

배추 저장 중 관찰되는 장애현상

정 지원

Ji Won Jung

CJ 제일제당 식품연구소

CJ CheilJedang Food R&D

배추는 우리나라 대표적인 채소류의 하나로 김치의 주원료로 이용되고 있다. 전국 어디에서나 재배되고 연중생산체계가 확립되어 1년 내내 파종과 수확이 진행된다(표 1). 그러나 재배시기 및 지역에 따라 재배되는 품종이 다르고 생산된 배추의 생리적 특성 또한 매우 다양하여 수확 후 배추의 품질규격이나 품질관리가 어려운 상태이다.

연중 재배 수확되고 있지만, 전통적으로 김장을 하는 가을재배 배추생산이 상대적으로 많고,

관능적으로도 좋은 것으로 평가되고 있다. 김치가공 회사들은 소비자가 김장으로 확보한 김치가 떨어지는 시점인 봄·여름에 주로 김치생산량이 증가되는 경향을 나타낸다. 배추가 비교적 서늘한 기후를 좋아하는 호냉성 채소라서 국내 여름철 배추는 고랭지에서 생산되는데, 봄·가을 배추에 비해 크기가 작고 결구율이 떨어지며 쓴맛이 나는 경우가 많아 상대적으로 김치품질이 떨어지는 경향이 있다. 또한 몇 년째 봄·여름의 고온현상과

표 1. 국내 배추의 재배작형(1)

| 작형 | 시기 | 지역 | 저장기간 |
|------|--------------|--------------|---------|
| 봄재배 | 시설/터널 | 11월 중순~5월 하순 | - |
| | 봄노지 | 3월 상순~7월 상순 | 1~2개월 |
| 여름재배 | 4월 하순~9월 상순 | 고랭지 | 1~1.5개월 |
| 가을재배 | 7월 중순~12월 상순 | 전국 | 2~3개월 |
| 월동재배 | 8월 하순~2월 중순 | 제주도 및 전남해안 | - |

Corresponding Author: Ji Won Jung
 CJ CheilJedang Food R&D
 636, Guro-dong, Guro-gu, Seoul, 152-051, South Korea
 TEL: +82-2-2629-5377
 FAX: +82-2-2629-5242
 E-mail: jwjung@cj.net

표 2. 배추 저장중 관찰되는 장애증상(1, 2)

| 증상 | 발생원인 | 대책 |
|-------------|--|--|
| 수분손실 | | 저장고내 수분관리 포장 |
| 중륵 갈변 또는 황화 | 저온장기저장 | O ₂ 와 CO ₂ 농도를 낮게유지 에틸렌제거 |
| 깨씨무늬증 | 재배중 비료성분과 토양 pH | 재배관리 저항성 품종 |
| 선단고사증 | 재배중 갈습 흡수 부족 | |
| 잎반점 | <i>Alternaria brassicae</i> , <i>A. brassicicola</i> , <i>Pseudocercospora capsellae</i> , <i>Phoma lingam</i> | |
| 부패 | 손상부위 미생물 감염 갯빛곰팡이 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> <i>Rhizoctonia solani</i> | 감염된 산물 제거 |

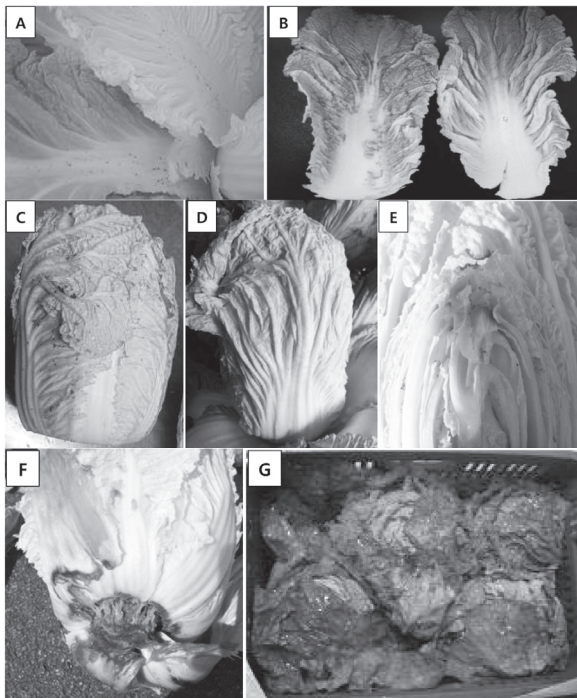


그림 1. 배추 저장중 관찰되는 장애현상
(A: 깨씨무늬증 B, C: 조직의 과사가 보이나 일반적으로 불리는 이름없음 D: 위조증상 E: 선단고사증 F, G: 부패)

재배지역의 한계 때문에 가격의 등락이 심하다. 김치가공 회사들은 배추수급, 단가 및 품질 때문에 연중 저장을 진행하고 있는데, 상대적으로 가격이 비싸고 품질이 떨어지는 고랭지 여름배추를 적게 사용하고 공장 생산 김치 소비량이 많은 봄여름에 대비하기 위해, 상인은 7월말에서 8월까지가 배추시세가 최고를 이루므로 봄배추 저장에 가장 민감하다고 할 수 있다.

봄배추는 수확후 플라스틱 상자에 포장하여 예냉 또는 예건 후 0℃, 상대습도 95% 이상에서 저장하는데 대부분 45일 전후기간 저장이 가능하다 (1). 저장기간 연장을 위해 필름포장이나 CA저장이 많이 논의되는데 현실적으로 비용이나 처리의 어려움으로 거의 실행되지 않고 있다. 배추 저장 중에는 표 2와 그림 1과 같은 장애증상이 관찰되고 기타 저장고내 온도관리 부족으로 동해가 나타나기도 한다.

관찰되는 장애증상의 원인과 대책이 밝혀지지 않은 경우가 많은데 특히 깨씨무늬 증상은 봄배추 저장시 가장 큰 문제점으로 제기되고 있다. 과거 병해충이나 알루미늄이 원인이라고 제시된 바도 있는데 현재까지는 그 원인과 방제방법이 밝

혀져 있지 않다. 저장 중에 증류에서 흔히 발생되고, 증상이 갑자기 확산·심화되어 품질을 떨어뜨리므로 봄배추 저장기간을 결정하는 원인이 되고 있다.

깨씨무늬증은 영어로 'Pepper spot' 일본어로 'Gomasho'로 알려져 있는데 'black speck' 또는 'black fleck and vein necrosis'로 불리기도 한다(3). 손상 조직에서 차이가 나지만 외관적으로 'vein streaking necrosis' 또는 'necrotic spot'으로 명칭된 증상과 비슷하고, *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola* 박테리아에 의해 발생하는 증상과 같은 이름으로 사용되기도 한다(4). 주로 배추(*Chinese cabbage: Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*)에서 관찰되지만 배추속의 양배추 등에서도 보고되며, 국내뿐 아니라 미국, 아프리카 스와질랜드에서 재배되는 배추에서 증상이 보고되고 있다(5). 성숙된 식물체뿐 아니라 묘상태에서 관찰되기도 하며(그림 2) 국내 모든 재배 작기에 생산된 배추에서 공통적으로 관찰할 수 있다.

대부분의 논문에서 생리적 장애로 분류하고 있는데, 처음에 배추 외엽의 증류에서 관찰되다가 점차 중간잎까지 확산되고 검은색의 작은점에서 점차 크기가 확대되고 잎의 바깥과 안쪽 모두에서 나타난다(그림 1-A). 깨씨무늬증이 나타난 부분을 현미경으로 관찰하면 색의 변화는 표피세포



그림 2. 이식묘에서 관찰되는 깨씨무늬증(3)

의 2~3개 세포사이 간극에서 초기 나타나다가 증상이 심화되면서 주변의 여러 세포로 확대되고 세포내부의 색도 변화되는 것을 관찰할 수 있다(그림 3). 일반적으로는 재배 중 또는 수확기 외엽에서 일부 발견되거나 거의 증상을 찾아볼 수 없다가 일정기간 저온저장 경과 후 눈에 띄기 시작하다가 짧은 순간 급격하게 확산되는 현상을 보인다. 수확시 깨씨무늬증이 나타나지 않은 배추를 저장하도록 가이드가 되어있으나 수확시 육안으로는 깨씨무늬증이 얼마나 빨리 또는 심하게 나타날지 알 수가 없는 상태이다.

깨씨무늬증은 앞에서 말한 바와 같이 아직 정확한 원인이 밝혀지지 않았는데, 유전적 요소와 환경적 요소가 모두 관련이 있을 것으로 추정하며 병원체는 분리된바 없는 상태이다. 재배 중 질소와 인산질 비료가 많이 사용되고 토양 pH가 8 정도일 때 증상이 심화되고, 조직의 구리함량이 높고 붕소함량이 낮은 것과 연관성이 있다고 한다(6). 질소질 비료중에서도 암모니아태질소 과용시 증상이 심화된다고 한다. 질산염(NO_3^-)은 배추 엽신에서 아미노산 합성을 위해 증류에 축적되는데, 과도한 질산염이 축적되거나 날씨가 흐려 아미노산 합성에 빨리 사용되지 못한다면 중간물질인 아질산염(NO_2^-)으로 축적되고 이것이 깨씨무늬증으로 발달된다(2). 깨씨무늬증이 확인되기 전에 증류에서 아질산염의 축적을 관찰할 수 있다. 양액재배 배추에서도 깨씨무늬증은 관찰되며, 품종간 차이가 있어서 특히 유럽에서 많이 재배되었던 'Yuki' 품종이 깨씨무늬에 강한 것으로 보고된다(8).

수확 후 저장조건의 영향으로는 0°C와 10°C에 비하여 5°C에서 저장시 증상이 심화되고, 저온저

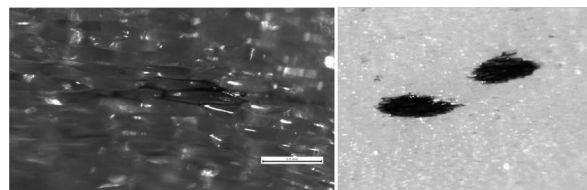


그림 3. 깨씨무늬증 현미경관찰(우측사진(3))

장 후 온도가 상승하면 역시 증상이 더 심화된다. 에틸렌은 영향을 미치지 않지만, 10% 정도로 CO₂ 농도가 증가되면 증상을 약화시킨다. 또한 배추를 길이방향으로 4등분한 후 3cm 간격으로 잘라 Citric acid에 담근 뒤 포장하여 저장했을 때, polyphenol oxidase의 활성을 억제하여 깨씨무늬 증상이 억제되었다고 한다(7).

현재까지는 그 원인이 명확하지 않아 깨씨무늬 증상 발생 방지 방안도 마련되어 있지 않은 상태이다. 다만, 현재까지 여러 연구보고를 기준으로 깨씨무늬증 발생을 억제하기 위해서는 저항성이 강한 품종을 재배하고, 재배 중에는 특히 암모니아태 질소가 과다하게 시비되지 않게 하며, 토양의 pH는 6~6.5로 유지하고 수확 후 적합한 저장환경 관리에 힘쓰는 것이다.

참고문헌

1. 농림부, 농협. 2007. 수확후 관리기술 매뉴얼 배추.
2. 이승구, 김종기, 박윤문, 서정근, 양용준, 황용수. 2006. 수확후 관리기술 요람. 엽,경,근채류: 188-210.
3. Studstill, D., E. Simone, J. Brecht, P. Gilreath. 2007. Pepper spot ("gomasho") on Napa cabbage. University of Florida, IFAS Fact sheet. 352:1-6.
4. Wechter, W.P., M.W. Farnham, J.P. Smith, and A.P. Keinath. 2007. Identification of resistance to peppery Leaf spot among *Brassica juncea* and *Brassica rapa* pant introductions. HORTSCIENCE 42(5):1140-1143.
5. Masarirambi, M.T., T.O. Oseni, V.D. Shongwe and N. Mhazo. 2011. African Journal of Plant Science. 5(1):8-14.
6. Daly, P. and B. Tomkins. 1997. A review of literature prepared for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC Publication. 97/1:16.
7. Kim, B.S. and A. Klieber. 1997. Quality maintenance of minimally processed chinese cabbage with Low temperature and citric acid dip. J Sci Food Agric. 75:31-36.
8. Polter, K.L., A. Klieber and G. Collins. 2003. Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage. Postharvest Bio. Tech. 28:153-158