



| | | | | |
|----------------------|---------------------------|------------------|-----------------|-----|
| 과제구분 | 기관고유 | 수행시기 | 전반기 | |
| 어젠다코드 | 2-6-2 | 기술분야 및 품목표준코드 | H03 FR02FR24 | |
| 과제명 | | 수행기간 | 과제책임자 | |
| 사과·소비 이용 다양화 가공방법 개발 | | '20~'21 | 사과이용연구소 | 김윤숙 |
| 1) 신선편이용 사과 가공방법 개발 | | '20~'21 | 사과이용연구소 | 김윤숙 |
| 색인용어 | 신선편이 사과, 갈변억제, 루바브, 카카두플럼 | | | |

신선편이용 사과 가공방법 개발

Development of processed method to inhibit browning of fresh-cut apples

Yoon-Suk Kim¹, Jung-Sun Lee¹, Hui-Gyeong Seol¹, Ju-Yeol Oh¹ and Eun-Ho Jeong¹

¹Apple Utilization Research Institute, Gyeongsangnam-Do Agricultural Research and Extension Services, Geochang 50124, Korea

ABSTRACT : In order to develop a fresh-cut apple processing method using natural browning inhibitors, this study investigated Rhubarb, Kakadu plum, and citron juice are treated by concentration to color, browning, hardness, and air composition change concentration to develop a processing method suitable for fresh-cut apple and small-packaging. Immediately after cutting, 'Arisoo' had the brightest L value at 82.5, and ΔE value was 'Fuji' 12.3 > 'Arisoo' 3.7, and > 'Shinano Gold' browning proceeded in the order of 1.5. In terms of PPO activity, 'Sinano Gold' was 0.39 < 'Arisoo' 0.46 < 'Fuji' 0.89 in order. 'Arisoo' and 'Sinano Gold' had little change in PPO activity and ΔE value, so they were judged to be suitable for fresh convenience use. The vitamin C content of the natural browning inhibitors was found in the order of luba > kakaduplum > citron juice. As the treatment concentration increased to 1-5%, the L value increased, and the PPO activity decreased, suppressing browning, and When the browning inhibitor 3% and ascorbic acid 1% were mixed, browning was inhibited compared to the ascorbic acid 3% treatment. The hardness change according to the storage period of 1 to 9 days after LDPE packaging tended to temporarily increase hardness on Day 3 As for the degree of browning according to the packaging method, browning progressed more in normal packaging than in nitrogen filling and vacuum packaging, and the nitrogen filling and vacuum packaging tended to be similar. The 0.065mm film had a lower ΔL value and lower O₂ concentration than the 0.05mm film, so browning was suppressed. It can be seen that the amount of L value and O₂, CO₂ after mixing fruits according to the PET packaging for fresh-cut fruits are high in O₂, CO₂ and low in L value when mixing apples and cherry tomatoes.

Key words : Fresh-cut apples, Inhibit browning, Rhubarb, Kakaduplum

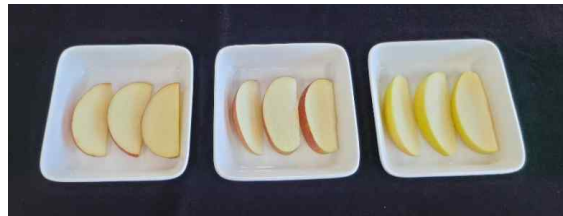


1. 연구목표

저출산, 고령화로 1인 가구가 584만 8천명으로 늘어나면서 소포장, 편의성을 갖춘 신선편이 가공품에 대한 수요가 증가하고 있으며, 사과 소비 확대 및 이용의 다양화를 위해 소비 시장에 맞는 가공품 개발이 필요하다. 사과는 절단 시 폴리페놀(polyphenol:PPO) 물질이 공기와 접촉하면서 폴리페놀옥시다아제(polyphenol oxidase)효소에 의해 산화되면서 갈변(browning)이 진행되어 품질의 가치를 떨어뜨려 먹기에 거부감을 일으키므로 신선편의 가공품 개발을 위해서는 갈변을 억제하는 방법이 중요하다. 최근 소비자들은 건강한 먹거리를 찾으면서 식품첨가물의 안전성에 대한 관심이 높아졌다. 본 연구는 신선편이(fresh-cut)용 사과 가공방법 개발을 위해 천연갈변저해제를 이용한 갈변억제 방법과 포장방법 및 포장내 공기조성변화를 조사하여 조각과일 및 소포장에 적합한 가공방법을 개발하기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

본 시험재료는 사과이용연구소 시험포장에서 생산된 ‘후지’, ‘감홍’ 품종을 사용하였으며, ‘아리수’는 전북 무주, ‘시나노골드’는 경북 예천에서 구입하여 저온저장고에 저장 후 사용하였다. 루바브는 충북과 경북에서 구입하여 착즙 후 사용하였으며, 카카두플럼 추출액은 호주산을 수입하여 사용하였고, 유자 착즙액은 ES식품원료에서 구입 후 사용하였다. 품종별 가용성 고형분 함량은 과일 전체를 믹서기로 갈아 착즙한 후 디지털 굴절당도계(Refracto-meter PAL-1. Atago, Tohyo, Japan)로 측정하였으며, 산 함량은 착즙한 사과즙을 산도측정기(G20 compact Titrator, METTLER TOLEDO, Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 0.1N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정 값을 malic acid으로 환산하여 측정하였다. 경도는 8등분으로 절단한 사과를 P/11R Probe를 장착하여 경도계(TAXTEExpress, stable micro system, England)를 이용하여 5반복 측정하고 평균값을 사용하였다. 색도는 휴대용 색도계(Spectrophotometer CM-700d, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 절단 사과 단면의 명도(L)L-value, lightness), 적색도(a-value, redness)와 황색도(b-value, yellowness) 값을 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 갈변도는 절단 후 상온에서 30분, 60분, 120분 시간 경과 뒤 L, a, b값을 5회 측정하여 $\Delta L(L_{값\ at\ t=0} - L_{값\ at\ t=t})$ 과 $\Delta E\sqrt{[(L_{값\ at\ t=0} - L_{값\ at\ t=t})^2 + (a_{값\ at\ t=0} - a_{값\ at\ t=t})^2 + (b_{값\ at\ t=0} - b_{값\ at\ t=t})^2]}$ 로 나타내었다. Ascorbic acid 함량은 2,4-dinitrophenyl hydrazin비색법에 준하여 측정하였으며, 총 phenol 함량은 Folin-ciocalteu법(Lachman 등 2006)을 응용하여 측정하였고, DPPH radical (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 소거능 측정은 Blois(1958)법에 따라 시료 용액 0.25 mL에 DPPH 용액(1.0×10^{-4} M) 2 mL를 가하여 교반하고 실온에서 30분 방치시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 포장 내부의 O₂와 CO₂의 농도는 PBI-Dansensor Checkmate 9900을 사용하여 3반복 측정하였다. ΔL 값, ΔE 값과 PPO활성의 변화가 클수록 갈변이 많이 진행되는 것을 의미한다.



<좌, ‘후지’, ‘시나노골드’, ‘아리수’>

3. 결과 및 고찰

‘후지’, ‘아리수’, ‘시나노골드’ 품종의 특성은 표 1, 표 2, 그림 1과 같다. 시험품종은 갈변이 많은 ‘후지를 대조구로 이용하였으며, 갈변이 적은 품종으로 알려진 ‘감홍’, ‘아리수’, ‘시나노골드’ 3품종을 사용하였다. 당도는 ‘감홍’이 17.7°Brix로 가장 높았고 ‘시나노골드’가 12.7°Brix로 낮았으며 산도는 ‘감홍’ 0.26, ‘후지’ 0.22%으로 높게 나타났다. 경도와 PPO활성은 ‘시나노골드’가 가장 높게 나타났으며, ‘감홍’의 경도가 가장 낮았다. 절단 직후 L값은 ‘감홍’ 82.8, ‘아리수’ 82.5으로 절단면이 밝은 것으로 조사되었다. Kim 등(1995)은 11종의 사과를 저장하면서 색의 변화를 조사한 결과 Golden Delicious와 New York 674가 ΔL값이 4.5~14.6으로 가장 낮은 색 변화를 보였고 ΔE값의 변화도 가장 적은 것으로 나타났다고 보고하였다. 이는 본 연구에 사용된 아리수와 시나노골드의 ΔL값, ΔE값 보다는 높은 수치였다. 또한 Burke AE(2010)의 보고에서 ‘Gala’, ‘Pink lady’, ‘Grannysmith’, ‘Empire’ 같은 품종이 갈변도가 낮고 시간이 경과해도 경도를 유지하기 때문에 신선 커팅용 과일로 주로 사용되고 있다고 보고되었다. 본 연구에서 사용된 감홍은 절단면의 L값이 가장 높았던 반면 ΔE값의 갈변율이 높고, 경도가 낮아 신선편이용으로 적합하지 않았으며, 아리수와 시나노골드는 ΔL값, ΔE값의 변화가 낮고 PPO 활성 또한 낮아 신선편이 조각과일용으로 적합하다고 판단되었다.

표 1. 사과 품종별 특성조사

| 품종 | 당도 (°Brix) | pH | 산도 (%) | 색도 ^y | | |
|-----------------|---------------|-----|-----------|-----------------|-----|------|
| | | | | L | a | b |
| 후지 ^z | 14.6 | 4.1 | 0.22 | 81.6 | 2.0 | 21.9 |
| 감홍 | 17.7 | 4.0 | 0.26 | 82.8 | 1.4 | 22.2 |
| 아리수 | 13.2 | 4.4 | 0.15 | 82.5 | 2.1 | 22.3 |
| 시나노골드 | 12.7 | 4.3 | 0.14 | 81.2 | 1.2 | 23.0 |

^z‘후지’ 사과이용연구소 시험포장 수확, ‘아리수’ 전북 무주, ‘시나노골드’ 경북 예천 구입

^y색도 : a(red), -a(green), b(yellow), -b(blue), Hunter's color value, 절단 직후 측정

* ‘후지’ : 대조구, ΔE값 높아 갈변 많음

* ‘감홍’ : 경도 낮고 ΔE값 변화 높아 갈변 많음

* ‘아리수’ : 절단 후 단면 L값 밝음, 붉은 과피

* ‘시나노골드’ : 경도 가장 단단, ΔE값 변화 낮아 갈변 적음

표 2. 사과 품종별 항산화 및 Vitamin C 함량

| 품종 ^z | 총페놀 | 플리보노이드 | Vitamin C (mg/L) |
|-----------------|-------------|--------|---------------------|
| 후지 | 0.35 | 0.12 | 4.29 |
| 아리수 | 0.42 | 0.06 | 11.04 |
| 시나노골드 | 0.36 | 0.07 | 1.13 |

^z‘후지’ 사과이용연구소 시험포장 수확, ‘아리수’ 전북 무주, ‘시나노골드’ 경북 예천 구입

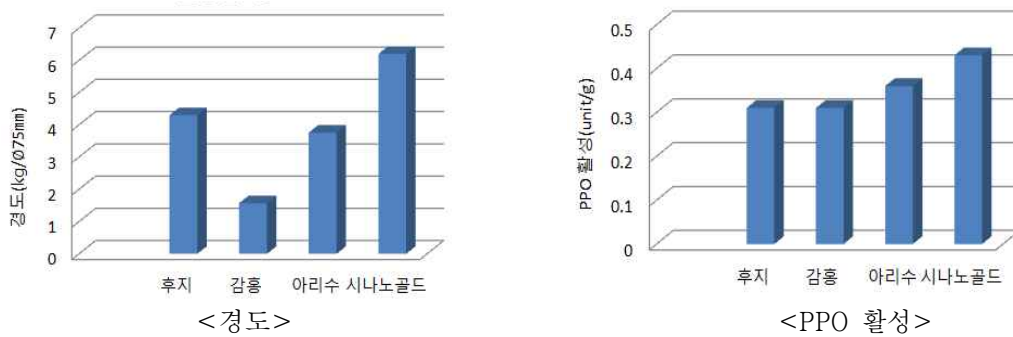


그림 1. 사과 품종별 경도, PPO활성

품종별 절단 후 갈변도 조사를 위해 상온에서 30, 60, 120분 경과 후 ΔL 값과 ΔE 값의 변화를 조사한 결과는 표 3과 같다. ‘후지’(대조구)는 60분 경과 후 ΔE 값이 5.7으로 높아졌으며 120분 경과 후 12.3으로 급격히 갈변이 진행되었고, 그 다음으로 ‘아리수’ 3.7, ‘시나노골드’ 1.5 순으로 갈변이 진행되었다. PPO활성은 ‘시나노골드’가 0.39 < ‘아리수’ 0.46 < ‘후지’ 0.89순으로 나타났다. ‘후지’는 절단 후 시간이 경과할수록 ΔE 값의 변화도가 높았으며 아리수, 시나노골드는 ΔE 값 변화가 낮고 PPO활성 또한 낮아서 신선편이용 조각과일로 적합하다고 판단되었다.

표 3. 품종별 절단 사과의 ΔL 값, ΔE 값 변화

| 품종 | 30분 | | 60분 | | 120분 | |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|
| | ΔL 값 | ΔE 값 | ΔL 값 | ΔE 값 | ΔL 값 | ΔE 값 |
| 후지 | 0.8 | 0.9 | 1.9 | 5.7 | 1.9 | 12.3 a^z |
| 감홍 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 9.8 ab |
| 아리수 | 0.9 | 1.0 | 1.8 | 2.5 | 2.5 | 3.8 ab |
| 시나노골드 | 0.4 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.7 | 1.5 b |

^zDMRT 5%

갈변억제제 착즙액과 Vitamin C 함량은 그림 2, 표 4과 같다. 카카두플럼은 호주 수입산이며, 루바브와 유자 착즙액은 국내산을 이용하였다. Vitamin C 함량은 루바브가 가장 높았으며 그 다음 카카두플럼 > 유자 착즙액 순으로 낮아졌고, 당도는 서양자두로 불리는 카카두플럼이 14.6 °Brix로 높았으며, 산도는 유자가 3.9%으로 가장 높았다.



그림 2. 좌, 카카두플럼, 루바브, 유자 착즙액



표 4. 갈변억제제 특성조사

| 갈변억제제 ^z | 당도 (°Brix) | pH | 산도 (%) | Vitamin C (mg/L) |
|--------------------|---------------|-----|-----------|---------------------|
| 루바브 ^z | 4.8 | 3.6 | 1.27 | 296.4 |
| 카카두플럼 ^y | 14.6 | 3.8 | 0.16 | 278.3 |
| 유자 ^x | 4.3 | 2.8 | 3.90 | 104.9 |

^z루바브 : 국내산, 5월 수확,

^y카카두플럼 : 호주산,

^x유자 : ES식품 국내산

갈변억제제 5% 처리 후 사과 절단면의 색 변화는 표 5, 그림 3과 같다. 후지, 아리수, 시나노골드 3품종 모두 갈변억제제인 루바브와 카카두플럼을 처리했을 때가 유자 착즙액을 처리했을 때 보다 L값과 a값이 높았으며, 루바브와 카카두플럼 처리간의 갈변 억제 효과는 유의적 차이가 없었다. PPO활성과 ΔE값이 높은 후지가 시간이 경과할수록 L값과 a값의 변화가 많았아서 갈변이 더 진행됨을 알 수 있다.

표 5. 갈변억제제 처리 후 색도 변화

| 품종 | 갈변억제제 ^z | 60분 | | | 120분 | | |
|-------|--------------------|----------------|----------|-----------|------------------|-----------------|------------------|
| | | L ^y | a | b | L | a | b |
| 후지 | 무처리 | 75.0±2.57 | 4.2±1.15 | 28.4±3.14 | 73.4±1.71 | 4.9±1.13 | 29.1±3.03 |
| | 카카두플럼 | 78.5±0.59 | 2.4±0.91 | 25.6±1.37 | 79.1±0.17 | 2.9±1.21 | 26.0±2.47 |
| | 루바브 | 78.3±0.47 | 2.9±0.27 | 25.3±1.13 | 78.4±0.91 | 2.7±0.37 | 25.7±1.49 |
| | 유자 | 77.0±1.40 | 2.5±0.43 | 24.9±0.57 | 75.2±1.35 | 3.2±0.66 | 26.2±0.71 |
| 아리수 | 무처리 | 79.6±0.82 | 2.5±0.43 | 25.2±1.14 | 80.5±3.09 | 2.5±0.81 | 25.2±1.44 |
| | 카카두플럼 | 81.0±1.46 | 0.9±0.50 | 23.5±5.11 | 80.9±0.58 | 1.1±0.73 | 24.7±2.89 |
| | 루바브 | 83.3±0.77 | 1.2±0.44 | 20.2±2.29 | 82.4±0.58 | 1.1±0.38 | 23.0±1.55 |
| | 유자 | 82.1±0.60 | 1.2±0.41 | 25.7±1.51 | 81.0±1.18 | 1.6±0.37 | 26.8±1.80 |
| 시나노골드 | 무처리 | 75.8±2.77 | 4.0±0.65 | 27.8±2.76 | 74.6±0.69 | 4.4±0.78 | 28.3±2.39 |
| | 카카두플럼 | 78.9±0.53 | 2.1±1.19 | 24.2±2.07 | 77.8±1.66 | 2.2±0.71 | 23.6±1.16 |
| | 루바브 | 78.6±1.04 | 2.9±0.59 | 23.9±2.78 | 79.5±0.77 | 2.9±0.65 | 23.2±1.50 |
| | 유자 | 78.5±0.29 | 2.8±0.32 | 24.6±0.08 | 77.9±1.68 | 3.1±0.97 | 24.6±1.72 |

^z갈변억제제 5% 처리, 냉장 2℃ 보관

^yL : 명도, a(red), -a(green), b(yellow), -b(blue)



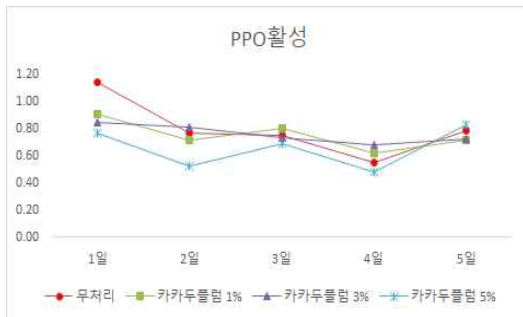
<갈변억제제 처리 후 60분 경과>



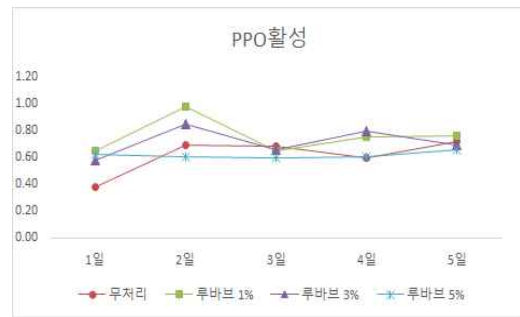
<갈변억제제 처리 후 1일 경과>

그림 3. 품종별 절단 후 갈변억제제 처리

갈변억제제 처리 후 저장 기간에 따른 PPO 활성 및 혼용처리에 대한 결과는 그림 4와 표 7과 같다. 무처리 시 PPO활성이 높았으며 5% 처리시 낮아지는 경향이었으며 카카두플럼 처리구가 루바브 처리구보다 PPO활성이 낮아져 갈변이 억제되었다. 경제성을 고려하여 갈변억제제 2%와 Ascorbic acid 1%를 혼용 처리했을 때 루바브 3% 및 Ascorbic acid 3% 단용처리보다 갈변이 억제되는 것으로 나타났다.



<카카두플럼 처리 후 PPO활성>



<루바브 처리 후 PPO활성>

그림 4. '후지' 저장기간에 따른 PPO활성

표 6. 갈변억제제와 Ascorbic acid 혼용처리에 따른 색도

| 처리농도 (%) | 1일 | | | 2일 | | | 3일 | | |
|-------------------------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|
| | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| Ascorbic acid 3 | 77.6 | 3.6 | 29.0 | 79.4 | 3.8 | 26.7 | 79.2 | 3.9 | 26.7 |
| 루바브 2 + Ascorbic acid 1 | 81.3 | 1.5 | 23.7 | 80.7 | 3.1 | 24.7 | 80.2 | 3.5 | 25.2 |
| 카카두 2 + Ascorbic acid 1 | 79.0 | 2.8 | 27.5 | 78.8 | 3.5 | 26.8 | 78.5 | 4.0 | 30.7 |

* '후지', 냉장 2°C 보관

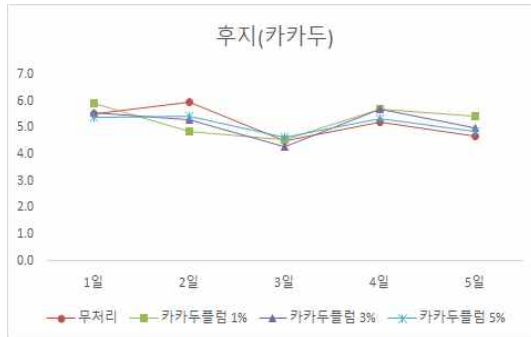


갈변억제제 ‘루바브’, ‘카카두폴립’을 1~5% 농도로 처리 후 갈변도와 경도를 조사한 결과는 표 6과 그림 4와 같다. 처리농도가 높을수록 ΔL 값, ΔE 값 변화가 낮았으며, ‘카카두폴립’이 ‘루바브’보다 갈변도 및 경도변화가 낮았다. 저장기간에 따른 경도 변화는 3일차 이후 경도 변화가 높아져서 품질변화가 일어나는 것으로 판단되며 3일 이내 저장, 유통이 바람직하다고 생각된다. 품종별 ΔE 값 변화는 ‘아리수’ < ‘시나노골드’ < ‘후지’ 순으로 나타났다. Kim 등(1995)은 11종의 사과를 저장하면서 절단면의 색 변화를 조사한 결과 Golden Delicious와 New York 674가 ΔL 값이 4.5~14.6으로 가장 낮은 색 변화를 보였고 ΔE 값의 변화도 가장 적은 것으로 나타났다고 보고하였다. 이는 본 연구에 사용된 아리수와 시나노골드의 ΔL 값, ΔE 값 보다는 높은 수치였다. 또한 Burke AE(2010)의 보고에서 ‘Gala’, ‘Pink lady’, ‘Grannysmith’, ‘Empire’ 같은 품종이 갈변도가 낮고 시간이 경과 해도 경도를 유지하기 때문에 신선 커팅용 과일로 주로 사용되고 있다고 보고되었다. 본 연구에서 사용된 아리수와 시나노골드는 저장기간이 경과하여도 ΔL 값, ΔE 값의 변화가 낮고 경도가 단단하여 신선편이 조각과일용으로 적합하다고 판단되었다.

표 7. 갈변억제제 농도별 처리 후 저장기간에 따른 갈변도

| 품종 | 갈변억제제 | 농도 (%) | 1일 | | 2일 | | 3일 | | 4일 | | 5일 | | |
|-------|-------|--------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|
| | | | ΔL 값 ^x | ΔE 값 | ΔL 값 | ΔE 값 | ΔL 값 | ΔE 값 | ΔL 값 | ΔE 값 | ΔL 값 | ΔE 값 | |
| 후지 | 카카두폴립 | 무처리 | 4.0 | 7.0 | 4.2 | 8.3 | 3.3 | 6.7 | 5.4 | 9.2 | 3.8 | 6.9 | |
| | | 1 | 2.5 | 4.4 | 3.6 | 7.1 | 3.8 | 5.7 | 3.7 | 7.1 | 3.5 | 6.5 | |
| | | 3 | 0.9 | 3.0 | 2.4 | 4.8 | 2.5 | 4.5 | 2.7 | 4.7 | 1.9 | 4.2 | |
| | | 5 | 1.3 | 3.7 | 2.1 | 4.8 | 2.4 | 4.2 | 1.9 | 3.5 | 2.9 | 4.8 | |
| | 루바브 | 무처리 | 5.7 | 9.7 | 6.4 | 9.8 | 7.2 | 11.3 | 6.7 | 10.3 | 6.4 | 9.9 | |
| | | 1 | 6.3 | 8.9 | 7.1 | 10.7 | 7.3 | 9.8 | 7.1 | 10.3 | 6.6 | 8.9 | |
| | | 3 | 5.8 | 8.7 | 6.1 | 9.1 | 5.4 | 7.2 | 7.2 | 9.9 | 6.2 | 8.4 | |
| | | 5 | 5.2 | 7.7 | 5.8 | 8.9 | 6.6 | 9.3 | 8.8 | 10.1 | 7.6 | 10.5 | |
| | 아리수 | 카카두폴립 | 무처리 | 2.1 | 1.6 | 2.9 | 5.4 | 2.4 | 4.2 | 2.8 | 3.9 | 2.9 | 4.8 |
| | | | 1 | 6.6 | 5.0 | 3.4 | 6.2 | 2.9 | 4.4 | 2.7 | 3.1 | 2.6 | 3.7 |
| | | | 3 | 1.6 | 1.1 | 2.5 | 3.1 | 2.9 | 3.9 | 2.5 | 3.5 | 2.5 | 3.0 |
| | | | 5 | 1.6 | 1.0 | 2.1 | 3.5 | 3.4 | 4.7 | 2.8 | 4.0 | 2.8 | 4.1 |
| 루바브 | | 무처리 | 2.7 | 2.3 | 3.5 | 4.2 | 3.1 | 4.2 | 3.2 | 3.7 | 3.8 | 4.2 | |
| | | 1 | 2.8 | 1.0 | 2.7 | 3.0 | 3.1 | 3.5 | 5.8 | 6.8 | 4.0 | 4.3 | |
| | | 3 | 3.0 | 1.3 | 2.9 | 3.0 | 3.6 | 3.6 | 3.1 | 3.2 | 4.8 | 5.0 | |
| | | 5 | 3.0 | 1.0 | 2.8 | 2.8 | 4.3 | 4.4 | 4.0 | 4.1 | 5.5 | 5.6 | |
| 시나노골드 | | 카카두폴립 | 무처리 | 4.5 | 6.8 | 4.1 | 7.7 | 3.7 | 4.4 | 2.9 | 5.9 | 3.0 | 5.8 |
| | | | 1 | 2.6 | 5.3 | 2.7 | 5.8 | 2.6 | 3.3 | 2.6 | 5.1 | 3.9 | 7.3 |
| | | | 3 | 2.8 | 6.0 | 3.8 | 6.6 | 2.6 | 3.1 | 2.8 | 4.9 | 2.3 | 4.1 |
| | | | 5 | 0.7 | 3.7 | 2.8 | 5.4 | 3.6 | 4.0 | 2.9 | 5.2 | 2.4 | 4.7 |
| | 루바브 | 무처리 | 4.2 | 7.4 | 4.6 | 7.8 | 4.4 | 5.2 | 3.8 | 6.0 | 2.8 | 5.6 | |
| | | 1 | 3.7 | 6.7 | 3.9 | 6.7 | 3.2 | 4.0 | 4.7 | 6.4 | 4.2 | 7.3 | |
| | | 3 | 4.2 | 6.4 | 3.3 | 5.7 | 3.6 | 3.9 | 4.6 | 6.5 | 4.5 | 5.9 | |
| | | 5 | 3.0 | 4.7 | 3.6 | 5.5 | 4.6 | 5.2 | 4.2 | 4.7 | 3.3 | 4.0 | |

* 냉장 2℃ 보관



<‘후지’ 카카두플림 처리 후 경도>



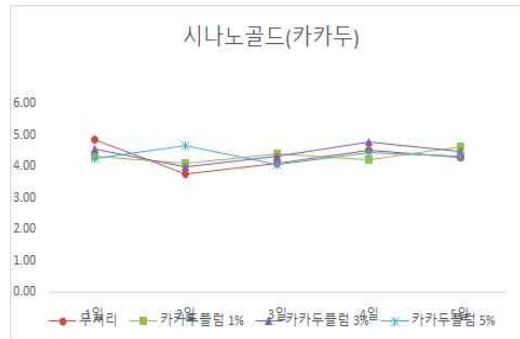
<‘후지’ 루바브 처리 후 경도>



<‘아리수’ 카카두플림 처리 후 경도>



<‘아리수’ 루바브 처리 후 경도>



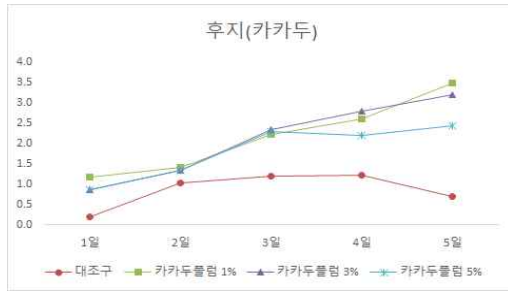
<‘시나노골드’ 카카두플림 처리 후 경도>



<‘시나노골드’ 루바브 처리 후 경도>

그림 5. 저장기간에 따른 경도 변화(kg/ø11mm)

포장방법과 포장재 두께는 포장내 공기조성변화와 색의 변화에 영향을 미친다. 일반(밀봉)포장, 질소충전포장, 진공포장 방법과 포장재(NY/LLDPE : Nylon/Linear Low Density Polyethylene : 나일론, 선형저밀도폴리에틸렌) 0.065, 0.05mm 두께에 따른 포장내 공기조성 변화와 색 변화는 그림 6, 그림 7, 그림 8과 같다. 색 변화는 일반포장이 질소충전포장과 진공포장보다 갈변이 진행되었고, 호흡량은 질소충전포장이 일반포장보다 산소와 이산화탄소 발생이 낮았으며, 모든 처리구에서 저장 3일차부터 호흡량 변화가 많아졌다. 그리고 포장에 두께에 따른 호흡량 변화는 0.065mm NY/LLDPE 필름이 0.05mm NY/LLDPE 필름보다 호흡량 변화가 적었으며, 색의 변화도 0.065mm NY/LLDPE 필름이 0.05mm NY/LLDPE 필름보다 L값이 높아 갈변이 억제되었다.



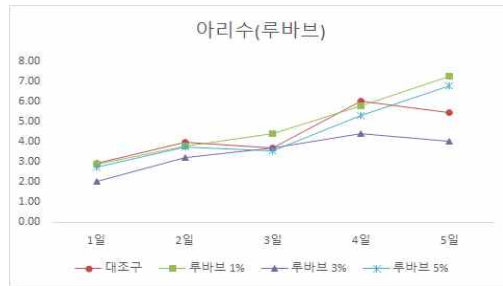
<‘후지’ 카카두플럼 처리농도별 CO2 변화>



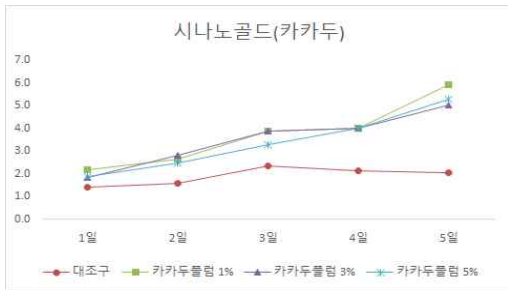
<‘후지’ 루바브 처리농도별 CO2 변화>



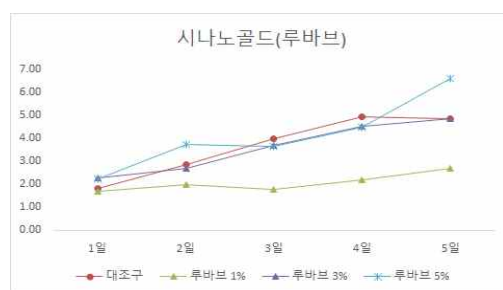
<‘아리수’ 카카두플럼 처리농도별 CO2 변화>



<‘아리수’ 루바브 처리농도별 CO2 변화>

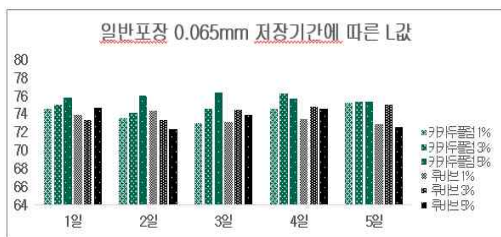


<‘시나노골드’ 카카두플럼 처리농도별 CO2 변화>

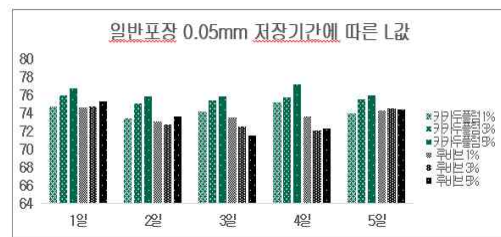


<‘시나노골드’ 루바브 처리농도, 별 CO2 변화>

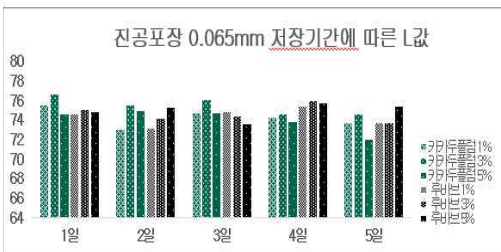
그림 6. 갈변억제제 처리농도별 CO₂ 변화(%)



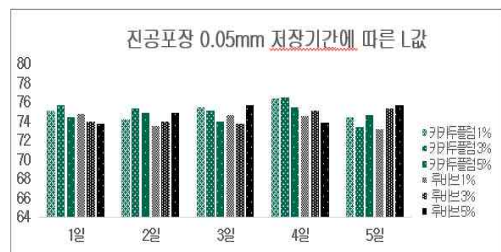
<일반포장, NY/LLDPE 0.065mm>



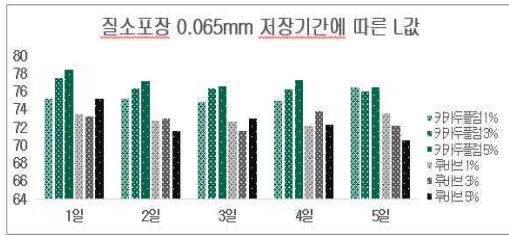
<일반포장, NY/LLDPE 0.05mm>



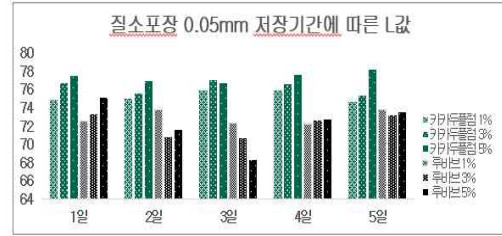
<진공포장, NY/LLDPE 0.065mm>



<진공포장, NY/LLDPE 0.05mm>



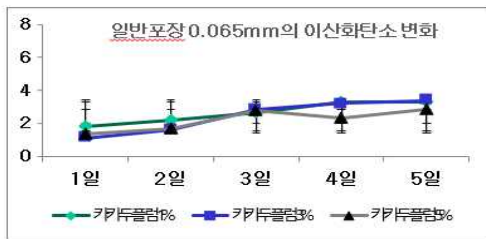
<질소포장, NY/LLDPE 0.065mm>



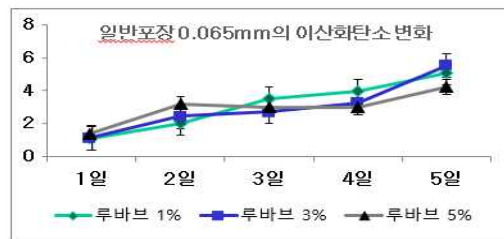
<질소포장, NY/LLDPE 0.05mm>

그림 7. 포장방법과 포장재 두께에 따른 L값 변화

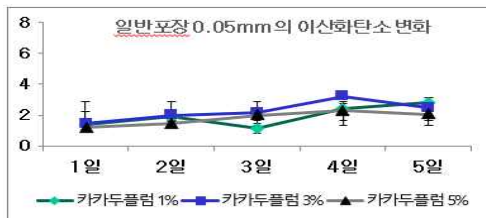
- * 포장방법 : 일반 포장(밀봉) : Sealing 10 / 진공포장 : Vacuum 300, Sealing 10, Cooling 50
- * 질소포장 : Vacuum 300, Gas 10*2, Sealing 10, Cooling 50
- * 포장재 : NY/LLDPE : Nylon/Linear Low Density Polyethylene(나일론/선형저밀도폴리에틸렌)
- * PBI-Dansensor Checkmate9900(식품포장용 가스분석기)



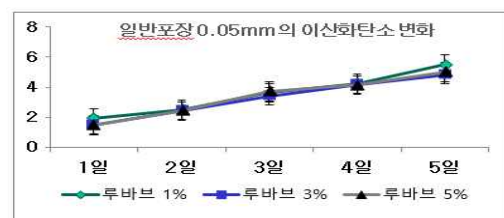
<일반포장, 카카두처리, NY/LLDPE, 0.065mm>



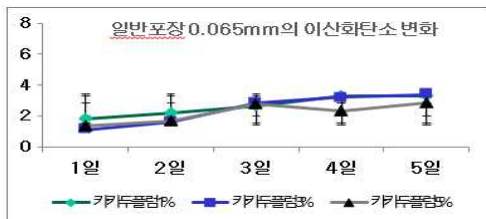
<일반포장, 루바브처리, NY/LLDPE, 0.065mm>



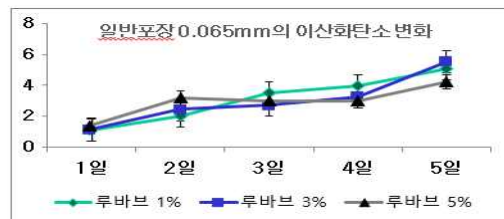
<일반포장, 카카두처리, NY/LLDPE, 0.05mm>



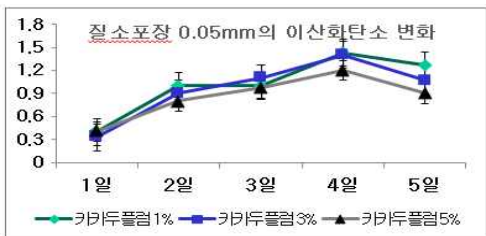
<일반포장, 루바브처리, NY/LLDPE, 0.05mm>



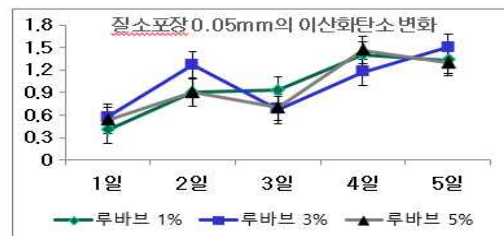
<일반포장, 카카두처리, NY/LLDPE, 0.065mm>



<일반포장, 루바브처리, NY/LLDPE, 0.065mm>



<질소포장, 카카두처리, NY/LLDPE, 0.05mm>



<질소포장, 루바브처리, NY/LLDPE, 0.05mm>

그림 8. 포장재 두께에 따른 CO₂ 변화(%)



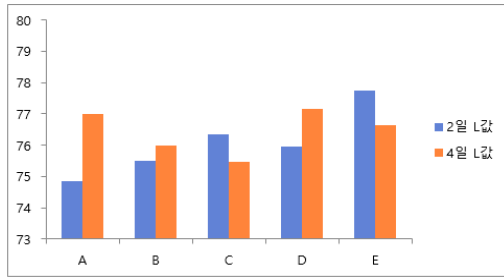
조각과일용 PET포장 후 포장내 공기조성 변화와 색도를 조사한 결과는 표 8과 그림 9와 같다. 사과를 절단하면 폴리페놀 물질이 공기와 접촉하면서 폴리페놀 옥시다아제(PPO) 효소에 의해 산화되면서 절단된 표면이 갈변하게 되는데 이는 먹기에 거부감을 일으킨다. 또한 호흡량이 큰 과일은 색의 변화에도 영향을 미쳐 품질변화가 커서 빨리 상하게 되므로 품질유지를 위해서 포장방법은 중요하다. 절단된 사과와 방울토마토 혼합 포장 시 산소는 17.6~14.5%으로 낮아지고 이산화탄소량은 3.4~4.7%으로 높아졌으며, 저장 기간에 따른 L값은 낮아져서 갈변이 많이 진행되는 것으로 나타났다. 품종별로는 과일별 혼합 후 '후지'의 L값 변화가 가장 많았으며, '아리수'는 저장기간에 따른 색도 변화가 낮아서 조각과일 혼합용으로 적합하였으며 신선편이 사과와 방울토마토는 혼용 시 주의가 필요하다고 판단된다.

표 8. 조각과일용 PET 포장내 공기 조성 변화(%)

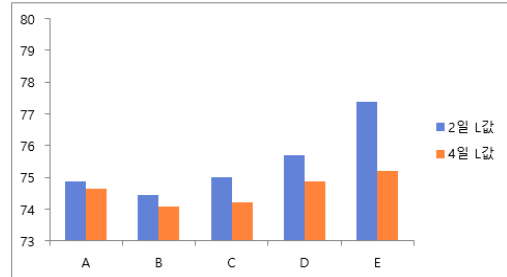
| 품종 | 갈변억제제 | 과일조합 | 2일 | | 4일 | |
|-------|-------|------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|
| | | | 산소 ² | 이산화탄소 | 산소 | 이산화탄소 |
| 후지 | 카카두플럼 | A | 19.47 | 0.97 | 19.03 | 1.43 |
| | | A + 방울토마토 | 17.63 | 2.43 | 15.73 | 3.70 |
| | | A + 거봉 | 18.37 | 1.93 | 17.30 | 2.83 |
| | | A + 샤인머스켓 | 19.00 | 1.30 | 18.23 | 1.80 |
| | | A + 과일 3종 | 18.23 | 2.00 | 17.07 | 2.67 |
| | 루바브 | A | 19.50 | 0.90 | 19.57 | 1.07 |
| | | A + 방울토마토 | 17.67 | 2.33 | 16.57 | 3.07 |
| | | A + 거봉 | 18.80 | 1.47 | 17.60 | 2.70 |
| | | A + 샤인머스켓 | 18.97 | 1.17 | 18.30 | 2.00 |
| | | A + 과일 3종 | 18.20 | 2.00 | 17.17 | 2.70 |
| 시나노골드 | 카카두플럼 | B | 18.97 | 1.47 | 18.27 | 2.00 |
| | | B + 방울토마토 | 17.00 | 2.67 | 15.20 | 4.13 |
| | | B + 거봉 | 17.90 | 2.50 | 17.33 | 3.07 |
| | | B + 샤인머스켓 | 18.63 | 1.67 | 17.33 | 2.53 |
| | | B + 과일 3종 | 17.83 | 2.47 | 17.93 | 2.57 |
| | 루바브 | B | 19.00 | 1.30 | 18.33 | 1.93 |
| | | B + 방울토마토 | 16.87 | 2.83 | 14.87 | 3.83 |
| | | B + 거봉 | 17.83 | 2.30 | 16.70 | 3.07 |
| | | B + 샤인머스켓 | 18.33 | 1.83 | 17.20 | 2.67 |
| | | B + 과일 3종 | 17.57 | 2.50 | 17.70 | 2.90 |
| 아리수 | 카카두플럼 | C | 18.87 | 1.80 | 18.30 | 2.53 |
| | | C + 방울토마토 | 16.90 | 3.13 | 15.10 | 4.70 |
| | | C + 거봉 | 17.53 | 2.93 | 16.30 | 4.13 |
| | | C + 샤인머스켓 | 18.27 | 2.23 | 17.10 | 2.73 |
| | | C + 과일 3종 | 17.60 | 2.97 | 14.90 | 4.23 |
| | 루바브 | C | 18.83 | 1.73 | 18.30 | 2.37 |
| | | C + 방울토마토 | 16.50 | 3.40 | 14.50 | 4.53 |
| | | C + 거봉 | 17.87 | 2.57 | 16.13 | 4.10 |
| | | C + 샤인머스켓 | 18.33 | 2.07 | 17.57 | 2.80 |
| | | C + 과일 3종 | 17.53 | 2.87 | 15.93 | 4.10 |

²PBI-Dansensor Checkmate9900(가스분석기)

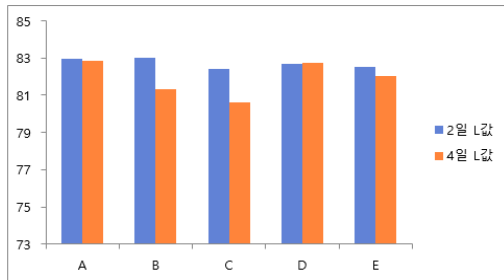
* A : 후지, B : 시나노골드, C : 아리수



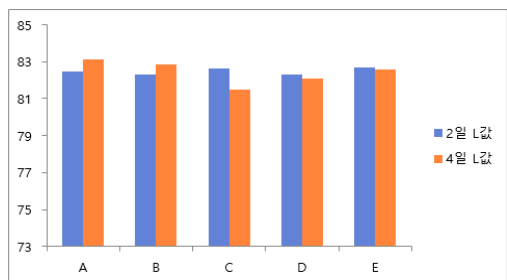
<‘후지’ 카카두플럼처리, 2, 4일차 색도>



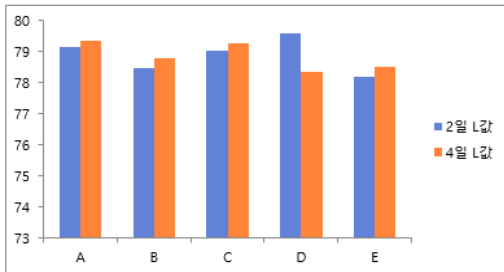
<‘후지’ 루바브처리, 2,4일차 색도>



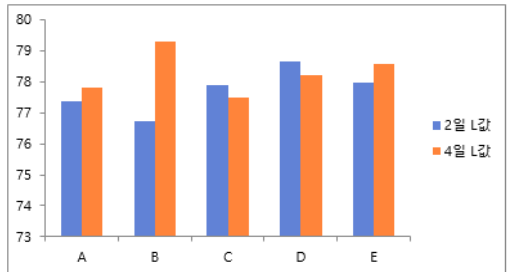
<‘아리수’ 카카두플럼처리, 2, 4일차 색도>



<‘아리수’ 루바브처리, 2,4일차 색도>



<‘시나노골드’ 카카두플럼처리, 2,4일차 색도>



<‘시나노골드’ 루바브처리, 2,4일차 색도>

그림 9. 조각과일용 PET 포장에 따른 색도 변화

- * A : 사과
- * B : 사과 + 방울토마토
- * C : 사과 + 거봉
- * D : 사과 + 샤인머스켓
- * E : 사과 + 방울토마토 + 거봉 + 샤인머스켓



그림 10. 신선편이용 조각과일

미생물검사 결과는 표 9와 같다. 7월 자체검사와 10월 외부기관에 신선편이 품질기준으로 의뢰하였다. 7월 자체 검사는 후지 루바브처리 3일차에서 일반세균이 기준치를 초과 하였는데 이는 더운 날씨와 오염에 의한 것으로 판단되었다. 외부 전문기관에 신선편이 품질기준으로



미생물 검사 의뢰 시 모두 불검출되었다. 신선편이 식품은 미생물의 오염 방지가 중요하므로 작업 시 항상 주변 환경과 위생을 철저히 관리하여야 한다.

표 9. 포장방법에 따른 미생물조사(log CFU/g)

| 품종 | 갈변억제제 | day ^z | 일반세균 | | 황색포도상구균 | | 대장균 | | 바실러스 세레우스 | 살모넬라 |
|-------|-------|------------------|------|------|---------|------|------|------|-----------|------|
| | | | PE포장 | 진공포장 | PE포장 | 진공포장 | PE포장 | 진공포장 | PE포장 | PE포장 |
| 후지 | 카카두플럼 | 1일 | 1.22 | 0.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2일 | 1.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3일 | 2.18 | 0.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 루바브 | 1일 | 1.30 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2일 | 1.30 | 0.52 | 0.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3일 | TNTC | 0.82 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 시나노골드 | 카카두플럼 | 1일 | 1.22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2일 | 1.30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3일 | 1.37 | 0 | 0.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 루바브 | 1일 | 0.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2일 | 1.22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3일 | 1.37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 아리수 | 카카두플럼 | 1일 | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2일 | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3일 | 1.12 | 0.82 | 0.82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 루바브 | 1일 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2일 | 0.52 | 0.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3일 | 1.30 | 0.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

^z조사일 : 2021. 7. 15. / 2021. 10. 25.

4. 결과요약

본 시험은 신선편이(fresh-cut)용 사과 가공방법 개발을 위해 천연 갈변억제제를 이용하여 갈변억제 방법과 포장방법에 따른 포장내 공기조성변화와 색도, 갈변도를 조사하여 조각과 일 및 소포장에 적합한 가공방법을 개발하기 위해 수행되었으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 사과 품종별 특성은 당도는 ‘감홍’이 17.7°Brix로 가장 높았고 ‘시나노골드’가 12.7°Brix로 낮았으며 산도는 ‘감홍’ 0.26, ‘후지’ 0.22%으로 높게 나타났다. 경도와 PPO활성은 ‘시나노골드’가 가장 높게 나타났으며, ‘감홍’은 경도가 가장 낮았다. ‘아리수’는 총페놀 함량과 Vitamin C 함량이 높았으며, 절단 직후 밝기를 나타내는 L값은 아리수가 82.5로 가장 높았다. 120분 경과 후 갈변정도를 나타내는 ΔE값 변화는 ‘후지’ 12.3 > ‘아리수’ 3.8 > ‘시나노골드’ 1.5 순으로 나타났고 PPO활성은 ‘후지’ 0.89 > ‘아리수’ 0.46 > ‘시나노골드’ 0.39 순으로 낮아졌다. ‘후지’는 절단 후 시간이 경과할수록 ΔE값의 변화도가 높았으며 아리수, 시나노골드는 ΔE값 변화가 낮고 PPO활성 또한 낮아서 신선편이용 조각과일로 적합하다고 판단되었다.

나. 갈변억제제의 Vitamin C 함량은 루바브가 가장 높았으며 그 다음 카카두플럼 > 유자 착즙액 순으로 낮아졌고, 당도는 서양자두로 불리는 카카두플럼이 14.6°Brix로 높았으며,



산도는 유자가 3.9%으로 가장 높았다..

- 다. 가공방법에 따른 갈변억제 효과는 ‘흐르는 물’ < ‘물 속’ < ‘대기’에서 절단 순으로 나타났으며 갈변억제제 단용 처리보다 Ascorbic acid와 병용해서 처리 시 갈변억제 효과가 좋았다.
- 라. 포장방법에 따른 갈변 정도는 일반포장이 질소포장과 진공포장보다 갈변이 진행되었고, 호흡량은 질소포장이 일반포장보다 산소와 이산화탄소 발생이 낮았으며, 포장재 질 두께는 0.065mm NY/LLDPE 필름이 0.05mm NY/LLDPE 필름보다 갈변이 억제되었다.
- 마. 조각과일용 PET포장에 따른 과일 혼합별 포장내 공기조성과 색도는 사과와 방울토마토 혼용 시 산소는 낮고 이산화탄소량이 높았으며, 색도 또한 사과와 방울토마토, 사과와 거봉 혼용 시 L값이 낮게 나타났다.
- 바. 미생물검사는 7월 자체검사와 10월 외부 전문기관에 의뢰하였으며, 외부전문기관에 신선편이 품질기준으로 미생물 검사 의뢰 시 모두 불검출되었다.

5. 인용문헌

Saftner, R.A. Abbott, J. Bhagwat, A.A. and Vinyard, B.: Quality measurement of intact and fresh-cut slices of Fuji, Granny Smith, Pink Lady and GoldRush apples. J. Food Sci.,70, 317-324 (2005).

Park H.W.,Park J.D., Kim D.M.,and ChoiJ.S.Freshness extensionof 'Fuji' Apple to packing materials.J.Kor.Postharvet Sci.Tech.8:34-350(2001)

Ahn S. C., Lee G. C. Effects of Antibrowning agents on browning ofapple slices during cold storage.Korean J.Food CookerySci. 21(1):24-32(2005)

Cho,C.H. G.J.Yoo, M.H.Son,K.H.Park,B.L.Lim,D.C. Kim, and ChaeH.J. Resveratrol extraction from grapefruitstem-72-and its antioxidantactivity.J.Kor.Soc.Appl.Biol.Chem.51: 11-16(2008)

Lu,C,and Toivonen,P.M.A.Effect of 1 and 100 kPa O2 atmospheric pretreatments of whole 'Spatan' apples on subsequent quality and shelf life of slices stored in modified atmosphere pacages. PostharvestBiol. Technol. 18:99-107(2000)

6. 연구결과 활용

| 연도 (연차) | 활용구분 | 제 목 |
|-----------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2020년도 (1년차) | 학 술 발 표 | ○ 천연 갈변억제제를 처리한 신선편이(Fresh-cut)사과의 품질 변화/ 우수논문상 |
| 2021년도 (2년차) | 영농기술정보 학 술 발 표 홍 보 | ○ 조각과일 및 소포장용 신선편이 사과 갈변억제 가공방법 ○ 가공방법과 포장방법에 따른 신선편이 사과의 품질변화 ○ 1인 가구 증가 맞춤 ‘신선편이 사과 갈변억제’ 가공방법 개발 |

7. 연구원 편성

| 세부과제 | 구분 | 소속 | 직급 | 성명 | 수행업무 | 참여년도 | |
|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------|------|-----|
| | | | | | | '20 | '21 |
| 1) 신선편이용 사과 가공 방법 개발 | 책임자 | 사과이용연구소 | 농업연구사 | 김윤숙 | 총괄수행 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 사과이용연구소 | 농업연구관 | 정은호 | 업무조정 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 사과이용연구소 | 농업연구사 | 오주열 | 자료검토 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 사과이용연구소 | 공무직 | 설희경 | 조사분석 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 사과이용연구소 | 공무직 | 이정선 | 조사분석 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 사과이용연구소 | 공무직 | 김순아 | 조사분석 | ○ | ○ |