



Review of postharvest management to expand the export of fresh perilla leaves

Ji Weon Choi^{1*}, Hyunjin Choi¹, Ji-Gang Kim¹, Ji-Hyun Lee¹, Chang Kug Kim², Il Sheob Shin¹, Yoon Pyo Hong¹

¹Postharvest Technology Division, Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

²Genomics Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Jeonju 54874, Korea

신선 깻잎의 수출 확대를 위한 수확 후 관리

최지원^{1*} · 최현진¹ · 김지강¹ · 이지현¹ · 김창국² · 신일섭¹ · 홍윤표¹

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 저장유통과, ²농촌진흥청 국립농업과학원 유전체과

Abstract

Current research trends and postharvest management techniques were reviewed to expand the export of perilla leaves and to ensure a competitive quality. We summarized the results of quality change factors according to the environment of perilla leaves during transportation for export. Main problems came from deterioration such as pesticide residues, microbiological hazards and low temperature disorder. In terms of the pesticide residues, this issue can be avoided by ensuring that the pesticide safe use standard is employed and the maximum residue limit is not exceeded during cultivation. To control the microbiological hazards, hygiene concepts and continuous attention are required from harvest to packaging. To reduce the quality degradation after harvesting, precooling is an essential process to extend shelf life. Perilla leaves are susceptible to low temperature damage. The low temperature disorders occur depends on the type of MA film and/or outer packaging materials. So the distribution temperature should be set carefully. Overall, to expand the export, the quality must be considered, along with the use of recommended packaging materials, postharvest treatment and the proper temperature. Finally, to prevent aging after harvest, ethylene biosynthesis suppression and elimination techniques are also required, so ethylene removal techniques are necessary to extend shelf life.

Key words : quality, export, MA, chilling injury, shelf life

서 론

2019년 농림축산식품부는 농식품 수출 확대 방안 마련을 위한 경제활력대책회의에서 ‘미래클 케이푸드(K-Food) 프로젝트’ 즉, ‘미래에 클 농식품’이라는 의미로 잘 알려지지 않은 농식품을 발굴, 육성하여 미래의 가치를 만드는 사업을 추진한다고 밝혔다. 깻잎은 이 사업의 6개 신선품목 중

하나에 해당하며, 기능성 검증부터 현지 시장 테스트, 상품화, 통관지원, 현지 홍보 등 수출 전 단계에 맞춤형으로 지원된다. 깻잎 수출 확대를 위한 주요 시장은 일본 야키니쿠 체인 등 외식시장이며 원거리 국가로의 수출 확대도 기대하고 있다. 이를 위해 깻잎의 병해충, 농약 문제 해결을 위해 밀양과 금산의 선도 농가가 참여하는 세척 깻잎 시범 수출 프로젝트를 추진하고, 물량 확보를 위하여 양액재배 단지를 ‘18년 1개소 0.03 ha에서’ 20년 10개소 3,000 ha로 확대하고 선도농을 대상으로 수확 후 품질관리를 위하여 세척, 포장, 물류 단계에서 기술 컨설팅을 지원하여 품질 경쟁력을 높이고자 하고 있다. 그동안 신선 깻잎 수출 시에 클레임이 발생하는 주 원인은 물러짐과 꼭지 갈변이었다. 깻잎의 물러짐은 크게 세 가지 원인으로 분류할 수 있는데,

*Corresponding author. E-mail : jwcnpri@korea.kr
 Phone : 82-63-238-6530, Fax : 82-63-238-6505
 Received 17 October 2019; Revised 04 December 2019;
 Accepted 13 December 2019.
 Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

동해, 저온장해 그리고 곰팡이 감염이다. 본 리뷰에서는 깻잎의 수출 확대와 품질 경쟁력 확보를 위하여 현황 및 수확 후 관리 기술에 대해 살펴보고, 신선 깻잎의 수출확대를 위해 수확 후 생리적 변화 및 도입해야 할 수확 후 관리 기술을 검토하여 구체적인 수확 후 관리 방향을 모색하고자 하였다.

일반 현황

*Perilla*의 원산지는 중국, 인도의 해발 1,200 m 이상의 산악지역이다. 주로 중국, 인도, 일본, 한국에서 생산되고 있다. 일본에는 서기 8-9세기 중국으로부터 도입되어 홋카이도 지방에서 좋은 품질의 깻잎이 생산되고 있고, 한국에서는 삼국시대부터 도입되었다는 기록이 있다.

*Perilla*는 1년생 단일성 식물로 wild Coleus, Beefsteak plant, Purple mint 및 *Perilla* mint, Chinese basil로 불리우고 있다. *Perilla*의 명명법은 종속간 교잡에 의한 증식으로 복잡하고 혼란스러우며, Zeevaart(1,2)의 연구 이래 토론이 계속되고 있다. 2000년대에 들어서면서 유전적 다양성에 대한 분석 도구로 molecular 수준에서 분류가 시도되고 있다(3,4).

Perilla frutescens(L.) Britt.는 *Lamiaceae*, mint 과의 자가수분 작물이다. 형태적 및 이용 특성에 따라 이 종은 두 개의 재배 타입으로 분리되는데, 하나는 *perilla frutescens* var. *frutescens*, 다른 하나는 *P. frutescens* var. *crispa*이다(4). ‘*Frutescens*’ 품종은 중국에서는 렌, 한국에서 들깨, 일본에서는 에고마라 불리우며, ‘*Crispa*’ 품종은 중국에서는 지수, 한국에서는 차조기, 일본에서는 시소라고 불리운다. 들깨는 녹색잎을, 차조기는 보라색 잎을 가진다. 들깨는 오로지 한국에서만 채소로 이용되고, 종실은 중국, 한국, 일본 등 여러 나라에서 풍미를 더하기 위한 전통음식으로 사용해 왔다. 반면 *P. frutescens* var. *crispa*는 중국에서 의약용으로, 근동에서 신선 채소로 이용되고 있는데, 대부분의 아시아 지역에서 거의 사라지고 있고 일본과 베트남에서 일부 재배되고 있다(5).

Cantwell과 Reid(6)는 다양한 요리용 그리고 샐러드용에 이용되는 허브종들을 과에 따라 분류하고 해당하는 종들의 학명 및 일반명을 정리하였는데, 그 중 *Perilla frutescens* (L.) Britton, Shiso에 대해서 수확 후 생리적 특성 및 저장 특성에 대해 보고하였다.

현재 한국에서 들깨잎과 종실을 곁하여 수확하는 품종으로는 ‘엽실들깨’, ‘대엽들깨’, ‘백상들깨’, ‘새엽실들깨’, ‘백광들깨’, ‘아름들깨’ 등이 있고, 들깨잎 생산을 목적으로 하는 품종으로는 ‘잎들깨1호’, ‘남천들깨’, ‘만백들깨’, ‘일엽들깨’, ‘보라들깨’가 있고, 지역재래종으로 ‘추부들깨’와 ‘구포들깨’ 등이 전조 재배용으로 재배되고 있다.

영양성분

깻잎에는 anthocyanins, flavones, flavone glycosides 등 안토시아닌계 색소와 철분, 칼슘 등 무기질, 비타민 A와 C가 풍부하게 함유되어 기능성 및 다양한 색깔과 향기를 함유하고 있다. 또한 *perilla ketone*, *perilla aldehyde* 등 방향성 정유성분이 포함되어 있어 독특한 향이 입맛을 돋우어주므로엽채류 중 가장 많이 소비되는 품목 중 하나이다(7). 또한 항암과 면역활성 증가효과가 있고, 항염증, 항알러지 활성, 신장질환 감소에 대한 효과도 보고되어 있다. 들깨 기름은 α -리놀렌산을 많이 함유하기 때문에 최근 건강식품으로 주목받고 있다. 반면 페릴라케톤, 에고마케톤 등 함유물이 흑변병이 발생한 고구마에 함유된 피토알렉신인 이포메아놀과 유사한 구조를 가지고 있고, 이를 섭취한 소에서 급성 폐수종과 폐기종(간질성 폐렴)을 일으킨다는 보고도 있다. 재배 방법별로 성분 함량 차이로, 유기농 재배와 일반 재배 깻잎을 분석한 결과, total phenol, vitamin E, β -carotene 및 GABA의 함량은 유기재배에서 높게 나타났고, 특히 vitamin E의 경우는 유기재배 깻잎에서 48% 이상으로 큰 함량 차이를 보였다고 보고하였다(8). 1993년부터 1995년까지 *perilla*에 대한 75개의 논문 중 절반이 넘는 40개의 논문이 한국 연구자들에 의해 보고되었는데, 주요 내용은 깻잎의 재배조건과 그 씨앗의 오일 품질에 관련한 내용이며, 이슈화된 품종으로 ‘Okdongdlggae’의 잎과 종자에 essential oil 함량이 각각 0.36% 및 44.8%에 이른다는 보고가 있다(3).

신선 깻잎 수출을 위해 고려할 사항

농약 잔류성 규제 : 과채류 포함 농작물 재배 시 병충해 및 잡초 등을 효과적으로 제거하기 위하여 합성된 유기화합물 농약이 사용되고 있으며, 오남용을 방지하고 잔류농약으로부터 안전한 농산물을 생산하기 위해 농약별 사용량, 사용 횟수, 수확기에 따른 살포 횟수 및 시기 등에 대한 농약안전사용기준과 최대잔류허용기준을 설정하여 사용 방법과 사용량을 엄격히 규제하고 있다. 국내에는 471종의 농약성분에 대한 MRL이 설정되어 있고(9), 국내 농식품 안전관리에 2018년까지는 농약잔류허용기준(MRL; Maximum Residue Limit)이 설정되지 않은 경우 Codex 기준 > 유사농산물의 최저 기준 > 해당농약의 최저 기준 순으로 잠정 기준을 설정하나, 2019년부터는 Positive List System(PLS) 제도에 따라 MRL이 적용되지 않은 경우 일률적으로 0.01 mg/kg을 적용하여 이를 초과하는 농산물의 유통을 원칙적으로 금지하고 있다. Kim 등(10)은 들깨잎 시료 192점을 분석한 결과 36성분의 잔류성분이 검출되었는데, 그 중 미등록 농약이 15성분, 검출량 범위는 0.01-9.73 mg/kg, 등록농약은 21성분이 검출되었으나 검출량은 MRL 값 미만이라고 보고하였다. 들깨잎에서 부적합 잔류성분으로 fenprothrin, kresoxim-methyl이 대표적인데(7), 특히 깻잎에서 부적합 잔류성이 빈번하게 발생하는 이유로는 첫

째, 미등록 농약의 사용, 두 번째 안전사용기준 미준수, 세 번째 각 병해충에 대한 적합한 방제 방법을 모르고 있어 농약 오남용의 가능성이 있음을 제시하였다. 이외 재배적인 특성으로 들깨잎은 농약살포 후 수확일까지 기간이 비교적 짧은 연속수확 업체류(11)로 농약이 누적되어 잔류할 가능성이 크며, 형태적으로는 잔털이 많고 표면적이 넓어 더 많은 양의 농약이 부착될 수 있다고 보고하였다(7).

농약 잔류성은 수확 후 세척을 통하여 감소시킬 수 있을 것으로 예상되나 실제 수출 현장에서 세척은 깻잎의 적재 구조상 세척수의 침투가 어렵고 이후 표면 물기 제거 및 재선별 과정이 용이하지 않아 적용이 어려운 실정이다.

미생물학적 위해요소관리

비가공 농수산물 식품소재의 미생물 오염분석조사 결과 깻잎이 다른 농산물보다 높은 미생물 오염도를 나타내는 것으로 보고되어 있어(7) 식중독 관리의 주요 대상 농식품이 되고 있다. Good agricultural practices(GAP)는 농산물의 재배환경, 재배과정, 수확 및 수확 후 작업 과정 중 발생가능한 위해요소를 분석하여 중점관리점을 결정한 후 집중적으로 관리함으로써 안전성이 확보된 농산물을 생산하는 제도이다. Choi 등(12)은 깻잎을 대형매장과 재래시장에서 샘플링하여 총호기성균, 대장균군, *E. coli*, *Listeria monocytogenes*의 오염도를 조사하였는데, 총 호기성균과 대장균군의 오염도는 매장에 따른 유의차는 없었으나 평균 6.44-6.69 log CFU/g으로 높게 나타났으며, *E. coli*의 오염도 역시 매장에 따른 유의차는 없었으나 30% 이상의 빈도로 검출되었다고 보고하였다.

깻잎의 수확부터 포장까지 작업 과정 중 일반세균과 대장균군은 깻잎 자체와 토양, 작업자의 손에서 높게 나타났고, 곰팡이균군은 깻잎 자체에서 가장 높은 수준으로 검출되었으며, 병원성 미생물의 일종인 *B. cereus*는 깻잎, 줄기, 관개용수, 토양 및 작업자의 손, 장갑과 작업복 등 광범위한 장소에서 검출되었다(13). 신선 깻잎을 다양한 전해수 및 수도수 등으로 세척 처리하여 저장 중 품질변화를 조사한 결과, 총균수 및 대장균군은 전해수 처리로 2-3 log scale 정도 감소하였고, 특히 강산성 전해수 처리 시 저장 13일째까지 *B. cereus*균이 검출되지 않은 결과가 보고되었다. 이때 무처리구의 부패율이 저장 6일째부터 발생하기 시작하였으나 전해수 세척 처리한 깻잎은 저장 10일째까지 부패가 나타나지 않아 세척처리로 부패균 및 유해미생물을 경감시킬 수 있음이 확인되었다(14). Kim 등(15)은 GAP 시스템을 깻잎에 적용하기 위하여 수확 후 관리시설(APC)에 대한 미생물학적 안전성을 평가하였다. 각 공정별 용수 및 세척수, 작업자 및 작업자 환경, 취급 단계별 깻잎 그리고 공중낙하균을 대상으로 분석한 결과 직접적 교차오염의 위험이 있는 세척수와 작업자 장갑의 경우 일반세균과 대장균군이 높은 수준으로 검출되었으며, 세척전후 깻잎의 일반세균과

대장균군 밀도는 세척에 의한 감소 효과를 보이지 않아 세척효과가 없는 것으로 보고하였다. Hong 등(16)은 깻잎의 식품 안전성을 높이기 위해 airbubble 세척 효과를 검토하였고, 유공 박스속에 담아 세척, 멸균, 표면건조를 연속적으로 수행하는 라인에서 5분 동안 세척시 98%의 박테리아 제거효과가 있음을 보고하였다. Bae 등(17)은 노로바이러스가 세척시 경감되는 것을 확인하기 위해 인위적으로 접종 후 수중침지, 흐르는 물에 씻기, 그리고 침지 및 흐르는 물에 씻는 방법을 실험한 결과 깻잎의 노로바이러스가 0.69-1.29 log CFU/g 감소되는 효과를 관찰하였고, 물에 세척하는 것이 음식을 준비하는 단계에서 위해성을 줄이는 기본적인 사항이라고 하였다.

결론적으로 Kim 등(15)은 APC 시설은 미생물학적 안전성을 확보하기보다 선별 및 저장기능에 초점이 맞추어져 운영되기 때문에 사전에 GAP 시스템을 포함해 설계함으로써 미생물학적 위해요소 관리가 도입된 안전관리를 해야 한다고 제시하였다. 요즘에 식품 및 의약품 제조 분야에 도입을 시도하고 있는 공간살균 기술을 기존의 GAP 요구사항에 더하여 투입한다면 깻잎과 같이 미생물에 취약한 품목의 유해 미생물 오염 및 부패균 억제에 효과적일 것이다.

수확 후 품질변화

신선 깻잎은 수확 후 물러짐, 즉 조직의 연화와 부패가 빠르게 진행되며, 에틸렌에 의한 노출 시 노화과정으로 잎색이 녹색에서 황색으로 변색된다. 또한 수확 후 시간이 경과하면서 잎자루의 끝 부분부터 색이 검게 변해 안쪽으로 진행해 들어간다. 이 외 해충에 의한 피해가 있는데, 깻잎에 알을 낳았을 경우 유통 중에 알이 부화하면서 잎에 피해를 주는 경우가 있다(Fig. 1). 이러한 피해는 고온기에 더 심하게 나타난다. 저온장해 발생 온도가 아닌 범위에 유통 시 물러짐의 원인으로는 잿빛곰팡이병에 의한 것이며(18), 'Shiso'의 잎 표면에 나타난 물러짐도 *Botrytis cinerea*에 의한 것이라는 보고와 일치한다(19). 수확 후 품질변화를 최소화하기 위한 방안은 아래 수확 후 품질 변화의 원인 및 대응 기술 란에서 다루도록 한다.

수확 후 품질변화의 원인 및 대응기술

예냉 및 세척 : 예냉은 수확한 직후 농산물이 가지고 있는 포장열을 적정 온도로 빠르게 낮추어 주어 호흡량과 에틸렌 발생량을 줄이고 증산을 감소시키며, 병원균의 증식을 억제하는 역할을 한다.

깻잎은 한 장씩 차곡차곡 쌓아 수확하고, 한 묶음씩 묶어 유통시키는 방식으로 인해 세척은 그다지 바람직한 신선도 유지효과를 가져오지 못한다. 즉 현재의 세척 방법으로 미생물을 제어하거나 이물질 제거 효과가 크지 않다는 의미이다. 깻잎의 경우 세척을 통한 살균 및 소독, 잔류물질 제거가

어려운 이유는 깻잎의 표면이 거칠고 굴곡지면서 털이 많아 세척 효과가 떨어지며, 식물조직이 연약하여 유통 중 미생물이 빠르게 증가하는 원인이 있다. 세척은 물에 담귀 씻고 소독하는 과정 뿐 아니라 그 후 표면 건조까지 완벽히 해야 제대로 된 세척이라 할 수 있고, 신선도 유지 및 부패억제 효과가 나타나는데 겹겹이 쌓여 있어 세척수 침투 및 표면 건조가 용이하지 않다. 날장으로 분리하여 세척한다 해도 표면 건조 후 다시 차곡차곡 쌓는 작업이 필요한데 이는 시간 및 노동력이 더 추가되어야 하는 사항이다. 따라서 깻잎 예냉은 세척방식보다 강제통풍냉각 방식이 보다 편리하며 효과적일 수 있다.

Kim 등(20)은 신선 깻잎의 유통 기간을 연장하기 위해 세척 시 냉수(1°C, 5°C, 13°C)를 이용하여 냉수냉각 효과 및 미생물 번식 억제효과를 구명하였는데, 세척수 온도가 낮을수록 낮은 호흡율을 보였고 총 균수의 번식 속도도 가장 느렸고, 표면색이나 비타민 C 함량은 1°C와 5°C 세척수 온도별 유의적인 차이는 크지 않았다고 보고하였다.

열처리

Kang 등(21)은 깻잎을 50°C 온수에서 5초와 10초동안 각각 침지 후 low density polyethylene(LDPE), polyolefin, 무연신 polyethylene(CPP), 편흡 필름과 대조구에 포장하여 열접착한 후 10°C 저장고에서 3-4주 저장하면서 품질을 관찰한 결과 CPP와 polyolefin 필름에 저장 10일째 색변화, 갈변 등이 10% 이상의 깻잎에서 발생하여 상품성이 떨어졌으며, 저장 15일째는 LDPE를 제외한 모든 포장에서 심한 품질 저하가 발생하였다고 보고하였다. 결론적으로 열처리한 깻잎의 호흡 속도는 비열처리구에 비해 30-45% 정도 상승하였고, 열처리한 깻잎을 modified atmosphere(MA) 포장하는 것은 갈변 저장성 향상에 도움이 되지 않는다고 하였다.

온도와 저장성

깻잎의 수확 후 호흡량을 농산물 호흡량에 따른 분류표에서 비교시 낮음, 보통, 높음, 매우 높음 중 보통에 해당하는 호흡량을 가지며, 로메인상추, 배추, 토마토, 감자, 고추

등과 같은 수준의 호흡량이다. 품종 및 수확기에 따른 호흡율의 차이가 구명되어 있으며, Shiso의 경우 0°C에서 12 $\mu\text{L CO}_2/\text{g/h}$, 10°C에서 25 $\mu\text{L CO}_2/\text{g/h}$, 25°C에서 52 $\mu\text{L CO}_2/\text{g/h}$ 의 호흡율을 보인다고 보고하였다. 수확 후 에틸렌 발생량도 매우 낮은 0.1 $\mu\text{L/kg/h}$ 수준이나, 에틸렌에 대한 민감성은 보통 수준으로 브로콜리, 아스파라거스, 부추, 또는 시금치와 같은 품목에 비해서는 보다 느리게 노화가 진행되는 품목이다(22). 잎채소가 에틸렌에 노출될 때 잎의 황화와 탈리, epinasty 등 품질에 좋지 않은 영향을 미친다(23,24).

온도 조절은 신선 허브의 수확 후 관리에서 가장 중요한 요인이다. 호흡량과 에틸렌 발생량은 저장 및 유통 온도가 올라감에 따라 높아지며, 저장 온도가 증가함에 따라 생리적 변화 속도가 빠르게 증가하고 품질 저하도 빨라진다. 신선한 깻잎의 호흡율은 0°C에서 10°C로 증가 시 약 두 배의 차이를 나타낸다. Q_{10} coefficient는 온도가 10°C 이상으로 증가 시 호흡율의 증가를 측정하고 온도 증가에 따른 품질저하 정도를 표시한 값이다. 높은 호흡율과 짧은 유통 수명을 가지는 생산물은 높은 Q_{10} 값을 갖는다(6). 버섯이나 아스파라거스와 같이 고도로 품질이 저하되는 채소의 Q_{10} 값은 0-10°C에서 약 3을 나타낸다. 대부분의 잎채소와 허브의 적정 저장온도는 0°C이며, 상대습도 95-98% 조건이다.

깻잎의 적정 저장온도로 3-5°C가 추천되고 있는데 포장 여부에 따라 보다 낮은 온도에서도 저온장해를 받는 시간이 지연될 수 있다. 이러한 온도에서 깻잎의 유통수명은 약 2-5주이다. Shiso의 경우 5°C 저장에서 저장 1일에 비타민 C 잔존율이 95%로 감소되며, 저장 10일째 77%의 잔존율을 보였고, 20°C 저장에서는 저장 1일에 80%, 저장 10일째는 약 73%의 잔존율을 보여 급격히 감소하는 것으로 보고되었다(23).

‘추부들깨’을 수확한 후 무포장으로 4°C와 25°C에 저장 시 중량감소율은 저장 3일째 4°C에서는 38%, 25°C에서는 80.2%로 두 온도에서 모두 상품가치는 상실되어 무포장의 경우 3일 이상 유통은 바람직하지 않다는 결과가 보고되어 있다(25).

Choi 등(26)은 ‘만추’의 저장온도별 품질 유지기간을 꼭



Water-soaked lesion



Petiole browning



Pest and its eggs on leaves



Fig. 1. Quality changes after harvest in perilla leaves.

Table 1. Storage potential period and shelf-life according to storage temperature and quality degradation factors in 'ManChu', 'PungNyeon' and 'DongGeul2Ho' perilla leaves

Storage temp. (°C)	Quality degradation factors	Storage potential period (day)	Shelf-life (day)	Storage potential period (day)	Shelf-life (day)	Storage potential period (day)	Shelf-life (day)
Variety		'ManChu'		'PungNyeon'		'DongGeul2Ho'	
0	Petiole browning ¹⁾	24		15		7	
	Water-soaked lesion ²⁾	21	21	15	15	7	7
	Freshness ³⁾	21		15		7	
2.5	Petiole browning	28		15		7	
	Water-soaked lesion	24	21	15	15	7	7
	Freshness	21		15		7	
5	Petiole browning	28		22		25	
	Water-soaked lesion	21	21	22	22	25	25
	Freshness	21		22		25	
7.5	Petiole browning	28		22		25	
	Water-soaked lesion	28	24	22	22	25	25
	Freshness	24		22		25	
10	Petiole browning	28		29		25	
	Water-soaked lesion	28	28	29	22	25	25
	Freshness	28		22		25	

¹⁾Petiole browning : until the browning begins.

²⁾Water-soaked lesion : within no water-soaked lesion development.

³⁾Freshness : until the wilting begins.

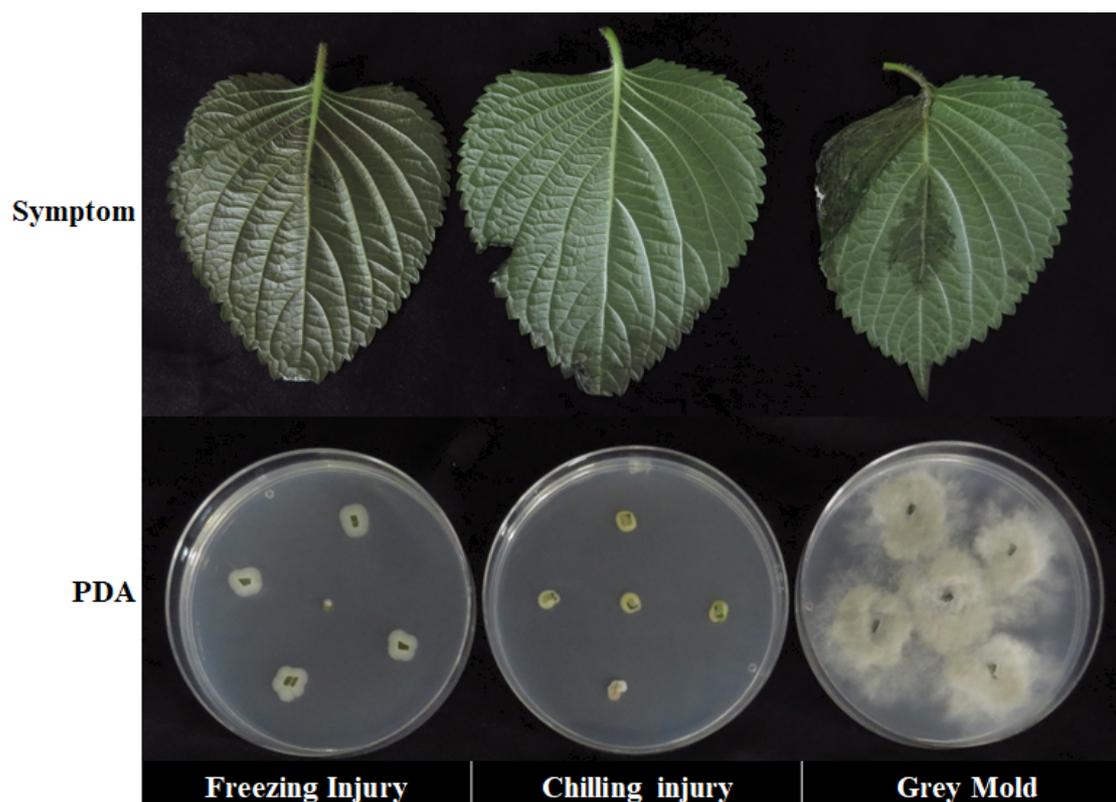


Fig. 2. PDA culture results of water-soaked lesion according to its causes in perilla leaves.

지갈변, 물러짐, 신선도를 고려하여 조사한 결과, 저장 17일 까지는 온도에 따른 차이는 나타나지 않았으나, 21일째부터 0, 2.5, 5°C에 저장한 깻잎에서 물러짐과 꼭지갈변이 발생하기 시작하였고, 0°C에서 24일째 보관 시 물러짐이 급격하게 증가하였다. ‘풍년’ 품종은 0, 2.5°C에 저장 시 15일째 물러짐과 꼭지갈변이 심하게 발생하기 시작하였고, 22일째에는 조사하기 어려울 정도로 품질이 저하되었다. 신선도는 깻잎이 시들음에 따라 휘어지는 각도를 기준으로 조사한 결과 저장 10일째까지는 온도 처리 간 차이가 없었고, 5°C 이상의 온도에서는 14일째 시들음이 발생하기 시작하였으며, 21일째는 2.5°C에서도 일부 시들음이 발생하기 시작하였고, 21일 이후에는 5°C 이하의 저장온도 처리구가 급격하게 상품성을 상실하였다. ‘동글2호’ 품종은 2.5°C 이하의 저장온도에서 꼭지 썩음 및 물러짐이 저장 1주일째 발생하기 시작하였으나, 5°C 이상의 저장온도에서는 ‘만추’나 ‘풍년’ 품종에 비해 더 느리게 발생하여 저장가능 기간이 가장 길게 나타났다. Table 1에 ‘만추’와 ‘풍년’ 그리고 ‘동글2호’ 품종의 저장 온도별 그리고 저장기간이 경과함에 따라 발생하는 품질 저하요인을 고려한 잠재적인 저장기간과 총체적인 shelf-life를 제시하였다.

Cantwell과 Reid(6)는 바질 등 테스트한 모든 허브에 대한 가장 좋은 저장 온도 조건이 0°C에 근접하며, 이 온도에서 10-14일 이상의 훌륭한 외관 품질을 유지하였고, 4주 후에도 좋은 품질을 보였다고 보고하였는데 깻잎의 적정 저장온도는 이와 달라 저온장해에 대한 민감성이 다른 허브종류들과 다른 것으로 나타났다.

Choi와 Han(27)은 깻잎을 5°C 저장 시 1일 경과시 비타민 C의 잔존률이 95%에서 서서히 감소하여 저장 10일째 77%의 잔존률을 보인 반면, 20°C 저장 시에는 저장 1일째 86%, 저장 10일째는 약 73%로 감소하여 감소 폭이 컸음을 보고

동해(freezing injury)

동해는 동결점 이하의 온도에서 보관 시 조직의 결빙에 의해 나타나는 장해로 깻잎은 동해피해를 매우 쉽게 받는다

(Table 2). 포장을 하지 않은 상태에서 -1°C에 노출될 경우 1일이 경과하면서, 박스에 포장한 상태로 -1°C에 보관 시 3-4일째 동해가 발생한다.

저온장해(chilling injury)

일부 열대 또는 아열대 품목들은 얼지 않은 온도에 보관 시 어떤 임계점에서 손상을 입는데, 이것은 저온장해로 알려져 있다. 증상으로는 내부 또는 외부의 변색, 표면 병변 확대, 부패 미생물에 대한 민감성 증가, shelf-life의 감소를 가져온다. 따라서 안전한 저장 온도는 품목에 따라 다양한데, 흔히 8-12°C 범위에서 저장한다. 단지 유통목적에 따른 기간, 포장종류 및 방식에 따라 저온장해 발생 온도가 달라질 수 있으므로 깻잎의 특이적인 저온장해 온도를 구명하는 것이 중요하다. 저온장해 증상은 저장온도에서 더 높은 온도로 옮겨진 이후 보다 명백하게 나타난다.

Shiso를 포함한 허브류들은 저온 민감성으로 알려져 있다. 그 중 깻잎은 잎이 얇고 다른 엽채류에 비해 수확 후 온도관리에 민감한 품목으로 포장을 하지 않은 경우 5°C 이하에서 일정기간 보관시 검은 반점이 생기는 저온장해를 입는다. 포장을 한 경우에는 2-3°C 이하의 저장온도에서 저온장해가 발생한다. 깻잎 유통 시 보통 필름 소포장이나 박스단위 포장이 되어 있어 5°C에서 쉽게 저온장해 피해를 입지 않지만, 저온에 노출된 시간이 길어질수록 저온장해가 발생할 수 있다(6). 저온장해를 피하기 위해서는 10°C 수송이 바람직하나 이 경우 온도가 높아짐으로 인한 품질 변화가 빠르게 일어나므로, 실제 장거리 선박 수출 시에는 3°C로 유지하는 경우가 많다. 깻잎의 저온장해는 수분손실이 심한 경우 빨리 발생하며, 여름철에 수확한 깻잎이 가을철 수확한 깻잎에 비해 더 빨리 발생한다. 깻잎이 저온장해를 받으면 잎에 검은 반점이 발생하여 점차 커가는 증상을 보인다. 저온장해가 아닌 물러짐 증상은 수침현상을 보이고 심할 경우 엽맥도 물러지는 부패 양상인데, 저온장해는 수침증상도 없고 엽맥은 건전한 차이가 있다. 물러짐과 저온장해는 깻잎 유통 및 수출 시 가장 문제가 되는 품질

Table 2. Occurrence condition and appearance symptoms of postharvest injuries in perilla leaves

Injury	Occurrence condition	Symptoms
Freezing injury	<ul style="list-style-type: none"> ▪ unpacking: -1°C, after 1day ▪ packing: -1°C, after 3-4 days 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ color: translucent ▪ symptom: no wilting ▪ lesion: whole
Chilling injury	<ul style="list-style-type: none"> ▪ below 5°C, after 1day ▪ packing: below 2-3°C 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ color: dark black ▪ symptom: no wilting ▪ lesion: sporadic
Grey mold (<i>Botrytis Cinerea</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ all storage temperature 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ color: translucent ▪ symptom: wilting, tissue collapse, water soaked lesion ▪ lesion: sporadic, mainly on the leaf veins

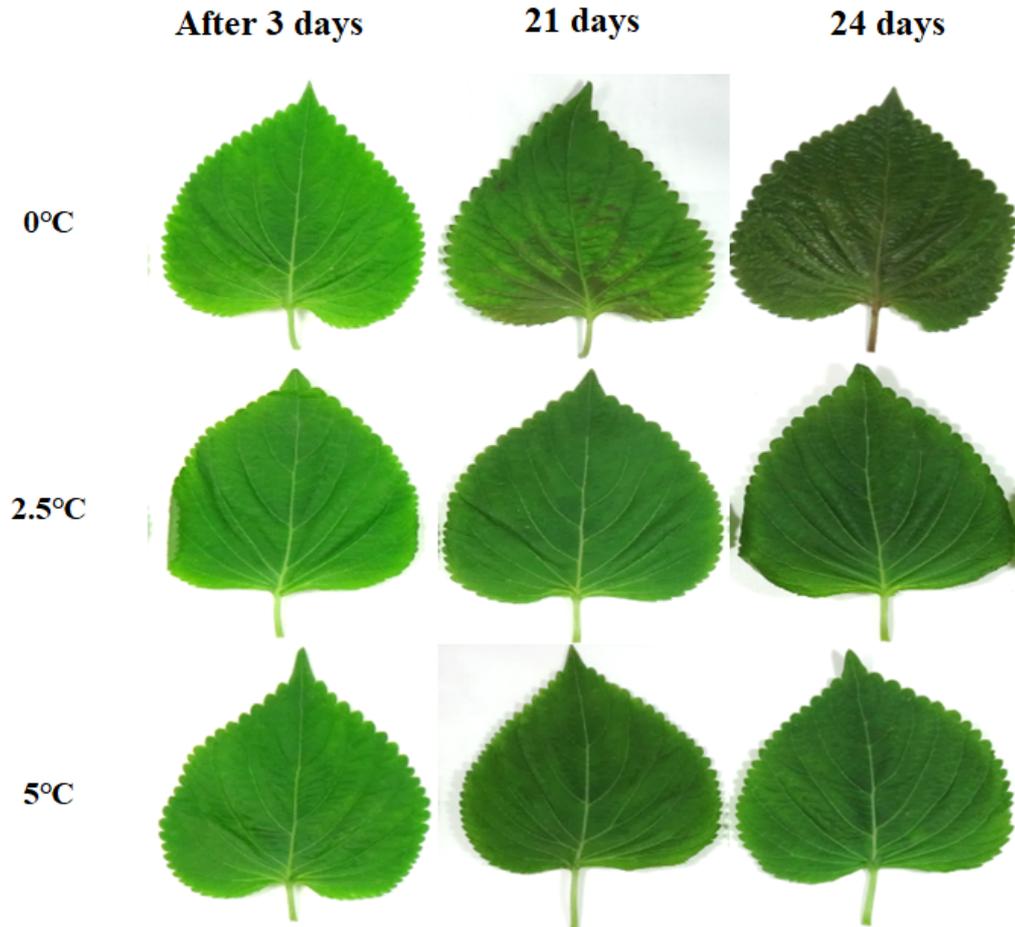


Fig. 3. Occurrence of chilling injury according to storage temperature in MA packaging of 'ManChu' perilla leaves.

Table 3. Susceptibility and occurrence condition to low temperature disorder, and optimum storage temperature and shelf-life in perilla leaves according to the variety

Characteristics	Variety		
	ManChu	PungNyeon	DongGeul2Ho
Chilling sensitivity ¹⁾	+	++	+++
Occurrence condition	below 5°C storage, over 17 days	below 5°C storage, over 8 days	below 5°C storage, over 7 days
Optimum storage temperature (°C)	10	7.5	7.5
Shelf-life at storage temp.	over 28 days	over 22 days	over 25 days

¹⁾Chilling sensitivity : + medium, ++ high, +++ very high.

저하 요인이다(Fig 2, Fig 3).

Choi 등(26)은 여름철 금산 지역 깻잎의 저장온도별 품질 변화 특성을 조사하여 저온장해가 일어나는 조건을 상세하게 구명하였다(Table 3). 저장온도가 0°C에 근접할수록 깻잎의 물러짐과 꼭지갈변이 급격히 일어나며, 저온장해가 일어나지 않는 가장 적절한 온도는 10°C로 밝혀졌다(Fig. 4). 이 결과로 여름철 깻잎 해상운송 수출 시 수송거리

따라 유통기간에 맞추어 컨테이너 온도를 조절할 수 있으며, 단거리 수송 시 저온에서 수출되는 품목과 혼합수송 가능성을 열어주었다.

MA 포장

깻잎의 MA포장시 온도는 3-7.5°C 범위로, 포장 내부의 산소 농도는 8-12%, 이산화탄소 농도는 2-5%로 유지되는

포장재를 사용하는 것이 저산소 농도에 의한 이취발생이나 고이산화탄소 농도에 의한 잎의 검은 반점 발생을 막고 신선도를 유지할 수 있는 좋은 조건이다.

Paik(25)은 ‘추부들깨’를 polyvinylchloride(PVC, 랩), polyethylene(PE)으로 포장하여 4°C와 25°C에 7일간 저장하면서 중량손실과 색도변화를 관찰하였다. 4°C에서는 모든 포장재에서 7일간 식용 가능수준인 20% 이하의 중량감소를 보였으나 25°C에서는 PE가 7일, PVC는 5일째 한계에 도달하여 PE가 PVC보다 저장에 효과적임을 보고하였다.

Choi 등(26)은 5°C 이하의 보관온도에서 저온장해를 피하기 위한 조건으로 MA 포장재를 개선하였고, 그 효과를 입증하였다. 기존 관행적으로 사용하던 천공필름을 대신하여 방담 oriented polypropylene(OPP) 0.03 mm 필름에 0.07 mm의 미세천공을 촘촘하게 뚫어 투기성이 70,000 mL/m²/day가 되도록 조절한 microperforated polypropylene(MPP)으로 포장하여 깻잎을 저장한 결과 0°C 저장 후 7일과 14일째 무름과 꼭지갈변 발생을 지연시켰다고 보고하였다.

Active MA 포장

Active MA 포장은 이산화탄소, 산소 및 질소가스를 품목 호흡 특성에 따라 적합한 농도로 조절하여 포장하는 방식으로 엽채류 및 신선편이 식자재의 신선도 유지, 갈변 억제, 중량손실 억제 등 효과가 있는 포장 방식으로 보고되고 있다(28). 깻잎을 active MA 포장 시 고산소 처리가 무처리 및 저산소 처리보다는 CO₂ 및 에틸렌 발생은 다소 많았지만 이취관련 물질인 아세트알데히드 및 에탄올 발생이 현저하게 적었고, 신선도 및 상품성 유지에 효과적으로 나타나서 차후에 깻잎을 유통하고자 할 때 고산소로 active MA 포장

하는 것이 바람직하다고 하였다. 신선 깻잎 저장 시 저산소 처리구(CO₂:O₂:N₂=6:2.92:10.90)보다 고산소 처리구(0:30:70, 0:50:50)에서 호흡율과 에틸렌 발생도 높았고, 이취관련 물질인 아세트알데히드 및 에탄올 발생은 고산소 처리구에서 현저하게 낮았다. 저장 5일째 관능평가 시 고산소 처리구는 상품성을 유지하였으나 무처리 및 저산소 처리구에서는 상품성을 상실하였고, 결과적으로 실온에서 active MA 포장은 일반 MA 포장 대비 2일정도 신선도 유지효과가 있었음을 보고하였다(28).

깻잎 수출시 유통기한 확보 사례

Lee 등(30)은 기존에 밝혀진 깻잎의 수확 후 관리 기술과 새롭게 개발된 기술을 접목하여 싱가포르 수출 시 필요한 조건을 구명하였다. 충남 금산에서 8월 수확한 깻잎을 산지 유통센터로 이송한 후 ① 예냉을 거쳐 관행 필름 또는 ② 투기성이 70,000-80,000 mL/m²/day인 미세천공필름으로 포장하여(Fig. 5), 종이박스에 넣고 팔레트에 적재한 다음 ③ 알루미늄 필름을 덮어 10°C로 유지한 냉장탑차로 수출컨테이너가 있는 경기 하남시까지 수송하였다. 이후 20 ft 컨테이너에 다른 냉장식품들과 혼합 상차한 다음 1°C를 유지하면서 부산항으로 이동하였고, 싱가포르까지는 3°C로 설정하여 총 13일 동안 운송하였다. 싱가포르에서 깻잎은 냉장 매대에 진열 판매하며 품질 변화를 조사하였다. 그 결과 여름철 깻잎의 싱가포르 수출 시 관행의 천공필름 포장은 현지 도착 시 저온장해가 심하게 발생하였으나, 초 미세천공필름으로 MA포장한 처리구는 저온장해가 나타나지 않았고 현지 도착 후 1-5일 내 판매 완료되어 선박수출이 가능하였음을 밝혔다.

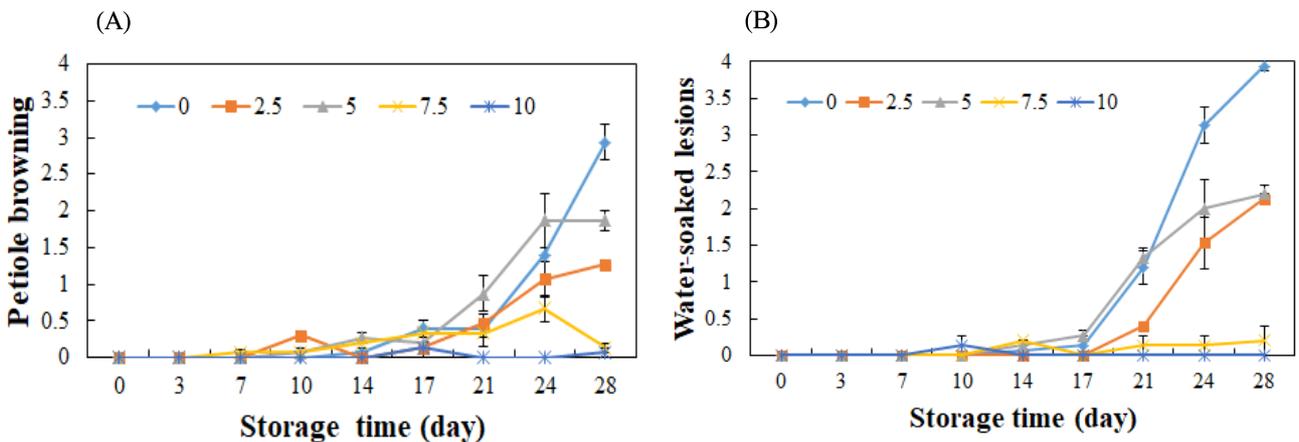


Fig. 4. Changes of petiole browning (A) and water-soaked lesion (B) depending on the storage temperature during storage in ‘ManChu’ perilla leaves.

- Index of petiole browning.
- 0 : No browning.
 - 1 : Initiation of browning, slightly at border side, Good quality.
 - 2 : 1/2 browning, stiffness. Available for sale.
 - 3 : Over 1/2 browning, water-soaked tissues.
 - 4 : Whole petiole browning.

- Index of water-soaked lesions.
- 0 : No symptom.
 - 1 : Initiation of symptom, occurrence 1 lesions.
 - 2 : Occurrence on 2 lesions or 1/4 area of leaves.
 - 3 : Occurrence on 3 lesions or 1/2 area of leaves.
 - 4 : Over 1/2 area of leaves.



Fig. 5. The method of packaging and palletizing covering to export fresh perilla leaves to Singapore. A is MA packing with the ultra fine perforated film, B is an aluminum film covered pallet, C is quality of fresh perilla leaves after arrival in Singapore.

요 약

본 리뷰에서는 깻잎의 수출확대와 품질 경쟁력 확보를 위하여 현재의 연구 동향 및 수확 후 관리 기술에 대해 살펴보았다. 수출을 위한 유통 중 깻잎이 처하는 환경에 따른 생리적 변화 및 품질 변화 양상에 대해 보고된 결과들을 요약 정리하였고, 이를 근거로 깻잎 수출을 위하여 필수적으로 투입해야 할 수확 후 관리 기술을 정립하고자 하였다. 또한 향후 접목할 기술에 대해 언급하였다. 신선 깻잎의 내수 및 수출 중 클레임이 발생하는 원인으로 크게 세 가지가 있다. 첫째는 농약의 잔류성, 두 번째는 미생물학적 위해 요소 발생, 세 번째는 유통 온도 부적합 시 발생하는 저온장해를 포함한 품질 저하이다. 농약의 잔류성은 재배과정에서 농약안전사용기준과 최대잔류허용기준을 지켜 병해충을 방제하는 것이 가장 효과적이다. 미생물학적 위해 요소는 수확부터 선별, 포장까지 작업자의 위생 관념과 지속적인 주의집중이 필요하다. 작업 공간 전체를 편리하게 소독할 수 있는 공간살균을 도입한다면 보다 쉽게 미생물학적 안전성을 확보할 수 있을 것이다. 공간살균은 깻잎 유통 시 부패발생을 감소시킬 수 있어 시급히 기술 정립을 해야 할 중요한 사항이다. 수확 후 생리적 대사에 의해 진행되는 품질저하를 억제하기 위해서는 수확 후 차곡차곡 쌓아서 포장하는 특성을 고려하여 투입기술을 결정해야 한다. 예냉은 수확직후 깻잎의 품온을 빠르게 떨어뜨려 유통수명을 연장하는 필수적인 과정이다. 깻잎은 저온장해에 민감하고 MA 필름이나 외포장재 종류에 따라 저온장해가 발생하는 온도가 달라지므로, 저장 및 유통온도를 주의 깊게 설정해야 한다. 유통기간을 고려하여 추천된 포장종류, 방법 및 그 조건에서의 유통온도를 이용하는 것이 클레임을 막을 수 있는 좋은 방법이다. 향후 깻잎 수확 후 노화억제를 위해 에틸렌 생합성 억제 및 제거 기술을 투입하는 것도 유통기간을 확보하기 위해 검토되어야 할 기술이다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01271805)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

1. Zeevaart JAD (1969) Perilla. In The Induction of flowering: Some Case Histories. Evans, L.T.(ed). Ithaca, NY: Cornell University Press. p 116-155
2. Zeevaart Jan A.D (1986) Perilla. In CRC Handbook of Flowering, 4, (ed). Abraham H. Halery, CRC Press, p 239-252
3. YU HC, Kosuna K, Haga M (1997) Perilla: The Genus Perilla. CRC Press, London, p 1-3
4. Ma SJ, Sa KJ, Hong TK, Lee JK (2017) Genetic diversity and population structure analysis in *Perilla frutescens* from Northern areas of China based on simple sequence repeats. Genet Mol Res, 16, 1-14
5. Nitta M, Lee JK, Ohnishi O (2003) Asian *Perilla* crops and their weedy forms: Their cultivation, utilization and genetic relationships. Economic Botany, 57, 245-253
6. Cantwell M, Reid M (1993) Postharvest physiology and handling of fresh culinary herbs. J Herbs Spices Med Plants, 1, 97-125
7. Lee JY, Cho HC, Lee JH, Ku PT, Na YR, Kim KA, Kim HJ, Hwang IY, Kim CH (2009) Study on the removal efficiency of pesticides in perilla leaf by washing methods. Annual Report of Busan Metropolitan City Ins Health Environ, 19, 64-71
8. Lee MW, Choi EB, Park JE, Kim SC, Lee SB, Sim CK, Lee YB, Hong CO, Kim KK (2016) Analysis of functional components of the perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) grown in organic and conventional

- conditions. Korean J Soil Sci Fert, 49, 517-523
9. Ministry of Food and Drug Safety. <http://www.foodsafetykorea.go.kr/residue/prd/mrls/list.do?menuKey=1&subMenuKey=161> (accessed December 2019)
 10. Kim D, Kim TK, Jin YD, Kwon HY, Lee HS (2018) Risk assessment of residual pesticide and investigation of violation cause for perilla leaf during the shipping stage. Korean J Pestic Sci, 22, 205-215
 11. Son KA, Im GJ, Hong SM, Kim JB, Ihm YB, Ko HS, Kim JE (2012) Comparison of pesticide residues in perilla leaf, lettuce and kale by morphological characteristics of plant. Korean J Pestic Sci, 16, 336-342
 12. Choi JW, Park SY, Yeon JH, Lee MJ, Chung DH, Lee KH, Kim MG, Lee DH, Kim KS, Ha SD (2005) Microbial contamination levels of fresh vegetables distributed in markets. J Fd Hyg Safety, 20, 43-47
 13. Kwon WH, Lee WG, Song JE, Kim KY, Shim WB, Yoo YH, Kim YS, Chung DH (2012) Microbiological hazard analysis on perilla leaf farms at the harvesting stage for the application of the good agricultural practices (GAP). J Fd Hyg Safety, 27, 295-300
 14. Jeong JW, Kim JH, Kwon KH (2005) Comparison of quality characteristics of sesame leaf cleaned with various electrolyzed water during storage. Korean J Food Preserv, 12, 558-564
 15. Kim KY, Nam MJ, Lee HW, Shim WB, Yoon YH, Kim SR, Kim DH, Ryu JG, Hong MK, You OJ, Chung DH (2009) Microbiological safety assessment of a perilla leaf postharvest facility for application of a good agricultural practices (GAP) System. Korean J Food Sci Tech, 41, 392-398
 16. Hong SG, Park HM, Cho KH, Kang SK (2010) Development of washing and sterilization system for leafy vegetables. Engineering in Agri Environ Food, 3, 87-92
 17. Bae JY, Lee JS, Shin MH, Lee SH, Hwang IG (1986) Effect of wash treatments on reducing human norovirus on iceberg lettuce and perilla leaf. J Food Prot, 74, 1908-1911
 18. Choi HJ, Hong YP, Choi JY (2018) Development of shelf-life extension technology and improvement of reducing harvest loss for enhancing exports on leaf vegetable and fruit-vegetable. Annual report of NIHHS
 19. Koike ST, Daugovish O (2012) Gray mold of green shiso (*Perilla frutescens*), caused by *Botrytis cinerea* in California. Plant Disease, 96, 908
 20. Kim BS, Chang MS, Park SY, Cha HS, Kwon KH (2008) Effect of water temperature and packing type on quality of fresh-cut sesame leaf. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 231-238
 21. Kang JS, Cho HR, Cho HS (2003) Development of postharvest heat treatment techniques to enhance storability of fresh vegetables. Final Report of IPET, IPET TRKO201400023784
 22. Watkins B, Nock J (2012) Production guide for storage of organic fruits and vegetables, NYS IPM Publication No. 10, Cornell University, p 58-59
 23. Cantwell M, Reid M (1986) Postharvest handling of fresh culinary herbs II. Respiration and ethylene production. Perishables Handling (Univ of Calif), 60, 2-5
 24. Woolhouse HW (1967) The nature of senescence in plants. Symp Soc Exp Bioll, 21, 179-213
 25. Paik MK (2003) Physical characteristic of perilla leaves on shelf-life. MS Thesis, JungBoo University, Korea, p 12-14
 26. Choi HJ, Kim JK, Hong YP, Lee JS, Park MH, Choi JW (2018) Quality characteristics of sesame leaves (Manchu, Pungnyeon, Dongle2Ho) according to the storage temperature in GeumSan area. Farming Technology Information, RDA
 27. Choi YH, Han JS (2001) Vitamin C and mineral contents in perilla leaves by leaf age and storage conditions. Korean J Soc Food Cookery Sci, 17, 583-588
 28. Jeong CS, Um GJ, Park JN (2010) Effects of active MA mini-packaging on shelf-life maintenance during marketing of perilla leaves. Kor J Hort Sci Technol, 28, 980-984