

서방형 이산화염소 가스 젤팩을 이용한 병풀의 저장 중 품질 변화

†이경행 · 유광원 · 배윤정* · 한기정** · 장다빈**

한국교통대학교 식품영양학 전공 교수, *한국교통대학교 식품영양학 전공 부교수, **한국교통대학교 식품영양학 전공 학부생

Quality Changes of *Centella asiatica* by Slow-released ClO₂ Gas Gel-pack during Storage

†Kyung-Haeng Lee, Kwang-Won Yu, Yun-Jung Bae*, Ki-Jung Han** and Da-Bin Jang**

Professor, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

*Associate Professor, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

**Student, Dept. of Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

Abstract

To improve the shelf-life of *Centella asiatica*, *Centella asiatica* was treated with gel packs containing slow-released chlorine dioxide (ClO₂) gas at 3-5 ppm for 20 days at 4°C. The weight loss rate, as well as the changes in pH, color, and texture of the treated samples, were investigated. The weight of the control and ClO₂ gas-treated samples was decreased during the storage period. The change in weight of the control was slightly faster than that of the samples treated with 3 and 4 ppm ClO₂ gas. The pH of the control and the ClO₂ gas treated samples were decreased during the storage period and there was no significant difference between the control and ClO₂ gas treated samples. Concerning color (lightness, redness, and yellowness) changes of *Centella asiatica* during the storage period, there was no significant difference between the control and ClO₂ gas treated samples. The change in shear force in the leaf and stem of *Centella asiatica* during the storage period was slightly lower in the 4 ppm ClO₂ gas treated samples (in the leaf) compared to the control and 3 and 4 ppm ClO₂ gas treated samples (in the stem) compared to the control and 5 ppm ClO₂ gas treated sample.

Key words: *Centella asiatica*, slow-released, chlorine dioxide gas, physicochemical properties

서 론

병풀(*Centella asiatica*, CA)은 다년생 포복성 초본 덩굴식물로 상처치료에 이용되는 약용식물로 오래전부터 인도 및 아시아 지역 등에서 이용되어 왔다(Brinkhaus 등 2000).

병풀에 함유되어 있는 주요 생리적 기능성 성분으로는 madecassoside, asiaticoside가 주 성분이며, 이밖에도 macecassoside, madecassic acid, asiatic acid, brahminoside, brahmoside 등이 있으며, 이들 물질들은 상처와 위궤양, 피부질환, 결핵, 항류마티스 관절염, 정신질환 등 다양한 생리적 활성을 가지고 있어(Chassaud 등 1971; Booncong P 1989; Bonte 등 1994) 의약품 및 화장품의 원료로 사용되어지고 있다.

이와같이 병풀은 의학용으로써의 활용과 그와 관련된 연구는 점차 확대되고 있는 추세인 반면, 식용의 측면에서는 잘 알려지지 않으며(Lee 등 2021) 식물체이기 때문에 다른 채소들과 마찬가지로 많은 수분함량과 호흡률, 토양미생물의 존재 등으로 미생물학적 및 효소적 요인에 의한 부패, 갈변 및 조직감 등의 변화로 유통기한이 짧은 편이다.

식품가공기술 중 비가열 살균처리 방법 중의 하나인 이산화염소(ClO₂)는 기존에 널리 사용되어 왔던 염소보다 유기물 질과의 반응성이 약한 편이며, 반응부산물도 적고(Kim JM 2001) 발암물질인 트리할로메탄 등을 생성하지 않고 pH에도 관계없이 살균활성이 유지된다고 보고되어 있다(Kim 등 2009). 이와 같은 이산화염소는 가스형태일 때 투과성이 더

† Corresponding author: Kyung-Haeng Lee, Professor, Major in Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea. Tel: +82-43-820-5334, Fax: +82-43-820-5850, E-mail: leekh@ut.ac.kr

속 높아 농산물들의 저장 중 또는 유통과정 중에 보다 효과적으로 미생물을 제어할 수 있다고 알려져 있다(Han 등 2001).

서방출형의 이산화염소 가스 젤팩이란 이산화염소를 발생시킬 수 있는 원료물질들의 양, 농도, 점도 및 pH 등을 조절하여 일정 제형의 통기성 film pack에 가두어 두고 일정시간에 일정농도의 이산화염소 가스가 지속적으로 방출될 수 있도록 한 것을 말한다(Lee 등 2017).

본 연구에서는 병풀의 저장성 증진을 위한 실험의 일환으로 저장기간 동안에 지속적으로 용출되는 3~5 ppm의 서방형 이산화염소 가스 젤팩을 병풀을 담은 포장재에 부착시킨 후, 저장기간에 따른 품질변화를 측정하여 병풀의 저장성 향상 가능 여부를 연구하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 병풀은 2021년도 충청북도 충주시 병풀 농가에서 수확한 것을 바로 구매하여 외관상 상처가 없고 색상, 사이즈 및 형태가 유사한 것을 선별하여 실험에 사용하였다.

2. 이산화염소 가스 처리

병풀에 이산화염소 가스 처리는 (주)세진이앰피(Anyang, Korea)에서 제작한 서방형 이산화염소 가스 젤팩을 이용하였다(Yoon 등 2016). 이때 서방형 젤팩의 농도는 iodometry standard method의 방법(Korean Society of Food Science and Technology 2008)에 따라 각각 3, 4, 5 ppm이 되도록 제조하였다.

각 농도의 이산화염소 가스 처리군은 처리군별로 4개의 구멍이 뚫린 지퍼팩(248×330 mm)에 서방형 젤팩과 병풀을 함께 넣었으며, 병풀이 눌리지 않을 정도로 포장한 후 4°C에서 20일 동안 저장하면서 실험에 사용하였고, 이산화염소 가스 젤팩을 첨가하지 않은 실험군을 대조군으로 하였다.

3. 중량 변화

각 농도별 서방형 이산화염소 가스 젤팩을 넣은 병풀 포장재를 4°C에서 20일 동안 저장하면서 저장 중 병풀의 중량변화를 측정하였다.

4. pH 변화

각 농도별 서방형 이산화염소 가스 젤팩을 첨가한 병풀을 저장하면서 저장기간에 따른 pH 변화를 측정하기 위하여 다량의 시료를 채취하고 마쇄한 후 그 중 시료 10 g에 증류수를 넣고 마쇄하고 sonicator로 30분 동안 추출한 후 3,041 ×g에서 20분간 원심분리 및 여과를 3회 반복하여 정용하여 추출물

을 제조하고 농도별 이산화염소 가스 처리한 병풀 추출물을 pH meter(Orion 520A, Thermo Electron Co., Chelmsford, MA, USA)로 측정하였다.

5. 색도 변화

각 농도별 서방형 이산화염소 가스 젤팩과 함께 저장한 병풀의 잎을 저장하면서 저장기간에 따른 잎의 윗면 색도 변화는 색차계(CR-300 Minolta Chroma Meter, Konica Minolta Sensing Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b 값을 반복 측정한 뒤 평균값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)의 L*, a* 및 b* 값은 각각 95.02, 0.04 및 0.26이었다.

6. 전단력 변화

전단력 측정을 위하여 각 농도별 서방형 이산화염소 가스 젤팩과 함께 저장한 병풀의 잎과 줄기에서 시료를 채취하여 texture analyzer(TA-XT2/25, Stable Micro System Co., Ltd., Surrey, England)를 사용하여 병풀의 잎과 줄기 한 개씩을 각각 10회 이상의 반복 측정 후 평균값을 사용하였다. 이때 사용한 probe는 knife blade를 사용하여 speed 1 mm/sec, trigger force 10 g, distance 7 mm 조건으로 전단력을 측정하였다.

7. 통계처리

모든 연구 결과의 자료는 실험을 3회 이상 반복 측정 후 SPSS 24.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)을 이용하여 평균 및 표준편차로 나타내었으며, 그룹 간의 유의성은 독립 표본 t검정을 사용하였다. 본 연구에서는 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 중량 변화

병풀의 저장성 연장 목적의 일환으로 각 농도별로 제조한 서방형 이산화염소 가스 젤팩을 병풀을 넣은 포장재에 부착시킨 후 저장하면서 중량변화를 측정된 결과는 Table 1과 같다.

대조군의 경우, 저장기간이 증가할수록 수분이 감소하면서 저장 20일차가 되었을 때에는 95.32%로 약 4.7% 정도의 중량이 감소하는 것으로 나타났다. 3~5 ppm의 이산화염소 가스 처리 병풀의 중량변화는 저장 18일차 이후로는 3 및 4 ppm 처리군의 중량변화가 가장 적은 것으로 나타났고, 5 ppm 처리군은 대조군보다도 더 많은 중량 감소를 보이는 것으로 나타나 중량변화 측면에서 보면 3 또는 4 ppm 처리군이 좀 더 나은 경향을 보였고, 차후 연구에서는 본 실험에서보다 저장기간을 좀 더 오래 유지하여 중량 변화 정도의 차이

Table 1. Changes in weight of *Centella asiatica* stored during storage 20 days after chlorine dioxide gas treatment
(unit: %)

Concentration of ClO ₂ gas (ppm)	Storage period (day)					
	0	4	9	14	18	20
Control	100.00±0.00 ^{aA1)}	98.35±1.32 ^{bAB}	97.32±0.93 ^{abc}	97.43±0.85 ^{abc}	95.76±0.76 ^{abcd}	95.32±0.35 ^{abd}
3 ppm	100.00±0.00 ^{aA}	99.52±0.17 ^{abAB}	98.95±0.24 ^{aAB}	98.71±0.24 ^{aB}	97.33±1.32 ^{aC}	97.02±1.21 ^{aC}
4 ppm	100.00±0.00 ^{aA}	99.64±0.29 ^{aAB}	98.88±1.22 ^{aAB}	97.17±1.74 ^{aB}	97.67±1.76 ^{aAB}	97.23±1.94 ^{aB}
5 ppm	100.00±0.00 ^{aA}	99.47±0.22 ^{abA}	97.51±1.85 ^{aB}	96.72±1.33 ^{aB}	92.95±0.00 ^{bC}	92.75±0.00 ^{bC}

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a,b}) and a row (^{A-D}) were significantly different ($p < 0.05$).

를 확인하여야 할 것으로 사료되었다.

Lee 등(2017)은 딸기의 저장성 증진을 위해 서방형의 이산화염소 가스 젤팩을 처리하였을 때 대조군과 마찬가지로 저장 중 감소하였지만, 저장 5일까지는 대조군보다 변화의 폭이 유의적으로 적었다고 하여 본 결과와 일치하는 경향을 보였으며 Yoon 등(2016)은 이슬송이 버섯의 저장성 연구에서는 5~10 ppm의 이산화염소 가스젤팩을 사용하였을 때 5 및 7 ppm에서 중량변화가 가장 적었고, 오히려 10 ppm 처리군에서 중량변화가 다소 크게 나타나 본 결과와 유사한 경향이었으며, 과도한 이산화염소가스 처리시 오히려 품질변화가 더 일어날 수 있는 것으로 판단되었다.

2. pH 변화

서방형 이산화염소 가스 처리 농도별 병풀의 저장기간에 따른 품질 변화를 pH 결과 값으로 살펴본 결과는 Table 2와 같다.

대조군의 경우, 6.03에서 시작하여 저장기간이 증가함에 따라 서서히 감소하여 저장 20일에는 5.59로 낮아지는 경향을 보였다. 이산화염소 가스 처리군의 경우, 대조군과 마찬가지로 저장기간이 증가할수록 pH는 감소하는 경향을 보였고, 대조군보다는 감소 폭이 다소 적은 것으로 사료되나 유의적인 차이는 없는 것으로 판단되었다.

Choi 등(2013)은 방울토마토에 이산화염소 가스를 처리하였을 때 처리기간 방울토마토의 pH 변화는 없었으며, 저장기

간 중에는 모든 처리군의 pH가 유의적으로 증가하여 이산화염소 가스가 pH에는 영향을 미치지 않는다고 하여 본 결과와 비교해 볼 때 시료의 차이로 저장 중 pH의 변화 양상은 다르게 나타났지만 이산화염소 가스에 의한 pH 변화는 없는 것으로 사료되었다.

3. 색도 변화

이산화염소 가스 처리 농도별 병풀의 저장기간에 따른 색상 변화를 측정된 결과는 Table 3과 같다.

명도의 경우, 대조군은 저장 초기에는 35.15에서 저장 중 변화는 33.59~36.81로 저장기간의 증가에 따른 명도의 증감 경향은 크게 없는 것으로 나타나, 저장 중 명도의 변화는 크지 않고 시료 개체간 차이에 의한 것으로 판단되었다. 이산화염소 가스 젤팩 처리군도 대체적으로 증감의 경향을 보이지 않아, 저장기간 내내 대조군과 비슷한 명도를 갖는 것으로 판단되었다.

적색도의 경우, 초기에는 -12.58이었으며 저장 중 적색도 값이 증가하다가 저장 20일에는 -12.37로 약간 감소하는 것으로 보아 저장 중 적색도의 변화를 보이지는 않는 것으로 판단되었다. 이산화염소 가스 처리군의 경우에는 적색도 값이 증가와 감소를 반복하는 경향으로 저장기간 및 이산화염소 가스 처리에 의한 큰 차이를 보이지는 않는 것으로 판단되었다.

황색도의 경우, 초기에는 15.12였으며 저장 중 변화는 14.55~

Table 2. Changes in pH of *Centella asiatica* stored during storage 20 days after chlorine dioxide gas treatment

Concentration of ClO ₂ gas (ppm)	Storage period (day)				
	0	5	10	15	20
Control	6.03±0.04 ^{aA1)}	5.70±0.14 ^{aB}	5.71±0.01 ^{cB}	5.60±0.03 ^{bcB}	5.59±0.04 ^{aB}
3 ppm	6.03±0.04 ^{aA}	5.76±0.01 ^{aB}	5.68±0.02 ^{dC}	5.74±0.03 ^{aB}	5.61±0.01 ^{aD}
4 ppm	6.03±0.04 ^{aA}	5.77±0.04 ^{aB}	5.77±0.01 ^{bB}	5.63±0.01 ^{bC}	5.63±0.01 ^{aC}
5 ppm	6.03±0.04 ^{aA}	5.70±0.04 ^{aC}	5.83±0.02 ^{aB}	5.56±0.02 ^{cE}	5.61±0.01 ^{aD}

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a-d}) and a row (^{A-D}) were significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Changes in Hunter's color values of *Centella asiatica* stored during storage 20 days after chlorine dioxide gas treatment

Concentration of ClO ₂ gas (ppm)		Storage period (day)				
		0	5	10	15	20
Control	L	35.15±3.04 ^{aA1)}	35.35±5.65 ^{aA}	33.59±1.51 ^{cA}	35.44±4.60 ^{aA}	36.81±4.36 ^{aA}
	a	-12.58±1.74 ^{aB}	-11.54±2.17 ^{abAB}	-11.02±1.50 ^{aAB}	-10.16±3.69 ^{aA}	-12.37±2.16 ^{aAB}
	b	15.12±2.57 ^{aA}	15.37±3.90 ^{aA}	14.55±1.68 ^{bA}	15.31±3.76 ^{aA}	17.16±3.75 ^{aA}
3 ppm	L	35.15±3.04 ^{aA}	36.99±4.36 ^{aA}	34.52±3.12 ^{bcA}	34.57±2.71 ^{aA}	35.58±3.15 ^{aA}
	a	-12.58±1.74 ^{aB}	-12.44±2.38 ^{abB}	-10.88±2.20 ^{aAB}	-10.15±1.63 ^{aA}	-11.44±1.98 ^{aAB}
	b	15.12±2.57 ^{aA}	16.48±3.23 ^{aA}	14.83±2.64 ^{bA}	14.43±2.05 ^{aA}	16.04±2.78 ^{aA}
4 ppm	L	35.15±3.04 ^{aA}	38.15±5.75 ^{aA}	37.05±2.15 ^{aA}	33.85±3.86 ^{aA}	34.35±10.57 ^{aA}
	a	-12.58±1.74 ^{aB}	-13.47±1.68 ^{bbB}	-12.18±2.95 ^{aB}	-10.25±2.12 ^{aA}	-12.27±1.38 ^{aB}
	b	15.12±2.57 ^{aAB}	17.66±3.65 ^{aA}	17.06±1.97 ^{aAB}	14.33±2.93 ^{aB}	17.26±3.47 ^{aA}
5 ppm	L	35.15±3.04 ^{aA}	35.43±4.44 ^{aA}	36.09±3.10 ^{abA}	35.44±4.60 ^{aA}	35.72±1.84 ^{aA}
	a	-12.58±1.74 ^{aB}	-11.09±2.52 ^{aAB}	-12.60±1.73 ^{aB}	-10.16±3.69 ^{aA}	-11.63±0.95 ^{aAB}
	b	15.12±2.57 ^{aA}	15.11±3.22 ^{aA}	16.65±2.70 ^{abA}	15.32±3.76 ^{aA}	15.75±1.38 ^{aA}

¹⁾ Values with different superscripts within a row (^{a-c}) and a column (^{A,B}) were significantly different ($p < 0.05$).

17.16 범위를 나타내었으며, 10일차를 제외하고는 초기보다는 높은 값을 유지하였으나 저장기간에 따른 증감의 경향을 보이지는 않았다. 이산화염소 가스 젤팩 처리군의 경우 농도별로 14.13~16.48, 14.33~17.66 및 15.11~16.65로 대조군과 유사한 범위에서의 황색도 값을 나타내어 저장 중 변화 및 이산화염소 가스에 의한 차이라기보다는 시료 개체간 차이에 의한 것으로 판단되었으며 병풀 저장을 위해 3~5 ppm 정도의 이산화염소 가스를 이용하여도 색상 변화는 가져오지 않는 것으로 사료되었다.

Han JE(2009)는 과채류에서 이산화염소 가스에 의해 표백 현상이 발생할 수 있어 관능적인 품질을 떨어뜨린다고 하였지만, 본 결과와는 상반된 결과를 보였다. 그러나 Choi 등 (2013)은 방울토마토에, Mahmoud 등(2007)은 딸기에 이산화염소 가스를 처리하였을 때 색도에는 영향을 미치지 않았다고 보고하여 본 결과와 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

4. 전단력의 변화

병풀의 저장성 증진 목적의 일환으로 농도별 서방형 이산화염소 가스 젤팩을 처리하고 저장하면서 전단력의 변화를 측정된 결과는 Table 4와 같다.

이산화염소 가스 처리 농도별 병풀의 저장기간에 따른 전단력의 변화를 측정된 결과, 잎의 경우, 초기의 값은 0.63 kg이었으며 저장 중 약간씩 증가하여 저장 20일에는 0.79 kg으로 증가하는 경향을 보였다. 이와 같이 전단력이 증가하는 이유는 저장 중 수분이 증발함에 따라 섬유소와 pectin 물질

의 함량이 증가하기 때문인 것으로 판단되었다.

이산화염소 가스 젤팩 처리군의 경우 중 4 ppm 처리군은 저장기간이 경과함에 따라 전단력이 증가하는 경향으로 대조군과는 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났지만, 대조군에 비해서는 다소 낮은 변화인 것으로 판단되었다. 그러나 5 ppm 처리군의 경우에는 15일차를 제외하고는 대조군보다 오히려 높은 전단력을 보이는 것으로 나타나, 이산화염소 가스 처리시 5 ppm 보다는 낮은 4 ppm 내외의 처리가 미약하지만 효과가 있을 것으로 판단되었다.

줄기의 경우, 초기에는 0.65 kg이었으며 저장 중 점점 증가하여 저장 20일차에는 1.04 kg으로 증가하는 경향을 보였다. 이산화염소 가스 처리군의 경우에도 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였지만 대체적으로 3 및 4 ppm 처리군이 다소 낮은 변화를 보였고, 5 ppm 처리군은 오히려 대조군보다는 변화의 폭이 큰 것으로 나타나 잎에서의 전단력과 유사한 경향을 보였다. 병풀과 같은 채소의 저장성 증진을 위한 이산화염소 가스 처리는 추후 보다 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 판단되었다.

이산화염소 가스를 이용한 방울토마토(Choi 등 2013), 딸기(Lee 등 2017), 이슬송이버섯(Yoon 등 2016)의 품질변화 등에서의 연구결과, 이들의 경도가 저장 중 감소하는데 이산화염소 가스 처리 시 경도의 감소가 적게 나타나 저장성이 증진된다고 하였으나, 본 실험에서는 열매가 아닌 잎과 줄기기에 다른 경향을 보이는 것으로 판단되었다.

이상의 결과를 요약해 보면 병풀의 저장성 증진을 위하여

Table 4. Changes in shear force of *Centella asiatica* stored during storage 20 days after chlorine dioxide gas treatment (unit: kg)

Concentration of ClO ₂ gas (ppm)	Storage period (day)				
	0	5	10	15	20
Control	0.63±0.27 ^{aA}	0.66±0.21 ^{aA}	0.69±0.22 ^{aA}	0.69±0.19 ^{aA}	0.79±0.26 ^{aA}
3 ppm	Leaf	0.63±0.27 ^{aA}	0.59±0.16 ^{aA}	0.74±0.38 ^{aA}	0.78±0.33 ^{aA}
4 ppm		0.63±0.27 ^{aA}	0.67±0.23 ^{aA}	0.72±0.20 ^{aA}	0.64±0.16 ^{aA}
5 ppm		0.63±0.27 ^{aB}	0.67±0.18 ^{aAB}	0.82±0.15 ^{aAB}	0.62±0.30 ^{aB}
Control		0.65±0.25 ^{aB}	0.87±0.24 ^{abAB}	0.96±0.33 ^{abA}	0.79±0.29 ^{aAB}
3 ppm	Stem	0.65±0.25 ^{aB}	1.05±0.39 ^{aA}	0.86±0.33 ^{abAB}	0.85±0.43 ^{aAB}
4 ppm		0.65±0.25 ^{aB}	0.91±0.37 ^{abAB}	0.67±0.18 ^{bb}	0.80±0.31 ^{aAB}
5 ppm		0.65±0.25 ^{aB}	0.64±0.24 ^{cb}	1.03±0.34 ^{aA}	1.04±0.46 ^{aA}
Control		0.65±0.25 ^{aB}	0.64±0.24 ^{cb}	1.03±0.34 ^{aA}	1.04±0.46 ^{aA}

¹⁾ Values with different superscripts within a column (^{a-c}) and a row (^{A,B}) were significantly different ($p < 0.05$).

비가열 살균기술 중의 하나인 이산화염소 가스를 이용하였을 때의 품질변화를 측정된 결과, 아주 작은 차이지만 중량, pH, 전단력 등의 변화가 3 또는 4 ppm의 이산화염소 가스를 처리하였을 때가 적은 것으로 판단되었으며, 병풀을 비롯한 채소류들의 저장성 증진을 위한 다양한 비가열살균 기술방법에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

요약 및 결론

병풀의 저장성 증진을 위한 실험의 일환으로 저장기간 동안에 지속적으로 용출되는 3~5 ppm의 서방형 이산화염소 가스 젤팩을 병풀을 담은 포장재에 부착시킨 후 저장기간에 따른 품질변화를 측정하였다. 대조군의 경우, 저장기간이 증가할수록 수분이 감소하면서 저장 20일차가 되었을 때에는 95.32%로 약 4.7% 정도의 중량이 감소하는 것으로 나타났다. 3~5 ppm의 이산화염소 가스 처리 병풀의 중량변화는 저장 18일차 이후로는 3 및 4 ppm 처리군의 중량변화가 가장 적은 것으로 나타났다. pH 변화에서는 대조군과 이산화염소 가스 처리군간 저장기간에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 이산화염소 가스 처리 농도별 병풀의 저장기간에 따른 색상 변화에서는 명도, 적색도 및 황색도에서 저장기간 내내 대조군과 큰 차이를 보이지 않아 이산화염소 가스를 처리하여도 색상 변화는 가져오지 않는 것으로 나타났다. 병풀의 잎과 줄기에 대한 저장 중 전단력의 변화는 잎에서는 대조군에 비하여 4 ppm 처리군이, 줄기에서는 대조군과 5 ppm 처리군에 비하여 대체적으로 3 및 4 ppm 처리군이 다소 낮은 변화를 보여 병풀의 저장성 증진을 위하여 비가열 살균기술 중의 하나인 이산화염소 가스를 이용시 3 또는 4 ppm의 이산화염소 가스를 처리하였을 때가 적은 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 2020~2021년 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ015285042021)의 지원과 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다(No. 2021R1A6A1A0304641812).

References

- Bonte F, Dumas M, Chaudagne C, Meybeck A. 1994. Influence of asiatic acid, madecassic acid, and asiaticoside on human collagen I synthesis. *Planta Med* 60:133-135
- Booncong P. 1989. A pharmacognostic and taxonomic study of *Centella asiatica* (Apiaceae). Ph.D. Thesis, Miami Univ. Oxford. OH.
- Brinkhaus B, Lindner M, Schuppan D, Hahn EG. 2000. Chemical, pharmacological and clinical profile of the East Asian medical plant *Centella asiatica*. *Phytomedicine* 7:427-448
- Chassaud LF, Fry BJ, Hawkins DR, Lewis JD, Sword IP, Taylor T, Hathway DE. 1971. The metabolism of asiatic acid, madecassic acid and asiaticoside in the rat. *Arzneimittelforschung* 21:1379-1384
- Choi WS, Ahn BJ, Kim YS, Kang HM, Lee JS, Lee YS. 2013. Quality changes of cherry tomato with different chlorine dioxide (ClO₂) gas treatments during storage. *Korean J Packag Sci Technol* 19:17-27
- Han Y, Linton RH, Nielsen SS, Nelson PE. 2001. Reduction of *Listeria monocytogenes* on green peppers (*Capsicum annum*

- L.) by gaseous and aqueous chlorine dioxide and water washing and its growth at 7°C. *J Food Prot* 64:1730-1738
- Han JE. 2009. Chlorine dioxide for minimally processed produce preservation. *Bull Food Technol* 22:445-461
- Kim JM. 2001. Use of chlorine dioxide as a biocide in the food industry. *Food Ind Nutr* 6:33-39
- Kim YJ, Kim MH, Song KB. 2009. Efficacy of aqueous chlorine dioxide and fumaric acid for inactivating pre-existing microorganisms and *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on broccoli sprouts. *Food Control* 20:1002-1005
- Korean Society of Food Science and Technology. 2008. Food Science and Technology Dictionary. Kwangil Publishing
- Lee KH, Bong SJ, Yoon YJ, Lee B, Kwak IH, Min KH, Kim HG. 2017. Quality changes of strawberry by slow-released ClO₂ gas gel-pack during storage. *Korean J Food Nutr* 30:591-598
- Lee KH, Joo GY, Kim CY, Han KJ, Jang DB, Yun JH, Yu KW, Bae YJ. 2021. Physicochemical quality change of enzyme-treated *Centella asiatica* and preparation of jam using enzyme-treated *Centella asiatica*. *Korean J Food Nutr* 34:612-620
- Mahmoud BSM, Bhagat AR, Linton RH. 2007. Inactivation kinetics of inoculated *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* on strawberries by chlorine dioxide gas. *Food Microbiol* 24:736-744
- Yoon YT, Bong SJ, Kang HS, Yoon YJ, Kim HG, Min KH, Lee KH. 2016. Quality changes of *Lentinula edodes* GNA01 mushroom by chlorine dioxide gas treatment during storage. *Korean J Food Nutr* 29:499-505

Received 04 July, 2022
Revised 26 July, 2022
Accepted 03 August, 2022