

양파의 이상 재배조건에서 생육과 저장온도에 따른 저장성 및 포장한 신선편이 특성

이정수 · 장민선 · 박수형*

농촌진흥청 국립원예특작과학원

Growth, Storage and Fresh-cut Characteristics of Onion (*Allium cepa* L.) in Unstable Environmental Condition and Storage Temperature

Jung-Soo Lee, Min-Sun Chang, and SuHyoung Park*

National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

Abstract The purpose of this study was investigated the quality changes before and after harvesting, storage and, processing of onion. Experiments were carried out to compare the effect on the characteristics of the postharvest from preharvest factors using onion. This experiment had identified the characteristics of harvested onions after cultivating with several preharvest factors such as the light and water conditions. These tests were conducted in an onion growth in the field, storage, and processing of fresh-cut during a laboratory periods of 2 years. In first year, onion cultivars ('Kars' and 'Pop') were produced under stable or unstable environment conditions, these onions were stored at low temperature(0?). Measurement was evaluated by the growth amount after harvesting, and the fresh weight loss and respiration rate during storage. According to different culture conditions and storage temperatures, it was investigated the properties of the fresh-cut onion. Growth of onion was varied depending on the cultivars and culture conditions. The amount of growth on 'Kars' and 'Pop' onions were decreased by excessive soil water conditions with shading. These influences were found the morphological differences resulting for the cell tissue of onion being rough and large. Onion cultivated in excessive soil water with shading affected the degree of its respiration rate and fresh weight loss during storage. Ones in excessive soil water with shading were higher than the control in fresh weight loss and respiration rate, respectively. However fresh-cut onion could not investigated to clarify the difference due to effects of cultivation condition and storage temperature on some measure items such as electrolyte leakage and microbial number change. There was a change of only electrolyte leakage depending on the storage temperature, rather than cultivated conditions before harvesting factor. The results showed that the onion grown on in the good environment was represented to a good quality produce even after harvesting.

Keywords Culture method, Pre- and Postharvest characteristics, Electrolyte leakage, Respiration rate

서 론

양파는 장기 저장하는 대표적인 조미채소로서 저장조건이 구명되어 있으나, 매년 저장성의 차이가 발생된다¹⁾. 그러나 양파는 수확후 저장성 차이에 대한 원인 판단이 어려워, 저

장조건에서만뿐만 아니라 수확전 요인부터 이용까지 일련의 과정을 유기적으로 모색할 필요가 있다²⁾.

백합과 작물인 양파(*Allium cepa* L.)는 기간채소로서 관리되는 중요한 양념채소이며³⁾, 국내 생산량이 1,294 천ton, 재배면적이 20,036 ha에 이른다⁴⁾. 재배 작형은 추파하여 익년의 4-6월에 수확되는 단순 작형으로 대부분이 연중공급을 위해 저장되지만 저장 중의 부패 및 생리장해로 인한 손실이 높은 편이다⁵⁾. 양파는 주로 생체로 이용되나 근래에는 생활패턴 변화로 신선편이로도 많이 이용되고 있다⁶⁾.

양파 저장 중의 높은 부패 및 생리장해로 인한 손실에 대

*Corresponding Author : SuHyoung Park
National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea
Tel : +82-63-238-6622, Fax : +82-63-238-6605
E-mail : psh@rda.go.kr

해서, 수확 전 요인인 재배 시 토양조건, 관수관리 및 시비 방법 등과 수확 후 불합리한 저장조건 및 미흡한 적재 방법 등에 의해 발생이 많이 된다고 알려져 있으며¹⁾, 저장력을 높이기 위해서는 수확 전에 단수(斷水)와 같은 포장 관리나 충분한 예건 등의 전처리가 강조되고 있다⁷⁾. 양파의 저장은 0°C에서 상대습도 70~80%가 적정한 것으로 알려져 있으며⁷⁾, 저장온도를 달리하여 상온 저장하면 2~3개월은 저장이 가능하나 맵아 신장 및 부패로 인해 저장성이 떨어진다⁸⁾.

양파의 수확 후 특성 변화에 대해 주로 저장 조건에 관한 연구가 이루어져 있으나⁹⁻¹¹⁾, 수확 전 요인에 따른 저장과 관련된 차이나 원인에 대한 구명 연구는 미비한 실정이다^{7,12)}. 그래서 저장 및 유통 중 손실이 발생했을 때, 저장 전 원예 산물이 가진 특성을 알지 못하여 품질 손실에 대한 원인 파악이 어렵다. 그러므로 수확 전 요인에서부터 미리 원인 파악을 위한 방법을 강구할 필요가 있다.

최근 소비자의 생활패턴 변화로 양파를 신선편이 식품으로도 많이 이용하고 있다⁵⁾. 원물에 미치는 영향은 수확 전·후 요인이 복합적으로 작용하지만, 양파에서는 저장기간에 따른 차이에서 원인을 찾고 있다^{5,6)}. 따라서 원물 차이가 수확 후 품질 및 가공품에 미치는 영향에 대해서도 품종 및 재배조건, 수확 후 저장 등의 복합적 요인에 대한 고찰이 미흡한 것으로 보인다.

양파는 저장성의 변화 원인에 대해 품종뿐만 아니라 재배 환경과 같은 가변적 요인에 대한 연구를 통해, 저장후 특성에 대한 규명이 요구되고 있다. 또한 양파 신선편이 수요가 늘고 있어, 수확전 요인에서부터 수확후 가공까지의 영향에 대해 살펴볼 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 양파의 수확후 저장이나 최소가공품의 발생하는 차이가 수확전 요인에서부터 미치는 복합적인 영향을 유기적으로 고찰하고자 하였다. 이에 따라 양파에서 품종과 같은 고정적 요인 이외에도 재배환경과 같은 가변적 요인에 따른 차이가 생육 및 저장 특성에 미치는 영향을 조사하였으며, 신선편이와 같은 최소가공 시에서도 이용전의 재배 및 저장 조건 등에 따른 여러 요소들을 분석하여, 단편적인 고찰보다는 일련의 과정을 종합적으로 취합하여 검토하고자 하였다. 이를 통해 양파의 수확후 특성은 수확전 요인에서부터 비롯됨으로, 수확후 관리는 수확전 산물에서부터 일관적으로 관리되어야 함을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구는 1년 차에 양파의 생육과 저장 특성을 품종과 재배환경의 차이에 따라 고찰하였으며, 2년 차에 양파의 저장성과 신선편이의 특성을 재배환경과 저장온도 차이에 따라 조사하였다.

1. 실험재료

1년 차에 이용한 실험재료는 ‘카스(Kars)’ ((주)농우바이오, 한국)와 ‘팝(Pop)’ ((주)코레콘, 한국)이었으며, 재배환경은 토양 과습과 차광을 같이 한 처리와 무처리인 대조구를 두어, 국립원예특작과학원의 경기도 수원 이목동 시험포장에서 수행하였다. 2년 차에는 저장 및 신선편이 특성을 조사하고자, 실험재료는 ‘카스’ 품종으로 1차년도와 동일포장에서 재배한 것을 사용하였다.

2. 양파 재배조건에 따른 생육 특성 및 형태 관찰

양파의 재배환경 조건은 관행적인 환경 및 토양 과습과 차광에 의한 약광으로 처리하여 불안정한 이상기상(異常氣象) 재배 환경 조건을 설정하여 생육을 비교하였다. 이상 재배환경 조성을 위한 토양 과습의 수분처리는 Lee 등¹³⁾의 관수 시험처리와 같이 과습조 주위에 30 cm 정도 두께의 토벽을 쌓고, 외벽에 PE 필름을 2중으로 덮어 수분유실을 억제하였으며 관수공급 장치를 이용하여 지속적으로 수분을 공급하였다. TDR 토양 수분 센서로 제어되는 토양수분 제어장치(WT-1000, 미래센서사, 한국)로 과습 조건을 유도하였으며 이때 과습 처리구의 토양 수분함량 평균은 28%이고, 대조구 처리는 20%이었다. 광 환경 조절을 위한 차광 조건은 흑색 차광막(55%)으로 비닐 온실 외피 전면을 덮어 처리하였다.

양파 재배는 Lee 등¹⁴⁾의 방식에 따라 재배하였고, 1년 차에 파종은 12월 23일에 국립원예특작과학원의 육묘온실에서 하였고, 육묘는 200공 플러그 트레이(plug tray)에 시판육묘용 상토(바이오상토 1호, Seminis Korea Inc., Korea)를 사용하였다. 정식은 3월 10일에 국립원예특작과학원 단동 온실에서 하였으며, 정식 시 주간 간격은 20×15 cm로 하였다. 토양 과습과 차광 조건은 구비대가 육안으로 관찰되는 5월 13일에 시작하였으며, 양파 수확은 6월 23일에 90% 정도 도복이 되었을 때 하였다. 그 외의 포장 관리는 Lee 등¹⁵⁾의 재배방법에 따랐으며, 시비는 성분량 기준으로 ha당 질소 240 kg, 인산 77 kg, 칼리 154 kg을 사용하였다. 2년 차에는 경종 개요는 파종은 1월 11일에, 정식은 3월 22일, 수확은 7월 3일에 하였다. 재배조건 처리는 전년도와 동일하게 토양 과습과 차광의 복합적인 처리 및 무처리로 하였는데, 전년도 달리 차광 처리시기를 정식 후부터 실시하였다.

양파의 생육특성 조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준¹⁶⁾을 따랐으며, 가용성고형물 함량은 디지털 당도계(PAL-1, Atago Co., Japan)를 이용하였고, 조섬유 함량 측정은 조섬유 분석기기(M1020, Foss tecator, Sweden)를 이용하였다. 세포조직 관찰은 Chang¹⁷⁾의 방법에 따라 시료 조직 절편을 채취하였고, 고정액에 처리하여 고정한 후에 시료를 절단하고 염색하여 광학현미경(Axioskop 2, Carl Zeiss Co., Germany)으로 검경하였다.

3. 양파 저장 시 재배조건 및 저장온도에 따른 특성

재배환경 조건을 달리하여 수확한 양파를 원예산물 저장용 플라스틱 컨테이너에 담아, 1년차에는 저온($0\pm 1^\circ\text{C}$)에 상대습도 70~80%에서 저장하였으며, 2년차에는 저온($0\pm 1^\circ\text{C}$)과 상온($21.6\pm 7^\circ\text{C}$), 상대습도 70~80%에서 저장하였다. 저장시점의 종료는 외관 관찰을 통해 부패 또는 물러지거나 멍아로 인해 상품가치를 상실하였을 때 하였다. 양파의 저장 중 품질특성으로 생체중 변화는 입고 시 중량에 대한 생체중의 감소 정도를 백분율로 표시하였으며, 7일 간격으로 조사하였다. 호흡에 의한 CO_2 발생 정도는 Lee 등¹⁸⁾의 방법을 참고로 하여 7일 간격으로 저장 중인 양파를 1 L의 밀폐용기(Straight-side wide-mouth jar, Nalgene, USA)에 담아 저장고에서 1시간 동안 방치한 후 GC(5890 series II, Hewlett Packard, USA)를 이용하여 측정하였다. 이 때 분석조건으로 detector는 TCD, 온도는 150°C , column은 자체 제작한 stainless steel column (ϕ 1/8 in, 2 m)에 active carbon (SK-4carbon, Alltech, USA)을 충전하였으며 이동상은 He (30 mL/min), oven 온도는 70°C 이었다.

4. 재배조건 및 수확 후 저장온도에 따른 신선편이 양파의 품질특성

저장 후에 신선편이 양파의 특성변화를 관찰하였는데, 실험재료는 저장온도 별로 저온($0\pm 1^\circ\text{C}$)과 상온($21.6\pm 7^\circ\text{C}$)에서 90일간 저장한 ‘카스’를 이용하였다. 신선편이 양파의 보존은 양파를 절편한 후에 PP필름(32×22 cm, thickness 0.05 mm)에 150 g씩 넣어 전기접착기(Pedal type impulse sealer TI-300/5, 대한과학)로 밀봉 후 포장하여 5°C 의 쇼케이스형 냉장고(ZiKor, Samsun, Korea)에 저장하면서 전기 전도도, 포장 내 가스조성, 미생물 수 등의 변화를 조사하였다. 전해질 누출 정도는 실험재료 50 g을 500 mL에 20분간 침지한 후에 전기 전도도(EC; electrical conductivity)를 EC측정기(Orion 4 STAR, Themor Electron Co., USA)로 조사하였다.

신선편이 양파의 포장 내부 기체조성(O_2 및 CO_2)은 Kim 등¹⁹⁾의 방법을 참고로 하여, 필름 표면에 silicon septum을

부착한 뒤, 헤드스페이스 가스분석기(Checkmate 9900, PBI Dansensor Co., Denmark)를 이용하여 2일 간격으로 측정하였다. 미생물 수는 실험재료 10 g을 취하여 멸균수 90 mL과 함께 sterile sample bag(masher-bag P-LTS, BACcT®, NBT, Japan)에 넣어 균질기(Lab Stomacher 400, Seward Medical, UK)를 이용하여 230 rpm으로 1분간 균질화하였다. 총균수는 샘플을 미생물 건조배지(aerobic count plate, 3M, USA)에 접종하여 35°C 의 항온기에 48시간 배양한 다음, 자동균수 측정기(Petrifilm Plate Reader, 3M, USA)로 총균수를 측정하였다.

이취는 Wang 등²⁰⁾의 방법과 같이 3명의 평가원들이 샘플 포장을 개봉한 뒤 곧바로 이취를 평가하였다. 이취발생 정도는 López-Gálvez 등²¹⁾의 방법에 의해 5단계로 점수를 부여(0=none; 1=slight; 2=moderate; 3=strong; and 4=severe)하였으며, 2점을 도달한 것은 상품성이 없는 것으로 간주하였다.

5. 통계분석

양파의 재배후 생육조사는 15반복으로 하였으며, 수확후 시험처리는 완전임의 배치법 4반복으로 하였으며, 통계분석은 SAS(ver. 9.2, SAS Inc., USA)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 양파 품종 별 재배조건에 따른 생육 및 형태 관찰

재배환경 조건에 따른 생육차이를 관찰한 결과는 Table 1과 같으며, 양파 재배시 토양 과습과 차광 조건에 따른 생육차이를 보였다. 양파의 생육은 품종과 같은 고유 특성 외에 재배 환경조건과 같은 가변적 요인에 의해서도 생체중, 구고 및 구폭의 경우 무처리와 토양 과습과 차광 조건구보다 좋은 것으로 나타났으며, 유의적인 차이를 보였다.

Table 1은 양파의 품종 별 재배조건에 따른 품종 별 생육 결과로써, ‘카스’와 ‘팝’ 양파를 토양 과습과 차광을 한 처리와 무처리에서 양파의 구고 및 구폭, 생체중이 ‘카스’와 ‘팝’

Table 1. Bulb characteristics of ‘Kars’ and ‘Pop’ onion cultivars cultivated under the control and treated conditions

Cultivar	Culture condition	Bulb			SSC ^z (%)	Crude fiber (Dry, %)
		Height (cm)	Diameter (mm)	Fresh wt. (g)		
Kars	Control	94.3	94.8	421.9	6.4	0.7
	Shaded with excessive soil water condition	76.9	81.6	258.4	6.4	0.8
Pop	Control	82.7	102.8	434.4	6.2	0.8
	Shaded with excessive soil water condition	73.2	77.3	226.0	6.5	0.7
	Cultivar (A)	NS	NS	NS	NS	NS
	Culture condition (B)	**	**	**	NS	NS
	A × B	NS	**	NS	NS	NS

^zSoluble solid contents. ^{NS}Non-significant at $P=0.05$. *,**Significant at $P=0.05$ or 0.01 , respectively.

품종 모두 재배 시 환경 조건에 따라 차이를 보였는데, 대조구인 무처리구가 토양 과습과 차광 처리보다 좋은 것으로 나타났다.

재배조건에 따른 생육차이에서 구고는 무처리인 대조구가 토양 과습과 차광 처리보다 큰 것으로 나타나, ‘카스’와 ‘팝’ 품종에서, 대조구가 82.7~94.3 cm이고 토양 과습과 차광 처리는 73.2~76.9 cm이었다.

구경은 재배조건과 이에 따른 상호작용에 의해 유의 차이를 보여, 재배조건에 따라서는 무처리가 94.8~102.8 mm인데 반해, 토양 과습과 차광 처리구는 77.3~81.6 mm이었으며, 품종별 재배조건과의 상호작용에 따른 ‘팝’의 무처리가 102.8 mm으로 컸고, ‘팝’ 품종의 토양 과습과 차광 처리는 77.3 mm으로 작았다.

생체중도 구고와 같이, 재배 시 토양 과습과 차광 처리 같은 재배조건의 차이로 유의차이를 보였는데, 무처리가 421.9~434.4 g이었으며 토양 과습과 차광 처리는 226.0~258.4 g이었다. 이러한 품종에 따른 가용성 고형물 등에서의 차이를 보이지 못한 것은, 비슷한 양과 품종을 비교하고 품종수가 적었기 때문으로 생각되어, Lee 등¹⁴⁾과 같이 조숙 정도가 다른 품종으로 품종수가 더 늘어난다면 재배조건에 따른 생육

의 차이가 나타날 것으로 생각된다.

본 실험에서 양과 재배 시 토양 과습과 같은 작물의 수분 환경의 차이로 생육이 서로 상이해지는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 가용성고형물(SSC) 및 조섬유 함량은 재배조건에 따른 차이를 보이지 못했다.

양과의 재배조건에 따른 생장 차이를 이해하기 위해 식물 구조를 관찰하였는데, 그 결과 재배조건의 차이로 인해 생육 뿐만 아니라 세포 형태도 달라지는 것으로 나타났다(Fig. 1). 양과는 재배 중 토양 과습과 차광 조건에서 인편의 내부 세포 크기가 크고, 무처리보다 다소 영성한 구조를 보였으며 표피(epidermis)와 아표피(hypodermis)에서 왁스 층이 두꺼워진 것으로 나타났다. 양과에서 토양 과습과 차광 조건에서는 생체중과 같은 생육량이 줄어든 반면(Table 1), 단위세포의 크기가 커진 것으로 나타났다. 이는 토양 과습과 차광 조건에 의한 재배환경에 따른 차이로 생육량이 저해되어 세포 수와 같은 질적인 생장은 줄고, 단위세포 크기와 같은 양적인 크기가 커진 것으로 생각되며 표피와 아표피는 작물이 생육 중에 스트레스를 받아 두꺼워진 것으로 유추된다. 재배 중 토양 과습과 차광 조건으로 인해 양과의 생육은 줄어들었으나 조직은 연약한 형태로 나타났다. 따라서 양과의 이상재배에

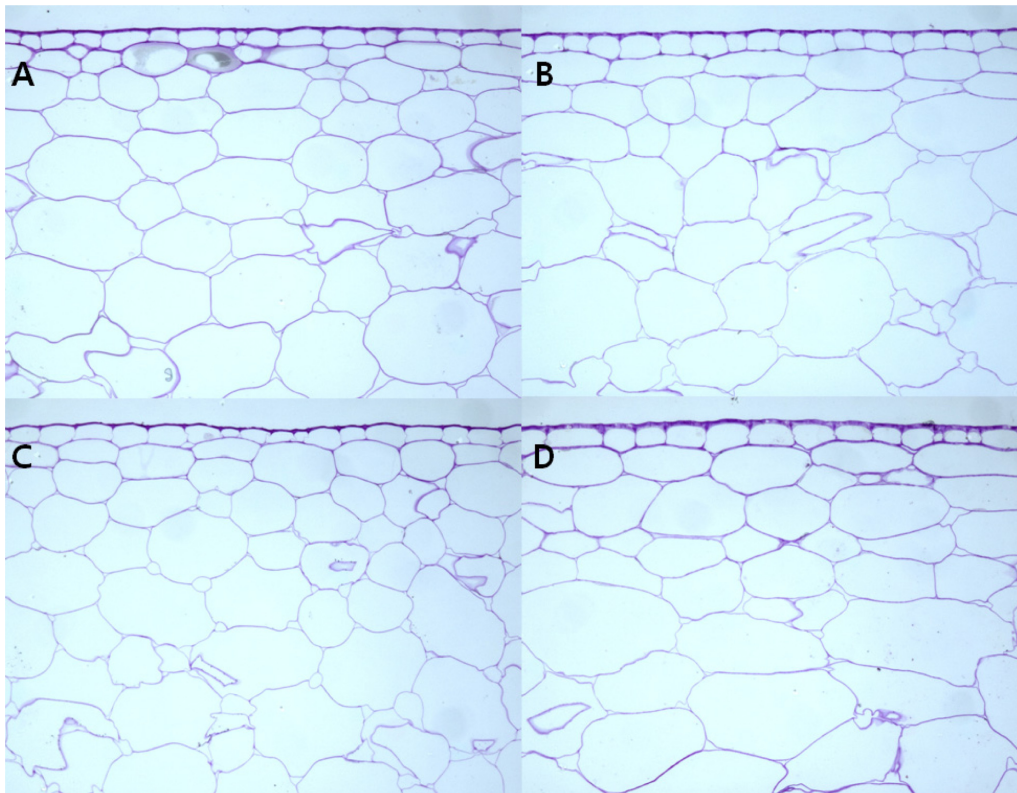


Fig. 1. Cross section of the ‘Kar’ and ‘Pop’ onion bulbs cultivated under the control and shaded with excessive soil water conditions. A, ‘Kars’ onion cultivar under control conditions; B, ‘Kars’ onion cultivar under shaded with excessive soil water conditions; C, ‘Pop’ onion cultivar under control conditions; D, ‘Pop’ onion cultivar under shaded with excessive soil water condition shading.

의한 환경 조건과 같은 가변적 요인에 의한 생육 차이를 확인할 수 있었다.

양파는 인경과 같은 영양 생장기관을 가식부위로 이용하는데, 양파 인경의 형성은 품종 이외의 재배조건과 같은 외부 환경에 따라 생육량과 세포 형태에서 영향을 받아 이루어지는 것으로 나타났다. 양파에서 재배환경 조건의 차이에 따라 토양 과습과 차광 처리로 인해 생체중과 같은 생육량이 줄어든 반면에(Table 1), 단일세포의 크기가 커진 것으로 나타났다(Fig. 1), 토양 과습과 차광 처리에 의한 재배조건 차이에 의해 생육량이 저해 되어 세포 수와 같은 질적인 생장은 줄고, 단일세포 크기와 같은 양적인 크기가 커진 것으로 생각된다. 양파는 외부 생육 환경에 따른 생육량과 세포 형태의 차이를 보였지만, 가용성 고형물(SSC)과 조섬유 함량에서 차이를 보이지 못하였는데, 양파의 수확 후 품종별 토양 과습과 차광 처리 차이에 따른 외형적인 변화를 보임에도 불구하고, 양파의 가용성 고형물 함량 등의 단순한 조사로는 수확 전 환경 차이에 따른 영향을 판단하는 데에 이용하기는 어려워 보인다.

본 연구에서 토양 과습과 차광 처리를 통해 재배환경 조건에 따른 생육 특성의 차이를 재현하였으며, 이후 연구에서는 재배조건의 차이로 저장 중에 나타나는 특성 변화를 이해하고자 하였다.

2. 양파 품종 및 재배환경 조건에 따른 저장 중 생체중 및 호흡 특성

Fig. 2에서 양파의 품종과 재배환경에 따른 저장 중의 중량감소율에 미치는 영향을 보고자 하였다. 실험에서 양파는 수확 전 요인에 따라 저장 중 생체중에 다소 차이가 나타나는 것을 확인하였다. 0°C에서 91일간 저장한 양파는 품종의 차이뿐만 아니라 재배 중의 토양 과습과 차광 처리에 의한 재배조건의 차이가 영향을 저장 중의 생체중량 변화에 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 토양 과습과 함께 차광을 통한 저일조 처리한 것이 저장 중 생체중의 감소폭이 무처리보다 큰 것으로 나타났으며, 품종에 따라서는 ‘카스’가 ‘팝’보다 큰 경향을 보였다.

저장 63일째에 재배조건 차이에 따른 생체중량 감소 정도는 토양 과습과 차광 처리가 4.4~6.1%인데 반해, 무처리인 대조구는 2.7~2.8%인 것으로 나타났으며, 품종 별로는 ‘카스’가 2.8~4.4%이었고, ‘팝’은 2.7~6.1%이었다.

양파 저장 중의 중량감소 정도는 품종에 따라 차이를 보였지만, 재배조건과 같은 가변적인 요소에도 영향을 받아, 토양 과습과 차광 처리한 것이 더 큰 것으로 나타났다.

Kwon 등²²⁾은 마늘 저장 중의 중량 감소는 수분 감소에 의한다고 하였다. 이러한 수분감소는 증산과 호흡에 의한 것으로 이미 잘 알려져 있다²³⁾.

Lee 등²⁾는 상추의 재배방법에 따른 중량감소 차이는 식물

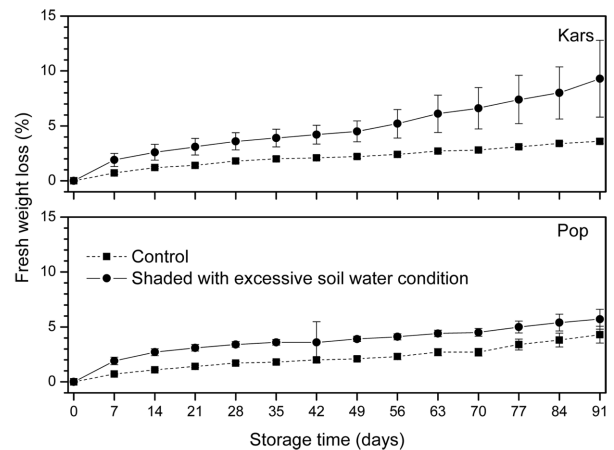


Fig. 2. Change in fresh weight loss of ‘Kars’ and ‘Pop’ onion cultivars after harvesting as affected by control and shaded with excessive soil water conditions stored at 0°C. Data bar represents the mean±SE of four replicates. Some bars are not shown when masked by symbol.

조직 구조의 차이에서부터 기인한다고 하였다. 본 실험에서 양파에서는 동일한 품종이라도 재배조건이 다르면, 세포의 형태적인 차이가 유기되는데, 저장 중의 토양 과습과 차광 처리한 것이 생체중량 감소 정도가 더 커진 것은 양파의 재배조건 등의 차이로 인해 토양 과습과 차광 처리 것의 성긴 구조가 영향을 미친 것으로 생각된다.

실험 결과, 수확 전 요인이 수확 후에 영향을 미치는데 품종과 같은 고정적인 요인 이외에 재배조건과 같은 가변적 요인이 생육뿐만 아니라 수확 후의 저장 중에도 영향을 미치므로, 수확 후 나타나는 변화를 이해하고자 하면, 재배에서부터 연계하여 생산관리 조건을 확인 검토하는 일관 관리 기술 체계가 필요할 것으로 보인다.

Fig. 3에 1년차에는 양파 호흡 특성은 품종과 재배환경에 따른 저장 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 양파 비대기부터 수확 시까지 토양 과습과 차광 처리는 저장중의 CO₂발생에는 뚜렷한 패턴을 보이지 않았다. 저장 중의 CO₂발생은 2.5~10.5 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹로 진폭을 거듭하여, 수확 전의 재배조건이나 품종에 따른 호흡 특성을 명확히 구분할 수는 없었다. 다만 저장 후기의 CO₂ 발생량은 수확 전 토양 과습과 차광 처리한 것에서 다소 높은 경향을 보였다.

또한, 양파의 초기 호흡량과 후기의 호흡량이 큰 차이를 보이지 못하였는데, 이는 Yoo 등²⁴⁾의 보고와 같이 양파의 저장 후기에 멍아와 같은 생리 대사로 인해, 호흡의 감소가 일어나지 않는 것으로 보고하였으나, 이보다는 수확 후 휴면에 의해 변화가 없지 않았나 생각된다.

양파의 토양 과습과 차광 처리로 생육의 차이를 보였으며, 저장 중에 생체중량 감소에 차이를 나타냈으나, 호흡 특성에

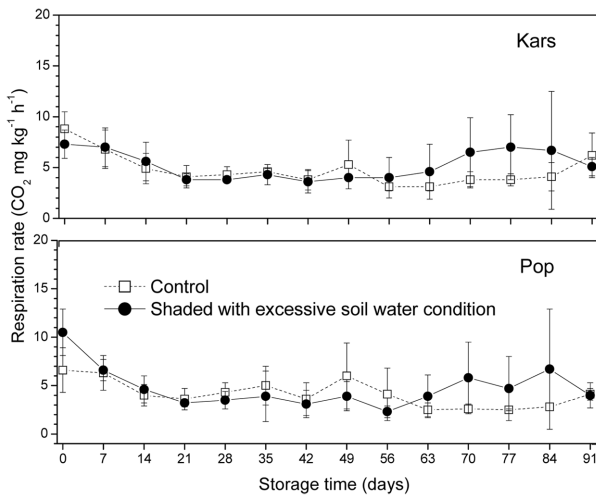


Fig. 3. Change of respiration rate after harvesting of 'Kars' and 'Pop' onion cultivars as affected by control and shaded with excessive soil water conditions stored at 0°C. Data bar represents the mean±SE of four replicates. Some bars are not shown when masked by symbol.

서는 뚜렷한 차이를 보이지 못했다. 그러나 이는 품종 별로 재배조건의 처리 기간이 짧아 명확히 나타나지 않은 것으로 생각되었다. 따라서 품종 차이의 간섭을 없애고 재배조건의 차이를 더 확고히 한다면, 호흡 특성에 차이를 나타낼 수 있을 것이라 생각되었다. 2년 차에는 재배조건에 따른 호흡 차이를 보다 명확히 유도하고자 토양 과습과 차광 처리의 기간을 늘렸으며, 또한 저장온도 조건을 달리하여 재배조건과 저장에 따른 수확 후 영향을 조사하였다.

3. 양파 재배조건 및 저장온도에 따른 생체중

양파는 저장 중, 생체중 변화는 저장온도뿐만 아니라, 수확 전 요인에 따라서도 차이를 보였다(Fig. 4). 양파의 수확 전 재배조건과 수확 후 저장 온도 조건을 달리하여 생체중량 변화를 관찰하였는데, Fig. 4에서 저장시 생체중 감소 정도는 저장온도에 따른 영향도 있지만, 수확 전 토양 과습과 차광 처리한 것이 무처리인 대조구보다 큰 것으로 나타났다.

'카스(Kars)' 양파의 생체중 감소는 저장 온도에 따라서는 상온에 저장한 것의 차이가 다소 커 보였으며, 재배 중 토양 과습과 차광 처리한 것이 저장 중에도 영향을 받아, 생체중 감소율이 더 큰 것으로 나타났다. 수확 후 저장 온도 조건을 저온(0°C)과 상온(22°C)으로 달리하여 63일째의 중량감소 정도를 보면, 상온 저장한 토양 과습과 차광 처리 양파의 생체중 감소가 16.4%로 가장 컸으며, 상온의 무처리 재배가 14.1%이었고, 다음은 저온(0°C)에서 수확 전 토양 과습과 차광 처리한 것이 10.9%이었고, 저온의 무처리가 5.4% 순으로 나타났다.

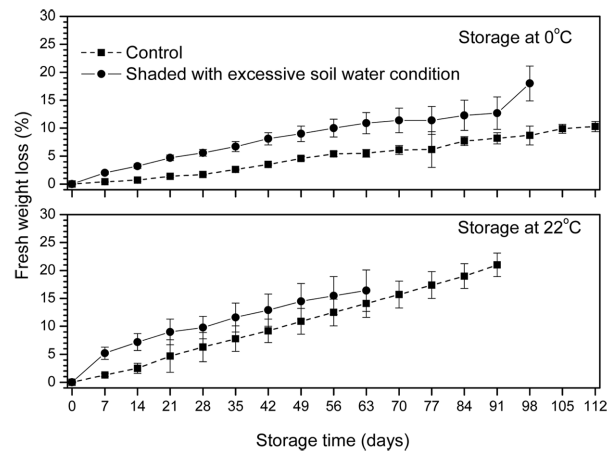


Fig. 4. Change in the fresh weight loss of 'Kars' onion cultivar after harvesting as affected by control and shaded with excessive soil water conditions at stored at 0°C and 22°C. Data bar represents the mean±SE of four replicates. Some bars are not shown when masked by symbol.

양파 저장 중 생체중 감소 정도를 고려해보면 수확 후 저장온도 조건이 더 영향을 미치는 것으로 나타나서, 상온(22°C) 조건에서 저장한 것이 저온(0°C) 저장보다 생체중 변화가 더 큰 것으로 보였으며, 수확 전 재배환경에 따른 요인을 생체중량 감소 정도에 부수적으로 영향을 미치는 것으로 생각된다.

그러나 양파에서 수확 후 저장 온도에 따른 생체중량 변화가 저장온도에 따른 처리별 차이가 크지 않은 것으로 나타났는데, Yang 등²⁵⁾은 수확 후 요인이 수확 전 요인보다 더 큰 영향을 미친다는 보고와 같다면 차이가 나겠지만, Lee 등¹⁸⁾의 보고처럼 작물에 내재된 대사작용이 억제 또는 크게 활성화되면 차이를 인지하기 어렵다는 견해와 같이 양파의 휴면으로 인해 내재된 차이를 확인하기 어려웠던 것으로 생각된다.

또한 본 연구에서는 양파를 저온(0°C)과 상온(22°C)으로 저장 온도 조건을 달리해 저장하지만, 단순히 플라스틱 컨테이너에 적재하여 저장한 것으로 인해 생체중량 감소 정도가 큰 것으로 나타나, 양파 저장 시 포장 등을 통한 보다 적극적인 저장 방법의 개선이 필요할 것으로 생각된다.

본 실험을 통해 양파의 수확 전 재배환경이 수확 후에 영향을 미치는 것은 확인하였으나, 수확 후 저장 전에 저장에 적합한지 여부를 판단하기에는 저장-유통 현장에서 판단하기는 쉽지 않아 다른 대책이 필요할 것으로 보인다.

Table 1에서와 같이 비교대상이 존재하면 작물의 재배조건의 차이로 인해 생체중량 감소의 차이에 대한 원인을 추측해 볼 수 있으나, 일반적인 생산 현장에서는 생산물만을 가지고 저장의 적합 여부를 판단하기는 어려울 것으로 생각된다.

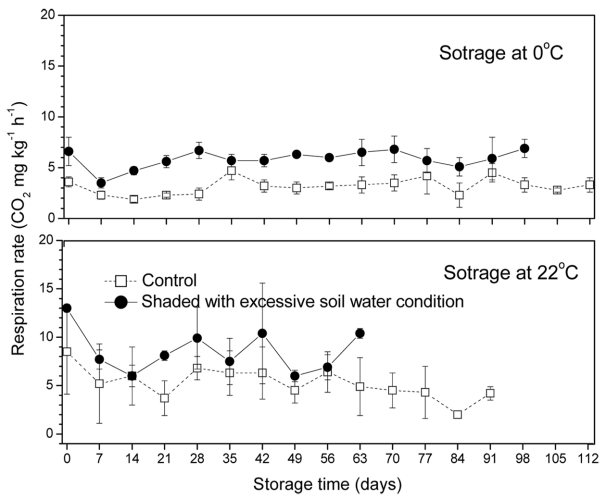


Fig. 5. Change in the respiration rate of 'Kars' onion cultivar after harvesting as affected by control and shaded with excessive soil water conditions stored at 0°C and 22°C. Data bar represents the mean±SE of four replicates. Some bars are not shown when masked by symbol.

다. 따라서 모든 생산과정을 확인할 수 있는 농산물 생산 이력제를 활용하여²⁶⁾, 동일한 저장 조건에서도 나타나는 양파 저장성의 차이를 농가의 생산환경에서부터 유추할 수 있을 것으로 판단된다.

양파 저장온도를 달리한 재배조건에 따른 영향은 양파 저장 시 생체중량의 감소 정도는 저장 온도에 따른 영향이 커서, 상온 저장이 큰 것으로 나타났다. 또한 토양 과습과 차광과 같은 수확 전 불량한 재배조건과 조우하면 감소 정도가 더 커져, 저장 조건과 함께 재배적 요인도 중요한 것으로 나타났다.

4. 양파 재배조건 및 저장온도에 따른 CO₂ 발생

양파 저장 중 호흡률은 수확 후 저장 온도가 달라져, 수확 전 요인에 따른 차이 발생을 확인하였다(Fig. 5). Fig. 5는 양파 수확 후 저장온도 조건을 달리 하면서, 재배조건에 따른 CO₂ 발생에 따른 호흡의 차이를 관찰하고자 하였다.

양파 재배 시 토양 과습과 차광 처리는, 1년 차에는 구비대기부터 처리하여 저온(0°C)에서 품종에 따른 호흡 변화를 측정하였지만 큰 차이를 확인할 수 없어(Fig. 5), 2년 차에는 '카스' 품종으로 단일화시키고, 재배조건에 따른 토양 과습과 차광 처리 기간을 늘리고, 저장온도를 저온과 상온으로 하여 호흡 변화에 따른 차이를 조사하였다.

Fig. 5에서 양파의 저장 중, 저장온도를 저온 이외에도 상온으로 달리하여도, 수확 전 재배조건에 따라 CO₂ 발생 정도에 차이를 보였다. 그러나 저장 초기와 후기의 호흡률 변화 패턴은 저장 온도에 따라 증가하거나 감소하는 경향을 뚜

렷하게 보이지 않았다.

저장 63일째의 저장 온도별 재배조건에 따른 호흡률의 차이는 토양 과습과 차광 처리가 6.5~10.4 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹으로, 무처리인 대조구의 3.3~4.9 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹보다 높았다. 재배조건과 저장온도에 따른 호흡률은, 토양 과습과 차광 처리 및 상온저장(22°C)에서가 10.4 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹이었고, 토양 과습과 차광 처리 및 저온저장(0°C)이 6.5 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹, 무처리의 상온저장(22°C)이 4.9 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹, 무처리 저온 저장이 3.3 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹순으로 나타났다. 이를 보면 양파 저장 중 호흡률은 저장온도에 영향을 받지만, 수확 전 토양 과습과 저일조와 같은 재배조건에 영향을 충분히 조우하면 같은 가변적 요인에 의해서도 수확 후 영향을 받는 것으로 나타났다.

양파는 Lee 등¹⁾과 같이 재배조건이 저장 시 생체중 감소 이외에도 호흡과 같은 생리 대사에 영향을 주는 것으로 나타났다.

생체중 감소는 Kader²³⁾가 증산과 호흡에 의한다고 언급한 바와 같이, 다소 양파의 재배 중 토양 과습과 차광 처리로 인해 Fig. 5와 같이 호흡이 높아졌으며, 이로 인해 다른 저장온도가 다른 조건에서도 Fig. 4와 같이 생체중의 감소 정도에 차이를 보이는 것으로 나타났다. Yoo 등²⁴⁾은 양파에서 1°C나 27°C, 34°C의 저장에서 저장기간이 늘어나도 호흡에 변화가 없는 것은 멩아에 의한 것으로 보고하였다.

본 실험에서도 저장 온도별로 양파 저장 전·후의 호흡의 변화가 크지 않고, 멩아로 인해 종료하였지만, 저장 중에 저온뿐만 아니라 상온에서도 2달 이상은 멩아가 되지 않았다. 따라서 양파의 수확 전 요인에 따라 정도 차이는 있었지만, 온도에 따른 호흡에 큰 차이가 없었던 것은 수확 후 휴면상태에 있어서 온도에 따른 호흡의 큰 차이가 없었던 것으로 추측된다. 양파의 수확 전 재배조건에 따라 수확 후 저장온도 조건이 달라짐에 따라, 호흡률의 변화에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

5. 재배환경과 저장온도에 따른 신선편이의 전해질

신선편이 양파의 전해질 누출(electrolyte leakage)에 따른 전기 전도도는 수확 전 요인보다는 저장조건에 따라 영향을 받는 것으로 보인다(Fig. 6). 신선편이는 보존 중에 식물의 상처 및 세포벽 회복과 붕괴로 전해질 누출이 달라지는 데¹⁹⁾, 재배조건과 저장온도에 따른 영향 여부를 고찰하고자 하였다.

신선편이 가공 중 절단에 의한 electrolyte leakage의 전기 전도도 변화는 식물의 상처 및 세포벽 붕괴의 간접적인 지표로 사용되고 있다^{27,28)}.

저장 중 식물 조직에서 electrolyte leakage 변화에 따른 신선편이 전도도의 정확한 기작은 아직 명확히 밝혀지지 않았으나, Kim⁵⁾과 Kim 등¹⁹⁾은 식물 조직이 절단에 의해 상

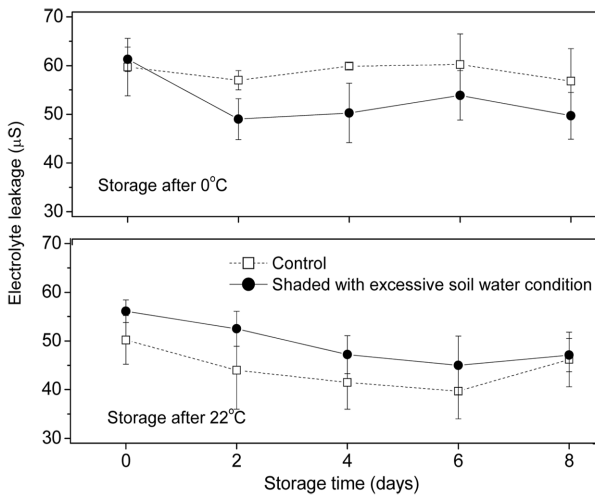


Fig. 6. Electrolyte leakage change in the fresh-cut of 'Kars' onion cultivar after 3 months storage at 0°C and 22°C cultivated under control and shaded with excessive soil water conditions. Data bar represents the mean±SE of four replicates. Some bars are not shown when masked by symbol.

처를 받아 급격히 증가한 뒤, 저장 1주일 동안에 약간 피해를 받은 세포벽의 회복으로 electrolyte leakage가 감소하여 전기 전도도가 증가하다가, 이후 저장성이 감소하면서 급격히 변한다고 보고하였다.

신선편이 전기 전도도의 변화 패턴은 저장 전 재배 환경보다는 3달 동안 저장 조건이 달라지면서 변화 양상이 달라지는 것으로 보여, 신선편이 양파에서는 수확 전 요인보다 저장조건이 영향을 받아 채소 가공 후 신선편이에 더 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Fig. 6과 같이 신선편이 양파의 electrolyte leakage는 재배 조건을 토양 과습과 차광 처리한 것과 무처리인 대조구로 저장온도를 상온(22°C)과 저온(0°C) 수확 전 재배환경보다 신선편이 가공전의 저장 온도조건에 따라 달라지는 양상을 보여, 0°C의 저온에서 90일간 저장한 신선편이 양파의 전기 전도도는 0일에 59.7~61.3 μS으로 2일째에 49.0~51.0 μS까지 감소하였다가 4일째에 50.3~59.9 μS으로 증가하는 경향을 보인 반면에, 22°C의 상온 저장한 것은 0일에 50.2~56.1 μS로 6일째에 이르러서 39.7~45.0 μS로 감소하다가 8일째에는 46.2~47.1 μS로 다시 증가하여, 양파 신선편이의 electrolyte leakage 저온에서 저장했던 것이 상온보다 감소와 증가의 변화가 빠른 것으로 나타났다.

Fig. 6에서 신선편이 양파의 전기 전도도의 변화 양상을 보면, 저장온도에 따라서 저온저장한 것이 초기에 전도도가 감소하다가 2일째에 증가하는 전형적인 패턴을 보였고, 상온 저장한 것은 6일째에나 소폭 증가하는 것으로 나타나 상온 저장한 것이 저온저장한 것보다 electrolyte leakage의 감소

정도가 더딘 것으로 보인다.

신선편이 양파의 수확 전 재배조건에 따른 electrolyte leakage는 상온저장의 개체 별 변화 폭으로 인해 차이가 있다고 말하기 어려웠으나, 신선편이 6일째 신선편이에서의 저온 저장 무처리인 대조구가 60.3 μS으로 토양 과습과 차광 처리한 것의 53.9 μS보다 높은 경향의 전기 전도도를 보이기도 하였으나, 개체별 변화폭을 고려하면 차이가 있다고 말하기 어려워 보인다.

이상의 결과를 보면, 저온저장 했던 양파는 신선편이 시절단으로 상처를 받았으나 빠른 회복으로 electrolyte leakage가 적어, 상온저장 했던 것보다 빠르게 전기 전도도가 높아지는 것으로 보이며, 상온저장 했던 것은 세포벽의 회복이 늦어 저온저장보다는 더딘 변화 패턴이 나타난 것으로 생각된다.

따라서 본 실험에서 재배와 저장조건을 달리한 양파 신선편이는 저장 8일 동안의 전기 전도도 변화에서 보듯이 재배 환경 조건보다는 저장 조건에 따라 더 영향을 받은 것으로 생각된다.

In 등²⁹⁾은 신선편이 양배추에서 수확 전 재배시기·방법에 따라 품질의 차이를 보인다고 하였는데, 본 연구의 양파 신선편이에서 최소 가공 전에 저장과정을 거쳐 전기 전도도 (electrolyte leakage)를 관찰한 결과, 오히려 90일간의 온도에 따른 저장조건이 수확 전 요인보다 더 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는, 최소 가공 전의 저장온도 조건 등의 전 단계가 재배조건의 영향을 상쇄시켜 신선편이에 보다 많은 영향을 미치는 것으로 생각된다.

6. 재배 환경과 저장 온도에 따른 신선편이의 미생물 변화

양파 신선편이 후의 미생물수는 가공 전 저장 조건에 더 연관 있어 보인다(Fig. 7). 신선편이 후 신선식품 내의 미생물과, 최소가공 전의 수확 전 영향을 고찰하고자 하였다. Fig. 7은 '카스' 양파의 신선편이 가공 후의 재배조건과 저장온도에 따른 미생물수로, 미생물 수가 보존 중에 서서히 증가하는 것으로 나타났는데, 신선편이 전 저장온도에 따라 미생물 수준에 차이를 보였다. 미생물수는 0°C에서 저온 저장했던 양파의 미생물수가 22°C의 상온에서 저장했던 것보다 많은 경향을 보였다. 그러나 수확전 재배조건에 따른 미생물수는 경향이 뚜렷하지 않아, 처리에 따른 차이를 논하기는 어려워 보였는데, 이는 electrolyte leakage의 경우와 같이 저장과정을 거치면서 수확 전 재배환경의 영향이 상쇄된 것이 아닌가 추측된다.

신선편이의 경시적인 미생물 수 변화에서 단순히 겉껍질만을 박피한 양파 표면의 미생물 수가 5.2~7.9 Log CFU/g이었으며(자료 미제시), 신선편이 후 2일째는 3.5~5.4 Log CFU/g이었고, 저장 8일째에는 5.2~5.9 Log CFU/g으로 신선

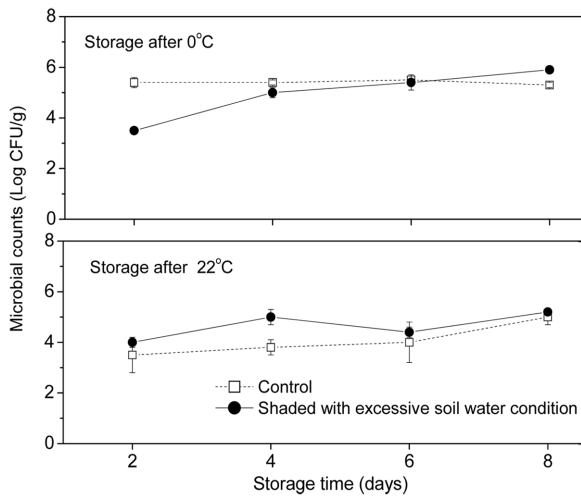


Fig. 7. Microbial number change of fresh-cut after 3 months storage at 0°C and 22°C cultivated under control and shaded with excessive soil water conditions on ‘Kars’ onion. Data represent the mean±SE of four replicates. Some bars are not shown when masked by symbol.

편이 전의 최소가공 전 양파가 신선편이 후보다 높은 수치를 보였고, 신선편이 후에 양파의 미생물 수는 서서히 증가하는 것으로 나타났다. 신선편이 후의 미생물 수가 감소하는 것은 신선편이 가공 시, 외피와 내피의 양파 조각이 섞이면서 미생물 수의 차이를 보이는 것이 아닌가 추측된다.

신선편이 시 가공 전 저장온도에 따른 미생물 수는 저장 2일째에 저온(0°C)에서 저장했던 것이 3.5~5.4 Log CFU/g 이고, 상온(22°C)의 것이 3.5~4.0 Log CFU/g이었다. 저장 8일째에 저온(0°C)에서 저장했던 것이 5.3~5.9 Log CFU/g 이고, 상온(22°C)의 것이 5.0~5.2 Log CFU/g으로, 저온에서 저장했던 것이 상온보다 다소 미생물 수가 많은 경향을 보여서, 미생물 수는 양파 신선편이 전 저장조건에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다.

그러나 저온에서 저장한 것이 상온의 것보다 오히려 미생물 수가 더 많은 이유에 대해서는 명확한 원인을 제시하지 못하나, 다만 Fig. 6에서의 전기 전도도 변화에서 보듯이 저온(0°C)에서 저장했던 것이 electrolyte leakage가 높은 경향을 보였는데, 이러한 전해물질이 미생물의 영양분이 되어 미생물 수를 높인 것으로 추측해 본다.

In 등²⁹⁾은 신선편이 미생물수에 대해 수확 전 생육조건에 따라 달라지며, 원재료에서부터 오염되는 균이 품질에까지 영향을 미친다고 하였다. 그러나 양파는 저장 후 이용되는 경우가 많으며, 본 실험에서 저장 온도가 영향을 미치므로 양파 신선편이의 최적 품질을 유지하기 위해서는 저장조건까지 고려해야 될 것으로 보인다. 본 실험에서는 양파 신선편이가 저장조건에 의해 영향을 받는 것을 밝혔으나, 최적의 저장 조

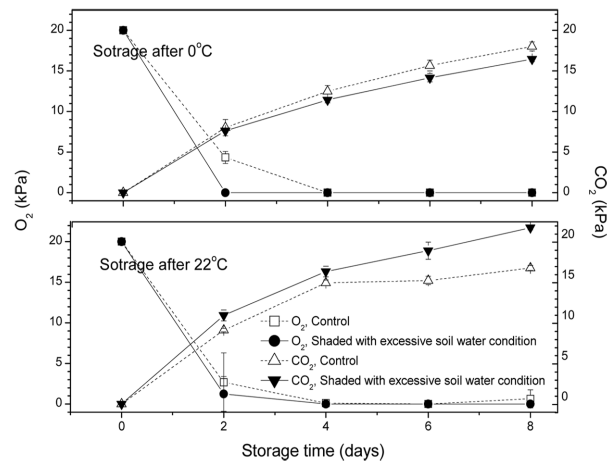


Fig. 8. Oxygen (O₂) and carbon dioxide (CO₂) concentrations change of packed fresh-cut ‘Kars’ preserved onion at 5°C after 3 months storage of 0°C and 22°C cultivated under control and shaded with excessive soil water conditions. Data represent the mean±SE of four replicates. Some bars are not shown when masked by symbol.

건에 대해서는 제시하지 못하였다. 앞으로 좋은 신선편이의 원재료 확보를 위한 최적의 저장 조건에 대한 규명도 필요할 것으로 보인다.

7. 재배 환경과 저장 온도에 따른 신선편이 포장 내 가스 조성 변화

양파 신선편이 후 포장 내 가스 조성변화는 혐기 상태로 빠르게 변하는데, 신선편이 전의 재배나 저장 특성에 따라 특별한 경향을 나타내지 못하여, 신선편이 전의 재배조건이나 저장온도에 따른 영향을 언급하기는 어려워 보였다.

Fig. 8에서 신선편이 양파의 저장 중 포장 내 기체 조성 변화는 O₂ 농도는 감소하고 CO₂ 농도는 증가하였는데, O₂ 농도 감소 정도가 CO₂의 증가 폭보다 더 큰 것으로 나타났으며, 가스조성 변화에서 수확전이나 저장 조건에 따른 차이가 신선편이 후에 영향이 있다고 판단하기 어려운 것으로 나타났다.

다만 신선편이 양파 가스조성 변화에서 상온에 저장한 것이 수확 전 토양 과습과 차광 처리한 것이 O₂ 농도가 더 낮아지고, CO₂는 높아지는 경향을 보였으나, 변화 정도의 차이를 고려한다면 처리간의 차이로 인정하기는 어려워 보였다.

Fig. 8과 같이 신선편이 양파의 포장내부 가스 조성변화를 보면, 처리에 상관없이 저장 4일째에 O₂ 농도는 거의 0 kPa에 이르러 무산소 상태를 보였으며, CO₂농도는 11.4~12.5 kPa로 혐기 상태에 이르는 것으로 나타났다.

원예작물의 포장 내 가스조성 변화는 작물의 호흡정도와 포장재질 및 투과도에 따라 영향을 미치는데³⁰⁾, 신선편이 양

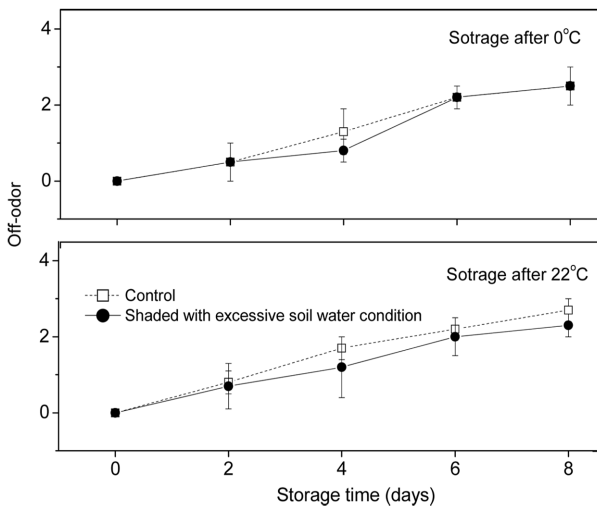


Fig. 9. Off-odor development of packed fresh-cut 'Kars' preserved onion at 5°C after 3 months storage of 0°C and 22°C cultivated under control and shaded with excessive soil water conditions. Off-odors were scored on a 0 to 4 scale, 0= none; 1= slight; 2= moderate; 3= strong; and 4= severe. Data represents the mean±SE of four replicates. Some bars are not shown when masked by symbol.

과의 적정 MA조건은 O₂ 농도가 2%으로 알려져 있다³¹⁾. Kim³²⁾이 신선편이는 호흡으로 인해 포장 내 저산소와 고농도의 CO₂ 상태로 쉽게 이른다고 하였는데, 본 실험에서도 다른 신선편이와 마찬가지로의 가스 조성변화를 보여주었다.

신선편이 채소의 산소농도가 낮아지면 이취가 발생하게 되는데, 이러한 장애를 억제하기 위해서는 1%의 농도가 유지되어야 한다⁶⁾. 그러나 신선편이 양파의 재배환경 및 저장온도와 같은 신선편이 가공전의 방법으로는 가스 조성의 개선이 어려울 것 같아 보인다. 따라서 가스조성 변화에서 신선편이와 같은 최소 가공후의 품질 특성은 수확 전 요인이나 저장조건보다는 포장이나 유통관리에 대한 기술 개선으로 조절이 필요할 것으로 생각된다.

8. 재배 환경과 저장 온도에 따른 신선편이의 이취

양파의 신선편이 전의 재배조건이나 저장온도 조건이 이취에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다(Fig. 9). 양파는 신선편이 후 이취가 증가하나, 신선편이 전의 재배환경과 저장온도의 차이가 이취에 영향을 미친다고 언급하기는 어려워 보인다.

Fig. 9과 같이 이취를 통한 신선편이 품질평가 결과, 보존 8일째까지 이취가 증가하여, 상품의 가치가 하락되는 것으로 나타났는데, 변화 양상이 수확 전 재배조건이나 저장온도에 따라 영향을 받았다고 볼 정도로 처리 간 차이가 크지 않았다.

신선편이 채소에서 이취 발생은 제품 포장 내부의 낮은 O₂ 및 높은 CO₂ 농도에 의한 혐기적 호흡과정의 산물로 알려져 있는데³³⁾, Fig. 9에서 보면 신선편이 양파의 이취 발생은 수확 전 재배요인이나 저장조건에 따른 영향은 논하기 어려워 보인다.

양파는 수확 전 재배환경뿐만 아니라 저장온도 조건이 저장 특성에 영향을 미쳐, 수량과 같은 생산성 이외에 수확 후 조건에도 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났지만, 이를 신선편이와 같이 최소 가공을 하면 electrolyte leakage경우와 같이 재배환경과 같은 수확 전 요인보다는 저장온도와 같은 수확 후 조건이 품질변화에 더 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 양파의 품종과 재배환경에 따라 생육에 차이를 나타내고, 재배환경과 저장조건에 따른 수확 후 생체중량이나 호흡에 차이를 보였다. 양파 신선편이 시 가공 전의 영향을 보면 신선편이에서 전기 전도도 및 미생물 수는 생산조건 이외의 저장단계 까지도 가공 이용 시 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났다. 가스 내 조성변화와 이취는 가공 전 요인보다는 신선편이 저장 조건에 따라 영향을 받는 것으로 보여, 가공 전의 재배환경이나 저장온도 조건에 대한 영향 이외에도 신선편이 보존 조건에 따라 상황이 변화되는 것으로 판단되어, 신선편이 보존시 관리에 대한 영향도 고려되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

양파의 재배적 요인과 저장 조건에 따른 수확 전·후 특성을 조사하여, 이들 요인간의 상호적 관계에 대해 구명하고자 하였다. 본 연구에서는 양파 품종 이외의 수확전 재배환경과 같은 가변적 요인이 저장 특성과 가공 시에 미치는 영향을 조사하고자, 'Kars' 등의 품종을 이용하여 재배기간 중의 토양 과습과 차광 처리에 의한 재배조건 차이에 따른 생육 차이를 조사하였으며, 수확후 상온(22°C)과 저온(0°C)으로 저장온도를 달리하여 저장 동안의 생체중량 감소와 호흡을 관측하였으며, 저장 후 가공 시 신선편이의 미생물 수, electrolyte leakage, 가스조성 변화 등을 관찰하였다. 양파 저장 시 수확후에 품종뿐만 아니라 수확전 재배조건과 같이 가변적인 요인이 영향을 미치는 것을 확인하였는데, 양파는 재배 시 토양 과습과 차광 처리가 생육에 영향을 미쳐 생육량이 감소하고, 세포조직은 크기가 커지고 영성한 구조를 가지는 것으로 나타났다. 또한 본 연구의 결과를 통해 재배환경의 차이가 생육뿐만 아니라 수확후에도 영향을 미쳐 생체중량 감소 및 호흡량의 증가로 이어짐을 밝혔는데, 양파 저장 중의 토양 과습과 차광 처리 한 양파의 생체중 변화와 호흡률이 대조구보다 더 높은 것으로 나타났다. 또한, 저장 온도에서는 저온(0°C)뿐만 아니라 상온(22°C)에서 저장한 것도 재배조건에 영향을 받는 것으로 보

였다. 본 연구에서 신선편이의 보존 중 변화는 수확전 재배 환경보다 저장조건이 더 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 재배 후 저장과정을 달리한 신선편이 양파는 측정항목에 따라 영향이 다르게 보였다. 신선편이의 electrolyte leakage나 미생물 수는 재배조건 보다는 최소 가공전의 저장온도에 더 영향을 받아 저온(0°C) 저장한 것이 electrolyte leakage가 높고 미생물수가 많았다. 그러나 가스 조성 변화나 이취는 재배조건이나 저장온도에 따른 영향을 확인하기 어려워 보였다. 향후 신선편이에서 가공 전 영향에 대해서는 지속적인 탐색과 포장 후 품질관리를 통해 효과적인 상품성의 유지를 위한 방법을 밝힐 필요가 있을 것으로 본다. 본 연구를 통해 양파의 품종, 재배환경, 저장조건 등이 수확후나 신선편이에 미치는 영향을 구명하여, 수확전 재배 단계에서부터, 수확후 저장, 가공까지 유기적 관계가 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 고품질의 신선한 원예산물에 대한 요구가 높아져 수확 후 관리의 중요성이 강조되고 있지만, 저장 이후에도 높은 품질을 유지하기 위해서는 수확후 관리는 원물에 대한 이해를 통해 수확전 재배환경에서부터 수확후 저장기술 등이 연계되어 관리되어야 한다는 인식의 변화와 정론(定論)이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 성과물(논문)은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ010194, PJ010193)인 ‘원예특용작물 최적 유통 시스템 구축을 위한 손실률 모니터링 연구’와 ‘원예특용작물 수급 조절을 위한 수확후관리 패키지 연구’의 일부 지원으로 이루어졌습니다. 본 난을 통하여 포장관리와 연구에 협조해 주신 이상남 님, 김향배 님, 이영미 님, 권진현 님과 촬영을 해주신 도경란 님에게 감사를 드립니다.

참고문헌

- Lee, C. J., Kim, H. D., Lee, J. T., Cho, Y. C., Song, G. W., and Choi, C. K. 2004. Quality improvement of onion by cultural managements, pre-harvest treatments and storage methods under storage at room temperature. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 22: 162-168.
- Lee, J. S., Choi, J. W., Chung, D. S., Lim, C. L., Seo, T. C., Do, G. L., and Chun, C. H. 2005. Effects of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars and cultivation methods on growth, quality, and shelf-life. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23: 12-18.
- Korea Rural Economic Institute. 2015. Agricultural outlook for 2015, KREI Seoul Korea, p. 413-483.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2015. Statistics of vegetable product amount MAFRA Sejong Korea, p. 44.
- Kim, G. H. 2005. Demands and requirements for fresh-cut of consumer. *Food Preservation and Processing Industry.* 4: 2-7.
- Kim, J. G., Das, B. K., and Choi, J. H. 2010. Effect of raw material characteristics on product quality and shelf-life of fresh-cut onion. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28: 73. (Abstract)
- Cho, J. G., Bae, R. N., and Lee, S. K. 2010. Current research status of postharvest technology of onion. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28: 522-527.
- Mogren, L. M., Olsson, M. E., and Gertsson, U. E. 2007. Quercetin content in stored onions (*Allium cepa* L.): Effects of storage conditions, cultivar, lifting time and nitrogen fertilizer level. *J. Sci. Food Agric.* 87: 1595-1602.
- Kim, H. D., Lee, J. T., Moon, J. S., and Lee, S. D. 2011. Yield and store quality of bulb onion affected by harvesting time. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29: 70. (Abstract)
- Im, K. R., Ahn, S. R., Park, S. H., Song, H. S., Kim, D. H., and Suh, J. K. 2011. Effect of harvesting time and low temperature treatment during storage on sprouting of onion set. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29: 87.
- Suh, J. K. 2002. Effects of pre-drying methods on onion bulb rot during storage. *Korean journal of food preservation.* 9: 277-281.
- Kim, Y. K., Lee, S. B., Lee, S. Y., Lee, Y. H., Kim, H. D., Yun, T., and Park, S. W. 2001. Ecology and control of post-harvest disease of garlics and onions. *Rpt Natl Acad Agr Sci.* 56-89.
- Lee, J. S., Paek, K. Y., Shin, Y. W., Park, S. H., Jeong, S. T., and Hwang, J. H. 2004. Effect of soil waterlogging at three developmental stages on growth, fruit yield and physiological responses of oriental melon (*Cucumis melon* L. var. *makino* Makino). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22: 1-6.
- Lee, J. S., Park, S. H., Park, D. Y., Lee, Y. S., and Chun, C. H. 2009. Yield and storability of spring transplanted onion cultivars in the middle area of the Korean peninsula. *J. Bio-Environ Control* 18: 51-59.
- Lee, J. S., Seong, K. C., Sin, Y. A., Ro, H. M., and Um, Y. C. 2000. Introduction of spring cultivation of onions by adapting the plug seedling system in the middle region of Korean peninsula. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18: 9-13.
- Rural Development Administration. 2012. Manual for agricultural investigation. RDA. Suwon. Korea.
- Chang, S. C. 1973. Compounding of luft's epon embedding medium for use in electron microscopy with reference to anhydride: epoxide ratio adjustment. *Mikroskopie* 29: 337-342.
- Lee, J. S., Chung, D. S., Lee, J. U., Lim, B. S., Lee, Y. S., and Chun, C. H. 2007. Effects of cultivars and storage temperatures on shelf-life of leaf lettuces. *Kor. J. Food Preserv.* 14: 345-350.
- Kim, J. G., Luo, Y., and Im, C. I. 2007. Effect of ozonated water and chlorine water wash on the quality and microbial de-contamination of fresh-cut carrot shreds. *Korean J. Food Preserv.* 14: 54-60.
- Wang, H., Feng, H., and Luo, Y. 2004. Microbial reduction and storage quality of fresh-cut cilantro washed with acidic electrolyzed water and aqueous ozone. *Food Research International.* 37: 949-956.

21. López-Gálvez, G, Peiser, G, Nie, X., and Cantwell, M. 1997. Quality changes in packaged salad products during storage. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 205: 64-72 (Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A)
22. Kwon, J. H., Chung, H. W., Lee, J. E., Park, N. Y., Lee, G. D., and Kim, J. S. 1999. Effect of storage on the quality stability of garlic bulbs. *Kor. J. Postharvest Sci. Technol.* 6: 137-142.
23. Kader, A. A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. 3rded. Univ. Calif. ANRPub., Oakland, USA. p. 39-47.
24. Yoo, K. S., Andersen, C. R., and Pike, L. M. 1997. Internal CO₂ concentrations in onion bulbs at different storage temperatures and in response to sealing of the neck and base. *Postharvest Biol. Tec.* 2: 157-163.
25. Yang, Y. J., Park, K. W., and Jeong, J. C. 1991. The influence of pre- and post-harvest factor on shelf-life and quality of leaf lettuce. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 133-140.
26. Im, J. B. 2004. Necessity for introducing agricultural production traceability system and policy implications. *J. Agricultural Life Sciences.* 38: 1-8.
27. Kim, J. G., Nimitkeatkai, H., Choi, J. W., and Lee, S. G. 2012. The Effects of calcinated calcium solution washing and heat treatment on the storage quality and microbial growth of fresh-cut broccoli. *J. Bio-Environ. Cont.* 21: 411-418.
28. Jiang, Y., Shiina, T., Nakamura, N., and Nakahara, A. 2001. Electrical conductivity evaluation of postharvest strawberry damage. *J. Food Sci.* 66: 1392-1395.
29. In, B. C., Kim, J. G., Nimitkeatkai, H., and Lee, J. S. 2010. Effects of harvest seasons on quality and microbial population of fresh-cut iceberg lettuce. *J. Bio-Environ. Cont.* 19: 343-350.
30. Yaptenco, K. F., Kim, J. G., Lee, H. E., and Lim, C. I. 2005. Respiration modeling of whole tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Momotaro) at different temperatures for modified atmosphere packaging. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 46: 341-350.
31. Watada, A. E. and Qi, L. 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biol. Tec.* 15: 201-205.
32. Kim, J. G. 2007. Fresh-cut produce industry and quality management. Semyeong Press, Suwon, Korea.
33. Kim, J. G., Choi, S. T., and Pae, D. H. 2009. Effect of heat treatment and dipping solution combination on the quality of peeled potato 'Jopung'. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27: 256-262.

투고: 2016.12.15 / 심사완료: 2016.12.27 / 게재확정: 2016.12.29