

수확 전 단수처리가 치콘 저장성에 미치는 영향

정현진¹ · 최인이¹ · 손진성¹ · 서현택^{1,2} · 원재희² · 강호민^{1*}

¹강원대학교 원예학과, ²강원도 농업기술원

Effect of Nutrient Supply Cut-off Periods Before Harvest on Storability of Chicon

Hyun Jin Jung¹, In-Lee Choi¹, Jin Sung Son¹, Hyun Taek Seo^{1,2},
Jae Hee Won², and Ho-Min Kang^{1*}

¹Dept. of Horticulture, Kangwon Nat'l. Univ., Chuncheon 200-701, Korea

²Gangwon Provincial ARES, Chuncheon 200-150, Korea

Abstract. This study was conducted to find out the effect of cut-off period (0 hour, 3 hours, 6 hours, 12 hours, and 24 hours) to supply nutrient solution for chicon forcing at that was predrying treatment on the storability of chicon. The cut-off treatment increased dry matter rate, respiration rate, and ethylene production rate. The dry matter rate of chicon increased, as the cut-off period increased, but the respiration rate and ethylene production rate of chicon was highest in 12 hours and 6 hours cut-off treatment, respectively, and then their rates decreased, as the cut-off period prolonged. The weight loss at cut-off 6 hours treatment was lower than other treatments during 10°C storage temperature. The cut-off 6 hours treatment showed higher carbon dioxide and oxygen concentration in 10,000 cc/m²/day/atm oxygen permeability film package during storage period than control and showed a little predrying effect but was not statistically significant. At 4th day, the ethylene concentration reached higher than other storage day and after that decreased but was not statistically significant. The quality of chicon for 3 hours, 6 hours, 24 hours cut-off treatments on storability showed higher than other treatments, accordingly. The 6 hours cut-off treatment showed the inhibited effect of the degree of browning of chicon cutting plane. The effect of 6 hours cut-off treatment on storability of chicon showed proper predrying effect, reduced moisture loss and browning inhibition apparently during 10°C storage.

Key words: carbon dioxide, ethylene, nutrient supply, oxygen, visual quality

서 론

치콘은 아직 국내에서는 생소한 채소이지만 유럽, 미국 그리고 일본에서는 안전성과 유익한 성분 등으로 많이 소비되고 있다. 치콘은 치커리를 1차 재배하여 수확 후 저장한 뿌리를 활성화시킨 뒤 저온처리를 하고, 다시 16°C 내외의 암실에서 20여일간 수경재배를 통해 발생하는 작물로써 배추의 속잎과 유사한 새싹이기 때문에 무농약 재배가 가능한 작물이다(Ryder, 1998; Park, 1986). 최근 치콘은 우리나라 신선 농산

물의 주요 수출국인 일본이 연간 600여톤 이상을 유럽에서 수입하고 있어(Ryu, 2001), 농약이 사용되지 않는 친환경 농산물로서 품질과 저장성이 우수한 치콘을 생산 수출한다면 농민들에게 고부가가치를 얻을 수 있는 좋은 소득원이 될 수 있을 것으로 기대된다. 현재 국내에서 재배와 생산 관련 연구(Bae와 Kim, 2005)와 함께 재배 조건이 따른 치콘의 저장성(Kang 등, 2009; Kang 등, 2010), 그리고 예냉 방법이 치콘 MA저장성에 미치는 영향(Jung 등, 2010) 등에 대한 연구가 진행 중에 있는 것으로 알려져 있다. 예냉(predrying)은 원예작물의 수확 후 저장하기 전에 체내의 수분을 어느 정도까지 감소시키면서 적당한 수준으로 말리는 것을 말한다. 주로 저장 중 대기습도를 약

*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr
Received October 26, 2011; Revised December 1, 2011;
Accepted December 11, 2011

수확 전 단수처리가 치곤 저장성에 미치는 영향

65~70%에서 저장하는 작물에서 사용되는 방법으로, 채소는 수분함량이 많기 때문에 수확한 것을 그대로 저장고에 넣으면 왕성한 증산작용으로 실내습도가 높아지고, 과습 상태가 되면 부패하기 쉽다. 따라서 이들 생산물은 저장 전 외엽이 건조된 후 입고 시키면 이후 저장 중 건조된 외엽이 증산을 억제하는 역할을 하여 저장기간 동안의 수분 손실을 줄일 수 있다고 알려져 있다(Hong 등, 2000; Park과 Lee, 1997; Moon 등, 2004). 현재 양파(Hong 등, 2000; Park 등, 2001), 마늘(Cho 등, 2008) 등에서 저장 중 생리장해의 억제와 저장성 향상을 위한 수확 후 처리방법으로 연구되고 있다. 또한 결구형 엽채류인 배추에서도 예전에 의한 저장성 향상이 보고된 바 있기에(Lee 등, 2001) 이에 본 연구는 수경재배를 하는 치곤에 수확 전 단수처리를 통한 예건처리를 하면 치곤의 절단면에도 예건 효과가 나타날 것이라 예상되어 절단면 갈변 현상을 방지하며 저장기간을 늘릴 수 있는지 알아보기 위해 수행하게 되었다.

재료 및 방법

강원도 평창에서 2010년 6월 중순부터 10월 하순까지 재배한 치곤용 치커리 'Vintor'(Nunhems, The Netherlands)의 뿌리를 수확하였다. 수확한 치커리 뿌리는 -2°C , RH 90% 저장고에 저온저장 하였으며 6개월 후 15°C 에서 암실에서 20일간 치곤 생산용 전용 양액(KNO_3 $0.8\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ $0.45\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, MgSO_4 $0.3\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, pH 7.0, 수온 $18 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$)을 공급하여 치커리 뿌리에서 치곤을 생산하였다. 치곤을 수확하기 전 양액의 공급을 0, 3, 6, 12, 24시간 동안 중단한 후 치커리 뿌리에서 절단하였다.

단수처리하여 수확한 치곤은 건물률과 경도를 측정했는데, 건물률은 생체 중을 측정한 후 건조기에 넣어 60°C 에서 72시간 건조시켜 측정하였고 경도는 SUN RHEO METER(COMPAC-100II, Sun scientific, Japan)로 측정하였다. 또한 호흡률과 에틸렌 발생률을 측정하기 위해 단수처리한 치곤을 밀폐용기에 담아 3시간 동안 상온에서 정치한 후 CO_2/O_2 analyzer(CheckMate 9900, PBI Dansensor, Denmark)를 통해 이산화탄소 농도변화와 gas chromatography(GC-2010, shimadzu, Japan)으로 shim wax 0.25 column(shimadzu, Japan)

을 이용하여 에틸렌 농도변화를 측정하였다.

단수처리한 치곤은 개공율이 50%인 상자에 넣어 2°C , RH 90% 저장고로 옮긴 후 1.0m/sec의 공기유동이 있는 저온고에서 예냉처리 하였다(Jung 등, 2010). 예냉 후 2°C , RH 90% 저장고에서 24시간 동안 저장 후 산소투과도 기준 보고(Jung 등, 2010)에서 치곤 MA저장에서 가장 산소투과도가 우수하였던 $10,000\text{cc}/\text{m}^2/\text{day}/\text{atm}$ 의 포장재에 1개씩 넣어 밀봉 포장하여 5°C , 상대습도 유지조건에서 총 16일간 저장하였으며, 저장 최종일에 SUN RHEO METER (COMPAC-100II, Sun scientific, Japan)로 측정하여 처리구별 비교하였다. 생체중 감소는 저장 전 중량에 대한 저장 중 감소 정도를 백분율로 나타내었다. 포장재 내부 이산화탄소와 산소가스 농도는 CO_2/O_2 analyzer(CheckMate 9900, PBI Dansensor, Denmark)로 에틸렌 농도는 포장재 내부의 기체 1mL을 채취하여 gas chromatography(GC-2010, SHIMADZU, Japan)로 이용하여 측정하였다. 외관 품질과 절단면 갈변정도는 저장중에 관능검사로 조사하였는데 숙련된 5명의 연구원이 1부터 5까지의 등급으로 평가하였다. 외관품질의 등급은 저장전 가장 좋은 상태를 5, 상품성이 유지한 상태를 3점, 완전 폐기 상태를 1점으로 하였고, 절단면 갈변정도의 등급은 저장 전 갈변 되지 않아 가장 좋은 상태를 1, 갈변이 되었지만 상품성이 유지한 상태를 3점, 완전 폐기 상태를 5점으로 하였다. 통계처리는 Microsoft Excel 2007 program을 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

본 실험에서 단수처리는 수경재배 중 수확하기 0시간부터 24시간 동안 양액 공급을 중단함으로써 예건효과를 얻기 위함이었었는데, 건물률 조사 결과 대조구인 0시간 처리에서 비해 단수시간을 길어짐에 따라 건물률이 증가하는 경향을 보여(Fig. 1), 시간별로 처리한 양액 공급 중단처리가 예건효과가 있었음을 알 수 있었다.

단수시간에 따른 치곤의 호흡률과 에틸렌 발생률을 비교한 결과, 대조구에 비해 단수시간이 길어질수록 호흡률과 에틸렌 발생률이 증가하였는데, 호흡률은 12시간처리에서, 에틸렌 발생률은 6시간 처리에서 가장 높은 수준을 보였다(Fig. 2). 기존 치곤의 호흡률과 에틸

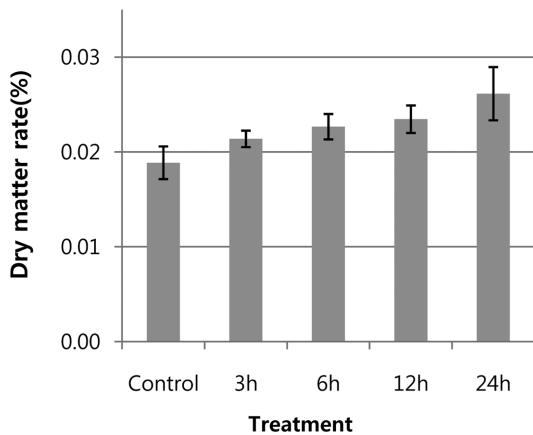


Fig. 1. Dry matter rate of chicon that prepared cut-off the water treatment: the durations were 0 hour, 3 hours, 6 hours, 12 hours, and 24 hours. Vertical bar represents \pm SE of the means (n = 5).

렌 발생률은 상온범위에서 각각 35ml CO₂/kg/hr와 0.7 μ L/kg/hr로 알려져 있는데(Cantwell과 Suslow, 2001), 본 실험 결과는 이와 유사한 결과였다(Fig. 2).

기존의 보고에 의하면 수분스트레스는 여러 식물에서 에틸렌 발생률을 증가시킨다고 하였으나(McMichael 등, 1972; Apelbaum과 Yang, 1981), Apelbaum과 Yang(1981)에 의하면 수분 스트레스가 일정 수준 이상이 되면 에틸렌 발생률은 다시 감소한다고 하였다. 이에 반해 호흡률의 경우 수분스트레스로 감소된다는 보고가 많았는데(Brown과 Thomas, 1980; Kaul, 1966),

이들 연구는 생육 중 식물의 잎에 대한 반응을 보았으며, 에틸렌 발생과의 함께 비교하지는 않았다. 본 실험에서 치콘의 경우 기존 다른 작물의 수분스트레스에 대한 반응과 유사하게 에틸렌 발생률의 변화를 나타내었으나, 호흡률의 경우는 이와 달랐는데, 이는 에틸렌 발생률 증가가 원인이었던 것으로 생각된다. 아보카도 과실의 수분스트레스에 대한 반응에서도 호흡률 증가에 대한 보고는 없었으나, 수분 스트레스로 에틸렌 발생 급증 시기가 앞당겨지면서 호흡률 급증시기도 함께 앞당겨졌다고 하였다(Adato와 Gazit, 1974).

이와 같은 에틸렌 발생률과 호흡률의 관계는 climacteric형 과실에서 보고되고 있는데, 토마토 등에서 에틸렌발생률이 증가하면서 호흡률이 증가하는데, 처리하는 에틸렌농도가 높아질수록 호흡률이 증가하는 호흡급등시기가 빨라지며, non-climacteric형 과실에서도 에틸렌 처리시 호흡급등 시기가 빨라지지는 않지만 호흡률이 증가하는 것으로 알려져 있다(Kays와 Paull, 2004).

치콘의 경우 6~12시간의 단수처리가 외부 자극으로 인식되지만 회복할 수 있는 수준임을 나타낸 것이라고 하겠다. 그러나 호흡률과 에틸렌 발생률이 각각 24시간과 12시간 처리에서는 오히려 그 증가가 둔화된 것으로 보아 12시간 이상의 단수처리는 치콘의 정상적인 외부자극에 대한 반응을 보이는 수준을 이상의 극한의 수준이었던 것으로 판단되었다.

이러한 예상은 저장 최종일에 조사한 경도에서도 나

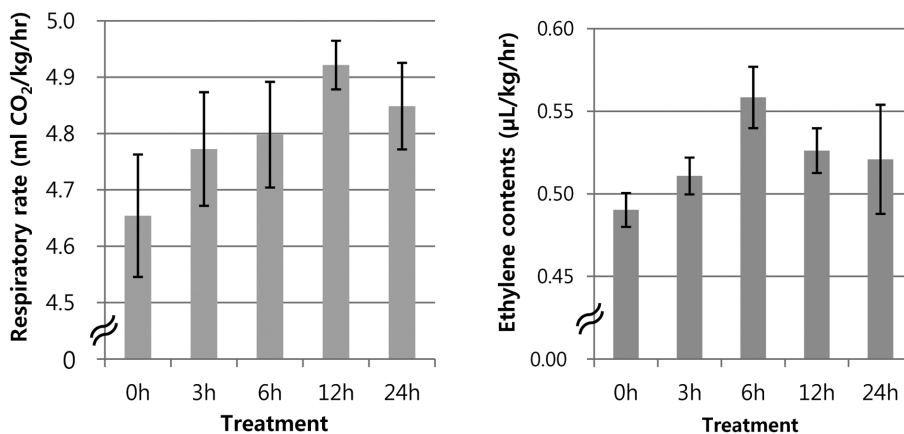


Fig. 2. Changes of respiratory rate and ethylene production rate of chicon that prepared cut-off the water treatment (the durations were 0 hour, 3 hours, 6 hours, 12 hours, and 24 hours) at 20°C before MA storage. Vertical bar represents \pm SE of the means (n = 5).

수확 전 단수처리가 치콘 저장성에 미치는 영향

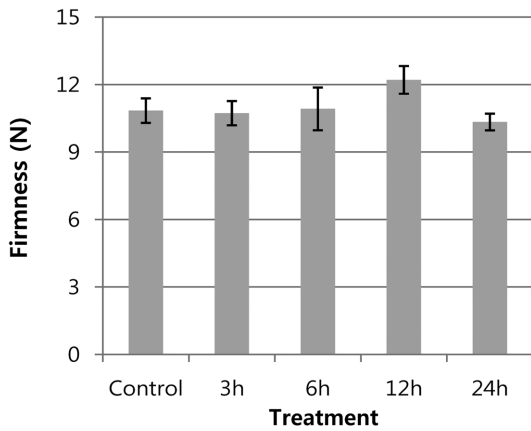


Fig. 3. Firmness of leaf of chicon that prepared cut-off the water treatment: the durations were 0 hour, 3 hours, 6 hours, 12 hours, and 24 hours, and then stored for 16 days at 10°C. Vertical bar represents \pm SE of the means (n = 5).

타나는데, 단수처리후 측정된 정도에서도 12시간처리 까지는 비단수처리구인 대조구와 유사한 수준을 보이

다가 24시간에서는 대조구보다 낮은 수준을 보였다 (Fig. 3). 식물 조직의 경도는 세포벽과 미세포벽 물질 중 저장탄수화물 조성 그리고 세포의 팽압 등에 의해 좌우되는데(Kays와 Paull, 2004), 이와 같이 12시간처리까지는 대조구와 큰 차이 없었던 것은 치콘 조직이 정상 상태로 유지되었던 것으로 판단되었다. 그러나 대조구보다 낮은 수준을 보인 24시간 처리의 경우 건물 중 측정결과를 비교해 보았을 때 지나친 수분 손실로 팽압 등의 감소가 원인으로 판단된다.

일반적인 열채소의 품질변화를 나타내는 생체중 감소는 3% 내외로 알려져 있는데(Kays와 Paull, 2004), 저장중 단수 처리한 치콘의 생체중은 최종 저장일에 단수처리를 하지 않은 대조구는 0.17% 정도 감소폭을 보인데 비해 가장 적은 생체중 감소율을 보인 6시간 단수처리한 치콘은 0.13% 정도로서 단수처리의 유무에 따라 약간의 생체중 감소가 억제되는 것으로 보였다(Fig. 4). 이는 예건 후 MA 조건에서 저장한 배추(Lee 등, 2001)의 경우와 유사한 결과를 보였다.

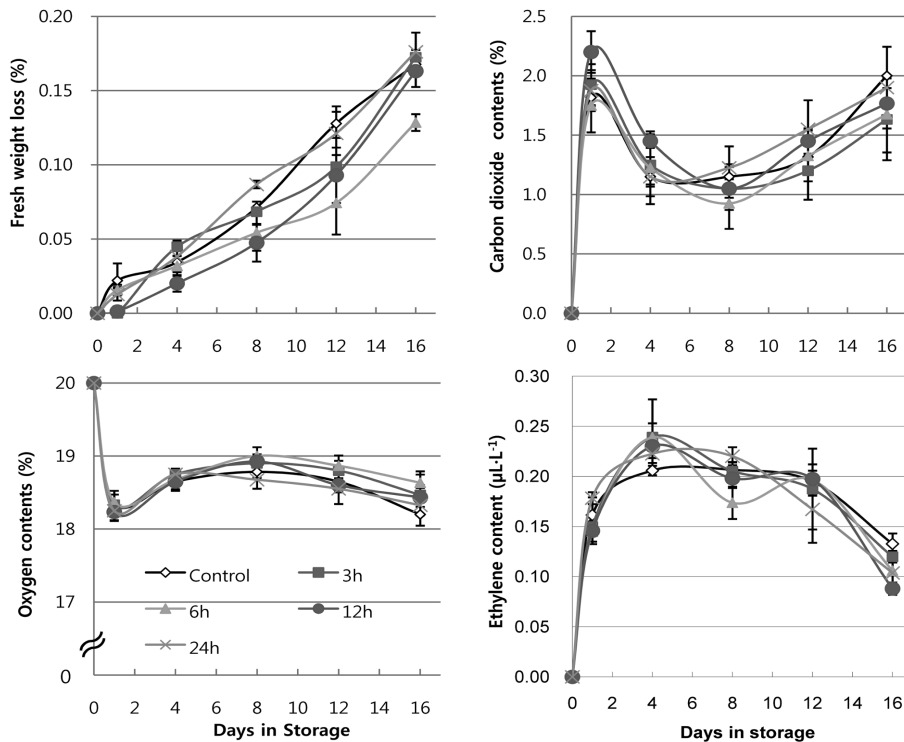


Fig. 4. Changes of fresh weight loss, carbon dioxide, oxygen, ethylene content of chicon that prepared cut-off the water treatment: the durations were 0 hour, 3 hours, 6 hours, 12 hours, and 24 hours and then packaged with breathable film that has 10,000 cc/m²/day/atm oxygen transmission rate. Vertical bar represents \pm SE of the means (n = 5).

포장재 내 이산화탄소 농도 변화의 경우 저장전 호흡률이 가장 높았던 12시간 처리에서 저장 초기에 높은 농도를 보이다가 저장 중반 이후 다른 처리간 차이를 보이지 않았다. 이에 비해 저장전 에틸렌 발생률이 높았던 6시간 처리의 경우 저장 중 포장재 에틸렌 농도에서는 다른 처리와 차이를 보이지 않았다.

그리고 저장중 조사한 외관상 품질은 전체적 품질과 절단부위의 갈변정도를 보았는데 전체적 외관품질은 보았을 때 변화의 폭이 대조구와 12시간 단수처리를 한 치콘의 경우 저장 4일차까지 급격한 변화를 나타내었으나 3시간, 6시간 24시간 단수처리를 한 치콘들은 완만한 감소폭을 보였다. 이로부터 최종 저장일까지는 전반적으로 감소폭이 완만하게 이어졌으며, 최종 저장일에 평가했을 때 6시간 단수처리와 3시간 단수처리만이 치콘의 전체 외관 품질이 판매단계 정도까지 유지되었고 다른 처리구들은 판매단계 이하의 전체 외관평가를 받았다(Fig. 5). 절단부 갈변정도를 보았을 때는 저장 기간 중 평가하였을 때는 큰 차이를 보이지 않았으나 최종 저장일에 품질변화를 보았을 때 6시간 단수처리가 가장 좋았다 (Fig. 5). 외관상 품질이 저장 1일째 예견시간이 길어짐에 따라 저하된 것은 예견시간이 증가함에 따라 치콘 겉의 수분의 감소가 이루어 졌기 때문이다. 저장중 외관상 품질이 3시간과 6시간 예견처리가 높게 유지된 것으로 보아 치콘 저장에 적합한 예견을 위한 단수처리시간은 3시간에서 6시간

인 것으로 판단되었다.

이상의 결과로 보아 치콘 생산 시 수확 전 시간부터 양액 공급을 중지시키는 단수처리를 6시간 할 경우 예견 효과를 가져와 치콘의 저장 중 수분손실을 억제하고 외관상 품질 저하를 억제할 수 있을 것으로 판단되어진다.

적 요

본 연구는 수확 전 단수처리가 치콘 저장성에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 단수처리 후 수확한 치콘은 단수처리 없이 수확한 치콘에 비해 처리시간별로 건물함량의 차이를 보임에 따라 예견효과가 있을 것으로 보여 실험에 임하였다. 단수처리는 치콘의 수확 후 호흡률과 에틸렌 발생률에도 영향을 주었는데, 호흡률과 에틸렌 발생률은 각각 12시간과 6시간 처리에서 가장 높은 수준을 보였고, 이보다 처리시간이 길어지면 감소하는 경향을 보였다. 저장 중 생체중 변화를 조사해 본 결과 6시간 단수처리의 경우 다른 단수처리들에 비해 변화율이 적게 나타났다. 그리고 포장재내의 대기 조성 변화를 보았을 때 저장기간이 길어짐에 따라 포장내 산소농도와 이산화탄소 농도는 6시간 단수처리 시 약간의 예견효과를 보이는 듯 보였으나 통계적 유의성은 없는 것으로 판단되었다. 포장내 에틸렌농도는 저장 4일째에 전체적으로 단수처리하지 않은 대조구에

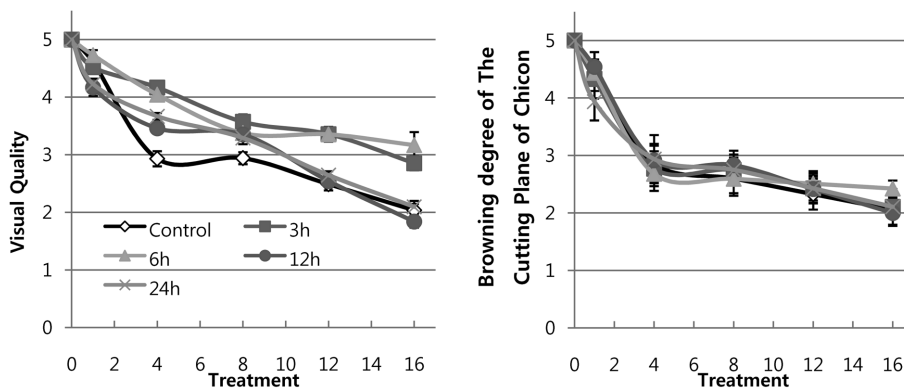


Fig. 5. Visual quality and Browning degree of chicon cutting plane of chicon that prepared cut-off the water treatment: the durations were 0 hour, 3 hours, 6 hours, 12 hours, and 24 hours and then packaged with breathable film that has 10,000 cc/m²/day/atm oxygen transmission rate. The visual quality was evaluated that 5: excellent, 4: very good, 3: good and marketable, 2: bad, 1: very bad. Browning degree of The Cutting Plane of Chicon was evaluated that 5: excellent, 4: very good, 3: good and marketable, 2: bad, 1: very bad. Vertical bar represents \pm SE of the means (n = 5).

수확 전 단수처리가 치콘 저장성에 미치는 영향

비해 에틸렌 농도가 높게 나타났으나 저장기간이 길어짐에 따라 저장 16일차에는 대조구에 비해 농도가 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다. 전체 외관품질을 보았을 때는 단수처리 3시간, 6시간, 24시간 순으로 좋은 평가를 받았으며, 절단면 갈변정도를 보았을 때는 단수처리 6시간이 가장 갈변의 정도가 심하지 않았다. 이상의 결과로 보아 치콘 생산시 수확 전 6시간부터 양액 공급을 중지시키는 단수처리를 할 경우 예견 효과를 가져옴으로써, 치콘의 저장기간 중 수분 손실량을 줄여주고 절단부 갈변 억제 효과를 가져와 저장기간동안 외관상 품질을 유지해줄 수 있을 것으로 생각되어진다.

주제어 : 산소, 에틸렌, 예견, 예견처리, 외관상 품질, 이산화탄소

사 사

본 연구는 한국연구재단 기본연구지원사업으로 진행되었고, 농촌진흥청 지역특화기술개발과제의 지원으로 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Adato, I., and S. Gazit. 1974. Water-deficit Stress, Ethylene Production, and Ripening in Avocado Fruits. *Plant Physiol.* 53:45-46
2. Apelbaum, A. and S.F. Yang. 1981. Biosynthesis of Stress Ethylene Induced by Water Deficit. *Plant Physiol.* 68:594-596.
3. Bae, J.H. and W.B. Kim. 2005. Effects of Blanching Culture Days on the Growth and Quality of Chicon. *Journal of Bio-Environment Control* 14:114-118(in Korean).
4. Brown, K.W. and J.C. Thomas. 1980. The Influence of Water Stress Preconditioning on Dark Respiration. *Physiologia Plantarum* 49:205-209.
5. Cantwell, M. and T. Suslow. 2001. Belgian Endive (Witloof Chicory): Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/BelgianEndive/>.
6. Cho, J.E. and S.K. Lee. 2008. Current Research Status of Postharvest Technology of Garlic (*Allium sativum* L.). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26(3):350-356(in Korean).
7. Hong, S.J., Y.M. Park, and S.W. Park. 2000. Quality of Onion 'Higuma' Cultivar during Storage after Predrying Treatment. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18(2):186-186(in Korean).
8. Jung, H.J., T.J. Yoo, J.S. Son, and H.M. Kang. 2010. Various Chemical Treatments for Browning Prevention of the Cutting Plane of Chicon. *Journal of Bio-Environment Control* 19(2): 264-265 (Abstract).
9. Kang, H.M., H.S. Kim, H.T. Seo, and J.H. Won. 2009. A Comparison of Storability of Several Cultivars Chicon Grown in Different Regions. *Journal of Bio-Environment Control* 18: 291-296(in Korean).
10. Kang, H.M., H.T. Seo, J.H. Won, H.S. Kim, and I.S. Kim. 2010. The Effect of Cultivars, Cultivation Periods and Regions of Chicory on the Storability of Chicon During MA Storage. *Journal of Bio-Environment Control* 19:109-116(in Korean).
11. Kaul, R. 1966. Effect of Water Stress on Respiration of Wheat. *Canadian Journal of Botany* 44:623-632.
12. Kays, S.J. and R.E. Paull, 2004. *Postharvest Biology*. Exon Press, Athenus, GA, USA.
13. Lee, I.K., S.J. Hong, Y.R. Yeoung, S.W. Park, and O.S. Ku. 2001. Effects of Postharvest Predrying on Storability of 'Norang' Chinese Cabbage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 19(4):521-525(in Korean).
14. McMichael, B.L., W.R. Jordan, and R.D. Powell. 1972. An Effect of Water Stress on Ethylene Production by Intact Cotton Petioles. *Plant Physiol.* 49:658-660.
15. Park, K.W. 1986. *Western vegetable*. Korea Univ. Publishing. Seoul. Korea.
16. Park, S.W., S.J. Hong, and Y.M. Park. 2001. Changes in Stored Bulb Quality of 'Higuma' Onion as Influenced by Predrying Status. *J. Kor. Hort. Sci.* 42(6): 699-702(in Korean).
17. Park, Y.M. and S.K. Lee. 1997. *Storage of Horticultural Crop, Practice of Postharvest Technology*. The Farmers Newspapers(in Korean).
18. Ryder, E.J. 1998. *Lettuce, Endive and Chicory*. CABI Publishing (in UK).
19. Ryu, K.H. 2001. *New Horizons of Hydroponics in New Millennium. The 3rd International Symposium in Society of Korea Hydroponics* pp.94-100(in Korean).
20. Moon, W., J.K. Kim, and J.W. Lee. 2004. *Horticultural Crops I - vegetables*. Korea National Open University Press(in Korean).