

Change in the Physicochemical Properties of Dolsan Leaf Mustard under Salting Conditions

Sangok Bae¹, Sung-Dol Wi², Hyun-soo Lim² and Myeong-rak Choi^{2*}

¹Department of Culinary Art, Chodang University, Muan 534-701, Korea

²Department of Biotechnology and Chemical Engineering, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

절임조건에 따른 돌산갓의 이화학적 특성 변화

배상옥¹ · 위성돌² · 임현수² · 최명락^{2*}

¹초당대학교 조리과학부, ²전남대학교 생명화학공학과

Abstract

To investigate the optimal salting conditions, the physicochemical properties of Dolsan leaf mustard were compared under various salting times and using various washing methods and storage temperatures at 10% saline. On the other hand, the cell number of lactic-acid bacteria in Dolsan leaf mustard salted under the optimal conditions was also examined during the 50-day storage. The results of the sensory evaluation of the crispness value of the Dolsan leaf mustard treated with stepwise washing after 8h salting showed the optimal conditions for long-term preservation. The pH of the salted Dolsan leaf mustard decreased with the increase in the lactic-acid bacteria during the storage at 4°C. The cutting energy slowly increased during the storage, but the cutting energy of the salted Dolsan leaf mustard treated with stepwise washing remained at the initial values. The color of the salted Dolsan leaf mustard did not change during 40-day storage, but the mustard turned brown after 50-day storage, for which reason it could not be made into Dolsan leaf mustard kimchi. These results could be recommended as the optimal salting conditions and storage time of salted Dolsan leaf mustard for making kimchi.

Key words : Dolsan leaf mustard, salting, storage, kimchi

서 론

십자화과에 속하는 갓(mustard leaf, *Brassica juncea*)은 경엽채소류 중의 하나로 김치의 재료로 이용되어 왔다(1,2). 갓의 매운맛은 allyl isothiocyanate 성분으로 김치의 발효시 다양한 황성분과 관련물질을 생성한다고 보고되었다(3,4). 이들 함황물질이 김치발효에 영향을 주어 갓김치 특유의 맛과 조직감이 유지된다. 특히, 돌산갓 김치는 특유의 조직감으로 장기간 저장중에도 쉽게 연화되지 않는 성질을 가지고 있으며, 매운맛이 연하여 감칠맛이 뛰어날 뿐 아니라 칼슘과 칼륨 등의 무기질 함량이 높다(5,6). 또한, 돌산갓 김치의 기능성에 대한 연구로는 항산화 활성과 항고혈압 효과가 보고되었고(7), 돌산갓 김치 추출물의 항암활성에 대한 조사가 이루어 졌다(8).

돌산갓김치는 연중적인 공급과 소비가 이루어진다. 그러나 출하시기별 생산량에 차이가 있어 가격의 불균형을 이루고 있으며 김치가공을 위한 재료의 공급도 원활하지 않을 때가 많다. 또한 원예산물의 품질 및 가공적성은 품종과 같은 유전적 요인과 재배와 같은 수확 전 요인, 저장조건과 같은 수확 후 요인이 영향을 미치는데(9,10) 돌산갓의 품질 및 가공적성은 김치의 품질에도 영향을 미친다. 김치원료를 질여서 저장할 수 있다면 원재료를 저장하는 것보다 무게와 부피가 30~50% 감소되어 원료의 저장비용이 감소하므로 김치의 제조원가를 줄일 수 있다(11).

2008년 돌산갓은 872.7 ha에서 30,108톤을 생산하였으며 갓김치로 300개 가공업체에서 10,000 M/T을 생산해 연간 400억원의 판매액을 기록하였으나, 80%이상이 즉석판매업과 가내 식당판매를 통해 이루어졌다(12). 돌산갓은 타지역의 갓에 비해 명성이 높아 재배농민과 갓김치 가공업체의 고부가가치 상품으로서의 가능성을 가지고 있지만, 연중

*Corresponding author. E-mail : mrchoe@chonnam.ac.kr
Phone : 82-61-659-7303, Fax : 82-61-653-3319

생산량의 불균형으로 가격차이의 폭이 크며, 생산량의 60% 이상이 생갓으로 유통업자들에 의해 출하되고 있어 재배농민은 소득이 크지 못하고, 갓김치 생산업체에서는 때때로 갓의 수급에 어려움을 겪고 있다.

또한 돌산갓 김치의 생산은 몇 개의 대규모 생산업체만이 아니라 많은 수의 소규모 가내수공업을 통해서 이루어진다. 여수시의 돌산갓김치 생산을 위한 절임 실태를 조사하였을 때 체계화되지 않고, 일관성이 없는 절임방법으로 실시되고 있었으며 문제가 될 수 있는 방법을 사용하는 업체도 있었다.

따라서 본 연구는 돌산갓 김치 제조를 위한 절임갓의 장기저장 가능성을 조사하고, 돌산갓에 가장 적합한 절임방법을 찾아 과학적이고 체계적인 절임방법을 제시하여 연중 생산량의 불균형으로 인한 손실을 최소화 하고자 돌산갓의 절임조건을 달리하여 이화학적 변화를 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 돌산갓(leaf mustard, *Brassica juncea*)은 2007년과 2008년 전남 여수시 돌산읍에서 수확한 것으로 돌산갓 영농조합에서 채취한 길이 30 cm 정도 성장한 청갓을 실험에 사용하였으며, 절임을 위한 소금(천일염)은 전남 여수 지역 마트에서 구입하여 사용하였다. 돌산갓의 최적 절임조건을 조사하기 위해 염농도는 10%, 절임시간은 4, 8, 12시간을 상온에 방치한 후, 다양한 방법으로 수세하였다. 수세하지 않은 시료(N), 수돗물로 3회 수세한 시료(W3), 염농도 6, 3, 0% 물에 단계적으로 수세한 시료(SW) 그리고 수돗물로 3회 수세한 후 1% 염수로 다시 수세한 시료(W3-S)들은 수분을 충분히 제거한 후, 각각 진공포장하여 냉장보관 하며 시험에 이용하였다. 최적의 조건에서 제조한 절임갓은 4°C와 0°C에 각각 50일간 저장하면서 이화학적 변화와 유산균수를 측정하였다.

pH 측정

절임돌산갓의 저장기간 중 pH의 변화는 blender (Hanil, HNF-340, Seoul, Korea)로 분쇄하여, 그 액을 다시 Whatman paper No 4로 여과하고, 여과한 절임갓 즙액(10 mL)의 pH를 측정하였다.

유산균수 측정

김치제조용 절임돌산갓의 장기 저장하는 동안 미생물학적 변화를 조사하기 위해 유산균수의 변화를 측정하였다. 저장기간별 절임돌산갓을 세절하여 마쇄한 후 무균적으로 취한 액을 멸균 거즈로 여과하여 즙액의 1 mL을 취하여 saline으로 단계적 희석하여, 유산균 수는 희석액 500 μ L을

취해 *Lactobacilli* MRS 고체 배지에 도말하여 24°C에서 48시간 배양한 후 균수를 측정하여 CFU/mL로 표시하였다.

물성측정

다양한 조건에서 최적의 절임조건 탐색과 최대 저장가능기간을 조사하기 위해 돌산갓 조직의 물리적 변화를 측정하였다. 저장기간별 절임돌산갓을 뿌리로부터 5 cm 위 부분을 채취하여 Rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co Ltd, Tokyo, Japan)을 이용하여 절단력과, 압축강도를 측정하였다. 절단력은 칼날형, 압축강도는 원판형 adapter를 이용하여 탐침속도를 1.0 mm/s로 하여 5회 반복측정 하였다.

관능 평가

돌산갓의 절임조건에 따른 관능적 품질 특성을 평가하기 위하여 씹힘성과 질긴 정도의 전방적 기호도에 대하여 5점 평점법으로 평가하였다. 다양한 방법으로 절임한 시료를 진공포장한 후 냉장보관하고, 저장기간에 따른 물성변화를 관능평가 하였다. 평가는 사전에 필요한 지식을 습득하여 훈련된 전남대학교 식품공학 전공 학생 8명을 대상으로 실시하였다.

결과 및 고찰

절임조건에 따른 돌산갓의 절단력

일정한 염분 농도에서 절임시간과 저장기간은 돌산갓의 염분농도 및 수분활성도에 많은 영향을 미치고, 김치의 물성에 영향을 주게 된다. 절임조건은 Table 1과 같이 절임시간과 수세방법을 각각 다르게 하여 저장한 후, 돌산갓의 물리적변화를 측정하였다. 돌산갓을 10%염수에 각각 4, 8, 12시간 절임하여 진공포장 후 냉장보관하면서 각 실험군의 절단력을 측정하여 아삭거리는 정도를 조사하였다. 저장기간이 지남에 따라 줄기의 수분 증발이나 굳어진 정도 또는 뻣뻣해지는 변화는 없었다. 절임시간에 따라 약간의 변화는 있었으나 대체로 초기의 절단력을 유지하였으며, 그중 8시간 염수에 절임한 돌산갓의 절단력이 크게 증가하지 않고 유지 되었다. 수세방법에서는 수세를 하지 않은 시료(N)와 염수농도를 단계별로 수세한 시료(SW)가 가장 낮은 값을 보였다. SW 시료는 저장기간이 지나도 가장 일정한 값을 유지하는 것으로 나타났다(Fig. 1).

절임조건에 따른 돌산갓의 압축강도

돌산갓 김치의 특성중 하나인 특유의 물성은 다른 김치에 비교해 오랜시간 발효되어도 연한 조직을 유지하기 때문이다. 저장된 절임갓의 질긴도와 씹힘성을 조사하기 위해 압축강도를 측정하였다. 절임시간을 달리한 3개의 실험군들에서 압축강도의 변화는 크게 나타나지 않았다. 4시간

을 절임한 실험군에서는 염수농도를 단계별로 수세한 시료 (SW)의 압축강도가 낮았다. 그러나, Fig. 2에서 보여지는 것과 같이 8시간 절임한 시료에서는 초기의 압축강도와 비슷한 값을 나타내었다. 이때 15일째 SW시료는 분석오차로 보여진다. 절임시간과 수세방법에 따른 절임갓의 절단력에서는 8시간 절임갓이 가장 효과적이었으나, 압축강도를 측정할 결과는 실험범위 내에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 이 결과는 실험범위 내의 절임시간과 수세방법에서 돌산갓 조직내 수분변화와 염분의 영향이 조직의 경화에 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다. 절임조건이 압축강도에 큰 영향을 주지 않은 결과는 비록 조건은 일치하지 않지만, Kim 등(2)이 보고한 돌산갓 김치의 저온 저장중 씹힘성에 큰 차이가 없었다는 내용과 유사한 결과를 보여 주었다.

절임갓의 물리화학적 변화

절임갓은 저장되는 동안 유산균에 의해 유기산이 생산되어 pH는 낮아지고 산도는 높아진다. 이는 당분이 젖산 등의

유기산으로 발효되기 때문이며, 이때 유기산의 조성은 저건에 따라 생육하는 미생물의 군집이 달라지기 때문이다 (10). 수세조건을 달리한 절임돌산갓을 4°C에서 저장하면서 관찰한 염도, pH 그리고 산도의 변화는 Fig. 3과 같다. 4가지 실험군의 pH는 전체적으로 서서히 감소하다가 30일 이후에는 안정되는 모양을 나타내었다. 수세하지 않고 탈수한 N이 가장 낮은 pH 값을 나타내었고 수돗물로 3회 수세 후 식염수로 1회 수세한 W3-S가 가장 높은 값을 나타내었다. 이는 초기 시료의 pH 값에서 기인한 것으로 보인다. 절임갓의 pH 감소와 산도의 증가는 저장기간이 증가함에 따라 미생물에 의한 유기산 생산에 기인한 것으로 여겨지며 측정기간 동안 급격한 변화는 보이지 않았다.

유산균수 변화

위의 결과로부터 10% 염수농도에서 8시간 절임한 돌산갓을 선택하였고, 최적의 갓절임 조건을 찾기 위한 다양한 수세방법을 비교 검토하였다. 저장을 위한 절임갓은 수세방법에 따라 초기 조건에 많은 영향을 주고, 김치가공 공정에도 많은 영향을 미친다. 장기간 저장에 따른 돌산갓의 생물학적 변화로서 유기산균 수를 측정할 결과, 4개의 실험

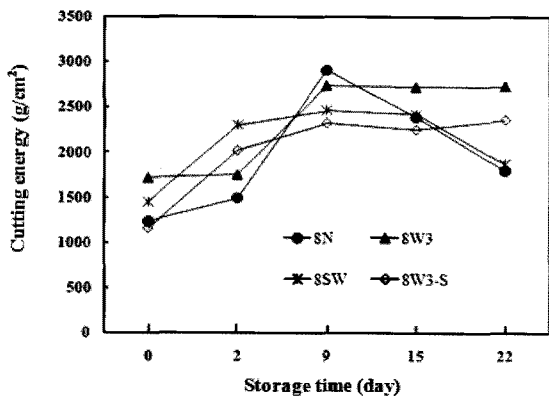


Fig. 1. Changes on the cutting energy of Dolsan leaf mustard salted 8 hour.

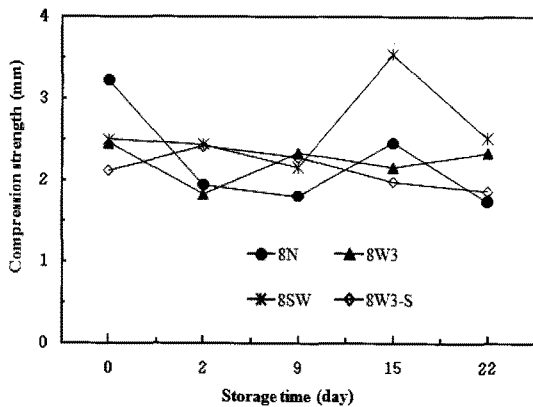


Fig. 2. Changes on the compression strength of Dolsan leaf mustard salted 8 hour.

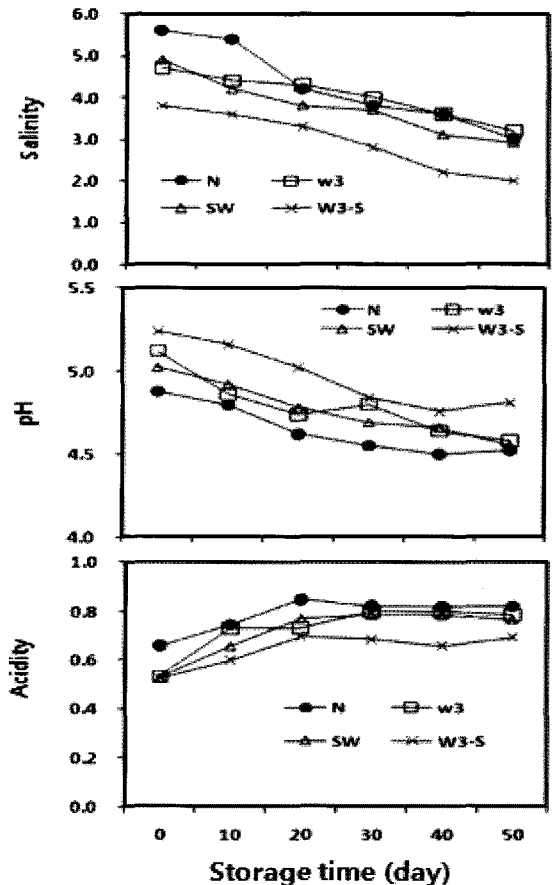


Fig. 3. Changes on the salinity, pH and acidity of salted Dolsan leaf mustard during storage at 4°C.

Table 1. Washing conditions of Dolsan leaf mustard salted with 10% saline

| Name of sample | Washing condition |
|----------------|--|
| N | No washing |
| W3 | 3 times washing with tap water |
| SW | Stepwise washing with 6, 3 and 0% saline |
| W3-S | Washing with 1% saline after W3 |

군(Table 1)은 모두 저장기간이 지남에 따라 서서히 증가하는 경향을 보였으며, 절임 후 수세하지 않은 시료(N)가 가장 높은 값을 나타내었으나 나머지 3개의 실험군과 큰 차이를 보이지는 않았다(Fig. 4). 이는 돌산갓의 최적절임 조건을 선택하기 위한 수세방법이 많은 영향을 미치지 않음을 시사하는 것으로서 갓김치제조 공정에서 공정 단순화에 많은 도움이 될 것으로 판단된다. 김치의 발효와 저장에 영향을 가장 많이 미치는 미생물은 젖산균이고, 이들의 분포형태는 김치의 발효 양상에 따라 각각 다르며 김치의 맛과 저장성에 영향을 미치게 된다(1).

장기간 저장에 따른 절임돌산갓의 물리적 특성

다양한 방법으로 수세된 절임갓의 저장기간 동안 유산균수의 변화는 크게 영향을 받지 않았다. 그래서, 저장기간 동안 절임갓의 물리적 변화로 절단력과 압축강도를 측정해 보았다. 4°C에서 50일 동안 저장한 절임갓의 절단력은 30일까지는 일정하거나 약간 증가하는 경향을 나타내다가 30일 이후에는 감소하는 모습을 나타내었다. N과 W3-S가 30일 이후에 가장 빠르게 감소하고 6%, 3% 그리고 0%의 단계별 염수농도에서 3회 수세한 SW의 경우 약간의 변동은 있었지만 50일까지 거의 일정 수준을 유지하는 모습을 나타내었다.

김치의 품질을 좌우하는 중요한 인자인 텍스처는 품종뿐 아니라 염절임, 열처리 등의 가공과정에 의해 크게 좌우된

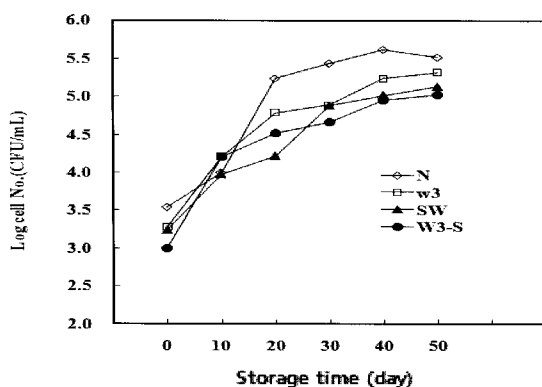


Fig. 4. Total cell number of lactic acid bacteria in salted Dolsan leaf mustard with different treatments of washing during storage at 4°C.

다(13). 염장에 의한 절단강도의 증가는 조직 세포내 수분이 손실되어 세포벽이 겹쳐지기 때문이다(14).

한편, 절임갓의 압축강도의 변화는 수돗물로 3회 수세후 식염수로 1회 수세한 W3-S의 경우 시간이 지남에 따라 감소하는 모습을 나타내었으며, 나머지 3개의 실험군은 모두 30일까지 증가하다가 감소하여 초기의 압축강도보다 약간 낮은 값을 나타내었다. 50일째의 압축강도에서 6%, 3% 그리고 0%의 단계별 염수농도에서 3회 수세한 SW가 가장 높은 값을 나타내었다. 이(15)등은 견고성과 씹힘성은 소금 농도가 증가할수록 값이 낮아지는 경향을 보였으며, 소금 농도에 가장 영향을 많이 받고 절임시간, 절임온도의 순으로 영향을 받는 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 이와 유사한 결과를 보였는데, 절임시간을 8시간 했을 때 12시간 절임한 돌산갓보다 절단력이 낮게 나타났다. 그러나 압축강도에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

또한, 절임조건에 영향을 미치는 원인으로 염수농도와 절임시간 외에 최적의 수세방법을 조사하였다. 저장기간 중 수세방법에 따른 돌산갓의 물리적 변화가 관찰되었다. 이는 염수에 절인 후 수세방법에 따라 잔류하는 염수의 삼투압에 의한 침투, 조직 세포내 수분활성도와 관련된 초기 조직의 변화가 저장기간 중에 물리적 변화를 유발하는 것으로 보여진다. 다양한 수세방법 중 SW방법으로 수세했을 때 가장 물리적 변화가 적게 나타났으며, 저장기간 중 색도변화도 가장 적게 나타났다. 실험전 생갓에 비교하였을 때 저장 40일까지는 색깔의 변화가 적었으나 50일째에는 갈변현상이 나타나 급격하게 갈색으로 변하는 모습을 나타내었다. 이와 같은 결과로부터, 김치제조를 위한 돌산갓의 절임저장은 본 연구의 실험범위에서는 40일 정도까지 가능할 것으로 사료된다. 지금까지 돌산갓의 절임조건에 따른 물리적 변화에 관한 연구는 보고되지 않았다. 이것은 돌산갓김치의 수요가 증가하면서 원재료인 돌산갓의 안정적인 공급이 요구되고 있으나, 재배환경이 제한적인 관계로 수확량이 불규칙하여 절임갓의 형태로 장기저장의 필요성이 최근에서야 절실히 요구되었기 때문으로 판단된다. 돌산갓김치 제조를 위해 절임저장된 돌산갓의 물리적특성 변화는 김치제조시 맛과 저작감과 관련된 품질에 큰 영향을 미치기 때문에 김치제조 업체에 중요한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

절임조건에 따른 절임돌산갓의 관능평가

절임시간과 수세방법을 다르게 하여 저장된 돌산갓의 아삭거림과 질긴정도를 관능평가 하였다. 아삭거림에 대한 평가에서는 절임시간을 달리한 3개의 실험군 모두 저장기간의 증가에 따라 선호도가 변화하는 것을 보여주었다. 8시간 절임한 돌산갓의 관능평가 결과는 다양한 변화를 보여주었다. 수세하지 않고 저장한 시료(8N)는 저장기간이 증가함에 따라 아삭거리는 저작감이 감소하였다. 그러나 절임

후 3회 수세하여 염수를 제거한 시료(8W3), 염수농도의 단계별로 수세한 시료(8SW) 그리고 3회 수세 후 식염수로 수세한 시료(8W3-S)는 저장 15일까지 증가하다가 그 이후 감소하는 경향을 보였다(Fig. 5). 이 결과는 Fig. 1의 절단력 측정결과와 유사한 경향을 나타냈다. 저장기간에 따른 질긴 정도에 대한 관능평가는 Fig. 6에서 보여지는 것과 같이, 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 아삭거림과 질긴 정도 모두 초기의 값에 비해 변화는 크지 않았다. 이 결과 들은 김치제조용 돌산갓의 장기저장을 위한 방법으로 일정 기간은 간단한 절입방법으로 가능하다는 것을 보여준다. 이는 돌산갓의 조직구성이 견고하여 물리화학적 특성이 크게 변하지 않아 가능한 것으로 사료된다. 또한 절입저장 시에는 절입염수를 수세하여 충분히 염분을 제거하였을 때 물리적 변화가 적게 나타났다.

시간, 수세방법, 저장온도에 따른 돌산갓의 물리화학적 특성을 비교하였다. 또한, 최적조건에서 절입된 돌산갓을 50 일 동안 저장하는 동안 유산균의 균수변화를 측정하였다. 절입돌산갓의 관능평가와 아삭거림의 결과로부터 장기간 보존을 위한 최적조건은 8시간 절입 후 염농도를 단계적으로 수세한 방법으로 나타났다. 절입돌산갓은 4°C에서 저장되는 동안 유산균의 증가에 의해 pH가 감소하였다. 저장기간 동안 절단력은 천천히 증가하였으나, 염농도를 단계적으로 수세하였을 때는 절단력이 초기값과 비슷하게 유지되었다. 40일 저장된 절입돌산갓의 색변화는 관찰되지 않았으나 50일이 지나면서 갈변현상이 나타나 김치제조는 불가능 할것으로 판단된다. 이들 결과들은 김치제조를 위한 절입돌산갓의 최적 절입조건과 저장기간으로 응용될 수 있을 것이다.

요 약

감사의 글

돌산갓의 최적 절입조건을 조사하기 위하여 다양한 절입

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2009년도 산학협력 지원사업(과제관리번호 2010-1814) 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

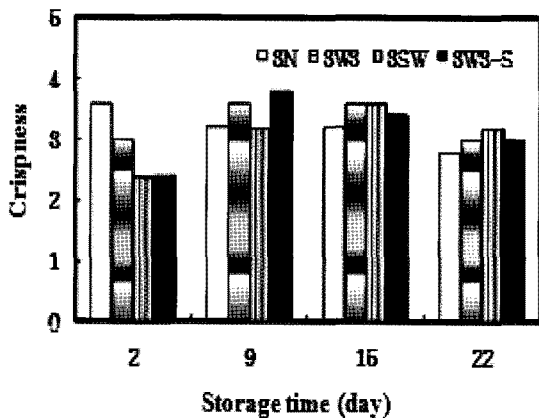


Fig. 5. Sensory evaluation on the crispness of Dolsan leaf mustard salted 8 hour.

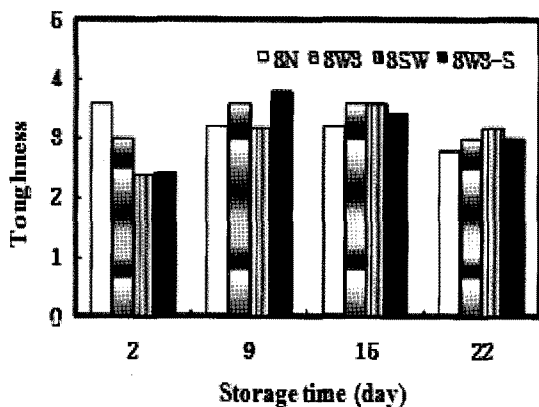


Fig. 6. Sensory evaluation on the toughness of Dolsan leaf mustard salted 8 hour.

참고문헌

- Kim DW, Seo YJ, Jung BM (2008) Changes in microbial growth and quality characteristics during fermentation of Dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*) Kimchi. Food Eng Prog, 4, 226-230
- Kim HR, Cho KJ, Kim JS, Lee IS (2006) Quality changes of mustard leaf (Dolsangat) Kimchi during low temperature storage. Korean J Food Sci Technol, 5, 609-614
- Isshiki K, Tokuoka K, Mori R, Chiba S (1992) Preliminary examination of allylthiocyanate vapor for food preservation. Biosci Biotech Biochem, 56, 1476-1477
- Tsuruo I, Hata T, (1968) Studies on myrosinase in mustard seeds. Agr Biol Chem, 32, 1420-1424
- Kang SK, Kim YD, Park SK (1995) Effects of antimicrobial of Leaf mustard(*Brassica juncea*) extract on compositions and leakage of cellular materials in *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. J Korean Soc Food Nutr, 24(2), 280-285
- Ensminger AH, Ensminger ME, Komlande JE, Robson RK (1983) Foods and nutrition encyclopedia, Pegus Press, p 1581
- Yoo EJ, Lim HS, Park KO, Choi MR (2005) Cytotoxic,

- antioxidative, and ACE inhibiting activities of dolsan leaf mustard juice (DLMJ) treated with lactic acid bacteria. *Biotech Biopro Eng*, 10(1), 60-66
8. Lim HS, Park KO, Nishizawa N, Bae SO, Choi MR (2008) Cytotoxicity of extracts from Dolsan leaf mustard Kimchi treated with lactic acid bacteria on lung and gastric cancer cells. *Biotech Biopro Eng*, 13(2), 174-181
 9. Kim MJ, Hong GH, Chung DS, Kim YB (1998) Quality comparison of *Kimchi* made from different cultivars of Chinese cabbage. *Kor J Food Sci Technol*, 39, 528-532
 10. Lee IS, Park WS, Koo YJ, Kang KH (1994) Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. *Kor J Food Sci Technol*, 26, 239-245
 11. Han ES, Seok MS, Park JH, Lee HJ (1996) Quality changes of salted Chinese cabbage with the package pressure and storage temperature. *Kor J Food Sci Technol*, 28(4), 650-656
 12. Jeong OS, Choi MR, Lim HS (2008) Dolsan leaf mustard and its Kimchi, Yeosu Agricultural Technology and Extension Center
 13. Mheen TI, Kwon TW (1984) Effect of temperature and salt concentration on *Kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol*, 16, 443-450
 14. Lee CH, Hwang IJ, Kim JK (1998) Macro-and microstructure of Chinese cabbage leaves and their texture measurements. *Korean J Food Sci Technol*, 20, 742-748
 15. Lee MH, Lee KD, Son KJ, Yoon SR, Kim JS, Kwon JH (2002) Changes in organoleptic and rheological properties of Chinese cabbage with salting condition. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 31(3), 417-422

(접수 2011년 1월 14일 수정 2011년 6월 20일 채택 2011년 7월 1일)