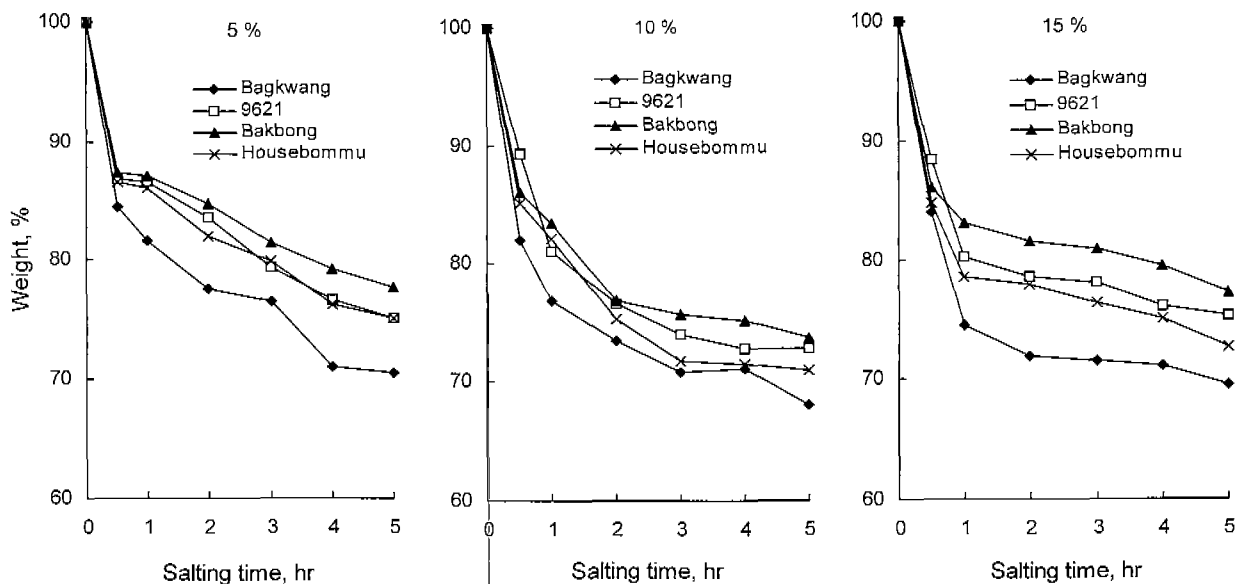


Fig. 2. Changes of weight in *kakdugi* radish cube by spring cultivars during brining salting at 15°C.

크게 나타났다. 5% 염수에서, 절임 5시간 후에 품종별로 중량 감소가 가장 큰 품종은 '백광'으로 30%이었고, 그 다음이 '하우스 봄무' 및 '9621'로 25%이었으며, '백봉'은 22%이었다. 중량 감소가 가장 작은 품종은 '백봉'으로 절임 4시간 후에 25%이었다. 15% 염수에서는 10% 염수에서보다 중량 감소 정도가 더 컸으며, 절임 2시간 후에 품종별로 중량 감소가 가장 큰 품종은 '백광'으로 29%이었으며, 중량 감소가 가장 작은 품종은 '백봉'으로 18%이었다. '하우스 봄무' 및 '9621'은 22~23%이었다.

한편, 깎두기 무의 염도가 3% 정도에 도달하였을 때, 10% 염수에서의 깎두기 무의 중량 감소 정도는 '백광' 및 '하우스 봄무'는 서로 유사하여 약 29%로 가장 컸으며, '9621'이 27%이었고 '백봉'은 26%로 가장 작았다. 15% 염수에서는 '백광'이 28%로 가장 컸고, '하우스 봄무' 및 '9621'은 22%이었으며, '백봉'의 경우 약 19%로 가장 작았다. 중량 감소 정도는 저농도에서 장시간 절이는 경우가 고농도에서 단시간 절이는 경우보다 컸으므로 공장에서 깎두기 제조 시 경제성을 고려하여 중량 감소를 최소화하려면 고농도에서 단시간 절이는 것이 바람직한 것으로 사료되었다.

#### 수분함량

깎두기 무를 염수에 절이는 동안 깎두기 무의 수분함량을 Fig. 3에 나타내었다. 염수의 소금 농도가 증가함에 따라, 또 절임 시간이 경과됨에 따라 깎두기 무의 수분함량은 감소하는 경향을 나타내어 Ryu 등(7) 및 Kim 등(8)의 보고와 일치하였다. 품종별 생무의 수분함량은 '백광'(95.10%)이 가장 높았으며, '9621'(94.0%)이 가장 낮았다. '백봉' 및 '하우스 봄무'는 94.7~94.8%로 유사하였다. 절임무 중의 수분함량은 절임 1시간까지 급격히 감소하였고 그 이후에는 매우 완만하게 감소하였다. 10% 염수에서 1시간 절임 후의 수분 감소 정도는 '백

광' 및 '백봉'이 3.23~3.33%이었고, '9621'과 '하우스 봄무'는 2.74~2.86%이었으며, 15% 염수에서 1시간 절임 후에 '백광' 및 '백봉'은 4.58~4.72%, '9621'과 '하우스 봄무'는 2.89~2.95% 감소하여, 감소폭은 '백광'과 '백봉'이 다른 두 품종에 비해 컸다. 깎두기 김치 중의 수분함량인 88.4%(14)에 비해 보았을 때 10% 및 20% 염수에서 절임 깎두기 무의 수분함량은 88.9~91.2%로 비슷하였다. 본 실험에 사용한 봄무 4품종은 모두 수분함량이 많고 조직이 연한 편이었으나 그 중에서 '백광'과 '하우스 봄무'가 약간 수분이 더 많은 편이었다.

#### 가용성 고형물 함량

절임 염수 중에서의 깎두기 무의 가용성 고형물 함량 변화는 Fig. 4와 같다. 품종별 생무의 가용성 고형물 함량은 '백봉' 및 '9621'이 5.0°Brix로 가장 높았고 그 다음이 '하우스 봄무'로 4.2°Brix이었으며 '백광'은 3.6°Brix로 가장 작았다. '백봉' 및 '9621'의 가용성 고형물 함량이 높은 것은 수분함량이 낮게 나타난 앞의 결과와 잘 일치하고 있었으며, 또한 '백광'의 가용성 고형물 함량이 낮은 것은 수분함량이 높은데 기인되는 것으로 사료된다(Fig. 4). 한편, 절이는 동안 깎두기 무의 가용성 고형물 함량은 절임 시간이 경과될수록, 소금 농도가 높을수록 높아져 5% 염수에서는 절임 1시간 후에 5.6~6.5°Brix로 상승하였으며, 10% 염수에서 1시간 후에는 7.8~8.0°Brix로 상승하였고, 15% 염수에서 1시간 후에 8.0~8.9°Brix로 급격히 상승하였다. 그러나 절임 1시간 이후부터는 상승폭이 매우 완만하여 절임 5시간 후에 5% 염수에서는 6.6~7.7°Brix, 10% 염수에서는 9.4~10.2°Brix, 15% 염수에서는 10.7~11.6°Brix에 달하였다. 이같은 결과는 절이는 동안 수분의 유출로 인한 중량 감소에 기인되는 것으로 생각된다(Fig. 2, 3). 또한, 무 품종별로 절임 경과시간에 따른 가용성 고형물 함량이 달랐는데, 5%, 10% 및 15% 염수에서, '9621'은 절이는 동안 가

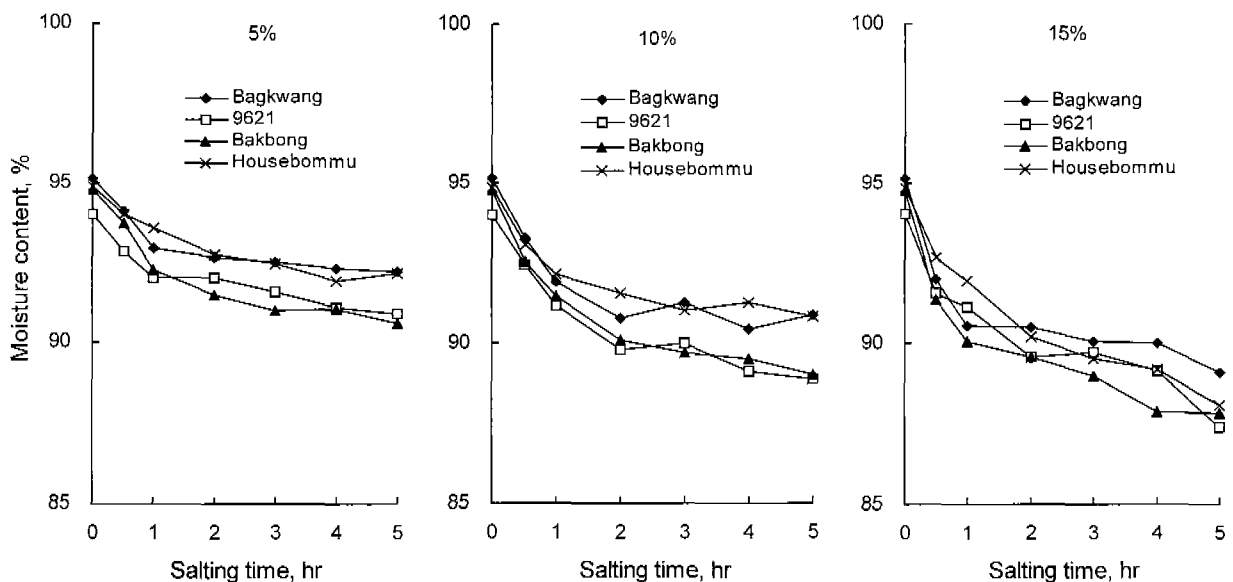


Fig. 3. Changes of moisture content in *kakdugi* radish cube by spring cultivars during brining salting at 15°C.

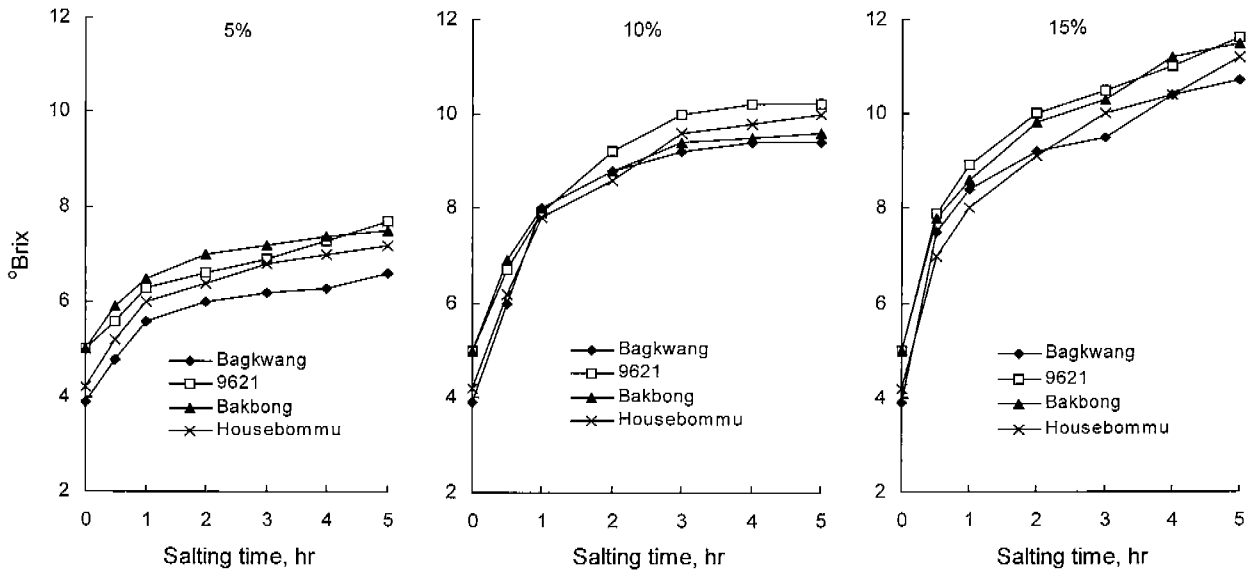


Fig. 4. Changes of soluble solid content in *kakdugi* radish cube by spring cultivars during brining salting at 15°C.

용성 고형물 함량이 가장 높아 절임 5시간 경과 후에 각각 7.7, 10.2 및 11.6°Brix이었으나, ‘백광’은 각각 6.6, 9.4 및 10.7°Brix로 가장 낮았다.

한편, 깍두기 무의 염도가 3% 정도일 때의 품종별 가용성 고형물 함량은 10% 절임염수에서 ‘9621’과 ‘하우스 봄무’가 10.0~10.2°Brix, ‘백봉’과 ‘백광’이 9.4~9.6°Brix로 품종간에 약간의 차이가 있었다. 15% 염수에서는 ‘9621’, ‘하우스 봄무’ 및 ‘백봉’이 11.2~11.6°Brix이었고, ‘백광’이 10.7°Brix로 소금 농도에 따라서도 약간의 차이가 있었다.

pH 변화

절임 염수의 소금 농도 및 절임 시간 경과에 따른 품종별 깍두기 무의 pH 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 절임 시간이 경

과됨에 따라 깍두기 무의 pH는 매우 서서히 낮아지는 경향을 보였는데, 절임 시간이 경과됨에 따라 pH가 낮아지는 경향은 Rhcc와 Lee(4)의 결과와 유사하였다. 생무의 pH는 ‘백봉’이 6.13으로 높았고, ‘백광’은 5.93으로 약간 낮았다. 10% 염수에서 깍두기 무의 염도가 3%에 도달하였을 때의 pH는 ‘백봉’과 ‘9621’은 5.76~5.77이었고, ‘백광’과 ‘하우스 봄무’는 5.52~5.59로 ‘백봉’과 ‘9621’은 다른 두 품종에 비해 약간 높았다. 15% 염수에서도 ‘9621’과 ‘백봉’이 ‘백광’ 및 ‘하우스 봄무’에 비해 약간 높았다. Woo와 Koh(15)가 배추의 절임 시간을 달리하여 절인 배추로 김치를 담구어 숙성 중의 산도, 미생물 수를 측정된 결과에 의하면 절임 시간을 길게 한 배추로 담군 김치가 산도와 미생물 수가 더 많았던 점에 비추어 깍두기의

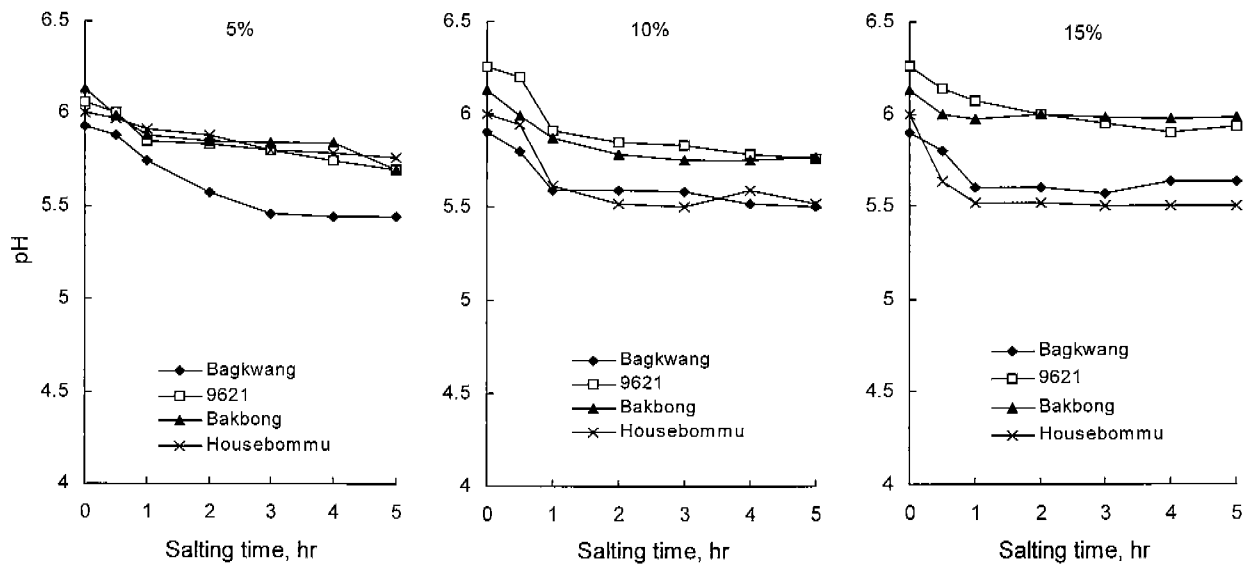


Fig. 5. Changes of pH in *kakdugi* radish cube by spring cultivars during brining salting at 15°C.

저장성면에서 볼 때 pH 변화가 비교적 큰 '백광'과 '하우스 봄무'보다는 비교적 pH 변화가 작은 '백봉'이 바람직한 것으로 사료되었다.

조직감 특성

염수의 소금 농도와 절임 시간 경과에 따른 깎두기 무의 조직감 특성을 texture profile analysis(TPA)로 측정하여 Fig. 6 및 7에 나타내었다. 절임 시간 경과에 따라 경도(hardness) 및 파쇄성(fracturability)은 감소하는 경향을 나타내었으며 염수의 소금 농도가 증가함에 따라서 경도 및 파쇄성이 약간씩 감소되는 경향을 보여 기존의 보고(2,4,7-9)와 유사하였다.

염수 중에 절이는 동안 깎두기 무의 경도가 낮아지는 것은 무의 pectin분자 내에 있는  $Ca^{++}$ 과  $Mg^{++}$ 이 소금물 중의  $Na^+$ 와 치환되기 때문으로 사료된다(16,17). 생무의 경도가 가장 높은 품종은 '백봉'이었으며 나머지 3품종은 비슷하였으나 '9621'이 약간 높았고, '백광'과 '하우스 봄무'의 경도가 가장 낮아 Ryu 등(7)의 결과와 유사하였다. 그러나 봄무의 경도는 가을무에 비해 모든 품종에서 낮았다. 한편, 경도가 낮아 연한 조직감을 지니고 있는 '백광' 및 '하우스 봄무'의 경우 소금 침투 속도가 가장 높았던 앞의 결과와 잘 일치하였다. 또한, 경도가 높은 '백봉'과 '9621'은 수분함량이 낮았고 가용성 고형물 함량은 높았는데, 채소류의 수분함량이 경도와

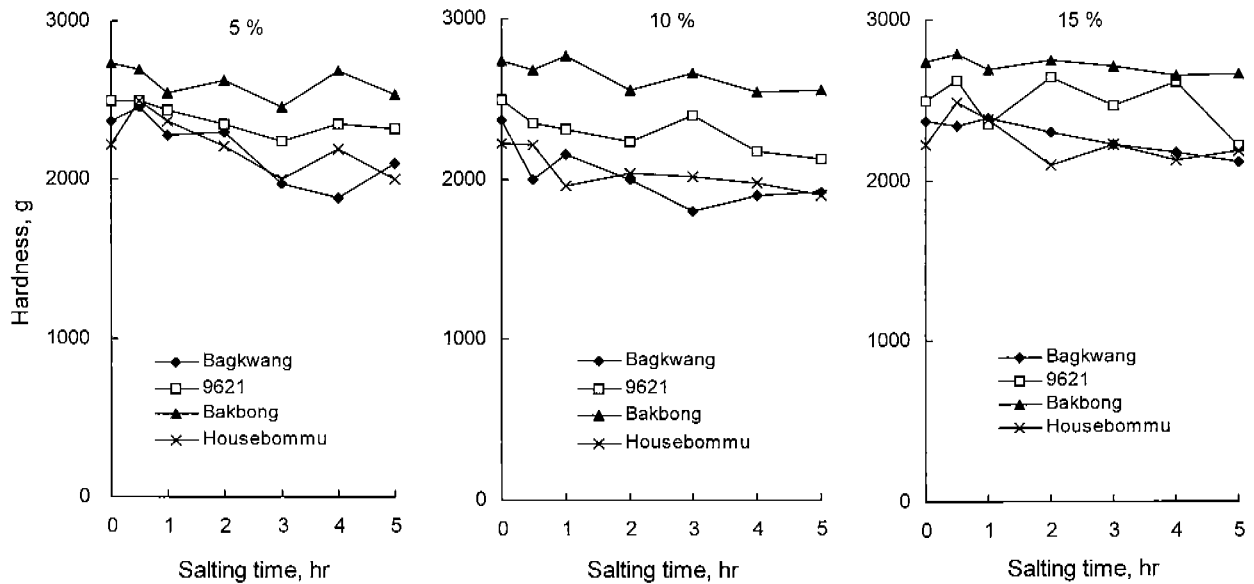


Fig. 6. Changes of hardness in *kakdugi* radish cube by spring cultivars during brining salting at 15°C.

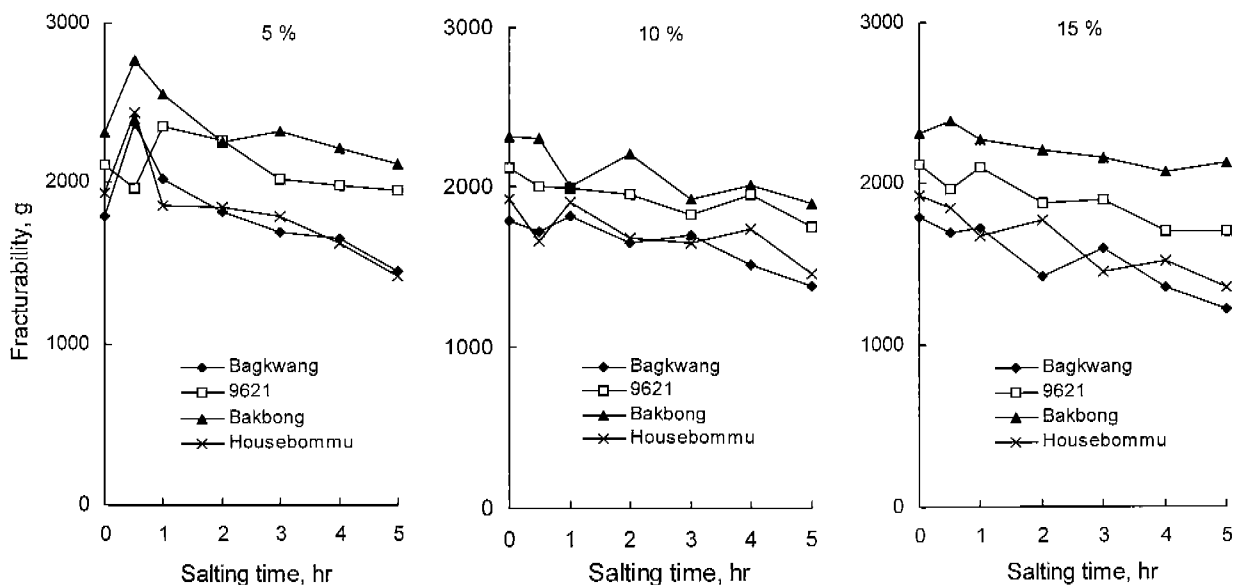


Fig. 7. Changes of hardness in *kakdugi* radish cube by spring cultivars during brining salting at 15°C.

역의 상관관을 보인다는 보고(7)와 조직의 건물함량이 경도와 밀접한 상관성을 보인다는 여러 연구결과와 일치하였다.

요 약

봄무 품종별 깍두기 무의 절임 특성을 알아보기 위해, 염수의 소금 농도(5,10, 또는 15%)를 달리하여 절임 염수를 제조하여 절단한(2×2×2 cm) 4품종('백광', '9621', '백봉' 및 '하우스 봄무')의 무를 2배의 염수에 넣어 15°C에서 절이면서 절임 중 깍두기 무의 염도, 중량, 수분함량, 가용성 고형물 함량, pH 및 조직감 특성(TPA)을 알아보았다. 4품종의 깍두기 무 모두 염수의 염도가 높을수록, 절임 시간이 경과될수록 염도, 가용성 고형물 함량은 증가하였으며, 중량 및 수분함량은 감소하는 경향을 나타내었고, Texture Analyser에 의한 TPA값 중 경도 및 파쇄성은 감소하는 경향을 나타내었다. 깍두기 무의 소금 농도가 3%에 달할 때까지의 염수의 소금 농도에 따른 최적 절임 시간은 10% 염수에서는 '백봉' 및 '9621'이 5시간, '백광' 및 '하우스 봄무'는 4시간이 적당하였으며, 15% 염수에서는 '백봉' 및 '9621'은 3시간, '백광' 및 '하우스 봄무'는 2시간이 적당하였다. 절이는 동안 중량 감소율은 '백광' 및 '하우스 봄무'가 가장 컸고, '백봉'이 가장 작았다. 절이는 동안 pH 감소 정도가 큰 품종은 '백광'이었고, pH 변화가 거의 없는 품종은 '백봉'이었다. '백봉'이 다른 세 품종에 비해 수분함량이 적고 가용성 고형물 함량이 많았으며 경도가 높았으며 '백광' 및 '하우스 봄무'는 수분함량이 많고 가용성 고형물 함량이 적었고 경도가 낮았다.

감사의 글

품종별 무 시료를 제공하여 주신 흥농종묘육종연구소(조치원)의 전병문 박사님과 박한용 박사님께 감사드립니다.

문 헌

1. 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)

2. 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)

3. 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)

4. 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)

5. 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. Dietary Culture*, 9, 53-59 (1994)

6. 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)

7. 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)

8. Kim, M.R., Park, H.Y. and Chun, B.M. : Characteristics of *kakdugi* radish cube by autumn cultivars during salting. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 25-31 (2001)

9. A.O.A.C. : *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, p.918 (1990)

10. Kim, W.J., Ku, K.H. and Cho, H.O. : Changes in some physical properties of *kimchi* during salting and fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20, 483-487 (1988)

11. Mheen, T.I. and Kwon, T.W. : Effect of temperature and salt concentration of *kimchi* fermentation. *Korean J. Sci. Technol.*, 16, 443-450 (1984)

12. Park, Y.R. and Park, B.O. : NaCl content in Korean storage foods. *Korean J. Nutr.*, 7, 25-29 (1974)

13. Choi, S.Y., Kim, Y.B., Yoo, J.Y., Lee, I.S., 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)

14. National Rural Living Science Institute, R.D.A. : *Food Compostion Table*. Fifth revision (1996)

15. Woo, K.J. and Koh, K.H. : A study on the texture and taste of *kimchi* in various saltings. *Korean J. Sci. Food Sci.*, 5, 31-41 (1989)

16. Kentaro, K., Mitsue, K. and Yasuhiro, M. : Studies on the mechanism of changes in content of inorganic cations in crude cell wall polysaccharides and of increase of hot water soluble pectin during salting of radish root. *Nippon Shokuhin Gakkashi*, 30, 94-101 (1983)

17. Kentaro, K., Mitsue, K. and Yasuhiro, M. : Changes of Na, Ca and Mg content in pectin fractions of radish root during soaking in sodium chloride solution. *Nippon Shokuhin Gakkashi*, 30, 483-489 (1983)

(2001년 7월 2일 접수)