

MA저장중 혼합비율에 따른 적로메인, 갯기름나물, 그리고 곤달비 혼합 어린잎채소의 엽색과 저장성 비교

최인이^{1,2} · 이주환³ · 왕립⁴ · 박완근⁵ · 강호민^{6*}

¹강원대학교 원예학과 박사 후 연구원, ²강원대학교 농업생명과학연구원 선임연구원, ³강원대학교 스마트농업융합학과 대학원생, ⁴강원대학교 원예학과 대학원생, ⁵강원대학교 산림과학부 산림자원학전공 교수, ⁶강원대학교 스마트농업융합학과 교수

Comparison of Leaf Color and Storability of Mixed Baby Leaf Vegetables according to the Mixing Ratios of Red Romaine lettuces (*Lactuca sativa*), *Peucedanum japoicum*, and *Ligularia stenocephala* during MA Storage

In-Lee Choi^{1,2}, Joo Hwan Lee³, Li-Xia Wang⁴, Wan Geun Park⁵, and Ho-Min Kang^{6*}

¹Post Doctor, Dept. of Horticultural Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

²Senior Researcher, Agricultural and Life Science Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

³Graduate Student, Dept. of Interdisciplinary Program in Smart Agriculture, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

⁴Graduate Student, Dept. of Horticultural Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

⁵Professor, Program of Forest Resources Division of Forest Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

⁶Professor, Dept. of Interdisciplinary Program in Smart Agriculture, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

Abstract. This study attempted to find a way to maintain the quality of mixing baby wild leaf vegetables with existing baby leaf vegetables in various ratios. The crops for mixing baby leaf vegetables were *Peucedanum japoicum* Thunberg and *Ligularia stenocephala*, as wild vegetables, and red romaine, which is widely used in young leafy vegetables. The mixing ratio of red romaine and wild vegetables was red romaine 0: mantilla oil 5: *L. stenocephala* ratio 5 (R0: P5: L5), red romaine 3.3: *P. japoicum* 3.3: *L. stenocephala* ratio 3.3 (R3.3: P3.3: L3.3), red romaine 5: *P. japoicum* 2.5: *L. stenocephala* 2.5 (R5: P2.5: L2.5), red romaine 8: *P. japoicum* 1: *L. stenocephala* 1 (R8: P1: L1), red romaine 10: *P. japoicum* 0: *L. stenocephala* 0 (R10: P0: L0). All treatments were packaged in OTR (oxygen transmittance) 10,000 cc m⁻²·day⁻¹·atm⁻¹ film and stored for 27 days at 2°C/85% RH conditions. Fresh weight, carbon dioxide, oxygen, and ethylene concentrations of the baby leaf packages were examined approximately every 3 days, and visual quality, chlorophyll content, and chromaticity were examined on the 27th day of storage. The oxygen and carbon dioxide concentration in the packages were affected by the respiration rate of the crop. As the mixing ratio of lettuce, which had a low respiration rate, increased, the oxygen concentration in the packages was higher and the carbon dioxide concentration was lower. Oxygen concentration decreased significantly after 15 days, but was remained above 16%, and on the contrary, carbon dioxide concentration was kept at 1-4% until the 15th, and then gradually increased to 2-5% on the 27th day. The concentration of ethylene was maintained at 3-6 μL·L⁻¹ until the end of storage (27th day). Visual quality score measured at the end of storage was slightly less than 3.0, which is the limit of marketability of all treatments. Although there was no significant difference, the chlorophyll content (SPAD) of red romaine and *P. japoicum* were most similar with an initial value in R8:P1:L1 treatment, and *L. stenocephala* was higher value in R8:P1:L1 and R5:P2.5:L2.5 treatments at the end of storage. The leaf color (L*, a*, b*, chroma) of the three crops at end of storage compared with the heat map showed the least change in the R5:P2.5:L2.5 and R8:P1:L1 treatments at the end of storage. Among them, R8:P1:L1 treatment maintained the highest chlorophyll content, the second lowest ethylene concentration, and adequate carbon dioxide concentration of 2-3%. Therefore, it is judged that the mixed ratio of red romaine 8: *P. japoicum* 1: *L. stenocephala* 1 (R8: P1: L1) is most suitable for the mixed package of baby leaf vegetables of these three crops.

Additional key words : a*, b*, Carbon dioxide, L*, Ethylene, SPAD, Visual quality

*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr

Received January 15, 2021; Revised January 25, 2021;

Accepted January 25, 2021

서 론

국민의 생활수준은 향상되었지만, 정신 노동이 많아지면서 성인병과 비만이 사회문제로 대두되면서 건강식품과 기능성 식품의 요구가 증가하고 있다. 산채류와 같은 야생식용식품은 천연 식품자원으로 일반 식생활에서 부족 되기 쉬운 각종 비타민과 무기질이 풍부하고, 섬유소가 많아 변비나 각종 성인병 방에 도움이 된다(Nam과 Baik, 2005). 전통적인 기호 및 기능성 식품으로서 각광을 받아온(Moon 등, 2003) 산채는 산지에서 자생하는 식용 가능한 풀이나 나무의 싹을 뜻한다. 기호성과 식품학적 가치가 높은 산채 식물은 약 90 여종이 있으며(Ahn 등, 2009) 씹, 데침, 나물 등 전통적인 소비방법이 많았으나 최근 샐러드채, 화채, 기능성 채로 이용하는 경향이 높아지고 있다(Lim, 2009). 또한 새로운 먹거리를 요구하는 소비자의 소비 패턴의 변화와 건강을 생각하는 웰빙, 그리고 다양한 채소 소비를 통해 건강을 지키고자 하는 경향이 증가함에 따라(Baek 등, 2014) 샐러드의 주원료인 어린잎채소의 소비도 증가하고 있다. 어린잎 채소는 초장이 10cm 이하의 잎사루 부분에서 수확한 잎채소로 샐러드 및 신선편이 제품으로 많이 소비되고 있으며 비교적 재배 기간이 짧고 밀식이 가능하여 식물공장 재배가 용이하다(Kwack 등, 2015).

그러나 최근 어린잎 채소 상품이 상추류와 배추류 위주의 한정된 품목으로 인해 다양한 상품성이 요구되고 있어, 어린잎 채소로서 산채의 이용가능성 및 재배방법에 대한 연구가 보고되고 있다(Noh와 Kim, 2013; Noh 등, 2013). 산채 중 어린잎 채소로 적용이 용이한 곤달비(*Ligularia stenocephala* Matsum. & Koidz.)는 국화과 곱취속 식물로 주로 강원도 이북에 분포하며(Park 등, 2011) 독특한 맛을 지닌 산채로 어린 잎은 씹이나 장아찌 등의 식용으로 사용되고 한방에서는 뿌리가 부인병 치료에 쓰인다(Lee, 2003; Choi 등, 2007). 추출물에는 간기능 및 항당뇨 효과 등이 보고되어 있으며(Choi 등, 2007; Lee, 2000), 산화방지, 주름개선 및 멜라닌 발생 억제효과도 알려져 있다(Roh 등 2009a, 2009b). 또한 미나리과 기름나물속 식물인 갯기름나물(*Peucedanum japonicum* Thunb.)은 중풍 예방에 효과가 있다고 하여 방풍나물이라고도 불리우는데, 산채 및 나물로 식용과 약용으로 이용되며 민간요법으로 기침이나 두통에 사용되어 왔다(Lee 등, 2004; Son 등, 2013). 큰 항균성 약용작물로 일부 피부진균에 억제효과를 보이며 해열, 해독, 가래, 전신마비 등에도 사용된다는 보고도 있다(Son 등, 2013).

상품화된 어린잎 채소는 단일 품목보다는 몇가지 채소가 혼합된 상품이 많이 판매되는데, 혼합 상품은 서로 저장성이 달라 *Escherichia coli* O157 과 같은 유해 미생물의 발생이 많아

질 수 있는데(Olaimat과 Holley, 2012; Rangel 등, 2005), Martínez Sánchez 등(2012)도 혼합 신선편이를 7도에서 저장할 때 *E. coli* O157:H7 발생이 관찰되었다고 하였다. 또한 혼합 어린잎 채소는 적정 CO₂와 O₂ 농도가 서로 다른 품종들이 섞여서 포장되기 때문에 적절한 조건이 되지 못할 경우 황화, 이취, 부패 등이 발생하는 문제가 야기될 수 있다(Gil과 Garrido, 2020). 최근 들어 샐러드용 신선편이와 어린잎 채소 상품은 혼합 형태가 증가하고 있다. 이는 소비자의 색소나 기능성 물질에 대한 관심이 증가하기 때문이다(Martínez Sánchez 등, 2012).

이에 본 연구는 특유 맛과 향, 그리고 기능성이 높은 국내 자생 산채를 활용한 어린잎채소를 기존의 상추류와 혼합한 상품으로 저장 유통될 때 색변화와 이취 발생 등이 늦출 수 있는 혼합비를 설정하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 어린잎채소 혼합 비율 및 저장 방법

공시재료는 적로메인 상추(*Lactuca sativa* L.), 갯기름나물(*Peucedanum japonicum* Thunberg), 곤달비(*Ligularia stenocephala*)를 사용하였고, 혼합비율에 따른 저장성 비교를 위해 적로메인0 : 갯기름5 : 곤달비5(R0:P5:L5), 적로메인3.3 : 갯기름3.3 : 곤달비3.3(R3.3:P3.3:L3.3), 적로메인5 : 갯기름2.5 : 곤달비2.5(R5:P2.5:L2.5), 적로메인8 : 갯기름1 : 곤달비1(R8:P1:L1), 적로메인10 : 갯기름0 : 곤달비0(R10:P0:L0) 총 5가지의 비율로 나누어 포장하였다. PP(Polypropylene) 필름을 레이저로 가공하여 산소투과도를 조절한 10,000cc·m⁻²·day⁻¹·atm⁻¹ OTR (Oxygen transmission rate, Dae Ryung Precision Packaging Industry Co., Ltd., Korea) 필름을 사용하였으며, 저장온도는 8°C, 상대습도는 85%RH로 설정하여 저온고에서 27일간 저장하였다.

2. 어린잎채소 혼합 비율에 따른 저장성 및 엽색 비교

비율 간의 저장성 비교를 위해 저장 중 포장 내 이산화탄소, 산소 및 에틸렌 조성 변화, 생체중 감소율을 조사하였고, 포장 내 산소 및 이산화탄소 농도는 infrared single beam sensor (Checkpoint3, AMTEK mocon, USA)로, 에틸렌 농도는 gas chromatography(GC-2010, Shimadzu, Japan)를 사용해 측정하였다. 생체중 감소율은 초기 무게에서 감소하는 무게를 백분율로 나타내었다.

저장 최종일에 이취 및 외관은 5명의 패널에 의한 관능평가로 조사하였다. 이취는 느끼지 못하는 수준을 0점, 매우 강한 수준을 5점, 외관은 저장 초기 가장 양호한 상태를 5점, 판매

가능한 상태를 3점, 완전폐기 수준의 상태를 1점으로 하였다 (Choi 등, 2015). 저장 종료일에 엽록소 함량(SPAD)은 chlorophyll meter(SPAD-502 plus, Konica Minolta, Japan)로, 색도는 colorimeter(CR-400, Konica Minolta, Japan)로 측정하였다.

3. 통계 분석

본 실험은 완전임의 배치법으로 수행하고 데이터 분석은 SAS system(SAS Institute Inc. Cary NC 27513, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며 Duncan의 다중검정(DMRT)를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 각 처리간의 유의성을 검증하였다. 또한 혼합비율에 따른 엽색 비교는 excel (version 2016, Microsoft Co., Ltd., Redmond, WQ, USA)의 conditional formatting을 이용하여 heat map으로 가시화하였다.

결과 및 고찰

1. 어린잎채소 혼합 비율에 따른 저장성 비교

상추 성엽의 호흡률은 $10\text{-}13\text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 으로 알려져 있으나(Kader, 1992) 어린잎의 호흡률은 이보다 4배이상 높은 $47\text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 으로 측정되었는데(Fig. 1), 어린잎은 성엽보다 높은 성장속도를 보이는 성장단계에 있어 호흡이 왕성하기 때문이었다(Kays와 Paull, 2002). 곤달비와 갯기름나물의 호흡률은 보고된 바 없으나 허브류의 호흡률 범위인 $52\text{-}300\text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 에 해당하는 수준이었고 상추보다 높은 수준을 나타내었다. 에틸렌 발생량의 경우도 적로메인이나 곤달비과 같은 국화과 잎채소인 라디치오(Radicchio)는 $0.1\text{ }\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 수준이고 갯기름나물과 같은 미나리과

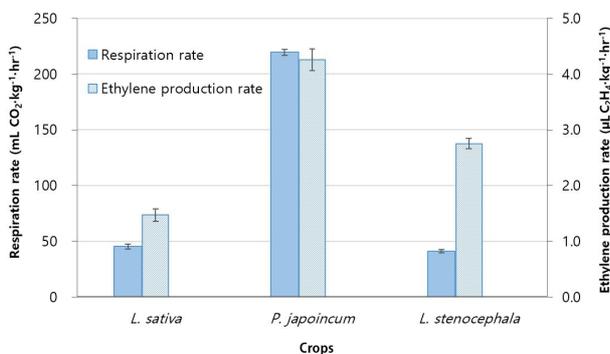


Fig. 1. Respiration rates and ethylene production rates of *Lactuca sativa* ‘Red Romaine’, *Ligularia stenocephala*, and *Peucedanum japonicum* harvested at baby leaf stage in 20°C. Data are the means \pm SE of five replications.

채소인 고수의 에틸렌 발생량은 적로메인이나 국화과 잎채소 보다는 높아 저온에서 $1.0\text{ }\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 수준이다(Loaiza와 Cantwell, 1997)(Fig. 1). 본 실험에서도, 미나리과 채소인 갯기름나물 어린잎의 호흡률과 에틸렌 발생량이 다른 두 종에 비해 월등히 높았는데 종의 특성이라 판단된다.

혼합비율 처리별로는 적로메인 상추 비율이 높을수록 포장 내 산소농도가 높아지고, 이산화탄소 농도가 낮아지는 경향을 보였다. 그러나 에틸렌 농도는 혼합비율에 따른 차이는 나타나지 않았다(Fig. 2). 어린잎채소를 혼합비율에 따라 MA 저장 중 포장 내 이산화탄소와 산소 및 에틸렌의 공기 조성변화를 조사한 결과, 이산화탄소는 저장 3일째까지 급격히 증가하다가 15일까지 1-4%로 유지되었고, 이후 서서히 증가하여 저장 종료일인 27일차에는 2-5%의 수치를 보였다. 산소는 15일까지 18-20%로 유지되다가 서서히 감소하기 시작하여 저장 종료일인 27일차에는 16-18%였다. 포장내 에틸렌 농도는 종료일까지 증감의 반복된 양상을 보이며 $3\text{-}6\text{ }\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 내외의 농도를 유지하였는데, 에틸렌 발생율이 가장 낮았던 적로메인의 비율이 높을수록 포장내 에틸렌 농도가 낮았다(Fig. 2).

0-5°C 범위에서 상추의 적정 MA 조건은 산소농도 3% 내외이고, 이산화탄소는 5% 이상일 때 장해가 발생할 수 있으며, 곤달비과 같은 국화과 잎채소인 치커리의 CA 조건은 산소 3-4%, 이산화탄소 4-5%이고, 갯기름나물과 같은 미나리과 잎채소인 고수는 3% 산소와 7-10% 이산화탄소가 적정 CA 조건이며, 10%이상의 CO₂에서는 장해가 발생한다고 한다(Kader, 2002). 그러나 기존의 보고는 성엽을 기준으로 한 연구였는데, Islam 등(2019)은 어린잎 상추의 MAP 실험에서 포장내 산소농도는 20% 수준이고, 이산화탄소농도가 1.5-4.9% 수준을 보였던 처리구에서 품질유지 효과가 가장 우수하였다고 보고하였다.

생체중은 모든 처리구에서 0.6% 미만의 낮은 감소율을 보였으며 처리구간 차이에는 통계적 유의성은 없었다(Fig. 2). 상추를 포함한 잎채소의 생체중 감소 허용 한계수준은 대체로 3% 이므로(Kays와 Paull, 2002), 모든 처리구에서 수분손실에 의한 품질 저하는 나타나지 않았다.

저장 후 27일째 패널테스트로 조사한 외관상 품질은 혼합비율에 따른 차이는 보이지 않았고 모든 처리구가 상품성 한계 점인 3점 이하로 2.5-3.0 정도의 수치를 나타냈다(Fig. 3). 어린잎채소의 외관상 품질에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 증산에 의한 수분 감소인데 적정 MA 조건에서 어린잎 상추의 증산 억제효과가 보고된 바 있다(Islam 등, 2019). 이치는 R10:P0:L0와 R3.3:P3.3:L3.3가 처리구 중 가장 낮았으나 처리구간 차이에 통계적 유의성은 없었으며 모든 처리구에서 2.0-3.0 수준으로 다소 느껴지는 수준이었다(Fig. 3). MA 저

장 중 발생하는 이취는 상품성을 저하시키는 요인이거나, 외관 상품질과 관련은 없으며 포장용 필름 종류에 영향을 받을 수 있다(Piagentini 등, 2002). 일반적으로 이취는 저산소와 고이산화탄소 조건에서 혐기성 호흡 및 발효에 의한 생성된다(Kader 등, 2002). 따라서 본 실험의 혼합포장 비율은 혐기성 호흡이나 발효를 유발하는 조건은 아니었던 것으로 판단된다.

2. 어린잎채소 혼합 비율에 따른 엽색 비교

엽록소 함량(SPAD)은 모든 처리구에서 초기값에 비해 감소하였는데 적로메인과 갯기름나물은 초기값과 비교하였을 때 R8:P1:L1 처리구, 그리고 곤달비도 R8:P1:L1과 R0:P5:L5 처리구가 가장 적게 감소하여 초기값과 유사한 수치를 보였다. SPAD 값은 외관상품질에 큰 영향을 미치는데, 붉은색

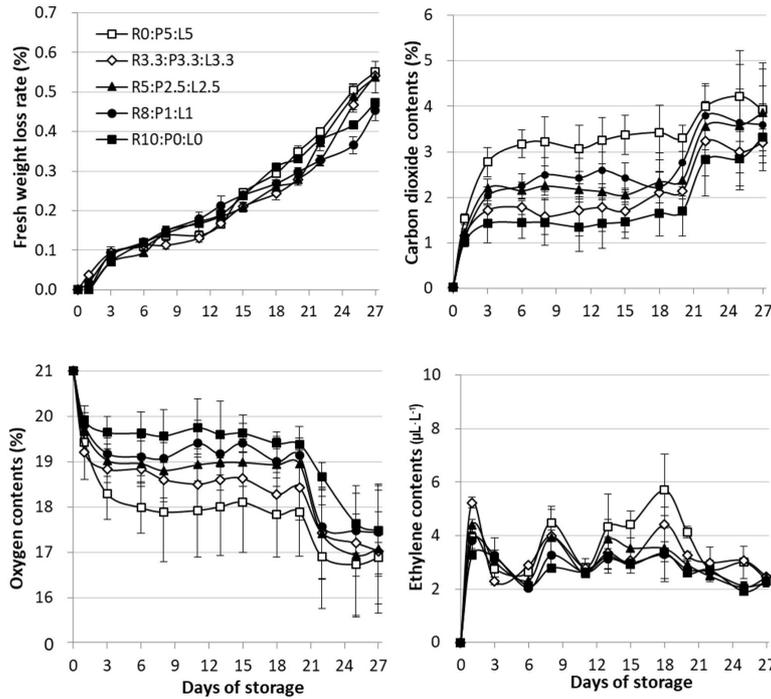


Fig. 2. Changes of oxygen, carbon dioxide, and ethylene contents in packages mixed 3 different baby vegetables stored at 8°C for 27days. The mixed ratios were R0:P5:L5('Red romaine' *L. sativa* 0 : *P. japonicum* 5 : *L. stenocephala* 5), R3.3:P3.3:L3.3('Red romaine' *L. sativa* 3.3 : *P. japonicum* 3.3 : *L. stenocephala* 3.3), R5:P2.5:L2.5('Red romaine' *L. sativa* 5 : *P. japonicum* 2.5 : *L. stenocephala* 2.5), R8:P1:L1 ('Red romaine' *L. sativa* 8 : *P. japonicum* 1 : *L. stenocephala* 1), R10:P0:L0 ('Red romaine' *L. sativa* 10 : *P. japonicum* 0 : *L. stenocephala* 0). Data are the means ± SE of five replications.

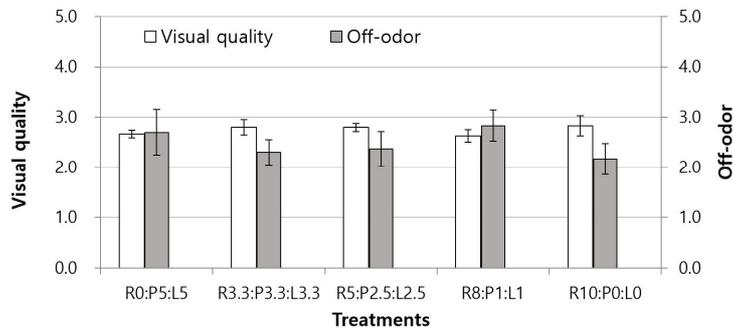


Fig. 3. The visual quality and off-odor of 5 different ratio mixed packages after 27 days storage at 8°C. The mixed ratios were R0:P5:L5('Red romaine' *L. sativa* 0 : *P. japonicum* 5 : *L. stenocephala* 5), R3.3:P3.3:L3.3('Red romaine' *L. sativa* 3.3 : *P. japonicum* 3.3 : *L. stenocephala* 3.3), R5:P2.5:L2.5('Red romaine' *L. sativa* 5 : *P. japonicum* 2.5 : *L. stenocephala* 2.5), R8:P1:L1 ('Red romaine' *L. sativa* 8 : *P. japonicum* 1 : *L. stenocephala* 1), R10:P0:L0 ('Red romaine' *L. sativa* 10 : *P. japonicum* 0 : *L. stenocephala* 0). Data are the means ± SE of five replications.

을 띄어 엽록소 함량이 외적 품질에 영향이 적은 적로메인을 제외하고 녹색을 띄는 갯기름나물과 곤달비는 R8:P1:L1 처리구에서 비교적 높게 유지되었다. 그러나 모든 혼합비율별 처리구에서 통계적인 유의성은 나타나지 않았다(Fig. 4). 수확한 엽채류가 황화되고 노화되는 것은 엽록소의 급속한 분해로 인해 발생하는 과정이며, 저장중 특히 MA 조건에서는 포

장내 증가하는 에틸렌에 의해 엽록소 분해 효소의 활성이 증가되기도 하는데, 배추과 식물을 포함한 대부분의 엽채류는 대체로 1-5ppm 수준에서 엽록소 분해가 촉진된다(Kader, 1985). 그러나 MA 조건에서는 엽록소 분해가 억제되기도 하며, Wang 등(2021)에 의하면 저장 중 고이산화탄소 처리가 그린 아스파라거스의 엽록소 분해효소의 활성을 낮춰 황화를

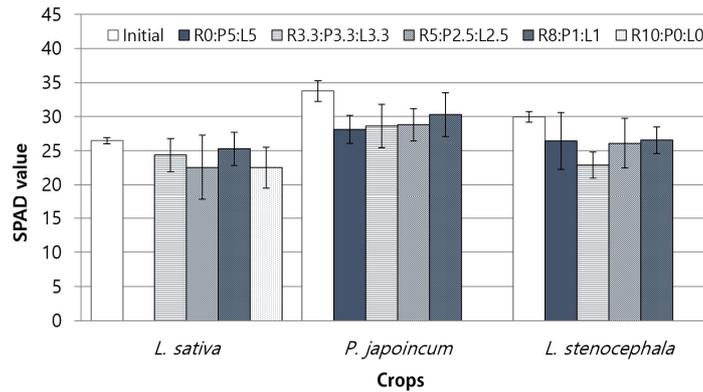


Fig. 4. SPAD of 3 different baby vegetables mixed by 5 kinds ratios after 27 days storage at 8°C. The mixed ratios were R0:P5:L5(‘Red romaine’ *L. sativa* 0 : *P. japonicum* 5 : *L. stenocephala* 5), R3.3:P3.3:L3.3(‘Red romaine’ *L. sativa* 3.3 : *P. japonicum* 3.3 : *L. stenocephala* 3.3), R5:P2.5:L2.5(‘Red romaine’ *L. sativa* 5 : *P. japonicum* 2.5 : *L. stenocephala* 2.5), R8:P1:L1 (‘Red romaine’ *L. sativa* 8 : *P. japonicum* 1 : *L. stenocephala* 1), R10:P0:L0 (‘Red romaine’ *L. sativa* 10 : *P. japonicum* 0 : *L. stenocephala* 0). Data are the means ± SE of five replications.

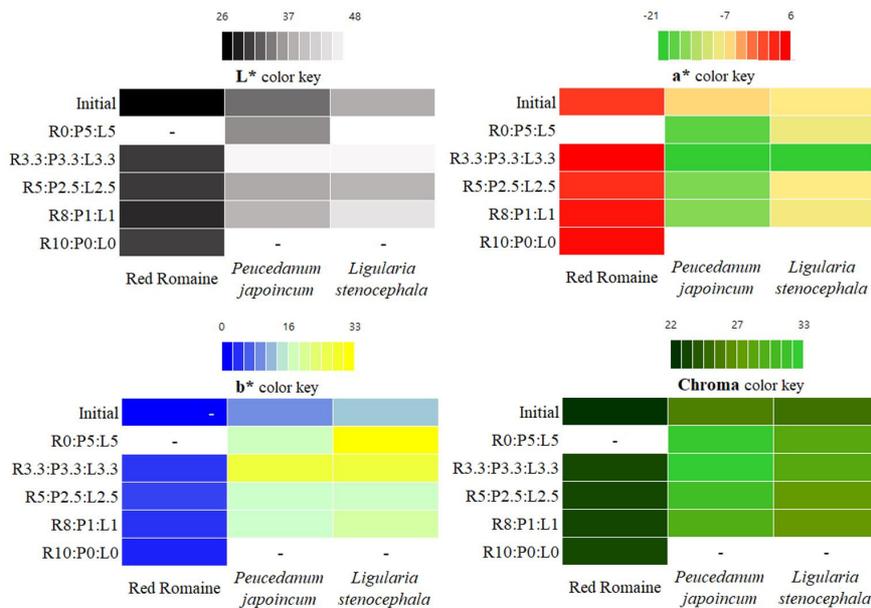


Fig. 5. Generation of a heat map by conditional formatting to differences of color values (L*, a*, b*, Chroma) of 3 different baby vegetables mixed by 5 kinds ratios after 27 days storage at 8°C. The mixed ratios were R0:P5:L5(‘Red romaine’ *L. sativa* 0 : *P. japonicum* 5 : *L. stenocephala* 5), R3.3:P3.3:L3.3(‘Red romaine’ *L. sativa* 3.3 : *P. japonicum* 3.3 : *L. stenocephala* 3.3), R5:P2.5:L2.5(‘Red romaine’ *L. sativa* 5 : *P. japonicum* 2.5 : *L. stenocephala* 2.5), R8:P1:L1 (‘Red romaine’ *L. sativa* 8 : *P. japonicum* 1 : *L. stenocephala* 1), R10:P0:L0 (‘Red romaine’ *L. sativa* 10 : *P. japonicum* 0 : *L. stenocephala* 0). These data were standardized. Each color indicates that SPAD and color values are decreased or increased, respectively.

억제시켰다고 하였다. 또한 배추에서도 고이산화탄소 처리는 엽록소 분해효소의 활성을 감소시키고 엽록소 분해의 주요 효소를 조절하는 것으로 알려진 BrChlase, BrPAO, BrRCCP 유전자의 전사도 낮춰졌다(Huang 등, 2020). 갯기름나물과 같은 미나리과 식물인 셀러리는 10ppm의 에틸렌에 노출되거나 상추와 곤달비에 속한 국화과 식물인 엔디브도 에틸렌에 의해 황화와 변색이 진행된다고 보고되었다(Suslow와 Cantwell, 1998). 저장 중 황화나 변색은 어린 잎채소 품질 저하에 가장 중요한 요인인데(Kim 등, 2019), 저장 후 어린잎의 색깔은 혼합 비율에 따라 달랐다.

세가지 어린잎채소의 혼합 비율에 따른 저장 전과 저장 후 엽색의 변화를 heat map을 이용하여 확인하였다(Fig. 5). Heat map에 나타난 color value는 수치가 낮을수록 청색, 높을수록 적색으로 나타내었다. 색의 밝기, 명도를 나타내는 L^* 값은 품종에 따라 서로 다른 양상을 나타내었는데, 초기값과 가장 유사한 값을 나타낸 혼합비율은 적로메인은 R8:P1:L1 이었고, 갯기름나물과 곤달비는 R5:P2.5:L2.5 처리였다. 녹색에서 적색을 나타내는 a^* 는 적로메인은 R5:P2.5:L2.5 처리구, 갯기름나물과 곤달비는 R5:P2.5:L2.5와 R8:P1:L1 처리구에서 저장전과 가장 유사하였고, 황색에서 청색을 나타내는 b^* 값은 적로메인은 처리간 차이가 없었고, 갯기름나물은 R5:P2.5:L2.5와 R8:P1:L1 처리구, 곤달비는 R5:P2.5:L2.5와 R8:P1:L1 처리구에서 가장 변화가 적었다.

이상과 같이 Heat map으로 비교한 3가지 작물의 엽색은 R5:P2.5:L2.5와 R8:P1:L1 처리구에서 변화가 적었다. 이중 R8:P1:L1 처리구는 엽록소 함량도 가장 높게 유지되었으며, 이 처리구의 포장내 에틸렌 농도도 R10:P0:L0 처리구 다음으로 낮았고 이산화탄소 농도는 2-3% 수준을 유지하였다. rocket 잎의 저장에서도 생육단계 이산화탄소와 에틸렌 발생량이 엽색의 변화에 영향을 주어 에틸렌 발생량이 높은 어린잎의 황화 진행이 빨랐다고 하였으며(Koukounaras 등, 2007), 상추류의 경우 5% 이상의 이산화탄소에서는 brown stain(중륜 갈변증)과 같은 갈변현상이 나타난다고 하였다(Suslow와 Cantwell, 1998).

이상의 결과를 종합하면 적로메인, 갯기름나물, 곤달비의 어린잎을 혼합하여 포장할 경우 R8:P1:L1 비율이 엽록소 함량이 가장 높았고 외관상 품질이 양호하여 가장 적합한 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 산채를 활용한 어린잎 혼합 포장 상품의 개발하기 위해 기존 어린잎채소에 많이 사용되고 있는 어린잎 적로메인 상추(*Lactuca sativa* 'Red romaine')에 어린잎 산채로 갯기름나물(*Peucedanum japonicum* Thunberg)과 곤달비(*Ligularia stenocephala*)을 혼합하여 적합한 비율을 알아보고자 수행하였다. 적로메인과 산채의 혼합비율은 적로메인0 : 갯기름5 : 곤달비5(R0:P5:L5), 적로메인3.3 : 갯기름3.3 : 곤달비3.3(R3.3:P3.3:L3.3), 적로메인5 : 갯기름2.5 : 곤달비2.5(R5:P2.5:L2.5), 적로메인8 : 갯기름1 : 곤달비1(R8:P1:L1), 적로메인10 : 갯기름0 : 곤달비0(R10:P0:L0)으로 처리하였다. 모든 처리구는 OTR(Oxygen transmission rate) $10,000\text{cc}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}\cdot\text{atm}^{-1}$ 필름으로 포장하여 $2^{\circ}\text{C}/85\%\text{RH}$ 저온고에서 27일간 저장하며 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소/산소/에틸렌 농도, 외관, 엽록소 함량, 색도를 조사하였다. 생체중은 R8:P1:L1 처리구가 0.4% 미만의 가장 낮은 감소율을 보였고, 이를 제외한 나머지 처리구들은 0.5% 내외의 수치를 나타내었으나 통계적 유의성은 없었다. 포장내 산소와 이산화탄소 농도는 작물의 호흡률에 영향을 받았는데, 호흡률이 낮았던 상추의 혼합 비율이 높아질수록 포장내 산소농도가 높았고, 이산화탄소 농도는 낮았다. 산소농도는 15일 이후 크게 감소하였으나, 16% 이상은 유지되었고, 이와 반대로 이산화탄소 농도의 경우 15일까지 1-4%로 유지되다가 서서히 증가하여 27일차에는 2-5%로 증가하였다. 에틸렌 농도는 저장 종료일까지 $3-6\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 내외의 농도를 유지하였다. 저장 종료일의 외관상 품질은 모든 처리구가 상품성 한계점인 3점에 다소 못 미치는 정도를 보였다. 엽록소 함량(SPAD)은 처리구간 통계적 유의성은 없었으나, 적로메인과 곤달비의 경우 R8:P1:L1 처리구에서, 갯기름나물은 R5:P2.5:L2.5와 R8:P1:L1 처리구에서 가장 적게 감소하였다. Heat map으로 비교한 3가지 작물의 엽색(L^* , a^* , b^* , chroma)은 R5:P2.5:L2.5와 R8:P1:L1 처리구에서 저장 후 가장 변화가 적었다. 이중 R8:P1:L1 처리구는 엽록소 함량도 가장 높게 유지되었으며 포장내 에틸렌 농도도 2번째로 낮았고 이산화탄소 농도는 2-3% 수준을 유지하였다. 따라서 적로메인 8, 곤달비 1, 갯기름 1(R8:P1:L1)의 혼합한 비율이 이 3가지 작물의 어린잎 혼합 포장에 가장 적합한 것으로 판단된다.

추가주제어 : a^* , b^* , L^* , SPAD, 에틸렌, 외관상 품질, 이산화탄소

사 사

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술 기획평가원의 농생명산업기술개발사업(117038-03)의 지원으로 수행되었음.

Literature Cited

- Ahn S.Y., J.H. Kim, S.J. Choi, and Y.J. Kim. 2009. Current status and prospect of cultivation of wild vegetable crops. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:36(Abstr.).
- Baek J.P., G.H. Lee, and H.M. Kang. 2014. Quality characteristics of *Ligularia stenocephala* and asparagus officinalis produced in yanggu, gangwon province. *Kor. J. Life Sci.* 26:42-49.
- Cantwell M. and T. Suslow. 2002. Lettuce, romaine; recommendations for maintaining postharvest quality. http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables/English/?uid=17&ds=799
- Choi I.L., T.J. Yoo, and H.M. Kang. 2015. UV-C treatments enhance antioxidant activity, retain quality and microbial safety of fresh-cut paprika in MA storage. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 56:324-329.
- Choi J., W.B. Kim, J.H. Nam, and H.J. Park. 2007. Antidiabetic effect of the methanolic *Ligularia stenocephala* extract of leaves on the streptozocin induced rat. *Korean J. Plant Res.* 20:362-366.
- Gil M.I. and Y. Garrido. 2020. Leafy vegetables: Baby leaves. *Controlled and modified atmospheres for fresh and fresh-cut produce academic press.* 21:527-536.
- Huang X.M., X.L. Zhang, X.Y. Jiang, S.H. Huang, X.Q. Pang, H.X. Qu, and Z.Q. Zhang. 2020. Quality retention and selective gene expression of Chinese flowering cabbage as affected by atmosphere gas composition. *J. Food Process.* v. 2020;44: e14548.
- Islam M.Z., Y.T. Lee, M.A. Mele, I.L. Choi, and H.M. Kang. 2019. The effect of phosphorus and root zone temperature on anthocyanin of red romaine lettuce. *Agronomy.* 9:47.
- Kader A.A. 1985. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops *HortScience.* 20: 54-57.
- Kader A.A. 1992. *Postharvest technology of horticultural crops.* Publ. 3311. Univ. of California, CA, USA.
- Kader A.A. 2002. *Postharvest technology of horticultural crops.* 3rd Ed. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA.
- Kays S.J. and E.R. Paull. 2004. *Postharvest Biology.* Exon Press, Athens, GA, USA.
- Kim J.Y., S.J. Han, L. Wang, I.L. Choi, and H.M. Kang. 2019. Comparison of post-harvest character and storability at several temperature for *Lactuca indica* L. baby and adult leaves. *Protected horticulture and Plant Factory,* 28:172-177.
- Koukounaras A., A.S. Siomos, and E. Sfakiotakis. 2007. Postharvest CO₂ and ethylene production and quality of rocket (*Eruca sativa* Mill.) leaves as affected by leaf age and storage temperature. *Postharvest Biology and Technology* 46:167-173.
- Kwack Y., D.S. Kim, and C. Chun. 2015. Growth and quality of baby leaf vegetables hydroponically grown in plant factory as affected by composition of nutrient solution. *Protected Horticulture and Plant Factory.* 24:271-274.
- Lee C.B. 2003. *Flora of Korea.* Hyangmoon Publishing Co., LTD. 806.
- Lee S.O., S.Z. Choi, J.H. Lee, S.H. Chung, S.H. Park, H.C. Kang, E.Y. Yang, H.J. Cho, and K.R. Lee. 2004. Antidiabetic coumarin and cyclitol compounds from *Peucedanum japonicum*. *Archives of Pharmacal Research.* 27:1207-1210.
- Lee Y.H. 2000. Effect of *Ligularia stenocephala* extract on lipid metabolism and liver function of rat administered with ethanol. MS Thesis. Dong-A University, Busan, Korea.
- Lim S.C. 2009. Utilization and processing of wild vegetables. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:36(Abstr.).
- Loaiza J. and M. Cantwell. 1997. Postharvest physiology and quality of cilantro (*Coriandrum sativum* L.) *HortScience,* 32:104-107.
- Martínez-Sánchez A., M.C. Luna, M.V. Selma, J.A. Tudela, J. Abad, and M.I. Gil. 2012. Baby-leaf and multi-leaf of green and red lettuces are suitable raw materials for the fresh-cut industry. *Postharvest Biology and Technology.* 63:1-10.
- Moon S.G., S.H. Jeong, and C.M. Choi. 2003. Classification of the edible plants on the market in Busan. *Kor. J. Life Sci.* 13:764-774.
- Nam Y.K. and J.A. Baik. 2005. Status of research and possibility of development about endemic wild vegetables in Korea. *J. Kor. Soc. Plant, People & Environ.* 8:1-10.
- Noh H.S. and J.W. Kim. 2013. *Lepidium sativum* wild vegetable lance asiabell (*Codonopsis lanceolata* (siebold & zucc.) trautv.), tangshen (*Codonopsis pilosula* (franch.) nannf.) and garden cress (*Lepidium sativum* L.) to be used by bab. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31:51(Abstr.).
- Noh H.S., J.W. Kim, S.W. Kim, and I.J. Kim. 2013. Proper depth of medium, temperature, and light intensity for boxculture in garden cress (*Lepidium sativum* L.) to be used by baby vegetable. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31:55-56(Abstr.).
- Olaimat A.N. and R.A. Holley. 2012. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. *Food Microbiol* 32:1-19.
- Park B.M., C.H. Kim, J.H. Bae, J.R. Shin. 2011. Effect of shading levels on the soil properties, growth characteristics, and chlorophyll contents of *Ligularia stenocephala*. *Journal of Bio-Environ. Cont.* 20:352-356.
- Piagentini A.M., D.R. Guemes, M.E. Pirovani. 2002. Sensory characteristics of fresh-cut spinach preserved by combined

- factors methodology. J. Food Sci. 67:1544-1549.
- Roh E.J., Y.S. Kim, and B.G. Kim. 2009a. Effect of antioxidation and inhibition of melanogenesis from *Liguaria stenocephala* extract. J. Korean Oil Chemists' Soc. 26:87-92.
- Roh E.J., Y.S. Kim, and B.G. Kim. 2009b. Anti-wrinkle effect of *Liguaria stenocephala*. J. Korean Oil Chemists' Soc. 26:186-190.
- Son H.K., S.T. Kang, H.O. Jung, and J.J. Lee. 2013. Changes in physicochemical properties of *Peucedanum japonicum* Thunb. after blanching. Korean Journal of Food Preservation. 20:628-635.
- Suslow T. and M. Cantwell. 1998. Celery produce facts. Perishable handling #94.
- Wang L.X., I.L. Choi, and H.M. Kang. 2020. Effect of High CO₂ Treatment and MA packaging on sensory quality and physiological-biochemical characteristics of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) during postharvest storage. Horticulturae 6:84.