

고랭지 여름배추 품종간 품질 비교 및 저장온도 최적화

엄향란¹ · 김병섭¹ · 양용준² · 홍세진^{1*}

¹강릉원주대학교 식물생명과학과, ²상명대학교 식물식품공학과

Quality Evaluation and Optimization of Storage Temperature with Eight Cultivars of Kimchi Cabbage Produced in Summer at Highland Areas

Hyang Lan Eum¹, Byung-Sup Kim¹, Yong Joon Yang², and Sae Jin Hong^{1*}

¹Department of Plant Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

²Department of Plant and Food Science, Sangmyung University, Cheonan 330-720, Korea

Abstract. This study was conducted to investigate the quality characteristics of eight Kimchi cabbage cultivars and the effect of cold storage on the quality of two kinds of cabbage cultivars, such as 'CR-Nongshim', and 'Ryouckgwang'. Early planted and harvested cultivars at July showed that fresh weight was lower than late harvested cultivars at September, because early harvesting time of July was heavy rainy season at highlands of Gangwon province. The firmness was more than 10 N for all cultivars and 'Cheongcock', 'Sanjanggoon', and 'Ryouckgwang' cultivars had high value of firmness among them. No differences among the cultivars were found in appearance, freshness, and texture evaluations at harvest. Sweetness and bitterness had statistical differences and showed high value in 'Ryouckgwang' and in 'CR-Nongshim' and 'Sooho'. Two Kimchi cabbage cultivars such as 'CR-Nongshim' and 'Ryouckgwang' were stored at 0°C, 2°C, 5°C, and room temperature (25°C) with more than 90% RH. Significant difference was found in weight loss during room and low temperature storage. In general, weight loss of the Kimchi cabbages at room temperature was significantly increased by 15% within 3 days, whereas it was delayed at low temperature until 3 weeks on all Kimchi cabbage cultivars. Firmness of 'CR-Nongshim' was higher than 'Ryouckgwang' but there was no difference within low storage temperatures. Appearance among the sensory factors was a critical indicator to estimate storage periods. On the point of appearance, storage period at 0°C was 1 week and 2°C and 5°C was 3 weeks and 1 week in 'CR-Nongshim' cultivar, respectively. The storage period of 'Ryouckgwang' cultivar was 2 weeks, 4 weeks, and 2 weeks, respectively. Conclusively, storage at 2°C with more than 90% RH was recommended as optimum temperature to maintain quality in both cultivars.

Additional key words: fresh weight, sensory evaluation, weather condition

서 언

고랭지 채소재배는 지역의 특이한 기상환경을 이용한 작형으로 더운 여름기간 동안에 서늘한 기후조건을 이용하여 호냉성 작물을 재배하는 고부가 가치의 산업이다. 고랭지 농지를 표고별로 나눌 때 해발 400-600m를 준고랭지, 600m 이상을 고랭지로 구분하며(NICS, 2011), 고랭지 지역의 배추재배는 2010년 재배 면적은 5,000ha 수준이며 6월 중순부터 수확을 시작하여 10월 중순까지의 국내 배추생산을 담당

하는 중요한 작형이다. 고랭지의 배추의 수확기 판정은 품종별 파종 후 일수와 결구의 단단한 상태로 결정된다. 결구엽의 선단부와 둘러싸고 있는 잎이 가지런한 상태일 때 주로 수확되는데 다절기 준고랭지 및 고랭지 지역의 경우 6월 하순부터 8월 하순에 결구정도가 약 80%에 도달하면 수확이 이루어진다(Kim et al., 2007). 만약 수확기가 늦어지면 추대, 석회결핍, 깨씨무늬현상 등의 발생이 많아지고 중록이 두꺼워져 상품성이 저하되므로 적절한 시기에 수확이 이루어져야 한다. 특히 고랭지에서의 7-8월 수확은 수확시기의

*Corresponding author: hongsj@gwnu.ac.kr

※ Received 29 August 2012; Revised 17 December 2012; Accepted 18 December 2012. 본 연구는 농촌진흥청 농업현장 실용화기술개발사업(PJ0083082012)의 지원에 의해 수행되었음.

고온 및 과습에 의해 구 부패가 많이 발생하는 경향이 있다 (RDA, 2000).

우리나라에서 유통되는 배추 ‘춘광’ 품종을 여름기간에 재배할 경우 생산자 및 유통업자가 선호하나 상대적으로 재배기간이 길기 때문에 재배 중 잦은 강우로 인한 일조량 부족과 고온기를 거치게 되어 해발 900m 이상에서만 품질이 좋은 ‘춘광’ 품종을 생산할 수 있는 것으로 알려져 있다. 그 외 지역에서는 주로 해발고도에 의존하는 지역여건에 따라 재배일수를 감안하여 적당한 품종을 생산자와 유통업자가 선택하여 재배 및 출하가 이루어지고 있다. 그러나 최근 기상이변에 의해 준고랭지 및 고랭지 배추 생산량의 변동폭이 크며 생산량 예측이 난해하여 안정된 배추 수급 조절이 어려운 실정이다. 배추의 안정적인 공급체계를 구축하기 위해서는 작형별 수확후 장기저장 기술개발이 시급하다. 특히 고랭지 지역의 배추는 재배생산 시기가 여름철로써 1개월 이상의 저장도 어려운 것으로 인식되고 있어 생산 현장에서 저장을 기피하는 경향이 있다. 또한 물량수급 및 가격 변동폭이 극히 심하므로 유통구조의 개선이 요구된다.

국내에서 진행된 배추에 관한 연구는 제한적이며 분자유전연구, 성분함량 변화, 재배생리와 생리 및 병리장해를 최소화하기 위한 제제 처리효과 등이 부분적으로 수행된 바가 있다(Jeon et al., 2005; Yun et al., 2005). 그러나 고랭지 배추의 품종별 특성 및 저장성에 관련된 학술적 논문은 국내에서 보고된 바가 없다. 고온의 하절기에 수확되는 농산물은 빠른 시간 내에 품온을 낮게 유지시켜 저온저장을 실시하는 것이 장기저장을 가능하게 하는 주요 기술이다 (Martinez-Romero et al., 2003; Nunes et al., 1995; Porter et al., 2003). 강우가 많은 여름철에 고랭지에서 생산된 배추는 배추의 적정 저장온도로 알려진 0°C에서도 저장력이 없는 것으로 알려져 있어 적정저장 온도의 구명이 우선 요구된다. 따라서 본 연구에서는 강원도 지역의 해발고도에 따라 고랭지 배추 8개 품종을 선정하여 품종별 수확 시 품

질 특성을 조사하고, 강릉지역의 해발 700m 고랭지에서 생산된 ‘CR-농심’과 ‘력광’ 품종을 이용하여 장기저장을 위한 적정 저장온도 조건과 저장기간을 알아보기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

고랭지 배추 품종별 수확 시 품질

본 연구의 공시재료인 고랭지 배추의 품종별 해발고도에 따른 재배지역은 Table 1과 같다. 배추는 강원도의 고랭지 지역인 강릉, 정선, 태백, 그리고 평창의 농장에서 재배된 고랭지 배추 품종을 수집하였다. 강릉의 고랭지 배추 재배 지역은 왕산면 지역으로 재배기간 동안 저온 요구도에 따라 해발고도 1,000m 이상 지역에서는 ‘청옥’과 ‘춘광’이, 해발고도 700m 지역에서는 ‘CR-농심’과 ‘력광’이 각각 재배되었다. 고랭지 배추 품종 중 ‘상장군’과 ‘수호’는 정선과 평창 지역에서 각각 재배되었으며, 대표적인 고랭지 배추 재배 지역인 태백에서는 ‘슈퍼춘광’과 ‘영광’을 수집하였다. 각 지역별로 수확된 배추는 즉시 강릉원주대학교 실험실로 옮겨와 품질인자를 조사하였다. 품질 특성 조사항목은 무게, 경도, 가용성 고형물의 함량, 그리고 관능평가에 대해서 실시하였다.

고랭지 배추 적정 저장온도 및 저장기간 구명

고랭지 배추의 최적의 저장 조건을 제시하기 위해서 저장성 실험을 ‘CR-농심’과 ‘력광’에 대해서 실시하였다. 두 품종은 2011년 7월에 강릉원주대학교 고랭지 농장이 위치한 강릉시 왕산면의 해발 700m 이상 고랭지 지역에서 재배 및 수확되었다. 두 품종의 고랭지 배추는 수확 즉시 실험실로 운송하여 손상된 겉잎을 제거 후 저장을 실시하였다. 상온 저장은 25°C(50 ± 5% RH)에서 저온저장은 0°C(90 ± 5% RH), 2°C(90 ± 5% RH), 그리고 5°C(90 ± 5% RH)에서 각

Table 1. Production field information of highland areas of Gangwon province, where 8 cultivars of Kimchi cabbage were grown in 2011.

Cultivar	Cultivation region	Harvest date	Height above sea level (m)
Cheongcock (Woori Seed Co.)	Gangneung	September 6	≥ 1000
Choongwang (Sakata Korea)			
CR-Nongshim (Syngenta Korea)	Gangneung	July 25	700
Ryouckgwang (Nongwoo Bio Co.)			
Sangjanggoon (Sakata Korea)	Jeongseon	September 6	680
Sooho (Nongwoo Bio Co.)	Pyeongchang	September 1	700
Superchoongwang (Sakata Korea)	Taebaek	September 7	≥ 900
Younggwang (Sakata Korea)			

각 저장한 후 1주일 간격으로 품질 변화를 조사하여 저장성을 확인하였다.

수확 및 저장 중 품질평가

무게변화는 저장기간 동안 초기 무게에 대한 감모량을 백분율로 나타내었으며, 정선손실률(trimming loss)은 저장 동안 손상된 배추의 겉잎을 제거한 다음 제거 전 무게에 대한 변화량을 백분율로 표기하였다. 가용성 고형물 함량은 정선된 배추의 겉잎을 착즙한 후 굴절당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타내었다. 조직감을 나타내는 정도는 정선된 배춧잎의 중력부위를 물성분석기(EZ Test/CE-500N, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 120mm·min⁻¹ crosshead speed 조건으로 직경 5mm probe를 이용하여 측정한 후 N(newton)으로 표시하였다. 관능평가는 외관, 신선도, 조직감, 단맛, 그리고 쓴맛에 대해서 실시하였다. 외관, 신선도, 그리고 조직감은 0(나쁨) - 9(좋음), 단맛은 0(없음) - 9(강함)로, 그리고 쓴맛 정도는 0(없음) - 9(강함)로 수치화하였다.

실험결과의 통계처리는 SAS system(SAS Institute Inc. Cary NC 27513, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며 Duncan의 다중검정(DMRT)를 이용하여 $P \leq 0.05$ 수준에서 각 처리간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

고랭지 배추 품종별 수확 시 품질

2011년도 여름은 잦은 강우로 인해 기상 환경이 불량하여 배추가 수분을 많이 함유하고 있어 무르거나, 영양생장이 불량하여 부피와 무게가 적은 경향을 보였다. 품종별로 7월에 수확한 ‘CR-농심’과 ‘력광’은 구중이 적어 600-1,300g 정도를 보이는 반면, 9월 초에 수확한 ‘춘광’과 ‘수호’는 3,000g의 구중이며 품종간 차이가 있었다(데이터 미제시). 2011년 7월 강릉지역의 고랭지 배추 수확 전 20일 동안의 기상환경을 살펴보면 16일 동안 비가 내린 것으로 관측되며 잦은 강우로 인해 배추의 생육이 저조해 9월에 수확된 고랭지 배추에 비해 무게가 적은 것으로 판단된다(Fig. 1A). 2011년 9월의 기상상태는 강릉, 태백, 그리고 평창지역에서 수확 전 20일 동안 10-11일에 걸쳐서 비가 내린 반면, 정선 지역은 6일로 다른 지역에 비해서 강우 일수가 적었다(Fig. 1B). 강우량은 강릉지역은 7월과 9월 모두 수확 전 20일 동안 약 180mm 이상이었던 반면 평창과 태백은 70-75mm, 정선은 14mm로 강릉에 비해서 적은 강수량을 보였다. 고랭지에서 재배한 배추 8 품종에 대해서 각 품종별 품질 특성을

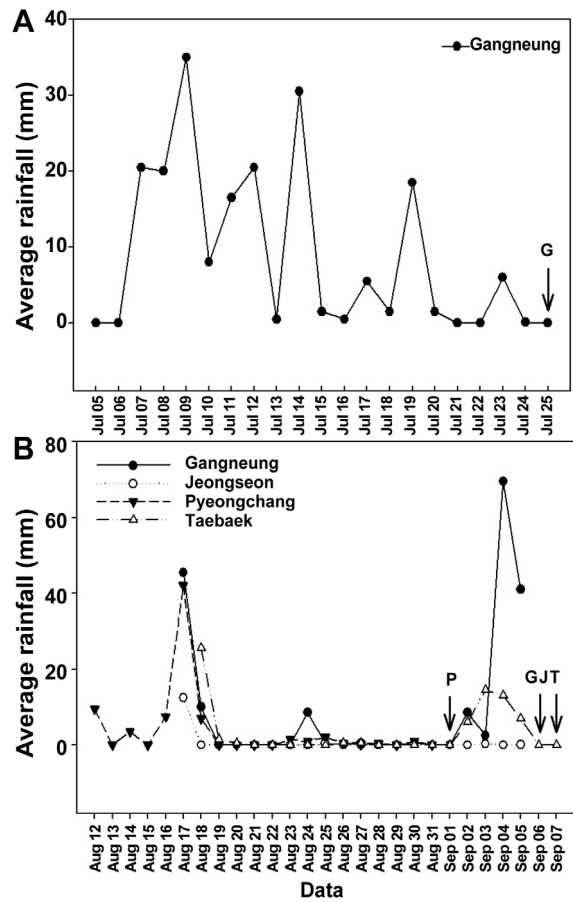


Fig. 1. Changes in average rainfall during 20 days cultivation before harvest of Kimchi cabbage cultivars grown on highland areas in summer 2011. Arrows indicate the harvest day of each region. G, Gangneung; J, Jeongseon; P, Pyeongchang; T, Taebaek.

조사하였다(Fig. 2).

배추 품종별 경도는 10N 이상으로 ‘청옥’, ‘상장군’, 그리고 ‘력광’ 품종에서 높게 나타났으며, 다른 품종은 유의적 차이를 보이지 않았다. 가용성 고형물 함량은 모든 품종에서 2°Brix 이상을 보이며 ‘력광’과 ‘영광’에서 가장 높게 나타났다. 고랭지 배추 8 품종에 대한 경도와 가용성 고형물의 함량 결과에서 다른 품종들과 비교하여 불량한 환경에서 재배된 ‘력광’이 가용성 고형물 함량이 높고, ‘CR-농심’이 상대적으로 경도가 낮지 않은 것은 배수가 잘되는 경사지라면 재배지역의 품종 자체의 품질특성에 의한 차이로 보여진다.

배추의 관능평가 항목 중 외관, 신선함, 그리고 조직감은 품종별로 유의적 차이를 나타내지 않았다. 단맛과 쓴맛은 품종에 따라서 유의적 차이를 보이며, 단맛은 ‘력광’이 가장 높고, ‘CR-농심’과 ‘슈퍼춘광’이 그 다음을 이었고, 쓴맛은 ‘CR-농심’과 ‘수호’에서 높았다(Table 2). ‘수호’는 외관도 ‘춘광’에 이어 두 번째로 뛰어나고 결구가 잘되어 있어 구중도 많이 나가는 반면 단맛은 8종류의 품종 중에서 가장 낮고

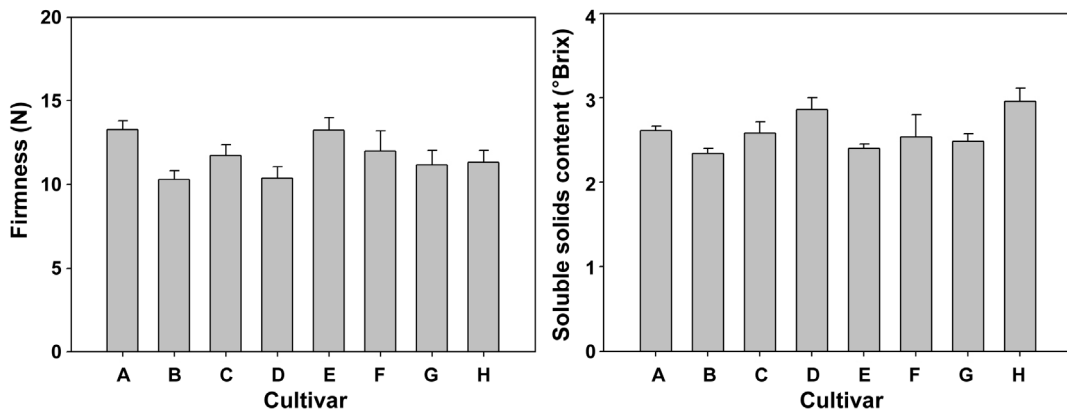


Fig. 2. Firmness and soluble solids content of eight cultivars of Kimchi cabbage grown on highland areas. The data presented the means \pm standard error ($n = 9$). A, Cheongock; B, Choongwang; C, CR-Nongshim; D, Ryouckgwang; E, Sangjanggoon; F, Soho; G, Superchoongwang; H, Younggwang.

Table 2. Sensory evaluation of eight cultivars of Kimchi cabbage grown on highland areas of Gangwon province in 2011.

Cultivars	Sensory evaluation rating				
	Appearance	Freshness	Texture	Sweetness	Bitterness
Cheongock	7.29 a ^z	7.71 a	7.14 a	3.71 bc	1.71 b
Choongwang	8.00 a	7.71 a	7.14 a	3.71 bc	1.71 b
CR-Nongshim	7.43 a	7.29 a	6.86 a	5.14 b	5.43 a
Ryouckgwang	7.43 a	7.86 a	7.86 a	7.14 a	1.71 b
Sangjanggoon	6.71 a	7.29 a	6.57 a	3.00 dc	2.43 b
Soho	7.86 a	6.71 a	6.14 a	1.80 d	5.25 a
Superchoongwang	7.40 a	7.00 a	6.60 a	4.80 b	2.75 b
Younggwang	7.40 a	7.40 a	7.20 a	4.40 bc	3.40 b

^zMean separation within columns among cultivars by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

쓴맛도 높게 나타났다. 일반적으로 배추와 같은 채소류의 쓴맛을 야기하는 원인은 2 가지로 알려져 있다. 우선 산지에서 열악한 재배환경을 극복하기 위해 배추에 칼슘성분의 비료를 주기적으로 다량 사용하기 때문으로 알려져 있다. 칼슘은 채소에서 쓴맛을 내는 역할을 하고 있다(Tordoff and Sandell, 2009). 채소의 쓴맛을 내는 두 번째 이유는 재배 중 수분 부족과 질소의 과다사용에 의한 잎의 질소 축적이 원인이라고 보고되어 있다(Rosen et al., 2005). 본 연구의 공시재료인 '수호'의 경우는 재배시기가 여름 장마시기인 점을 고려하여, 무름병과 병리장해를 방지하기 위해 칼슘을 과다사용하기 때문으로 '수호'의 쓴맛은 재배 중 칼슘의 과다사용으로 판단된다.

엽채류의 경우 수확 전과 수확 시의 기상환경이 품질에 직접적인 영향을 미치는데, 2011년 고랭지 여름 배추의 재배지역 중 '수호'가 재배된 평창은 9월 수확된 배추 품종들 중에서 강우일수가 12일로 가장 많았다(Fig. 1B). 또한 가용성 고형물의 함량이 다른 품종들과 비슷하게 2°Brix 이상으로 측정되었음에도 불구하고 관능평가에서는 가장 낮은 단

맛을 나타내고 있다(Fig. 2). 이와 같은 결과는 샐러드 양배추의 연구(Eum et al., 2011)와 마찬가지로 배추와 같이 엽채류의 경우 가용성 고형물의 함량만으로 당도를 결정하기 어렵다는 것을 의미하며, 잦은 강우로 인한 토양수분의 과다와 일조량 부족에 의해서 배추의 품질에 직접적인 영향을 준 것으로 판단된다.

고랭지 배추 적정 저장온도 제시

본 연구는 고랭지 배추의 장기저장 조건을 확인하기 위해서 강릉 고랭지 지역에서 재배된 'CR-농심'과 '력광'을 이용하여 실시하였다. 현재 유통되고 있는 고랭지 배추 품종은 약 20여 종으로 알려져 있는데 이를 크게 일반계와 CR계로 나눌 수 있다. 배추 뿌리혹병은 작형을 불문하고 발생되어 배추의 생산량에 크게 문제를 야기시키는 병으로 재배기간 중에 언제라도 병원균에 노출되어 병을 발생시키는데(Kim et al., 2000), 이 질병에 저항력이 있는 품종을 흔히 CR계 품종이라고 한다.

고랭지 배추의 상온 저장은 품종에 상관없이 저장기간은

3일 이내로 저장 3일 경과 후 무게손실률은 15% 이상을 보이고 있다(Fig. 3A). 반면 저온에 저장할 경우 저장기간은 두 품종 모두 3주 이상으로 연장되는데, 'CR-농심'의 2°C 처리구는 저장 3주 경과된 시점에 10% 내외의 무게손실률을 나타내는 반면, 0°C와 5°C 처리구에서는 각각 18%와 20% 이상의 손실률을 보였다. '력광'도 유사한 경향을 나타내며 2°C 처리구에서 무게손실률을 줄이는 효과가 있었다. 배추의 정선작업은 생산지에서 도매시장으로 유통 시 대부분 실시하는 것으로 저장된 배추의 손상된 겉잎을 제거함으로써 상품성을 높일 수 있다. 정선 손실률은 저장기간이 경과되면서 모든 품종 및 온도 처리구에서 증가하는데 증가율은 무게손실률보다 높았다(Fig. 3B). 'CR-농심'은 저장 2주 경과 후 정선 손실률의 유의적 차이를 나타내는데, 2°C < 5°C < 0°C 순으로 손실률이 높았다. 그러나 저장 3주 이후부터는 저장온도에 따른 정선 손실률의 유의적 차이가 없었다. '력광'은 저장 2주 경과 후에는 5°C에서 가장 낮은 정선 손실률 보인 반면 2°C와 0°C에서는 유의적 차이가 없었다. 저장 4주 경과 후에는 오히려 5°C에서 가장 높은 정선 손실이 있고 2°C와 0°C에서는 낮은 손실을 보이며 두 저장온도

사이에는 유의적 차이가 없었다. 무게손실 및 정선 손실률에 의한 저장온도 처리간 비교는 2°C 저온저장이 배추의 손실률을 줄이는데 효과적이었다.

상온저장 고랭지 배추는 저장 3일 후 상품성이 급격히 저하되어 저장기간 동안 품질변화는 0°C, 2°C, 그리고 5°C의 처리구에 대해서만 비교하였다. 경도 변화를 살펴보면 'CR-농심'은 '력광'에 비해서 경도가 좀더 높으며, 저장기간 전반에 걸쳐 온도 처리간에 유의적 차이가 없었다(Table 3). 반면 '력광'은 저장기간 전반에 걸쳐서 경도가 'CR-농심'에 비해 낮았으며 5°C 처리구에서 저장 1주 경과 후부터 다른 온도 처리구에 비해 유의적 차이를 보이며 낮았다. 가용성 고형물의 함량은 두 품종 모두 2.5-3.5°Brix 이상의 함량을 보였다.

고랭지 배추의 저장기간 동안 품질 변화는 경도와 가용성 고형물의 함량만으로 품질을 평가하기 어려우며 관능평가를 실시하여 외관 및 맛의 평가를 통해서 품질을 비교하였다(Table 4). 특히 외관 모습은 배추의 저장 가능기간을 추정하고 지표인자로 쓰일 수 있다. 'CR-농심'은 0°C, 2°C, 그리고 5°C에서 저장 가능기간이 각각 1주, 3주, 그리고 1주일

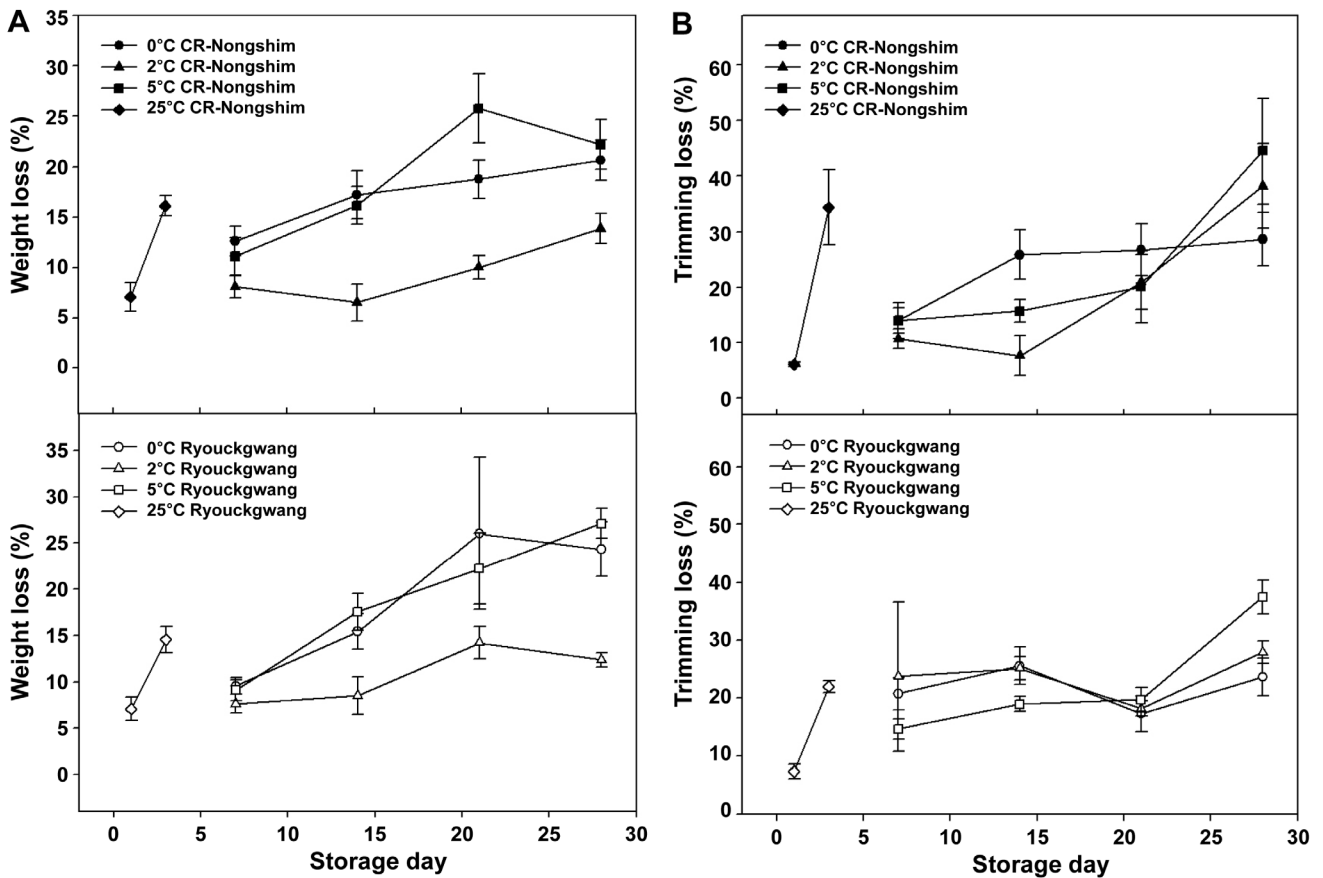


Fig. 3. Changes in weight loss (A) and trimming loss (B) during storage at low temperature of Kimchi cabbage (cvs. CR-Nongshim and Ryouckgwang) grown on highland area. The data presented the means \pm standard error (n = 5).

Table 3. Changes in firmness and soluble solids content (SSC) during storage at low temperature of Kimchi cabbage (cvs. CR-Nongshim and Ryouckgwang) grown on highland area^z.

Cultivar	Storage Temp.	Firmness (N)					SSC (°Brix)				
		Storage weeks					Storage weeks				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
CR-Nongshim	0°C	11.2 a ^y	10.6 a	11.0 a	10.4 a	10.7 a	2.7 a	2.6 a	3.4 a	3.2 a	3.5 a
	2°C	11.2 a	10.7 a	10.4 ab	10.9 a	10.2 a	2.7 a	2.6 a	2.8 a	2.8 a	3.0 a
	5°C	11.2 a	10.7 a	9.5 b	11.1 a	11.3 a	2.7 a	2.7 a	3.5 a	3.1 a	3.6 a
Ryouckgwang	0°C	9.8 a	10.3 a	8.2 b	8.5 a	8.4 a	2.9 a	3.0 a	3.7 a	2.8 a	3.0 b
	2°C	9.8 a	10.9 a	10.9 a	8.9 a	8.6 a	2.9 a	2.9 a	3.5 a	2.7 a	3.1 b
	5°C	9.8 a	8.5 b	9.0 b	8.7 a	8.7 a	2.9 a	2.7 a	3.2 a	2.5 a	4.2 a

^zThe altitude of the production site was 700-1,000 meters above sea level.

^yMean separation within columns among storage temperature for each cultivar by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 4. Changes in sensory evaluation during storage at low temperature of Kimchi cabbage (cvs. CR-Nongshim and Ryouckgwang) grown on highland area^z.

Cultivar	Storage weeks	Sensory scores											
		Appearance			Freshness			Sweetness			Bitterness		
		0°C	2°C	5°C	0°C	2°C	5°C	0°C	2°C	5°C	0°C	2°C	5°C
CR-Nongshim	0	7.4 a ^y	7.4 a	7.4 a	7.3 a	7.3 a	7.3 a	5.1 a	5.1 a	5.1 a	5.4 a	5.4 a	5.4 a
	1	6.8 a	6.0 a	6.0 b	6.7 a	6.0 ab	5.8 b	3.8 ab	3.5 ab	3.2 bc	4.5 ab	4.2 ab	4.7 a
	2	4.8 b	5.8 a	4.3 c	6.0 ab	5.6 ab	4.4 c	4.0 ab	5.0 a	4.4 ab	5.2 ab	3.8 ab	4.8 a
	3	4.3 b	6.0 a	3.2 c	4.9 bc	5.1 b	4.4 c	3.7 ab	4.1 ab	4.1 ab	3.9 ab	3.0 b	2.7 b
	4	3.6 b	3.6 b	1.4 d	3.8 c	4.4 b	3.6 c	2.4 b	2.8 b	2.4 c	2.8b	3.0 b	2.6 b
Ryouckgwang	0	5.9 a	5.9 a	5.9 a	7.9 a	7.9 a	7.9 a	7.1 a	7.1 a	7.1 a	1.7 ab	1.7 ab	1.7 a
	1	5.6 a	5.3 a	5.8 a	7.0 a	6.3 bc	5.2 b	5.7 ab	5.5 ab	4.5 b	2.7 ab	2.3 ab	2.0 a
	2	5.2 ab	6.0 a	4.8 ab	5.0 b	6.8 ab	5.6 b	3.6 bc	4.4 bc	4.0 b	3.4 a	4.2 a	3.0 a
	3	4.4 ab	6.0 a	4.4 ab	5.1 b	5.6 bc	4.2 bc	4.6 bc	4.4 bc	3.7 b	1.6 b	2.6 ab	3.6 a
	4	4.0 b	5.0 a	3.8 b	4.8 b	5.2 c	3.6 c	3.2 c	3.2 c	4.8 b	1.8 ab	1.4 b	1.8 a

^zThe altitude of the production site was 700-1,000 meters above sea level.

^yMean separation within columns among storage temperature for each cultivar by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

반면 ‘력광’은 2주, 4주, 그리고 2주 동안 저장이 가능하였다. 외관에 대한 두 품종의 결과는 신선함을 평가한 항목에서도 유사하게 나타났다. 단맛은 저장기간 동안 모든 품종에서 감소하는데 ‘력광’이 ‘CR-농심’에 비해 높게 나타났다. 일반적으로 단맛은 가용성 고형물의 함량과 연관지어 생각하는데, 단맛이 약한 배추는 두 항목 사이에 연관성이 적었다(Tables 3 and 4). 고랭지 배추 품종 및 처리온도별 가용성 고형물의 함량과 관능평가 항목 중 단맛의 연관성을 확인해 보면 ‘CR-농심’과 ‘력광’의 온도별 평균값으로 비교해 볼 때 각각 $R^2 = 0.26$ 과 $R^2 = 0.10$ 으로 상관성이 낮은 것을 알 수 있었다. 단맛이 저장기간 동안 감소하는 반면 가용성 고형물의 함량은 오히려 증가하는 경향을 나타내기도 했다. 쓴맛은 ‘CR-농심’이 ‘력광’에 비해 높게 나타났으며 온도 처리별 저장기간 경과에 따른 뚜렷한 경향은 없었다.

고랭지 배추 ‘CR-농심’과 ‘력광’은 저장기간 동안에 다양한 저장장해가 발생하였다(Fig. 4). ‘CR-농심’은 25°C 상온

저장에서 세균에 의한 무름병 증상이 나타난 반면 ‘력광’에서는 무름병 증상은 나타나지 않고 중륵부위에 흑반현상이 나타났다. 상온저장에서의 장해발생은 두 품종 모두 저장 3일 경과 후부터 발생되었다. 두 품종 모두 2°C와 5°C 저온 저장에서 나타나는 장해유형은 유사하며, ‘CR-농심’은 patchy papery necrosis가 발생하였는데 이것은 배추 저온저장 시 발생하는 주요 저온장해 중 하나이다(Porter et al., 2003). ‘력광’ 품종은 흑반현상과 수침 현상이 동반하여 중륵부위를 중심으로 발생되었다. 0°C 저장 처리구에서 발생된 장해는 두 품종간 뚜렷한 차이를 보이는데 ‘CR-농심’에서는 동해에 의해 잎에 얼음결정이 저장 1주 경과 후부터 나타났으며, ‘력광’에서는 시들음 현상이 발생되었다.

이상의 결과를 종합해 보면 ‘CR-농심’과 ‘력광’의 저장기간 동안 품질유지를 위한 저장온도는 2°C 온도조건이 적정하였다. 품종간 비교를 하면 ‘CR-농심’보다는 ‘력광’이 저장기간 동안 품질이 우수하였다. 일반적으로 배추저장은 2달

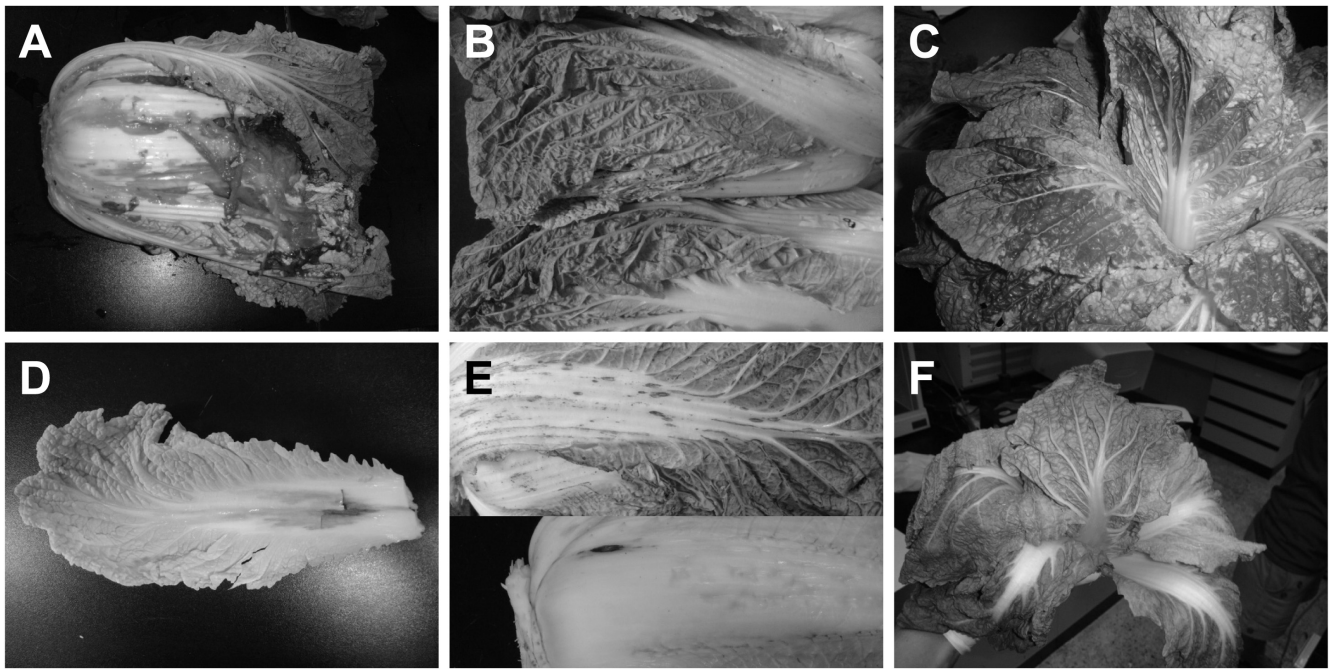


Fig. 4. Examples of storage disorder observed from Kimchi cabbage produced at highland area (about 700 m above sea level) of Gangneung. A, soft rot of 'CR-Nongshim' at 25°C; B, patchy papery necrosis of 'CR-Nongshim' at 2°C and 5°C; C, freezing injury of 'CR-Nongshim' at 0°C; D, black discoloration of 'Ryouckgwang' at 25°C; E, spot and water soaking of 'Ryouckgwang' at 2°C and 5°C; F, shriveling of 'Ryouckgwang' at 0°C.

정도 가능하다고 보고되는데 본 연구에서는 배추 저장기간이 4주를 나타내고 있다. 이는 연구를 수행한 2011년 여름 동안 강우일수가 많아 토양수분이 과습 상태로 계속 유지되었으며 일조량 또한 평년에 비해서 부족한 악천후의 기상조건이어서 배추의 생육이 극히 불량했기 때문으로 생각된다.

초 록

본 연구는 여름철에 고랭지 지역에서 재배되는 8종류 배추의 품종별 품질 특성을 조사하고 '력광'과 'CR-농심'의 적정 저온저장 조건을 제시하기 위해서 수행되었다. 7월에 조기 수확한 품종은 9월에 수확된 배추에 비해서 낮은 구중을 보이는데, 이는 7월의 배추 수확기간 동안 강원도 지역의 기상조건 악화에서 기인한 것으로 보인다. 배추 품종별 경도는 10N 이상으로 '청옥', '상장군', 그리고 '력광'에서 높게 나타났다. 관능평가 결과의 경우 외관, 신선함, 그리고 조직감은 배추 품종에 따른 차이가 없었다. 관능평가 항목 중 단맛은 '력광'이 가장 높고, 'CR-농심'과 '슈퍼춘광'이 그 다음을 이었고, 쓴맛은 'CR-농심'과 '수호'에서 높았다. 저장조건 최적화를 위한 실험에 이용된 배추는 'CR-농심'과 '력광'으로 고랭지 지역에서 80일 동안 재배된 것을 수확하여, 0°C, 2°C, 5°C, 그리고 25°C의 상대습도 90% 이상조건에서 저장하였다. 상온저장은 품종에 상관없이 저장기간은

3일 이내로 무게손실률은 15% 이상을 보이고 있고, 0°C와 5°C 처리구에서는 각각 18%와 20% 이상의 무게손실률을 보였다. 그러나 2°C에 저장할 경우 저장기간은 두 품종 모두 3주 이상으로 연장되었다. 경도는 'CR-농심'이 '력광'에 비해서 높으며 각 온도별 저장기간 동안에 유의적 차이가 없었다. 관능평가 항목 중 외관 모습은 배추의 저장 가능기간을 판단할 수 있는 품질 인자였다. 'CR-농심'은 0°C, 2°C, 그리고 5°C에서 저장 가능기간이 각각 1주, 3주, 그리고 1주인 반면 '력광'은 2주, 4주, 그리고 2주 동안 가능하였다. 'CR-농심'과 '력광'의 저장기간 동안 품질유지를 위한 저장 온도는 2°C 온도조건이 최적저장 온도였다.

추가 주요어: 신선중, 관능평가, 기상조건

인용문헌

- Eum, H.L., Y.H. Lee, S.J. Hong, I.S. Shin, and Y.R. Yeoung. 2011. Quality change during harvest time and storage of various cabbages grown on highland by different transplanting times. *J. Bio-Env. Cont.* 21:95-101.
- Jeon, H.Y., H.H. Kim, C.Y. Yang, H.I. Jang, I.G. Mok, and M.S. Yiem. 2005. Damage and control threshold of the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) in Chinese cabbage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:333-336.
- Kim, C.H., W.D. Cho, and H.M. Kim. 2000. Yield loss of spring Chinese cabbage as affected by infection time of clubroot

- disease in fields. *Plant Dis. Res.* 6:23-26.
- Kim, J.K., K.D. Kim, and Y.S. Choi. 2007. Postharvest technology manual of Chinese cabbage. Nonghyup, Seoul, Korea.
- Martinez-Romero, D., S. Castillo, and D. Valero. 2003. Forced-air cooling applied before fruit handling to prevent mechanical damage of plums (*Prunus salicina* Lindl.). *Postharvest Biol. Technol.* 28:135-142.
- National Institute of Crop Science (NICS). 2011. Online crop information center. www.nics.go.kr.
- Nunes, M.C.N., J.K. Brecht, A.M.M.B. Morais, and S.A. Sargent. 1995. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biol. Technol.* 6:17-28.
- Porter, K.L., A. Klieber, and G. Collins. 2003. Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage. *Postharvest Biol. Technol.* 28:153-158.
- Rosen, C.J., V.A. Frits, G.M. Gardner, S.S. Hecht, S.G. Carmella, and P.M. Kenney. 2005. Cabbage yield and glucosinolate concentration as affected by nitrogen and sulfur fertility. *HortScience* 40:1493-1498.
- Rural Development Administration (RDA). 2000. Chinese cabbage. Cultivation technique of vegetable grown on highland. Highland Agriculture Research Center, Pyengchang, Korea. p. 49-86.
- Tordoff, M.G. and M.A. Sandell. 2009. Vegetable bitterness is related to calcium content. *Appetite* 52:498-504.
- Yun, H.K., T.C. Seo, C.H. Zhang, and H.Z. Huang. 2005. Effect of selenium application on growth and quality of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.) grown hydroponically in perlite media. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23:363-366.