

GA0571-05054

최 종
연구보고서

침지저장법에 의한 수출 및 원거리
수송용 박피 근채류 및 깎밤의
유통기술개발

Development for marketing technology of exporting peeled
chestnut and root vegetables by immersion liquid storage

연구기관

한국식품연구원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “침지저장법에 의한 수출 및 원거리 수송용 박피 근채류 및 간밤의 유통기술개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 10 월 14일

| | |
|---------|---------|
| 주관연구기관 | 한국식품연구원 |
| 총괄연구책임자 | 정진웅 |
| 세부연구책임자 | 정승원 |
| 세부연구책임자 | 김종훈 |
| 참여연구원 | 김명호 |
| | 박기재 |
| | 권기현 |
| | 구선희 |
| | 성정민 |
| | 복지영 |
| 참여업체 | (주)이수테크 |
| | (주)정안농산 |
| | (주)푸드웰 |

요 약 문

I. 제 목

침지저장법에 의한 수출 및 원거리 수송용 박피 근채류 및 깐밤의 유통기술개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

최소 가공기술을 이용한 신선편이 박피 근채류(토란, 감자, 고구마, 연근, 우엉, 도라지, 마 등) 및 깐밤에 있어 미생물 증식 및 위해 미생물로부터의 안전성 확보, 수출 및 장거리 수송시 품질유지용 보관수 및 용기의 부피 증대로 인한 운송비 부담 해소, 변색 등의 초기품질 저하를 최대한 억제시켜 유통기한의 연장 등을 충족시킬 수 있는 효율적인 박피·세정 등의 전처리 방법 및 침지 저장·유통 기술을 개발코자 함.

III. 연구개발의 내용 및 범위

- 박피용 근채류 및 깐밤의 국내외 유통 및 소비실태 조사
- 근채류 대상품목별 적정 박피처리 방안 설정시험
 - 처리 방법별에 따른 품질특성 비교 : 수작업, 기계식, 화학적 처리 등
- 근채류 대상품목별 적정 위생적 세정처리 방안 설정시험
 - 처리용수별에 따른 비교 : 수도수, 전해수, 염소수 등
- 박피 처리된 근채류의 최적조건 설정을 위한 품질특성 확인시험
 - 근채류 대상품목별 박피, 세정 처리 등 최적방법 및 시스템 적용 검토
- 저온처리 침지저장용 제조수 개발시험
 - 저온 제조수의 물리적 특성 조사
 - 박피 과채류의 저온 제조수 처리에 따른 효과 검토
- 저장 안정성 향상을 위한 박피 근채류의 보관 및 포장조건에 따른 품질변화 시험
 - 시료 : 깐밤, 토란, 우엉, 마, 도라지, 연근, 고구마, 감자,
 - 박피 방법, 침지 보관액의 유무, 저장온도 및 기간, 포장조건, 부분동결 등에 따

른 비교

- 박피 처리한 최소가공(minimal processing) 근채류의 경제성 평가 및 검토
 - 근채류 전용 박피시스템 및 전기분해수 적용 관련

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구는 최소 가공기술을 이용한 신선편이 박피 근채류(토란, 감자, 고구마, 연근, 우엉, 도라지, 마 등) 및 간밤에 있어 미생물 증식 및 위해 미생물로부터의 안전성 확보, 수출 및 장거리 수송시 품질유지용 보관수 및 용기의 부피 증대로 인한 운송비 부담 해소, 변색 등의 초기품질 저하를 최대한 억제시켜 유통기한의 연장 등을 충족시킬 수 있는 효율적인 박피·세정 등의 전처리 방법 및 침지 저장·유통 기술을 개발코자 수행하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 본 연구에서는 전기분해 격막 및 전해액에 따른 전해수의 물리적 특성 및 미생물의 표면살균 효과를 검토한 결과, 격막 방식의 전기분해수 제조 시스템의 최적조건은 간극이 1.0 mm, 20% NaCl 첨가량이 6 mL/min 일 때 제조된 전해산화수의 물성치가 ORP 1,170 mV 수준, HClO 함량 100 ppm 수준, pH 2.5 수준으로 가장 우수하게 나타났으며, 1단 방식보다는 2단의 전기분해 방식이 물성 측면에서 우수함을 알 수 있었다. 무격막 방식의 전해수는 간극이 1.0 mm, 20% NaCl 첨가량이 4 mL/min 일 때 격막 방식의 최적조건과 가장 유사하게 나타났으나 차아염소산 함량은 132~266 ppm 수준, pH는 9 수준으로 격막 방식과는 크게 달라지는 것을 알 수 있었다. 전해수는 실온에서 밀폐 용기에 보관한 경우에 있어 격막 및 무격막 방식에서 각각 1,150 및 750 mV 수준, 100 ppm 수준을 1개월 이상 유지할 수 있었다. 격막 및 무격막 방식으로 제조한 전해수는 *Salmonella typhimurium* 등 12 균주가 초기 $10^5 \sim 10^6$ CFU/mL에서 30초 이내에 모두 사멸되는 것으로 나타났다. 전해액으로 NaCl 및 CaCl₂, KCl을 사용하여 제조한 전해수의 ORP 및 HClO 함량은 NaCl, KCl, CaCl₂ 순으로 높게 나타났으나 큰 차이는 없었으며, 미생물 사멸효과는 동일하게 나타났다.

2. 신선편이 최소가공 근채류(고구마, 감자, 도라지, 우엉, 연근, 마)의 초기 품질 유지 및 유통기간의 연장을 위한 기초연구로 박피처리 조건별(수작업 : 일반 과도, 박피 전용 칼 및 공업용 sandpaper 등, 기계적 : 석면, 칼날, 브러쉬 등 4종, 화학적 : NaOH 농도별 처리 시간 및 온도)에 따른 품질특성(pH, 갈변도, 표면색도 등)을 조사하였다. 감자는 sandpaper를 이용한 마찰형 type 구근류 박피기로 박피된 감자의 감모율이 8%이하로 가장 낮게 나타났으며, 화학적 방법에 의한 박피가 8.9~9.8% 수준으로 NaOH의 농도가 높아질수록 감모율이 높아 17% NaOH용액으로 처리한 박피 감자의 감모율이 가장 높게 나타났다. 고구마는 sandpaper를 이용한 마찰형 type 구근류 박피기로 처리된 고구마가 7.3% 수준으로 가장 낮은 감모율을 나타내었고 100℃, 10% NaOH에서 1분간 침지하여 박피한 처리구가 13.6%로 가장 높은 감모율을 보였다. 일반 근채류와는 달리 기계적, 화학적 박피방법이 불가능한 도라지는 수작업에 의한 박피만이 가능하여 박피 도구를 사용한 수작업시 15.9%로 박피 도중 제거되는 측근의 수가 많아 높게 나타났고, 우엉은 타 품목과는 달리 칼을 이용한 수작업 박피에서 18.2%로 가장 크게 나타났으며, brushing에 의한 박피가 8.1%로 가장 적은 감모율을 나타내었다. 연근 및 마는 브러쉬에 의한 기계적 박피가 가장 효과적이어서 5.1% 및 5.2% 수준으로 가장 낮은 감모율을 나타내었다. 그리고 박피처리 후의 품질을 비교한 결과, 시료에 따라 다소 차이는 있으나 대체적으로 박피도구를 이용한 수작업에 있어 갈변도 및 표면색도의 변화가 가장 낮게 나타났다. 또한, 기계적 박피에 있어 회전식 브러쉬 type 박피기로 처리한 시료는 수작업에 의한 박피 시료와 비교하여도 처리후의 수분함량 변화, 갈변정도, pH 등의 품질적 변화에 있어 그다지 큰 차이를 보이지 않았으며, 본 실험에 사용한 6종의 근채류 중 마는 화학적 박피시 처리온도 및 시간의 영향을 크게 받지 않는 품목으로 나타났다. 또한, 관능적 품질특성을 평가한 결과에서도 대부분의 근채류에 있어서는 기계적 박피에서는 회전식 브러시 type 박피기가, 수작업 박피에 있어서는 Y자형의 근채류 전용 박피도구가 대체적으로 우수한 것으로 나타났다.

3. 깎밤 유통시, 변색 발생 및 저장액의 백탁 현상 등을 해결하기 위해 보관액으로 전해수(pH 8.5, 2.5) 및 유자과즙을 첨가한 전해수, 0.2% 명반수의 5가지 침지 보관액

에 저장하여 품질을 비교하였다. 침지액의 pH는 전해산화수에 0.5% 유자과즙을 첨가한 처리구가 초기에는 3.46으로 가장 낮고 전해알칼리수에 0.5% 유자과즙을 첨가한 처리구가 5.95로 가장 높게 나타났으나 저장기간이 경과할수록 4.52~4.92 수준으로 거의 유사한 pH를 보여주었다. 침지액의 탁도는 저장 기간이 길어질수록 0.2% 명반수에서 가장 크게 상승하였고 전해산화수 처리구에서는 거의 변화가 없었다. 깎밤의 표면 색도는 저장기간에 따라 모든 처리구의 L값, b값은 감소하고, a값은 증가하는 경향을 보였으며 ΔE는 전해알칼리수에 0.5% 유자과즙을 첨가한 처리구에서 가장 낮게 나타났다. 전해수 처리구의 깎밤 초기 미생물수는 처리 직후 크게 감소하여 저장 10일까지는 큰 변화를 보이지 않았으나 저장 15일부터는 증가하는 추세를 보였다. Vitamin C 함량의 변화는 초기 24.88mg%에서 전해알칼리수에 0.5% 유자과즙을 첨가한 처리구에 보관한 깎밤이 저장 30일 후에 20.08mg%로 가장 높은 값을 유지하였다.

4. 수 및 기계 박피(감모율: 13.58% 및 10.02%)에 의한 토란을 전해수(pH 8.5, 2.5)에 0.5% 유자과즙을 첨가, 0.85% NaCl 용액, 0.2% 명반수의 4가지 침지 보관액에 저장하여 품질특성을 비교하였다. 총당은 박피방법과 관계없이 저장기간이 경과할수록 감소하였고, 환원당은 전반적으로 저장 5일째 급격히 증가하여 저장기간의 경과에 따라 증가 경향을 보였다. Vit. C 함량은 수 박피에 의한 토란에서 기계 박피보다 전반적으로 높은 수준을 보였으며, 전해수 처리구의 경우는 저장 초기에 다소 증가하였다가 점차 감소한 반면, 그 밖의 보관액에서는 지속적인 감소를 보였다. Hardness는 저장기간이 경과할수록 모든 처리구에서 감소 추세를 보였는데 기계박피의 경우 침지 보관액에 따른 차이는 그다지 크게 나타나지 않았다. 색도는 수 박피의 저장 5일째 NaCl용액과 명반수 처리구에서 전해수 처리구의 30일째 수준과 유사하였고, 기계작업의 저장 30일째 NaCl용액과 명반수 처리구는 전해수 처리구보다 2배 높은 색차값을 나타내었다. PPO활성과 총페놀함량의 변화는 모든 처리구에서 저장 15일째까지 증가하다가 점차 감소하는 경향으로 전해수, NaCl용액, 명반수 처리구 순으로 낮게 나타났으며, 박피 초기에는 수 박피가 다소 낮게 나타났으나 저장기간 경과에 따라 기계박피보다 오히려 더 높은 수준을 보여 주었다. 미생

물의 변화는 전해수 처리구에서 저장 초기에 타 처리구보다 2 log scale 감소한 살균효과를 보였으며 저장기간이 경과할수록 균 증식도 감소하였다.

5. 박피 우영의 유통시, 변색 발생 및 저장액의 백탁 현상 등을 해결하기 위해 보관액으로 전해수(pH 8.5, 2.5) 및 유자과즙을 첨가한 전해수, 0.6% acetic acid의 5가지 침지 보관액에 저장하면서 품질을 비교하였다. 전해수를 처리한 우영의 초기 pH는 5.99~6.15로 저장 30일 후에도 큰 차이 없이 비슷한 수준을 유지하였다. 침지액의 탁도는 저장기간이 경과할수록 상승하였고 0.6% acetic acid 처리구에서 가장 큰 증가를 보였다. 표면색도는 저장기간에 따라 모든 처리구의 L값은 감소하는 경향을 보였으며 ΔE 는 0.6% acetic acid를 첨가한 처리구에서 가장 높게 나타났다. 전해수 처리구의 총당은 15일째 가장 높은 수치를 보였으며 그 이후 감소하였다. 환원당의 초기 함량 0.83~1.23%였으며 저장중 2.87~3.37% 수준으로 증가하였다. 불포화 지방산인 linoleic acid는 전해수 처리구에 비해 0.6% acetic acid 처리구에서 낮은 수치를 보였다. 전해수 처리구의 박피 우영의 초기 미생물수는 저장 10일부터 급격하게 증가하는 추세를 보였으며 0.5% citron juice를 첨가한 전해알칼리수의 경우 다른 전해수 처리구에 비해 1 log scale 정도 낮은 수준을 보였다. Hardness는 저장기간이 경과할수록 감소하였으며 0.6% acetic acid 처리구가 저장 초기 3,171 g/cm²에서 30일 경과 후 2,112 g/cm²로 가장 크게 감소하였다. Total phenol 함량은 전반적으로 저장 10일째 급격하게 감소하였고 PPO activity는 0.6% acetic acid 첨가군이 10일째 가장 낮은 수준을 보였으나 30일 경과한 후 490~561 units로 처리구들 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 관능검사 결과 0.6% acetic acid 처리군의 선호도가 가장 낮았으며 전해수 처리구들 간에는 유의적으로 큰 차이를 보이지 않았다.

6. 박피처리한 마의 유통시, 갈변 억제 및 초기품질 유지를 위해 전해수(pH 8.5, 2.5) 침지보관액 및 0.6% acetic acid 수용액에 포장한 것(유수포장)과 전해수 세정처리 후 자연 탈수하여 포장한 것(무수포장)을 30일간 0℃에서 저장하면서 품질을 비교하였다. 중량변화율은 전해수 유수포장의 경우 저장 20일 이후에 급격히 감소하였

고 특히, 전해산성수 유수처리는 저장 30일째 1.6%로 가장 적은 중량감소를 보였다. 전분함량은 유수처리구에서는 저장중 거의 변화가 없었던 반면에 무수처리구에서는 저장 10일 이후 서서히 감소하며, 특히 전해알칼리수처리 무수포장한 것이 가장 낮게 나타났다. 점도는 전해알칼리수 무수포장 처리에 있어 저장 15일째 가장 급격히 증가한 반면에 전해알칼리수 유수포장 처리가 가장 낮았다. PPO 활성은 저장 초기에 다소 증가하다가 저장 5일 이후에는 거의 일정하게 유지하는 반면에 총 페놀함량은 0.6% acetic acid 처리구를 제외한 모든 처리구에서 저장 15일째에 초기치의 1.5배 수준으로 급격한 증가 경향을 보였고, 표면색도의 색차값(ΔE)은 전해알칼리수 유수처리구가 저장 30일째 4수준으로 가장 낮았다. 미생물 제균효과는 전해산성수 유수포장의 경우 저장 5일째까지 $<10^1$ CFU/g수준을 유지하였고, 관능평가지 전반적인 기호도는 전해산성수 유수포장한 것이 가장 높고 0.6% acetic acid 처리가 가장 낮았으며 전해수 처리구별에 따른 유의차는 없었다.

7. 박피 연근의 침지 보관시, 변색 억제 및 저장성 연장을 위해 수도수(TW), 0.6% Acetic acid 수용액(AA), pH 2.5(EW-1) 및 pH 8.5(EW-2)의 전해수를 대상으로 침지 저장중의 품질을 비교하였다. 침지수에 따른 미생물 제균효과는 AA처리구가 가장 우수하였고 전해수 처리구는 저장 5일째 10^1 수준으로 TW처리에 비해 2 log scale 수준 감소하였다. 저장초기 pH는 AA처리구가 4.69로 타 처리구보다 낮았으나 모든 처리구에서 저장기간에 따른 pH변화는 거의 없었다. 색차(ΔE)는 AA처리구가 처리 직후 4.04인 반면에 전해수처리구는 저장 30일째 3.87~4.35수준을 보였다. Total polyphenol 함량은 초기 57.71~61.09 mg%에서 저장 30일째 77.60~79.35 mg%로 다소 증가하였으나 처리구에 따른 큰 차이는 없었다. PPO 활성은 AA처리구가 저장 30일째 323.85 unit로 가장 낮았다. Hardness는 저장기간에 따른 내부변화는 없으나 외부가 점차 감소하였으며 그중 EW-2처리구가 저장 30일째 3951.98 g/cm²로 변화가 가장 적게 나타났다. 저장중 환원당은 처리구에 따른 큰 차이가 없었으나 총당은 저장 30일째 AA처리구는 증가한 반면 타 처리구는 감소하였다. Sucrose와 fructose의 함량은 각각 0.95~1.35%, 0.45~0.55%수준으로 처리구와 저장기간에 따른 큰 차이를 보이지 않았다. 저장중 지방산의 변화는 처리구에 관계없

이 stearic acid와 linolenic acid가 감소하는 경향을 보였고, 전분은 모든 처리구에서 증가하여 30일째 41.56~53.6% 수준을 나타내었다. Vit C는 EW-2 처리구에서 저장 30일째 26.44 mg%로 가장 적게 감소하였다. 관능 평가시 전반적인 기호도는 저장 10일째까지는 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았으나 그 이후부터 EW-1처리구가 가장 높게 평가되었다.

8. 박피 도라지의 침지 보관시, 변색 억제 및 저장성 연장을 위해 수도수(TW), 1% NaCl, 1% citric acid(CA), 1% sodium acetate(SA) 및 pH2.5(EW-1), pH8.5(EW-2)의 전해수로 처리하여 침지 저장 중 품질을 비교하였다. 침지처리에 따른 미생물 살균효과는 CA 처리구에서 저장 9일째까지 TW 처리구에 비해 총균수가 2 log scale 수준 감소하였다. 저장초기 pH는 CA 처리구를 제외하고 5.81~6.09 수준이었으나 저장 18일째 SA 처리구가 pH 5.01로 가장 큰 감소를 보였고, 탁도에 있어서도 SA 처리구의 경우 초기 0.10 수준에서 저장 18일째 2.50으로 EW-2의 0.60 수준보다 가장 크게 증가하였다. 색차(ΔE)는 EW-1 처리구가 처리직후 7.33에서 저장 18일째 10.89로 가장 낮은 변화를 보였다. Total polyphenol 함량은 TW와 NaCl 처리구의 경우 약간 증가한 반면 EW-1 처리구는 29.78 mg%에서 저장 18일째 23.76 mg%로 감소하였다. PPO activity는 모든 처리구에서 저장기간동안 감소하는 경향을 보였으며 CA 처리구에서 초기 314.00 unit에서 저장 18일째 206.04 unit로 가장 큰 감소를 보였다. 초기 hardness는 2256.31~2568.31 g/cm²에서 저장 18일째 EW-1 처리구에서 1935.85 g/cm² 수준으로 가장 적게 감소한 반면 CA 처리구에서 420.88 g/cm²로 가장 많이 감소하였다. 저장중 환원당은 처리구에 따른 큰 변화가 없었으나 총당은 NaCl 처리구가 가장 큰 감소폭을 보였다. Vit C 함량 변화는 CA처리구가 초기 6.35 mg% 수준으로 타 처리구 9.99~13.48 mg% 수준에 비해 낮은 수치를 보였으며 EW-1 처리구가 저장동안 가장 적은 변화를 보였다. 관능평가 결과 외관, 색, 경도, 전반적인 기호도의 경우 저장 6일째까지 처리구들 간에 큰 차이가 없었으나 그 이후부터 EW-2 처리구가 가장 높게 평가되었다.

9. 고구마를 박피·절단하여 수도수, 0.85% NaCl, 0.5% Sodium metabisulfite, 전해수

(pH 2.5: EW-1, pH 8.5: EW-2)에 침지한 후 진공포장하여 저장중 품질특성을 비교한 결과, 미생물 살균효과는 처리직후 EW-2 처리구에서 총균수와 효모, 곰팡이 균수는 10^1 CFU/g 수준으로 다른 처리구에 비해 1 log scale 감소 효과를 보였으며 대장균균수는 검출되지 않았다. 처리직후 pH는 6.00~6.24 수준이었으며 0.5% SMS 처리구를 제외하고 17일째부터 급격하게 증가하였다. 초기 수분함량, 조단백, 조지방, 조회분, 조섬유 함량은 각각 70% 내외, 3.03~3.53%, 0.42~0.60%, 1.0~1.5%, 2.24~2.43%였으며 조단백과 조섬유는 저장기간 동안 감소경향을 보였으나 그 밖의 성분들은 거의 변화를 보이지 않았다. 초기 색차(ΔE) 값은 0.85% NaCl 처리구가 2.44로 가장 낮은 변화를 보였으며 저장기간 동안 2.03~8.08 수준의 차이를 보였으며 저장기간과 처리구간에 유의적인 변화는 보이지 않았다. 전해수 처리한 고구마의 초기 총페놀화합물 함량은 30.03~30.72 mg%로 타 처리구의 33.49~34.36 mg%에 비해 낮은 수준을 보였으며 0.5% SMS 처리구는 저장기간 동안 큰 차이를 보이지 않았다. 초기 PPO 활성은 268.44~369.84 unit 수준으로 저장기간이 경과할 수록 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보였다. 0.5% SMS 처리구가 저장 21일째 초기에 비해 3.72 unit 증가하여 가장 낮은 PPO 활성을 보였다. 처리직후 경도는 2,563.57~2,944.45 g/cm² 수준으로 TW 처리구는 21일째 803.01 g/cm²로 저장기간 중 가장 큰 감소를 보였다. 환원당은 저장기간과 처리구에 관계없이 유의적인 차이를 보이지 않았다. 총당은 저장 21일째 0.5% SMS 처리구에서 1.87% 수준 감소하여 가장 낮은 감소율을 보였다. 유리당은 sucrose, fructose, glucose를 함유하였으며 sucrose는 저장 21일째 급격히 감소하였으나 그 외의 유리당은 큰 변화를 보이지 않았다. Vit C 함량은 처리직후 18.97~27.74 mg%로 EW-2 처리구에서 저장 21일째 4.08 mg% 감소하여 가장 낮은 감소율을 보였다. 처리직후의 전반적인 기호도는 EW-2 처리구는 저장 10일째까지 처리구들 중 가장 기호도가 높았다.

10. 감자를 박피후 3mm 두께로 절단하여 수도수, 0.85% NaCl, 0.5% Sodium metabisulfite, 전해수(pH 2.5: EW-1, pH 8.5: EW-2)에 침지한 후 진공포장하여 저장중 품질특성을 비교한 결과, 처리수에 따른 제균효과는 처리직후 전해수 처리구의 총균수와 효모·곰팡이는 10^2 CFU/g 수준을 보여 타 처리구들에 비해 1 log

scale 감소 효과를 보였으며 대장균군은 검출되지 않았다. 초기 pH는 6.10 ~ 6.25 수준으로 0.5% SMS 처리구를 제외하고 18일째 급격하게 감소하였다. 초기 수분함량은 85.00% 로 저장기간이 경과함에 따라 전해수 처리구는 증가추세를 보였으나 0.85% NaCl 처리구와 0.5% SMS 처리구는 저장 18일째부터 감소하였다. 초기 조단백 함량은 12.70~13.26% 수준으로 저장기간이 경과함에 따라 감소하였으며 수도수 처리구가 11.49%로 가장 많이 감소하였다. 색도는 저장기간에 따라 L값과 b 값은 감소하는 경향을 보였으며, 색차(ΔE) 값은 TW 처리구에서 저장 18일째 9.08로 가장 높았고 EW-2 처리구는 저장기간 동안 3~4 수준을 유지하였다. 초기 총 페놀화합물 함량은 46.62~50.94 mg% 수준이며 0.5% SMS 처리구에서 저장 7일째 55.74 mg% 수준으로 크게 증가하였다. OPP 활성은 EW-1 처리구가 가장 낮은 값을 나타내었으며 저장 18일째까지 감소하다가 21일째 다시 증가하는 경향을 보였다. 경도는 0.5% SMS 처리구의 경우 초기에 비해 저장 9일째 112.43g/cm² 감소한 것에 비해 EW-1처리구의 경우 저장 15일째 97.71 g/cm² 수준으로 감소되었다. 전분 함량은 저장기간 동안 계적적인 증가 경향을 보였으며 Vit C 함량은 TW 처리구가 2.34 mg% 감소하여 가장 큰 감소율을 보였다. 전반적인 기호도는 TW 처리구는 가장 낮은 평가를 보였으며 다른 처리구간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

11. 활용에 대한 건의

산지에서 재배되어 수확한 신선 과채류에 포함되어 있는 이물 및 세균류는 세정과정에서 거의 제거되지 않아 비가열 섭취시 국민건강 측면에서 문제를 발생시킬 수 있는 소지를 충분히 내재하고 있지만 적절한 세척기술이 개발되어 있지 않는 실정이다. 이를 위해 저온처리된 냉수냉각법은 냉각을 함과 동시에 세척의 기능을 겸할 수 있어 앞으로도 보급이 크게 기대되며, 특히 흙이 부착되어 있는 근채류나 농약 및 이물질 등이 부착되어 있는 과일류의 경우에 효과가 클 것이며 설비비나 운전비가 적게 소용되고 냉각시간이 짧기 때문에 향후 당근과 같은 구근류 및 상치와 같은 엽채류, 저장기간이 짧은 과일류 등에 적합할 것으로 생각되어 진다. 따라서, 과채류의 수확후 초기품질의 보존법과 위생성을 향상시키기 위한 예냉, 세정

및 제균처리 기술의 현장 적용을 위한 방안으로 과채류 수확 산지, 집하장의 전처리 시설, 국내 농산물 유통 센터, 세척 및 냉수처리 시스템 제작 및 설계업체, Minimal Processing을 이용한 외식산업 분야 등에서 초저온수와 같은 새로운 세정매체로 활용함으로써 소비자의 우려를 최소화 시키면서 안정성을 확보해 줄 수 있을 것으로 여겨진다.

또한, 본 기술의 활용을 위해 매년 실시되는 농민, 생산자 단체 및 협회의 가공기술 교육의 정규과목으로 설정할 수 있도록 통보함과 아울러 기존 농축산물 가공업체에도 홍보 및 기술지도가 가능토록 과제 종료 후의 활용과 관련한 연구비 지원 등의 정책적인 지원이 마련되었으면 한다.

SUMMARY

This study was carried out to extend the shelf-life by sterilization of initial microorganism, maintain of initial quality by browning inhibition and precooling effect and cut down transport charges on peeled root-vegetables (potato, sweet potato, burdock, lotus root, *doraji*, yam, taro etc.) and chestnuts, by developing optimum peeling methods, cleaning conditions and immersion liquids storage technology using electrolyzed water.

The results obtained from this study are summarized as follows;

1. This study was carried out to investigate the efficacy of surface sterilization and the physicochemical properties of electrolyzed water manufactured from electrolyte, materials and type of electrolytic diaphragm. Physical properties of electrolyzed water manufactured from the diaphragm system were the most effective at the following conditions; the distance between diaphragms was 1.0 mm and the supplying rate of 20% NaCl was 6 mL/min. The ORP, HClO content and pH at above conditions were 1,170 mV, 100 ppm and 2.5, respectively. And two stage electrolyzed system was more effective than one stage. Electrolyzed water manufactured from non-diaphragm system, with 4 mL/min supplying rate of 20% NaCl, was similar to the most effective diaphragm system. But ORP, HClO content and pH were about 800 mV, 200 ppm and 9 level, respectively. Sealed electrolyzed water could be preserved more than one month at room temperature with ORP of 750 mV in non-diaphragm system and 1,150 mV in diaphragm system, and HClO content of 100 ppm. Though the ORP and HClO contents of electrolyzed water manufactured from various electrolyte were higher in order of NaCl > KCl > CaCl₂, there were no difference between the electrolytes in the efficacy of sterilization. And twelve kinds of microorganism tested were sterilized within 1-2 minutes from initial total counts of 10⁵-10⁶CFU/mL by electrolyzed water.

2. Quality changes of root vegetables (potato, sweet potato, burdock, lotus root, *doraji*, yam, taro and chestnut) were investigated as a basic research to keep up the initial freshness and prolong the distribution period for minimal processing fresh cut vegetables under the different peeling conditions (Manual peeling ;an vegetable knife, knife devised for peeling only, and industrial sand papers, mechanical peeling; 4kinds such as asbestos, blade, brush, etc, chemical peeling; treatment time and temperature of the different consistency of NaOH). The reduction rate of potato showed lowest as less than 8% when using the knife devised for peeling only using sandpapers. The reduction rate of chemical peeling was 8.9~9.8% and the higher the concentration of NaOH was, the higher the reduction rate was. So the reduction rate of potato peeled with 17% NaOH solution ranks the highest. The sweet potato treated with knife devised for peeling only and sandpapers showed the lowest reduction rate of 7.3% and the control peeled after 1min dip in 10 % NaOH at 100°C showed the highest at the rate of 13.6%. Unlike the general edible roots, *doraji*, impossible to be treated with chemical or mechanical peeling implements and possible only with manual peeling ones, showed the most removal of lateral roots. Particularly burdock showed the highest score of lateral roots removal at the rate of 18.20% when using manual implement as knife and peeling with mechanical implement as brushing showed the least reduction at the rate of 8.05. Lotus roots and Yam have the most effective when mechanical peeling using brushing, showed the least reduction rate of 5.1% and 5.23%. The result of comparative study on quality change after peeling showed some difference according to materials. But in general, manual peeling showed the least change in the browning and surface color. At the same time, the treatments with implemental peeling using brush have no significant difference in the quality attributes such as moisture content, browning index, pH value. And yams was the roots which was influenced least by temperature and time when peeled among 6 kinds of root vegetables in this experiment.

3. To solve the browning and the turbid whitening problem during the distribution of peeled chestnut, quality comparison was made according to the 5 kinds of dip solution such as electrolyzed water(pH 2.5: EW-1 and pH 8.5: EW-2), electrolyzed water added 0.5% citron juice and 0.2% alum water. At early stage the pH value of dip solution showed the lowest of 3.46 in the electrolyzed water added citron juice and electrolyzed alkaline water added citron juice showed the highest of 5.95. As the time of storage passed, however, value of pH showed almost same at the level of 4.52~4.92. As storage time got longer, turbidity of dip solution increased in 0.2% alum water and had little difference in the treatment in electrolyzed oxidizing water. In terms of surface color of peeled chestnut, L value and b value decreased in all treatment but a value inclined to increase and ΔE showed the least in the treatment of electrolyzed alkaline water added 0.5% citron juice. The numbers of microorganisms in the peeled chestnut at early stage decrease greatly right after electrolyzed water treatment but inclined to increase after 15-day storage. Vit. C content keeps the highest value by 20.08 mg% after 30-day storage in the peeled chestnut in 0.5% electrolyzed alkaline water added 0.5% citron juice in view of the initial value of 20.08 mg%

4. The properties of taro were investigated after peeled by manual or mechanical method(each reduction rate of 13.58% and 10.02%) and stored in 4 kinds of dip solution; electrolyzed water(pH 8.5 and 2.5) added 0.5% citron juice, 0.85 NaCl solution, and 0.2% alum water. Total sugar decreased with the passage of storage time regardless of peeling method but reducing sugar increased rapidly and inclined to increase as time went on. Vit. C content showed higher in manual peeling method than in mechanical peeling one. When using electrolyzed water Vit. C content increased to some extent in early stage and then decreased gradually. But in other dip solutions, it inclined to decrease consistently. Hardness inclined to weaken in all treatments as time went on but in case of mechanical peeling

method, there was little difference depending on the kind of dip solution. When using manual peeling method, the color values in the treatment in NaCl solution and the alum water on 5th day of storage were similar to the one treated with electrolyzed water on 30th day of storage. When using mechanical peeling method, the color value in the treatment in NaCl solution and the alum water at 30-day storage showed twice as higher as in electrolyzed water. PPO activity and total phenol content increased in all treatments until 15th day of storage and then inclined to decrease gradually in the order of electrolyzed water, NaCl solution, and then the alum water. Early stage of peeling, PPO activity and total phenol content in the manual peeling were a little low but became higher with the passage of time. The microbiocidal effect in electrolyzed water decreased by 2 log scale comparative to other treatments, the multiplication rate of microorganisms decreased as times went on.

5. To solve the browning and the turbid whitening problem during the distribution of peeled burdock, quality comparison was made according to the 5 kind of dip solution such as electrolyzed water (pH 8.5 and 2.5), electrolyzed water added citron juice and 0.6% acetic acid. The initial pH value of burdock treated with electrolyzed water was ranging 5.95~6.15 and kept up the same level without the significant difference after 30 days storage. As time of storage went on, turbidness value of solution increase with the length of storage and showed the remarkable increase in 0.6% acetic acid treatment. As for Surface color value, L value in all treatment inclined to decrease and ΔE showed highest in the treatment added 0.6% acetic acid. Total sugar treated with electrolyzed water showed the highest value on 15th day. The initial content of reducing sugar was 0.83~1.23% and increased to the level 2.87~3.37%. Linoleic acid, Saturated fatty acid, showed the low value in 0.6% acetic acid treatment comparative to the treatment in electrolyzed water. The initial microorganism account of Peeled

burdock treated in electrolyzed water increase rapidly after 10-day storage. And in electrolyzed alkali added 0.5% citron juice, it was lower by approximately 1 log scale than in other electrolyzed treatment. Hardness decrease with the passage of time and the treatment added 0.6% acid decreased most to 2,112g/cm² after 30-day storage from 3,171g/cm². Total phenol content generally decrease rapidly on 10th day of storage. As for PPO activity, the treatment added 0.6% acetic acid showed the lowest level but showed 490~561 unit after 30 days; didn't show remarkable difference among the treatments. In Sensory test, the preference for the treatment of 0.6% acetic acid was lowest and showed no significance among treatments.

6. During distribution of peeled yam, study was carried out to inhibit the browning and preserve the initial quality. Quality comparison was made among the treatments of packing with solution or packing without solution. The treatment packed in the electrolyzed dip solution (pH 8.5, 2.5) and in 0.6% acetic acid solution and the treatment with natural dewatering and packing were compared during 30 days of storage at 0°C. Weight change was observed; the treatment packed in electrolyzed water lost weight rapidly after 20-day storage. Specifically the treatment with electrolyzed oxidizing water showed the least weight loss to 1.6% after 30-day storage. Starch content in the treatment packed with solution showed no change during the storage while the starch content decreased slowly in the treatment without solution. And specifically the change were very slow in the one packed without solution after treated in electrolyzed alkaline water. Viscosities increased in the most abrupt manner on 15th day of storage in the treatment packed without water after treated electrolyzed alkaline water while viscosities showed lowest in the electrolyzed alkaline water treatment without solution.

PPO activity increased somewhat at initial storage, and maintained almost the same level after 5th day of storage, while total phenol content increased rapidly to the level of 1.5 times more than the initial value with the exception of 0.6% acetic

acid treatment on the 15th day of storage. And the change value of surface color (ΔE) showed the lowest at the level of 4 in the treatment electrolyzed alkaline water after 30 storage day. Microbiocidal effect preserved the level of $<10^1$ CFU/g until the 5th day of storage in the treatment of electrolyzed oxidizing water packing with immersion solution. Overall preference when sensory test, showed highest in the treatment in electrolyzed oxidizing water and lowest in the treatment in 0.6% acetic acid and had no significant difference among the electrolyzed treatments.

7. When storage of peeled lotus root in dip solution, quality comparison was made in solutions as tap water(TW), 0.6% Acetic acid solution(AA), pH 2.5(EW-1) and pH 8.5(EW-2). Microbiocidal effect according to solutions was most effective in AA treatment and microbiocidal effect of electrolyzed treatment decreased by 2 log scale to the level of 10^1 comparative to TW. PH value at initial stage of storage was 4.69, lower than other treatments but have no pH value change according to storage period in every treatment. Color change value(ΔE) in AA was 4.04 right after storage while color change value in the treatment in electrolyzed water showed at the level of 3.86~4.35 after 30 days of storage. Total polyphenolic compounds increased a little from the initial level of 57.71~61.09 mg% to 77.60~79.35 mg% after 30 days of storage but had no significant difference according to the treatments. PPO activity was 323.85 unit, lowest in AA treatment after 30 days of storage. Hardness had no internal change according to the storage period but externals decreased by degrees and EW-2 treatment had least change at 3951.98 g/cm². During storage reducing sugar had no change according to treatments. And total sugar increased in AA treatments after 30 days of storage while decreased in other treatments. Sucrose and fructose content had no difference according to treatments and period of storage at the level of 0.95~1.35% and 0.45~0.55% respectively. Stearic acid and linolenic acid of fatty acid during storage inclined to decrease regardless of treatments. Starch increase in all

treatments to 41.56~53.6% on 30th day of storage. Vit. C decreased least in EW-2 at 26.44% on the 30th day of storage. When sensory test overall preference had no distinctive difference among the treatment until 10 days of storage but since then, EW-1 had been estimated highest.

Contents

| | |
|---|--|
| Chapter 1. Introduction | |
| Section 1. Significance of research | |
| Section 2. Trends in related research and technology | |
| Chapter 2 Materials and methods | |
| Section 1. Characteristics test of electrolyzed water | |
| 1. Manufacture of electrolyzed water system | |
| 2. Measurement of property | |
| 3. Measurement of microorganism | |
| Section 2. Sample and treatment | |
| 1. Selection test of peeling methods | |
| 2. Storage test | |
| Section 3. Analysis and Measurement | |
| 1. Peeling loss rate | |
| 2. Property of immersion liquids | |
| 3. Proximate composition | |
| 4. Starch contents | |
| 5. Viscosity, texture and hardness | |
| 6. Microorganism | |
| 7. Total phenolic compounds polyphenol oxidase activity | |
| 8. Reducing sugar and total sugar | |
| 9. Free sugar | |
| 10. Color values, absorbance and weighting loss | |
| 11. Total vitamin C | |
| 12. Fatty acid | |

| | |
|--|--|
| 13. Sensory evaluation | |
| Chapter 3. Results and Discussion | |
| Section 1. Consumption and marketing of peeled root-vegetables and chestnuts | |
| Section 2. Optimum peeling methods of root-vegetables | |
| 1. Potato | |
| 2. Sweet potato | |
| 3. Burdock | |
| 4. Lotus root | |
| 5. Yam | |
| 6. <i>Doraji</i> | |
| 7. Taro | |
| 8. Sensory evaluation by peeling methods | |
| Section 3. Manufacture of cooling immersion liquid | |
| 1. Comparison of property on electrolyzed water by electrolytic diaphragm conditions | |
| 2. Characteristics of electrolyzed water by storage conditions | |
| 3. Sterilization effects of electrolyzed water by electrolytic diaphragm and electrolyte | |
| 4. Physicochemical characteristics of immersion liquid | |
| Section 4. Changes in quality of peeled root-vegetables and chestnut during storage | |
| 1. Comparison of quality change on peeled chestnut during storage by various immersion liquids | |
| 2. Comparison of quality change on peeled taro during storage by various immersion liquids and peeling methods | |
| 3. Comparison of quality change on peeled burdock during storage | |

| | |
|---|--|
| by various immersion liquids and peeling methods | |
| 4. Comparison of quality change on peeled yam during storage by various immersion liquids and peeling methods | |
| 5. Comparison of quality change on peeled <i>Doraji</i> during storage by various immersion liquids | |
| 6. Comparison of quality change on peeled lotus root during storage by various immersion liquids | |
| 7. Comparison of quality change on peeled lotus root during storage by packing conditions | |
| 8. Comparison of quality change on peeled potato during storage by various immersion liquids and peeling methods | |
| 9. Comparison of quality change on peeled sweet potato during storage by various immersion liquids | |
| Section 5. Achievements and contribution | |
| Section 6. Applications of results | |
| Chapter 4. Conclusion and abstract | |
| Chapter 5. Reference | |
| Appendix I Research in related peeling and cleaning equipments | |
| Appendix II economical evaluation | |

목 차

| | |
|---|--|
| 제 1 장 연구개발과제의 개요 | |
| 제 1 절 연구의 필요성 | |
| 제 2 절 국내외 관련기술 현황 | |
| 제 2 장 재료 및 방법 | |
| 제 1 절 전기분해수 특성시험 | |
| 1. 전기분해수 제조장치 제작 | |
| 2. 전기분해수 물성 측정 | |
| 3. 미생물 측정 | |
| 제 2 절 시료 및 처리 | |
| 1. 최적 박피방법 설정시험 | |
| 2. 저장시험 | |
| 제 3 절 분석 및 측정 | |
| 1. 감모율 | |
| 2. 침지 보관액의 물성 | |
| 3. 일반 성분 | |
| 4. 전분 함량 | |
| 5. 점도, 조직감 및 경도 | |
| 6. 미생물수 | |
| 7. 총 페놀성 화합물 함량 및 polyphenol oxidase 활성 | |
| 8. 환원당 및 총당 | |
| 9. 유리당 | |
| 10. 색도, 갈변도 및 중량변화율 | |
| 11. 총 비타민C 함량 | |
| 12. 지방산 함량 | |

| | |
|--|--|
| 13. 관능검사 | |
| 제 3 장 결과 및 고찰 | |
| 제 1 절 박피 근채류 및 간밤의 유통 및 소비실태 | |
| 제 2 절 근채류의 최적 박피방법 설정 | |
| 1. 감자 | |
| 2. 고구마 | |
| 3. 우영 | |
| 4. 연근 | |
| 5. 마 | |
| 6. 도라지 | |
| 7. 토란 | |
| 8. 박피 방법별 관능특성 | |
| 제 3 절 저온처리 침지 보관수 제조시험 | |
| 1. 격막 조건에 따른 전해수의 물성 비교 | |
| 2. 전해수의 보관조건에 따른 특성 변화 | |
| 3. 격막 및 전해액에 따른 전해수의 미생물 살균효과 | |
| 4. 침지 보관용 제조수의 물리적 특성시험 | |
| 제 4 절 처리조건별 박피 근채류 및 간밤의 저장중 품질변화 | |
| 1. 간밤의 침지 보관용 제조수에 따른 저장중 품질변화 비교 | |
| 2. 박피방법 및 침지 보관액에 따른 토란의 저장중 품질변화 비교 | |
| 3. 박피방법 및 침지 보관액에 따른 우영의 저장중 품질변화 비교 | |
| 4. 박피방법과 침지 보관액에 따른 마의 저장중 품질변화 비교 | |
| 5. 침지 보관액에 따른 박피 도라지의 저장중 품질변화 비교 | |
| 6. 침지 보관액에 따른 박피 연근의 저장중 품질변화 비교 | |
| 7. 포장조건에 따른 박피 연근의 저장중 품질변화 비교 | |
| 8. 침지 보관액에 따른 박피 감자의 저장중 품질변화 비교 | |
| 9. 침지 보관액에 따른 박피 고구마의 저장중 품질변화 비교 | |

| | |
|-------|---------------------------|
| 제 5 절 | 목표 달성도 및 관련 분야의 기여도 |
| 제 6 절 | 연구결과 활용 계획 |
| 제 4 장 | 결론 및 요약 |
| 제 5 장 | 참고문헌 |
| 부록 I | 박피 및 세정 설비 관련 자료 |
| 부록 II | 박피 근패류 및 간밤의 경제성 평가 |

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구의 필요성

1. 기술적 측면

○ 최근 들어 식생활이 많이 변화되어 가는 경향을 보이면서 천연상태의 품질을 최대한 유지하면서 비가열살균 처리한 신선 과채소류를 그대로 섭취하기 때문에 재래시장 및 대형 슈퍼마켓 등에서 신선편이 과채소류 제품이 다수 판매되고 있으나, 아직 초보적 단계로 제조 판매되고 있으며, 과채류의 선도유지 등 다양한 유통기술 개발을 위한 많은 연구가 수행되어 왔으나 실용화된 적용기술은 아직 미흡한 실정임.

○ 신선 편이 과채류 가공식품(minimally processed fruits and vegetables)은 편의성과 경제성을 장점으로, 1990년 초부터 미국과 유럽을 중심으로 급격한 성장한 소비형태로 채소류를 세척, 절단 후 소비자 요구에 맞는 형태와 크기로 포장, 유통하는 것을 일컫음.

○ 이와같이 최소가공 과채류는 1차적인 전처리 단계에 의해 편리한 상태의 제품으로 만들기 위해서는 세척, 절단 및 박피 등의 공정에서 품목별, 가공공정별 적합한 처리 방법 및 미생물학적 안전성 등을 확보하여야 함은 필수적이지만 저장 및 유통 중에 변색, 저온장해, 미생물에 의한 부패, 유해 병해충의 발생 등의 여러 문제들에 의해서 품질열화가 일어나고 있는 실정임.

○ 최소가공제품 제조시 절단 및 박피 과정 중에 발생하는 조직의 심한 손상은 수분 손실, 미생물감염, 갈변 등을 유발하여 최소가공 제품의 저장성 및 초기품질을 크게 저하시키며 특히, 토란, 마, 연근, 도라지, 우영, 감자, 고구마 등의 구근류는 다량의 수분이 함유되어 있어 쉽게 변질되고, 장기보관이 어려워 유통중에 부패미생물의 작용에 의하여 품질이 쉽게 저하될 뿐만 아니라 취급부주의나 접촉오염에 의하여 *Listeria monocytogenes*균과 같은 식중독세균에 오염되어 위생상에 심각한 문제를 초래할 수 있음.

○ 이를 해결하기 위한 방안으로 비가열 처리기술의 일환으로 초고압 및 펄스전기장

을 이용한 기술, 그리고 방사선, 오존 및 화학약품 등으로 처리하는 연구가 수행되고 있으나 이들 기술에 의해서 야기되는 안정성 문제 등의 부작용과 고가의 장치, 연속 조업의 어려움 등이 있어 현장 적용에 상당한 어려움이 있음.

○ 박피 과채류 중 수출용 깎밤 등은 대부분 수작업에 의해 내피와 외피를 제거한 깎밤으로 명반을 첨가한 저장액에 얼음을 침지하여 PE film에 포장한 상태로 일본 및 유럽 등지로 수출되고 있으나, 유통시 저장액이 탁해지는 백탁 현상 또는 과육에 흑점이 발생하는 등 많은 어려움을 겪고 있을 뿐만 아니라 박피 과채류의 침지용 저장액의 비율이 명반수의 경우에는 시료중량 대비 1:1(w/v) 비율로 저장됨으로써 유통시 막대한 운송비 부담을 지니고 있는 실정임.

○ 따라서 국내 우수 과채류의 해외 수출과 장기 저장을 위해서는 우선적으로 신선편이 박피 과채류의 위해미생물 등으로부터 안전한 제품의 유통을 위한 세정 및 살균처리기술, 변색 억제 및 조직연화 방지를 목적으로 한 고품질 유지기술, 그리고 유통기간의 연장 및 경제성을 고려한 침지용 저장용 유통처리 기술에 대한 연구가 필수적으로 시급한 실정임.

2. 경제·산업적 측면

○ 최근 식품소비에 있어 나타나고 있는 특징적인 변화는 종전의 칼로리 및 영양성 위주에서 건강지향성과 편의성이 중시되고 있고, 식품소재별로는 과일 및 채소류의 비중이 점차 증가되고 있으며, 신선식품에 대한 소비기호가 뚜렷한 성장세를 보이고 있다는 특징이 있음.

○ 또한, 경제성장에 따른 산업화는 독신자 증가, 맞벌이 부부 증가와 함께 젊은세대의 증가로 패스트푸드 산업이 크게 성장함에 따라 과채류 소비에 있어서도 지금까지는 구입 후 가정에서 세척, 가공처리에 의해 소비하여 왔으나 앞으로는 슈퍼나 식품점에서 구입 후 바로 식탁에서 소비하는 방향으로 발전할 것임.

○ 뿐만 아니라, 학교, 회사 등에서 단체급식의 증가로 과채류 최소가공제품의 수요는 더욱 증가될 것으로 예상되며, 비타민류와 미량요소가 함유되어 있는 신선 과채류 편의식품의 구매를 용이하게 함으로써 국민 건강증진과 함께 삶의 질 향상에 기여할 것

으로 판단됨.

○ 덧붙여, 외국에서 오는 많은 관광객이 위생적으로 가공된 과채류를 시식하게 됨으로써 국내산 과채류의 우수성이 인정되어 향후 국내에서 재배되어 최소가공 처리된 과채류의 수출도 증진될 것으로 여겨짐.

○ 한편, 일본의 경우를 살펴보면 신선야채류의 수입량은 소비증대 및 기후상황 등 국내산의 출하량의 한정으로 인하여 1990년대 전반 이후 매년 급격히 증가하고 있는 실정이며, 최근에는 매년 전세계적으로 이상기후가 계속되고 있는 것 등을 감안해 볼 때, 금후 안정적인 공급의 관점으로 본다면 자국산 만으로는 당연히 충족하기 어려워 신선야채류에 관해서는 금후 크게 주목해야 할 상품이라고 판단됨.

○ 과채류 수출시 문제점중의 하나인 식물검역으로 대부분의 국가에서는 공통적으로 냉동·건조 채소류 및 채소가공품에 대해서는 식물검역 규제를 하지 않고 있으나 흙이 부착된 채소류는 모든 국가에서 폐기·반송 처분하고 있음.

○ 수출용 과채류는 선별 및 전처리 등을 대부분 수작업에 의존함으로써 인력부족 및 인건비 부담이 심화되고 있으며, 또한 선도 및 품위 유지를 위한 저온관리와 부피는 크고 금액은 상대적으로 낮은 농수산물의 수출시 내륙 및 해상용 컨테이너 작업에 따른 운송비 부담이 상대적 과중한 실정으로 수익성이 떨어지고 있는 실정임.

○ 따라서 미국 등 선진외국에서는 살충효과가 높고 품질저하를 최소화하면서 내부가해 해충을 사멸시킬 수 있는 방사선조사 및 증열·건열처리, 저온처리 등 물리적 소독방법에 대한 기초연구가 활발한 실정임.

○ 향후 과채류의 신선도 유지 및 안전성의 확보, 일본 등 외국시장이 요구하는 규격, 품질의 확립, 소비자의 저가격 지향에의 대응, 산지로부터의 위생적인 전처리 및 장거리 수송에 적합한 기술이 개발되면 농가소득에 상당히 이바지 할 것으로 여겨짐.

3. 사회·문화적 측면

○ 식생활 형태가 편리화, 서구화되면서 육류소비의 증가와 이에 따른 과채류 소비 증가가 두드러지게 나타나고 있다. 즉, 외식 및 조리식품 등의 편의성이 향상된 가공품에 대한 수요가 증가하고 있다. 또한, 식품의 구매행동도 질과 서비스 및 가격과 가

치의 균형을 중시하는 경향이 있으며, 환경문제에 관심이 집중되면서 과잉포장의 개선, 용기의 개선, 폐자원의 재사용 등에 관심이 증가하고 있는 실정임.

○ 또한, 국민소득 증대로 인한 국민식생활 향상에 따라 신선 채소류를 그대로 또는 착즙하여 음용하는 형태의 소비가 급증함으로써 유통물량의 증대와 더불어 소비구조가 영양, 위생, 안전, 기호, 편의성 등의 소비취향과 같은 양적인 측면보다는 질적인 측면으로 전환되고 있어 우수한 품질의 과채류를 선호하는 경향이 두드러지고 있음.

○ 특히, 상치, 썩갓 및 딸기 등 대부분의 청과물은 세정 후 그대로 식용하는 기회가 증가하고 있고, 건강문제가 대두되면서 샐러디, 신선초 등을 착즙하여 음용하는 가정이 증가함에 따라 최소가공(minimal processing) 채소의 유통이 콜드체인 형태로 일반화되고 있으나 청과물 표면에 오염되어 있는 대부분의 위해물질과 오염물질은 세척과정에서 거의 제거되지 않기 때문에 식용 시 국민건강 측면에서 문제를 야기 시킬 수 있어 가시적인 살균효과를 부여할 수 있는 방법의 필요성이 점차 고조되고 있는 실정임.

○ 신선 과채류 편의식품을 산업적 측면에서 살펴보면 최근 들어 그 규모가 날로 확장되고 있는 단체급식(catering) 업체는 비용, 노동력, 위생적인 이유로 박피, 제심, 절단, 세척 등의 최소가공 공정을 거쳐 완성된 편의식 채소나 과일을 구입하고자 하는 경향이 급증하고 있으며 일반 소비자들도 점차 편리하고 바로 이용 가능(ready-to-use)하거나 바로 먹을 수 있는(ready-to-eat) 상태의 과일이나 채소에 대한 선호가 증가함에 따라 기존 과실 및 채소류의 유통 방법에서 탈피하여 상당량의 신선 농산물은 점차 최소가공 처리되어 유통될 것으로 예상하고 있음.

제 2 절 국내외 관련기술 현황

1. 신선편이 과채류식품의 안전성 및 선도유지 기술개발 동향

① 원재료 선정

과일 및 채소류의 최소가공에 있어서 원재료에 따른 적정 가공방법에 대한 체계적인 연구가 진행된 바는 없다(Wiley, 1994). 다만 사전에 박피 및 절단을 하고자 할 때 원재료인 채소와 과일은 세척하기 쉽고 박피하기 쉬워야하며 품질은 당연히 1등급이어야 한다는 것은 자명한 일이다. 특히 가공에 앞서 원재료를 적절하게 저장하고 조심스럽게 손질하는 것은 고품질의 편의식 채소를 준비하는데 있어 매우 중요하다. 품종이 다른 8가지 채소에 대해 최소가공의 적합성 여부를 확인한 연구결과(Ahvenainen and Hurme, 1994)에 따르면, 특정 채소의 모든 품종이 다 편의식을 만들기 위한 최소가공에 적합하지는 않다고 한다. 특히 당근, 감자, 순무, 양파의 경우 적절한 품종의 선택이 매우 중요한데 예를 들어, 당근이나 순무 가운데 가장 액즙이 풍부한 품종은 며칠 동안의 유통기한이 필요한 편의식 제품 제조에는 사용할 수가 없고, 감자의 경우 품종을 잘못 선택하면 색상과 향미에 문제가 생길 수 있다. 더욱이 기후 조건, 토양 상태, 비료의 사용, 수확 조건 등을 포함한 재배 관습은 최소가공시 채소의 '반응양상'에 매우 큰 영향을 미칠 수 있는데, 특히 감자의 경우 매우 민감하게 영향을 받는다. 향후 이러한 측면에서의 최소가공은 더 많은 연구가 필요할 것이다. 아마도 미래에는 최소가공용 과일과 채소를 특별히 상태가 조절된 조건에서 재배할 것이고, 더욱이 식물을 연구하는 유전학자는 최소가공에 적합한 재배 품종이나 혼합종을 선택하거나 만들어낼 것으로 예측된다(Varoquaux and Wiley, 1994).

② 박피, 절단 및 세절

감자, 당근, 사과 등의 일부 채소나 과일은 반듯이 박피 과정을 필요로 하는데, 품목에 따라 몇 가지 박피 방법이 적용 가능하나 산업적인 규모로 박피를 행할 때는 일반적으로 기계적(예를 들면, rotating carborundum drums), 화학적인 방법 또는 고압 스팀 박피기로 이루어진다. 그러나 관련 연구결과(Ahvenainen and Hurme, 1994)

에 의하면 박피는 가능한 한 조심스럽게 해야 하며, 가장 이상적인 방법은 예리한 칼을 사용해서 손으로 박피하는 것이라고 한다. O'Beirne(1995)은 아일랜드산 헛 당근의 경우 손으로 박피한 당근은 박피하지 않은 당근보다 대략 15% 정도 호흡률이 증가한 반면, 마찰식(미세 마모, 거친 마모방식 모두)에 의해 박피한 것은 손으로 박피한 것보다 호흡률이 거의 2배로 증가한 것을 확인하였다. 더욱이 저장 당근의 경우에는 거친 마모방식에 의한 박피 당근은 손으로 박피한 당근보다 거의 3배의 호흡률을 나타냈다. 결과적으로 마찰방식으로 박피한 당근은 손으로 박피한 것보다 미생물 증식 속도가 더 빨랐으며, 관능적 품질에 있어서도 손으로 박피한 당근이 마찰방식에 의한 박피 당근보다 다소 더 우수하게 나타났다.

한편 기계적으로 박피한 감자의 경우에도 손으로 박피한 감자보다 갈변이 훨씬 심하여서 carborundum으로 박피한 감자는 갈변 억제제로 처리해 주어야 하지만 손으로 박피한 감자는 물에 씻어내는 것만으로도 충분하였다(Ahvenainen and Hurme, 1994). 따라서 기계적 박피를 사용하는 경우라도 칼로 박피한 것과 비슷하도록 해야 가장 이상적이며, carborundum, 스팀 박피 또는 부식성 산(caustic acid)은 채소의 세포벽을 파괴시켜 미생물 성장 및 효소적 변화의 가능성을 높일 우려가 있으므로 주의가 요구된다.

이미 잘 알려진 바와 같이 절단 및 세절 공정은 가능한 한 예리한 칼이나 칼날을 사용해야 하고 스테인레스 제품을 사용해야 한다. Ohta와 Sugawara(1987)는 양상추를 절단하거나 세절할 때 날카로운 칼날을 사용하는 것이 무딘 칼날보다 더 유리하다는 것을 확인하였으며, O'Beirne(1995)는 당근에 대해서 비슷한 결과를 보고하였다. 예리한 면도칼을 사용하여 당근을 자르면 상업적으로 이용되는 여러 가지 절단기를 이용하는 것보다 미생물이나 관능적인 측면에서 수용도가 더 높았다. 이는 무딘 칼로 식물체를 절단하게 되면 세포를 파괴시키고 조직액을 다량 유출시키기 때문에 품질 유지가 어려워지는데 기인한다. 한편 절단 공정에 사용되는 칼날이나 절삭기구는 1% hypochlorite 용액을 사용하여 소독하는 것이 좋고, 사용할 때 진동하는 장비는 잘린 절단표면의 품질을 저하시킬 수 있으므로 절단기는 반듯이 단단하게 고정해야 할 필요가 있다.

③ 세척, 수세 및 건조

납품받은 채소 및 과일 원재료가 흙, 진흙, 모래 등으로 덮여 있다면 가공공정을 거치기 전에 우선 조심스럽게 이물질을 닦아내야 하며, 대부분의 경우 박피 또는 절단 과정 후에 2차 세척이 이루어진다. 예를 들어, 배추나 양배추는 절단 과정 후 반듯이 세척해야 하지만 당근은 절단하기 전에 미리 세척해야 한다. 이러한 박피나 절단 후의 세척 과정은 미생물 및 세포 조직액을 제거하여 가공 이후의 저장 과정 중에서 미생물 생육과 효소적 산화를 감소시키는 역할을 한다. 특히 농산물을 세척할 때는 단순히 물에 담가두는 것보다 흐르는 물 또는 기포 발생장치를 사용하는 것이 더 좋으며, 이에 사용되는 세척수는 미생물 오염문제가 없어야 하고 관능적인 품질도 우수해야 하며 가능하다면 5°C 이하로 수온이 낮아야 한다. 일반적으로 세척수의 양은 박피 및 절단 전에는 5-10 l/kg, 후에는 3 l/kg을 사용하도록 권장하고 있다 (Ahvenainen and Hurme, 1994).

또한 초기 미생물수를 줄이고 효소활성을 떨어뜨려 신선 상품의 유통 기한과 관능적 품질을 향상시키기 위해서 세척수에 보존제를 첨가하여 사용할 수도 있다. 일부 문헌에는 과채류의 최소가공에 사용할 수 있는 여러 보존제가 소개된 바 있으나, 그 중 일부만이 현재 상업적으로 사용되고 있으며 다른 보존제의 효율성에 대해서는 정보가 부족한 형편이다. 더욱이 일부 국가에서는 염소제재와 같은 보존제의 사용을 허용하지 않고 있다. 여러 연구자들에 의하면 박피 및 절단 전후에 세척액 1 l 당 100-200 mg의 염소나 구연산을 첨가하는 것이 제품의 유통기한을 연장하는데 효과적이라고 한다. 그러나 염소제재를 사용할 경우 채소류 제품은 반듯이 행균 과정을 거쳐 염소 농도를 식수와 동일한 수준으로 낮추어줌으로서 관능적 품질을 향상시켜야 할 것이다. 특히 염소 처리효과는 pH가 낮고, 세척액의 온도가 높으며, 불순물이 적은 물로 정확한 접촉시간을 지킬 때에 더욱 효과적일 수 있다. Kabir(1994)에 의하면 염소 농도가 70 mg/l 일 경우 최적 접촉시간은 12-13초라고 한다. 염소 화합물이 수용액이나 가공장비의 오염 미생물을 불활성화시키는데에는 매우 효과적임에도 불구하고, 신선한 과일이나 채소에서 발견되는 미생물에 동일한 효과가 있는지에 대해서는 상반된 견해가 있다(Brackett, 1994). 예를 들어 염소 화합물이 상추와 같은 몇몇 엽채류에서는 호기성 미생물수를 줄이는 것으로 나타났지만, 근채류나 양배추에서는 반드

시 그렇지 않은 않았다. 이에 반해 Torriani와 Massa(1994)는 절단된 당근을 염소수 (20 mg free chlorine/ℓ)로 세척했을 때 coliform은 현저하게 줄지만 호기성 세균수는 그다지 영향받지 않음을 확인하였다. 결과적으로 염소 화합물의 처리 효과는 대상 품목과 처리 농도에 따라서 미생물 감균효과가 다른 것으로 이해되며, 실제로 저자들의 실험결과에서도 양파나 파 등의 일부 채소류는 염소수 처리에 의한 저온성 세균 및 호기성 미생물 등의 감소를 기대하기 어려웠고 설혹 초기 감균효과가 인정되더라도 저장 중의 품질과는 반드시 일치하지 않는 경향을 나타내기도 하였다.

어쨌든지 최소가공 처리된 채소류를 100 mg/ℓ의 농도로 염소를 함유한 세척수에 조심스럽게 수세하고 그 후 다시 행귀내는 과정은 관능적인 측면에서 제품의 유통기한을 최소 며칠에서 7-8일까지 증대시킬 수 있는 것으로 나타났다. 특히 원재료 상태의 당근을 박피한 후에 구연산이나 염소수 용액에 세척한다면 최종 박피 당근제품의 관능적인 유통기간도 현저하게 연장된다. 물론 세척 과정은 박피 당근, 세절 배추, 박피 감자 등의 비타민(vitamin C와 carotene) 함량을 유의적으로 감소시키지는 않았으며, 이들의 주요 감소요인은 저장시간에 의해 좌우된다(Hagg 등, 1995).

한편 세척 후 제품에 잔존하는 물기를 제거할 때는 가능한 한 조심해서 다루어야 한다. 현재까지는 원심분리가 가장 좋은 방법으로 알려져 있으나, 제품에 따라 원심분리 시간과 속도를 신중하게 결정해야 한다. Ohta와 Sugawara(1987)는 세절한 양상추를 basket 타입(직경 52 cm, 1000 rpm)의 원심분리기에서 30초간 건조했을 때 최대의 유통기간을 얻을 수 있었다고 한다.

④ 갈변 방지

여러 조각으로 절단한 사과나 감자와 같은 과일, 채소류에 있어 품질과 관련한 주요 문제는 과육의 갈변현상으로서 특별히 외관상의 품질 저하를 일으키며 물로 세척하는 것만으로는 변색을 막기에 충분하지 않다. 이러한 갈변을 방지하기 위해 전통적으로 황화합물(sulfites)을 많이 사용하여 왔으나, 황화합물의 사용은 몇 가지 단점을 지니고 있는데 특히 천식을 가진 사람에게는 위험한 부작용을 일으킬 수 있다. 이 때문에 미국 FDA(1991)에서는 황화합물의 사용을 부분적으로 제한하기로 1990년 봄에 결정하였고 그에 따라 황화합물 대체물에 대한 관심이 점차 고조되고 있다. 이러한

측면에서 구연산(CA)은 ascorbic acid(AA)와 함께 또는 단독으로 쓰이기도 하고, 감자에 대해서는 potassium sorbate와 함께, 사과에서는 4-hexyresorcinol과 함께 사용함으로써 황화합물을 대체할 수 있는 갈변 방지제로 각광을 받고 있는데, 특히 손으로 박피한 제품의 경우에 더 효과적이다. 더욱이 Sapers와 Miller(1995)는 박피(마찰식 또는 고압 스팀으로 박피)한 감자를 AA와 CA의 가열 용액으로 처리함으로써 매우 긍정적인 결과를 얻었다. 즉, 박피 감자를 1% AA와 2% CA 용액에서 5-20분간 45-55°C로 가열한 후 냉각시키고 다시 4% AA, 1% CA와 1% sodium acid pyrophosphate를 함유하는 갈변 방지액에 5분간 담궈서 처리하게 되면, 갈변 억제제만으로 처리할 경우 3-6일만에 변색이 일어나는 것에 반해 이러한 혼합 처리로 인해 4°C에서 14일동안 감자의 변색을 방지할 수 있었다고 한다. 갈변 방지방법에 있어 가장 관심을 끄는 분야는 ‘천연물’을 이용하는 것으로, 특정 셀러드 재료의 혼합이 서로의 갈변을 방지하는 것과 같은 사례를 예로 들 수 있다. Lozano-de Gonzales 등(1993)은 파인애플 주스가 신선한 절단 사과제품의 갈변을 방지하는데 황화합물을 대신할 만큼 좋은 대체물임을 알아냈다. 감자는 박피하기 전에 15°C에서 2주간 열처리함으로써 어느 정도 갈변에 대한 민감도를 줄일 수 있는데, 이는 주로 환원당 함량이 열처리 과정 중에 줄어들기 때문이다.

⑤ 진공 포장

신선 과채류 편의식품에 대해 환경기체조절포장방법 가운데 한가지로서 진공포장(MVP)을 적용할 수도 있다. 이는 최소가공한 제품을 강성 밀폐용기에 충전한 후 40 kPa으로 감압포장하여 4-7°C의 냉장 온도에서 저장하는 방법으로 초기 기체조성은 정상적 공기(21% O₂, 0.04% CO₂, 78% N₂)와 같지만 분압이 낮은 것이 차이점이다. 일반적으로 저농도 O₂ 조건은 대사활성 및 변패 미생물의 성장을 더디게 함으로써 결과적으로 포장제품의 품질을 안정화시키는 역할을 한다. Gorris 등(1994)은 MVP 기법을 적용하여 붉은 피망, 치커리, 조각 사과, 조각 토마토 등의 미생물적 품질을 향상시켰고, 살구와 오이의 관능적 품질을 향상시켰으며, 녹두나물(mung-bean sprout)과 혼합 채소의 경우에는 미생물적, 관능적 품질을 동시에 향상시킬 수 있었다고 한다. 또한 이들은 7°C에서 녹두나물에 대해 *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*,

Salmonella typhimurium, *Bacillus cereus* 등으로 병원균 접종실험을 실시한 결과, MVP 포장구에서 저장기간 중 모든 병원성 세균들이 생존력을 급속히 소실함을 확인하였다. 한편 Heimdal 등(1995)은 80 μ m 두께의 유연성 PE 필름봉투를 사용하여 MVP(46 kPa의 압력으로 진공)를 적용하였는데, 세절한 iceberg 품종의 양상추를 MVP로 포장하고 3가지 다른 포장 방법(59 μ m의 다층 공압출 필름에 상압포장, 59 μ m의 다층 공압출 필름에 80% O₂, 20% CO₂로 기체치환포장, 80 μ m PE 필름에 80% O₂, 20% CO₂ 기체치환포장)을 적용하여 포장구별로 유통기간을 비교하였다. 실험 결과, MVP와 80 μ m PE 필름에 80% O₂, 20% CO₂ 기체치환포장 시스템은 5℃에서 10일간 저장하는 동안 효소적 갈변을 방지하였으나, 59 μ m의 다층 공압출 필름에 상압포장 시스템에서는 저장 3일 후 특히 외관 품질이 매우 저하되었다. 양상치를 80% O₂, 20% CO₂로 기체치환 포장했을 때 PE 필름보다 다층 필름에 포장한 경우가 더 심하게 갈변이 일어났다. 그러나 외관상 품질이 우수해 보이더라도 이취 생성이 증가되므로 10일 이상 저장하는 것은 피해야 할 것이다.

2. 박피 과채류의 저장성에 관한 연구 동향

① 토란은 우자(芋子), 토련(土蓮), 토지(土芝), 흑토, 땅토란으로 불리며 부위에 따라 우, 우자, 우두, 우경, 우엽으로 나뉘며 열대, 온대 지방에서 재배되는 다년생 초본으로 지대가 습한곳에서 잘 자란다. 토란은 *Araceae*과에 속하며 전세계적으로 100속이 있으며 1,500품종이 분포하고 있다. 식용가능한 토란 중에서 *Colocasia*와 *Xanthosoma*속이 중요하며 *C. esculenta*종이 가장 잘 알려져 있다. 근채류에 속하는 토란의 국내 생산은 약 2,000톤 정도이며 토란의 생산은 현재 주로 전남 곡성에서 수확된 물량을 서울 등 대도시에 판매하는 양이 전체의 80%이상을 차지하며 그 외에도 경기도 여주, 이천지역과 충청도 지역에서는 소량재배하고 있다. 토란은 7월 중순부터 수확하나 보통은 10월 중하순이 수확의 적기이다. 토란의 재배 및 수확에 관한 연구는 일본의 경우 과거부터 활발히 이루어졌으나 우리나라에서는 매우 미비한 실정이다. 일반적으로 토란의 주성분은 탄수화물 중 전분질이며, 우리나라에서는 외피를 제거하고 물속에 하루 정도 침지한 후 이물과 협잡물 등을 제거하여 토란국으로 요리하여 식용하고 있

다.

토란은 수확 후 1~2주 지나면 저장 중 손상이 일어나기 시작하며 수확 후 4주까지는 저장이 가능하다는 보고도 있으나 수확 후 6주 저장 후 28~35%의 무게감소를 보였다는 연구결과도 있다. 그러므로 토란은 2주부터 품질손실이 초래되어 6주 후에는 심각한 부패를 초래한다고 볼 때, 박피 토란의 저장성은 갈변 및 영양소 소실을 쉽게 일으키므로 유통기한은 이보다 훨씬 짧은 7일을 넘기지 못하고 있어 토란의 수확 후 전처리 및 유통에 있어 초기품질 유지가 매우 심각한 문제로 대두되고 있는 실정이다.

② 국내의 밤 생산량은 1970년대 연평균 만 2천 톤을 생산한 이후 지속적인 증가를 보여 1998년에 13만 톤에 달하는 세계 제 1위의 생산국으로 자리매김하였다. 국내에서 약 60%가 생울로 소비되며, 가공용 밤 소량을 제외하고는 대부분 일본으로 수출되어지고 있다. 수출용 간밤은 외피와 내피를 제거한 형태로 얼음 또는 저장액에 침지하여 PE film에 포장한 후 수출하고 있으나 유통 중에 밤 과육에 흑점이 발생하거나 냉각수가 탁해지는 현상이 생기는 이유로 많은 어려움을 겪고 있다. 국내에서는 대부분 생울로 유통되기 때문에 밤의 저장 기술에 관한 연구는 활발히 수행되어 움저장, 저온저장, PE film의 두께별 저장효과 및 방사선 조사법이 보고되었고, 밤 성분 변화에 관한 연구로는 저장 중에 지질 성분의 변화, 저장 중의 성분변화 밤의 아미노산 조성, 동결건조 후 성분의 변화에 관한 연구보고는 있으나 수출용 간밤의 저장액에 관한 연구는 매우 미흡하여 전해산화수를 저장액으로 이용한 연구가 일부 시도되기는 하였으나 저장액의 변화만을 살펴보았을 뿐 저장액을 달리하였을 때 밤 성분의 변화에 대한 연구는 전무한 실정이다.

③ 또한, 간밤의 갈변 원인으로는 과육 중의 polyphenol의 산화와 지질이 저장 중에 산화되어 생성되는 carbonyl에 의한 amino-carbonyl 반응 때문이라고 알려져 있으며, 이 중 polyphenol에 의한 갈변현상은 최소가공이나 저장 중 polyphenol oxidase 및 peroxidase에 의한 효소적 갈변을 일으키기 때문에 식물체에서 갈변을 억제하는 방법을 연구할 때 가장 중요하게 다루는 항목이다. 그러나 이에 관한 연구는 밤에서 peroxidase를 분리하여 효소적 특성을 연구한 결과는 있지만 polyphenol oxidase나 peroxidase를 억제하는 방법이 다방면으로 연구되어진 사과나 감자에 비해서는 매우

미흡한 실정이다.

④ 그 외에 연근, 우엉, 도라지, 마 등에 있어서는 원료 농산물의 저장중 품질변화 및 저장시험과 관련한 연구보고 조차도 찾아 볼 수 없는 실정이므로 신선 편이용 제품 개발과 관련한 전처리 및 박피한 시료의 세정, 소포장 보관용 침지수 연구는 전무한 실정임.

⑤ 이와 관련된 유사 연구에 있어, 본 과제의 연구책임자는 그간의 연구 결과들을 한국식품과학회지 및 한국농산물저장유통학회지에 여러 편의 논문을 게재하였을 뿐만 아니라 국제 심포지움 및 국내 학술발표회에서 다수 발표한 바 있으며, 주요 연구내용은 다음과 같다.

- 수출용 깐밤의 품질유지, 수송비 절감 및 유통기간 연장에 이바지하기 위하여 전해산화수에 유자과즙, 레몬과즙, NaCl 등을 첨가하여 제조한 침지 저장액을 사용하여 깐밤의 갈변억제에 따른 저장 효과를 살펴보았음.

- 국내 주요 과채류의 초기 선도유지 및 저장성 향상을 위하여 세정효과를 증대시키기 위한 방안으로 에탄올, 비타민 C, 계면활성제, 과즙 등의 다양한 식품첨가물의 첨가에 따른 초기 미생물 세정효과 및 갈변억제에 대하여 연구한 바 있음.

제 2 장 재료 및 방법

제 1 절 전기분해수 특성 시험

1. 전기분해수 제조장치 제작

본 실험에 사용한 전기분해수 제조 시스템은 Fig. 1과 같이 구성하였다. 본 장치의 특징은 격막식 방식으로는 1단 및 2단 전기분해, 무격막식 방식에서는 1단 및 2단 전기분해를 동시에 한 시스템에서 적용할 수 있도록 제작하였다. 전극은 이리듐 도금 티타늄 재질의 판형(70×140×1 mm)으로 제작하였고, 격막식에서는 격막 간격에 따른 전해수 특성을 살펴보기 위하여 격막 간격을 0.8, 1.0 mm로 각각 변경하면서 실험할 수 있도록 하였다. 또한, 전해액 공급은 연속적으로 유수하는 방식이며 조절레버를 이용하여 0~10 mL/min로 조절 가능하도록 하였다.

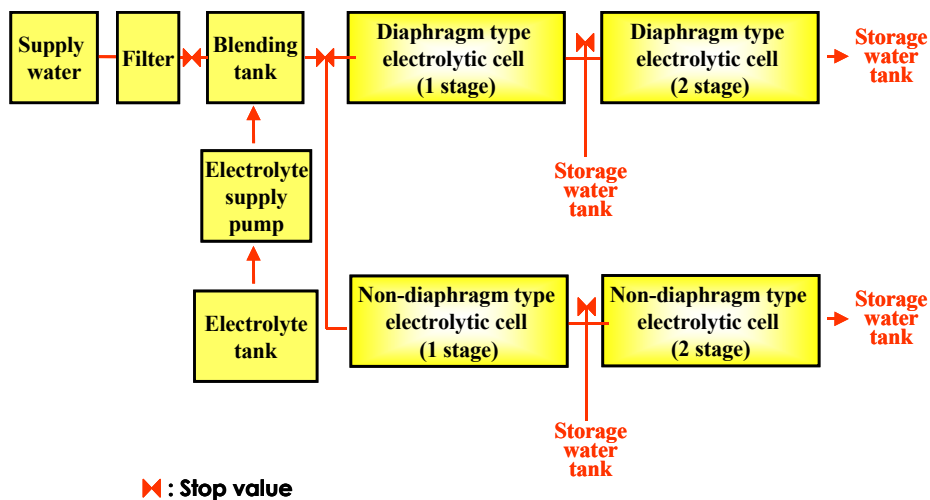


Fig. 1. Schematic diagram of electrolyzed water system.

2. 전기분해수 물성 측정

전기분해수의 pH는 pH meter(Suntex, 2000A, USA)를 사용하였으며, 산화환원전위(oxidation-reduction potential; ORP)의 측정은 ORP meter (RM-12P, TOA Electronics, Japan)를, 그리고 차아염소산(HClO) 함량은 식품공전에 따라 정량하였으며 전해수 50 mL에 KI 2 g, acetic acid 10 mL와 1% 전분지시약을 몇 방울 가하여 흑갈색이 되도록 한 후 0.1 N Na₂S₂O₃ 용액으로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하였다. 소요된 0.1 N Na₂S₂O₃의 소비량(mL)을 아래 식에 따라 환산하여 차아염소산(ppm)으로 표시하였다.

$$\text{차아염소산(ppm)} = 0.1\text{N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 소비량(mL)} \times 7.092$$

3. 미생물 측정

전기분해수의 미생물 살균효과를 살펴보기 위하여 *Botrytis cinerea*(ATCC 6973), *Glomerella cingulata*(ATCC 6075), *Bacillus cereus*(ATCC 1012), *Vibrio proteolyticus*(ATCC 2730), *Salmonella typhimurium*(ATCC 1925), *Clostridium perfringens* (ATCC 3269), *Pseudomonas fluorescens*(ATCC 2344), *Escherichia coli*(ACTC 1039)는 유전공학연구소 유전자은행에서 분양 받아 사용하였으며, *Aspergillus niger*(KFRI 993), *Lactobacillus plantarum*(KFRI 464), *Staphylococcus aureus*(KFRI 171), *Clostridium butyricum*(KFRI 750)는 당 연구원에서 분양 받아 사용하였다. *Botrytis cinerea*의 사용 배지는 Potato sucrose agar(Difco 사), *Glomerella cingulata*는 Potato dextrose agar(Difco 사), *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas fluorescens* 및 *Staphylococcus aureus*는 Nutrient agar(Difco 사), *Vibrio proteolyticus*는 3% NaCl을 첨가한 Nutrient agar를, *Aspergillus niger*는 Malt extract agar(Difco 사), *Lactobacillus plantarum*는 5% Lactose를 첨가한 MRS medium을, *Clostridium perfringens* 및 *Clostridium butyricum*는 Reinforced clostridial medium(Difco 사)을 사용하였다. 미생물 측정은 대상 균주를 20 mL의 배지에 접종하여 30-37°C에서 24-48시간 동안 배양한 후 원심분리(3,000 rpm, 15분)하여 얻은 균체에 20 mL 인산완충용액(pH 7.2, 10 mM)을 넣어 현탁하였다. 현탁균액 1 mL씩을 미리 멸균한 시험관에 분주하고, 준비해 둔 전기분해수를 가하여 10 mL로 한 다음 25°C 수조에 넣어 진탕하면서 노출시간에 맞추어 1 mL씩 취하여 멸균생리식염수로 단계 희석한 다음, 배지에 pour plating 한 후 배양하였다. 대조구는 멸균 증류수를 사용하였다.

제 2 절 시료 및 처리

1. 최적 박피방법 설정시험

가. 실험재료

실험에서 사용된 감자, 고구마, 우엉, 연근, 마, 도라지는 현지에서 당일새벽에 수송되어 온 신선한 것을 경기도 성남의 대형 유통점에서 실험당일 구입하여 사용하였다. 각 시료는 수돗물로 흙 등의 이물질을 제거하기 위하여 세척한 것을 박피 방법별로 각각 처리한 후 즉시 세정수(수돗물, 전기분해수 및 염소수)로 행군 다음 시료로 사용하였다.

나. 박피 방법

1) 수작업에 의한 박피

수작업 박피는 일반 과도와 박피 도구, 공업용 sandpaper 등 3종을 사용하였다. 즉, 박피 도구는 Y자형으로 생긴 근채류 전용 박피도구로 직경 16 cm의 손잡이에 5×0.8 cm 크기의 두겹 칼날이 달려있는 것을, 그리고 sandpaper(일반공업용 80 Cw 규격)는 10×10 cm의 크기로 잘라 사용하였다.

2) 기계적 박피

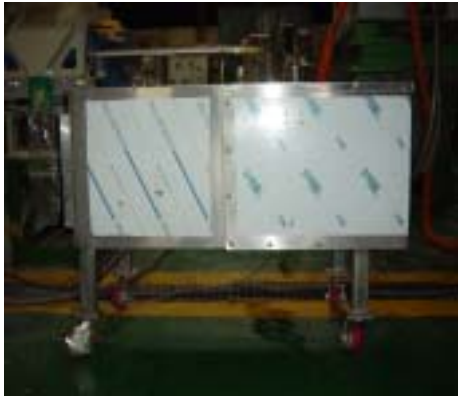
기계적 박피는 시료의 외형에 따라 3종의 기계를 사용하였다.

① 마찰형 type 박피기(Potato & Roots-Crops Peeler FM-20. CHUO BOKEI GOSHI KAISHA Japan) : 커다란 등근 통에 바닥표면에 석면이 부착되어있는 형태로 서 통 내부가 300 rpm의 속도로 회전하여 석면에 의해 시료가 박피되는 형태이다.

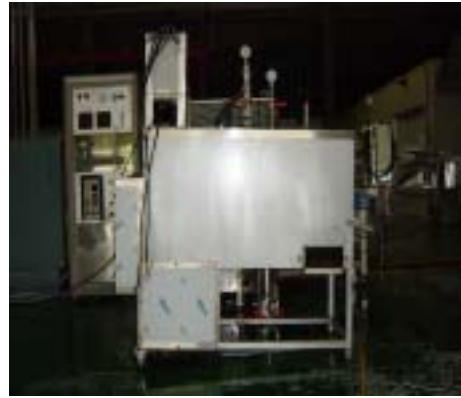
② 회전식 칼날 삭피 type 박피기(한국식품연구원 자체제작) : 회전방식은 구근류 박피기와 유사하고 바닥표면에 칼날이 부착되어 회전 시 칼날에 의해 시료가 박피되는 형태이다.

③ 회전식 브러시 type 박피기 ((주)타프기계 제작) : 여섯 개의 브러시가 서로 회전하며 상층부로부터 동시에 급수가 되어지는 형태의 기계로서, 본 실험에서는 박피의 효율을 돕기 위해서 상층부에서 고압 세척기로 살수하여 기계를 회전시켰다. 도

라지를 제외한 모든 근채류에 적용 가능한 기계이다.



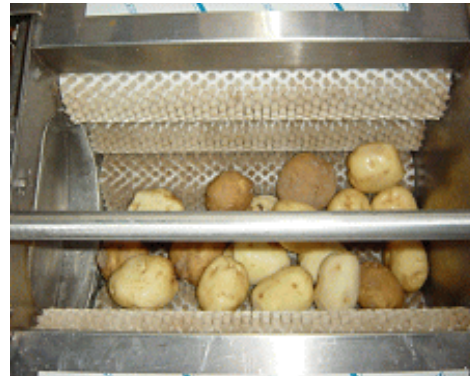
브러시 배치식 구근류 박피기



연속식 수압 구근류 박피기



연속식 감자 박피장치



배치식 감자 박피장치

그림 2. 박피 방법

3) 화학적 박피

화학적 박피는 NaOH(Junsei 39155-0350)시약을 농도별로 희석하여 온도 및 시간을 달리하여 표 1과 같이 침지처리하였다. 침지 후 외피제거는 고압세척기((주)DH-M 제작, 압력: 100 kgf/cm², 토출유량: 7.0 L/min)를 사용하였다.

표 1. 화학적 박피 처리조건

| 방 법 | 감자 | 고구마 | 우엉 | 마 | |
|-----|---------|--------|--------|-----|-----|
| I | NaOH 농도 | 10% | 10% | 10% | 10% |
| | 처리 온도 | 100℃ | 100℃ | 80℃ | 60℃ |
| | 처리 시간 | 1분 30초 | 1분 | 30초 | 2분 |
| II | NaOH 농도 | 15% | 12% | 12% | 12% |
| | 처리 온도 | 90℃ | 80℃ | 70℃ | 80℃ |
| | 처리 시간 | 3분 | 1분 30초 | 30초 | 1분 |
| III | NaOH 농도 | 17% | 15% | - | 15% |
| | 처리 온도 | 80℃ | 70℃ | - | 70℃ |
| | 처리 시간 | 2분 | 2분 | - | 1분 |

2. 저장시험

가. 깎밤

실험에서 사용된 깎밤은 2003년 10월초에 수확한 은기 품종을 (주)푸드웰(대구)에서 수작업으로 박피처리한 후 얼음을 채워 운반한 것을 사용하였다.

저장시험용 깎밤은 시료중량의 5배인 처리수에 10분간 침지한 후 탈수처리한 다음 명반수 처리구는 깎밤과 침지액의 비율을 1:1(w/v), 전해수 처리구는 시료와 침지액의 비율을 1:0.5(w/v)로 하여 0.03mm PE 필름에 약 500 g씩 침지 포장하여 0±0.5℃에서 30일간 저장하면서 비교 분석하였다.

깎밤에 사용한 처리수 및 침지용 보관액의 물성치는 Table 2와 같다.

Table 2. Physicochemical properties of treatment water on peeled chestnuts

| | pH | ORP | HClO(ppm) |
|--|------|-------|-----------|
| 0.2 % APS ¹⁾ | 4.02 | 955 | 0.00 |
| EW-1 ²⁾ | 2.42 | 1,135 | 71.98 |
| EW-2 ³⁾ | 8.28 | 750 | 84.75 |
| EW-1 + ⁴⁾ 0.5% citron juice | 2.25 | 800 | 14.89 |
| EW-2 + 0.5% citron juice | 4.00 | 974 | 12.06 |

¹⁾APS : Aluminium potassium sulfate

²⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

³⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

⁴⁾Added 0.5% citron juice

나. 토란

실험에서 사용된 토란은 전남 보성에서 당일새벽에 수송되어 온 신선한 것을 경기도 성남의 대형 유통점에서 실험당일 구입하여 사용하였다. 각 시료는 흐르는 물에 2-3회 수세, 흙 등의 불순물을 제거한 후 박피 전용 기구를 이용한 수작업 박피와 회전식 브러시 type 박피기(한국식품연구원 자체제작)를 이용한 기계식 박피를 하였다.

저장시험용 박피 토란은 시료중량의 5배인 처리수에 5분간 침지한 후 탈수처리한 다음 명반수 처리구는 박피 토란과 침지액의 비율을 1:1(w/v), 전해수 처리구는 시료와 침지액의 비율을 1:0.5(w/v)로 하여 0.03mm PE 필름에 약 1 kg씩 침지 포장하여 0±0.5℃에서 30일간 저장하면서 비교 분석하였다.

실험에 사용한 토란의 처리조건과 처리수 및 보관수의 물성치는 Table 3 및 Table 4와 같다.

Table 3. Sample preparation of peeled taro with various treatment

| Peeling method | Treatment conditions | Sample No. |
|--------------------|--|------------|
| Hand peeling | 0.2% APS ¹⁾ | H-1 |
| | EW-1 ²⁾ + ⁴⁾ 0.5% citron juice | H-2 |
| | EW-2 ³⁾ + 0.5% citron juice | H-3 |
| | 0.85% NaCl | H-4 |
| Mechanical peeling | 0.2% APS | M-1 |
| | EW-1 + 0.5% citron juice | M-2 |
| | EW-2 + 0.5% citron juice | M-3 |
| | 0.85% NaCl | M-4 |

¹⁾APS : Aluminium potassium sulfate

²⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

³⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

⁴⁾Added 0.5% citron juice

Table 4. Physicochemical properties of treatment water on peeling taro

| | pH | ORP | HClO(ppm) |
|--|------|-------|-----------|
| 0.2 % APS ¹⁾ | 3.96 | 672 | 0.00 |
| 0.85 NaCl | 6.83 | 505 | 71.98 |
| EW-1 ²⁾ + ⁴⁾ 0.5% citron juice | 2.57 | 1,122 | 23.05 |
| EW-2 ³⁾ + 0.5% citron juice | 4.67 | 997 | 42.55 |

¹⁾APS : Aluminium potassium sulfate

²⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

³⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

⁴⁾Added 0.5% citron juice

다. 우영

실험에 사용된 우영은 경남 진주에서 당일새벽에 수송되어 온 신선한 것을 경기도 성남의 대형 유통점에서 실험당일 구입하여 사용하였다. 각 시료는 흐르는 물에 2-3회 수세, 흙 등의 불순물을 제거한 후 전용 박피도구를 이용한 수작업 박피와 회전식 브러시 type 박피기(한국식품연구원 자체제작)를 이용한 기계식 박피를 하였다.

저장시험용 박피 우엉은 시료중량의 5배인 처리수에 5분간 침지한 후 탈수처리한 다음 0.6% acetic acid 처리구는 시료와 침지액의 비율을 1:1(w/v), 전해수 처리구는 시료와 침지액의 비율을 1:0.5(w/v)로 하여 0.03mm PE 필름에 약 1 kg씩 침지 포장하여 0±0.5℃에서 30일간 저장하면서 비교 분석하였다.

실험에 사용한 우엉의 처리조건과 처리수 및 보관수의 물성치는 Table 5 및 Table 6과 같다.

Table 5. Sample preparation of peeled burdock with various treatment

| Peeling method | Treatment conditions | Sample No. |
|--------------------|--------------------------|------------|
| Hand peeling | 0.6 % - acetic acid | H-1 |
| | EW-1 | H-2 |
| | EW-2 | H-3 |
| | EW-1 + 0.5% citron juice | H-4 |
| | EW-2 + 0.5% citron juice | H-5 |
| Mechanical peeling | 0.6 % - acetic acid | M-1 |
| | EW-1 | M-2 |
| | EW-2 | M-3 |
| | EW-1 + 0.5% citron juice | M-4 |
| | EW-2 + 0.5% citron juice | M-5 |

Table 6. Physicochemical properties of treatment water on peeling burdock

| | pH | ORP | HClO(ppm) |
|--|------|-------|-----------|
| 0.6% acetic acid | 3.60 | 955 | 0.00 |
| EW-1 ¹⁾ | 2.67 | 1,165 | 71.98 |
| EW-2 ²⁾ | 8.58 | 650 | 84.75 |
| EW-1 + ³⁾ 0.5% citron juice | 2.98 | 1,095 | 24.89 |
| EW-2 + 0.5% citron juice | 4.67 | 874 | 32.06 |

¹⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

²⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

³⁾Added 0.5% citron juice

라. 마

실험에서 사용된 마는 진주산 장마(금호농산)로 현지에서 당일새벽에 수송되어 온 신선한 것을 경기도 성남의 대형 유통점에서 실험당일 구입하여 사용하였다. 각 시료는 흐르는 물에 2-3회 수세, 흙 등의 불순물을 제거한 후 박피 전용 기구를 이용한 수작업 박피와 회전식 브러시 type 박피기(한국식품연구원 자체제작)를 이용한 기계식 박피를 하였다.

저장시험용 박피 마는 시료중량의 5배인 처리수에 30분간 침지한 후 탈수 처리한 다음, 침지보관에 있어서 0.6% acetic acid 처리구는 박피 마와 침지액의 비율을 1:1(w/v), 전해수 처리구는 시료와 침지액의 비율을 1:0.5(w/v)로 하여 침지 포장하였고, 무수포장에 있어서는 처리수에서 꺼내어 15분간 자연 탈수후 0.03mm PE 필름에 약 1 kg씩 포장하여 0±0.5℃에서 30일간 저장하면서 비교 분석하였다.

실험에 사용한 박피 마의 처리조건과 처리수 및 보관수의 물성치는 Table 7 및 8과 같다.

Table 7. Sample preparation of peeled yam with various treatment

| Peeling method | Treatment | Sample No. |
|--------------------|---------------------------|------------|
| Hand peeling | 0.6 % AA ¹⁾ -S | H-1 |
| | EW-1 ²⁾ -S | H-2 |
| | EW-2 ³⁾ -S | H-3 |
| | EW-1-NS | H-4 |
| | EW-2-NS | H-5 |
| Mechanical peeling | 0.6 % AA | M-1 |
| | EW-1-S | M-2 |
| | EW-2-S | M-3 |
| | EW-1-(NS) | M-4 |
| | EW-2-(NS) | M-5 |

S: Soaked in immersion liquids during storage

NS: Not soaked in immersion liquids during storage

H: hand peeling, M: mechanical peeling

¹⁾AA : 0.6% acetic acid

²⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

³⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

Table 8. Physicochemical properties of treatment water on peeling yam

| Treatment conditions | pH | ORP | HClO(ppm) |
|----------------------|------|-------|-----------|
| 0.6 % acetic acid | 2.73 | 668 | 0.00 |
| EW-1 ¹⁾ | 2.52 | 1,163 | 94.82 |
| EW-2 ²⁾ | 8.61 | 589 | 139.78 |

¹⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

²⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

마. 도라지

본 실험에 사용한 도라지는 2005년 5월 강원도 횡성에서 수확하여 현지에서 당일 새벽에 수송되어 온 신선한 것을 경기도 성남의 대형 유통점에서 실험당일 구입하여 사용하였으며, 시료는 크기가 균등하고 흠이 없는 것으로 선별하여 수작업으로 박피한 후 실험에 사용하였다.

저장시험용 박피 도라지는 시료중량의 5배인 처리수에 30분간 침지한 후 탈수 처리한 다음, 박피 도라지와 침지 보관액의 비율을 1:4(w/v)로 하여 0.03mm PE 필름에 600g 단위로 포장하여 5℃에 18일간 저장하면서 품질을 비교 분석하였다.

실험에 사용한 박피 도라지의 처리조건과 처리수 및 보관수의 물성치는 Table 9와 같다.

Table 9. Physicochemical properties of treatment water on peeled yam

| | Physicochemical property | | |
|--------------------|--------------------------|---------|-----------|
| | pH | ORP(mV) | HClO(ppm) |
| Tap water | 6.67 | 778 | - |
| 1% NaCl | 7.27 | 706 | - |
| 1% citric acid | 2.30 | 643 | - |
| 1% sodium acetate | 6.98 | 486 | - |
| EW-1 ¹⁾ | 2.53 | 1,167 | 86.45 |
| EW-2 ²⁾ | 8.53 | 597 | 100.91 |

¹⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

²⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

바. 연근

본 실험에 사용한 연근은 2004년 12월, 대구 반야월에서 수확하여 현지에서 당일 새벽에 수송되어 온 신선한 것을 경기도 성남의 대형 유통점에서 실험당일 구입하여 사용하여 회전식 브러시 type 박피기로 박피한 후 1cm 두께로 슬라이스한 것을 실험에 사용하였다.

침지저장 시험용 박피 연근은 시료중량의 5배인 처리수에 30분간 침지한 후 탈수 처리한 다음, 박피 연근과 침지 보관액의 비율을 1:1(w/v)로 하여 0.03mm PE 필름에 500g 단위로 침지 포장하였고, 무수포장에 있어서는 포장조건을 각각 달리하여 처리수에서 꺼낸 다음 15분간 자연 탈수한 후 500 g씩 Wrap 및 진공 포장하여 5℃에 30일간 저장하면서 품질을 비교 분석하였다.

실험에 사용한 박피 도라지의 처리조건과 처리수 및 보관수의 물성치는 Table 10과 같다.

Table 10. Physicochemical properties of treatment water on peeled lotus root

| | pH | ORP | HClO |
|------------------------|------|------|--------|
| TW ¹⁾ | 6.76 | 793 | - |
| 0.6% AA ²⁾ | 8.56 | 660 | - |
| 0.5% SMS ³⁾ | 2.58 | 1128 | - |
| EW-1 ⁴⁾ | 3.72 | 237 | 105.10 |
| EW-2 ⁵⁾ | 2.76 | 342 | 73.83 |

¹⁾Tap water

²⁾Acetic acid

³⁾Sodium metabisulfite

⁴⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

⁵⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

사. 감자 및 고구마

본 실험에 사용한 감자는 2004년 11월, 제주에서 고구마는 2004년 11월, 경기도 여주에서 수확하여 현지에서 당일 새벽에 수송되어 온 신선한 것을 경기도 성남의 대

형 유통점에서 실험당일 구입하여 사용하여 마찰식 type 박피기로 박피한 것을 실험에 사용하였다.

저장시험용 박피 감자 및 고구마는 시료중량의 5배인 처리수에 30분간 침지한 후 꺼낸 다음 15분간 자연 탈수한 후 600 g씩 진공 포장하여 5℃에 18일간 저장하면서 품질을 비교 분석하였다.

실험에 사용한 박피 감자 및 고구마의 처리조건과 처리수의 물성치는 Table 11과 같다.

Table 11. Physicochemical properties of treatment water on peeled potato and sweet potato

| Treatments | Physicochemical property | | |
|------------------------|--------------------------|---------|-----------|
| | pH | ORP(mV) | HClO(ppm) |
| TW ¹⁾ | 7.2 | 620 | - |
| 0.85% NaCl | 6.52 | 714 | - |
| 0.5% SMS ²⁾ | 3.85 | 154 | - |
| EW-1 ³⁾ | 2.53 | 1,088 | 91.25 |
| EW-2 ⁴⁾ | 8.75 | 534 | 105.70 |

¹⁾Tap water

²⁾Sodium metabisulfite

³⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

⁴⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

제 3 절 분석 및 측정

1. 감모율

박피로 인한 시료의 감모율 측정은 박피 이전의 시료의 무게와 박피 이후의 시료 무게를 전자저울(DANA Digital Computing Scale)을 이용하여 측정하였다.

2. 침지 보관액의 물성

pH는 pH meter(Suntex 2000A, USA)를 사용하였고, 산화환원전위는 ORP meter (RM- 12P, TOA Electronics, Japan)로 실온에서 측정하였으며, 차아염소산 함량은 제조한 초저온수 50 mL에 요오드화칼륨 2 g, 초산 10 mL와 1% 전분지시약을 몇 방울 가하여 흑갈색이 되도록 한 후 0.1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액으로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하였다.

그리고 탁도는 시료 저장액 3 mL를 취해 UV/VIS spectrophotometer(V-550, JASCO, Japan)로 550nm에서 흡광도를 측정하였다.

3. 일반 성분

수분함량은 105°C 상압가열건조법으로 측정하였으며, 조지방은 soxhlet's 추출법, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조회분은 직접회화법을 사용하여 정량하였다. 조섬유는 산알칼리가수분해법을 이용하여 Fibertech(Fibertech System M 1020 Hot Extractor & 1021 Cold Extractor, Tecator, Sweden)으로 분석하였다.

4. 전분 함량

토란 등의 시료를 0.5 cm 입방체의 크기로 절단한 후 약 50 g을 칭량하여 80% ethanol 300 mL 씩 3시간 80°C에서 환류 추출하는 조작을 5회 반복하여 유리당을 제거한 다음 40°C로 dry oven에서 건조하여 80 mesh로 분쇄하였다. 그중 50 mg을 정확히 취하여 50 mL 시험관에 넣은 다음 증류수 10 mL을 가해 잘 분산시키고 예비 호화 후 autoclave에서 130°C로 30분간 호화하였다. 이 호화액을 냉각 후 glucoamylase와 maltase 혼합효소액 6 mL을 가해 42°C에서 60분간 당화 시킨 후

1,000 mL가 되도록 증류수로 희석하였다. 이 액 1 mL를 시험관에 취하여 ABTS시약 5 mL을 가해 잘 혼합한 후 실온에서 30분간 방치하고 438nm에서 흡광도를 측정하였다.

그리고 감자 등에 있어서는 분쇄된 시료 0.1g을 0.1M acetate buffer(pH4.5) 15 mL를 첨가하여 잘 섞어준 다음 α -amylase 와 증류수를 섞어 100°C 에서 15분 가열한 후 위 시료에 0.1 mL 첨가하여 100°C 에서 1시간동안 반응시킨다. 반응 후 amyloglucosidase 0.1 mL 첨가하여 55°C 에서 30분간 방치한 후 원심분리기를 이용하여 20,000rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 Whatman No. 4 여과지로 여과한다. 희석한 여과액 1 mL 에 glucose assay reagent 2 mL를 첨가하여 37°C로 30분간 유지한 다음 12N-H₂SO₄ 첨가한 후 spectrophotometer (Jasco V-570, Japan)를 사용하여 540nm에서 흡광도를 측정하였다.

5. 점도, 조직감 및 경도

점도는 시료 50 g을 blender로 1분간 중속으로 균질화 시킨 후 거즈로 여과한 액을 회전형 점도계(Brookfield viscometer, DVII+, USA)를 사용하여 측정온도는 25°C, spin 63번, speed 50에서 측정하였다.

조직감에 있어서는 시료 1 cm로 동일하게 자른 후 Rheometer(CR-200D, SUN Scientific Co, Japan)로 측정, 직경 5mm의 probe로 테이블 이동속도 120m/min, 침입 깊이는 5.0mm로 하였으며, 측정시 하중은 10kg이었다. 그리고 고구마 및 감자 등은 지름 6 cm, 두께 1 cm 로 동일하게 슬라이스 한 후 2 cm 간격으로 3번 측정하였으며 직경 1mm의 probe로 테이블 이동속도 80m/min, 침입 깊이는 0.5 cm로 하였으며, 측정시 하중은 2 kg이었다. 연근에 있어서는 내부는 지름 5.0 cm, 두께 1.0 cm 로 동일하게 슬라이스 한 후 표면을 측정하였고 외부는 슬라이스 한 연근을 반지름 2.5 cm 반달 모양으로 잘라 가장 높은 부분을 측정하였다. 이 때 직경 10 mm의 probe로 테이블 이동속도 60 mm/min, 침입 깊이는 0.3 cm로 하였으며, 측정시 하중은 2 kg이었다.

경도는 압착실험을 통하여 측정하였으며, 압착실험은 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro System, England)를 이용하여 rupture test로 측정하였다. 사용되는

probe는 직경 2.0 mm로 고정하였고, 측정결과는 rupture strength(g/m²)로 표시하였으며 한 포장구에서 3개의 시료를 무작위로 추출, 각 시료에 대하여 3회 반복 측정 후 평균치로 나타내었다.

6. 미생물수

시료는 10배수의 0.85% NaCl을 가한 후 균질기(Stomacher 400 circulator, Seward, UK)로 1분간 균질화하였고, 침지액은 1mL씩 취하여 단계 희석하여 pouring culture method에 의하여 균수를 측정하였으며, 이때 사용한 배지는 일반세균 측정용으로 plate count agar(Difco Lab. USA), 대장균군 측정용으로는 Chromocult agar(MERCK Co. Germany)를 사용하였으며, 효모 및 곰팡이 측정용으로는 potato dextrose agar(Difco Lab. USA)를 사용하여 PCA와 CM은 37°C에서 48~72 시간, PDA는 26°C에서 72시간 배양시킨 후 형성된 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)로 표시하였다.

7. 총 페놀성 화합물 함량 및 polyphenol oxidase 활성

총페놀성 화합물의 함량은 시료 1 g을 취하고 여기에 50% methanol 50 mL를 가하여 80°C 수조에서 1시간 환류 냉각하면서 추출하고 실온으로 냉각하여 여과한 후 100 mL로 정용하였다. 이 중 1 mL를 사용하여 Folin-Denish 법으로 정량하였다. 그리고 polyphenol oxidase 활성은 시료 10 g에 10 mM 인산 완충용액(pH 7.2) 40 mL를 붓고 polyvinylpyrrolidone 0.5 g을 넣고 병냉하면서 마쇄한 후 거즈로 거른 다음, 12,000×g로 10분간 원심분리한 상등액을 조효소액으로 하였다. PPO의 역가를 측정하기 위해서는 pH 6.0의 0.1 M 인산 완충용액 1 mL에 0.1 M catechol 1.9 mL를 가한 다음 조효소액 0.1 mL를 넣고 반응을 진행시키면서 420 nm에서 흡광도의 증가를 측정하고, 조효소액 1 mL가 1분당 흡광도를 0.001 변화시키는 것을 1 unit로 하여 PPO의 활성으로 표시하였다.

8. 환원당 및 총당

환원당은 시료 5 g을 마쇄한 후 250 mL로 정용한 액 중 1 mL를 취하여 DNS법

으로 환원당량을 정량하였으며, 총당은 시료 10 g에 25% HCl 20 mL과 증류수 180 mL을 가하여 100℃에서 2시간 30분 동안 가수분해 한 뒤 35% NaOH로 pH 6.8~7.2로 중화하고 증류수를 가해 500 mL로 정용하였다. 이 액 1 mL을 취해 정량하여 glucose 함량으로 표시하였으며 시료의 흡광도는 UV/VIS spectrophotometer(V-550, JASCO, Japan)를 사용하여 550nm에서 측정하였고, 표준곡선은 무수포도당용액으로 구하였다.

9. 유리당

분쇄한 시료 5 g를 취하여 80% ethanol 20 mL로 추출하고 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC에 주입하여 분석하였다. 이때 사용한 column은 YMC-pack Polyamine II(YMC, Japan), column 온도는 35℃, 검출기는 RI detector(830-RI, Jasco, Japan)를 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile : water = 75 : 25(v/v)로 유속은 1.0 mL/min으로 분석하였다.

10. 색도, 갈변도 및 중량변화율

색도는 색도계(CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 L, a, b값으로 나타내었고, 갈변도는 박피된 시료 50 g를 취하여 100 mL의 증류수를 첨가한 후 블랜더를 이용하여 1분간 분쇄한 다음, 10,000 rpm으로 10분간 원심분리 시킨 후 상등액 15 mL를 취한 후 95% Ethanol 10 mL를 첨가하여 10,000 rpm으로 10분간 재 원심분리한 후 이의 상등액을 취하여 UV spectrophotometer로 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 그리고 중량변화율은 초기중량에 대한 감소변화를 백분율로 나타내었다.

11. 총 비타민 C 함량

2,4-Dinitrophenyl hydrazine법에 따라 정량하였다. 시료 20 g에 5% metaphosphoric acid (HPO_3) 용액 60 mL을 가하고 blender(Model KA-2600, Kaiser, Korea)로 1분간 중속으로 균질화 시켰다. 여기에 20 mL의 5% metaphosphoric acid 용액을 사용하여 최대한 씻어내고 원심분리기(Model Centrikon T-324, Kontron Instruments, Italy)를 이용하여 9,000rpm에서 20분간 원심 분리하여 얻은 상등액을

Whatman No. 2 여과지로 여과한 후 100 mL로 정용한 시료액을 시험용액으로 사용하였다. 시험용액 2 mL씩 시험관 2개에 취하여 시험관 1은 총 비타민 C의 blank로 하고 시험관 2는 총 비타민 C의 측정용으로 하였다. 시험관 모두에는 0.03% DCP(2,6-dichloro phenolindophenol sodium)용액 1 mL와 2% thiourea 2 mL를 가하고, 시험관 2에 2% DNP(2,4- dinitrophenyl hydrazine) 1 mL를 첨가하고 37°C 항온 수조에 3시간동안 방치하여 oxasone을 형성시킨 다음, 얼음물 중에서 반응액의 시험관 2개에 85% H₂SO₄ 5 mL를 뷰렛으로 서서히 가하여 30초간 vortex mixer로 혼합하였다. 1의 시험관에 2%의 DNP 1 mL를 가하고 실온에서 30분간 방치한 후 spectrophotometer(Jasco V-570, Japan)를 사용하여 540nm에서 흡광도를 측정하였다.

12. 지방산 함량

지방추출은 Folch 등(27)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였다. 시료 25 g에 CHCl₃ : CH₃OH = 2 : 1(v/v) 180 mL 과 BHT 500 µL를 넣고 균질기 (2,500rpm)로 1분간 균질화 시킨 다음 0.88% NaCl 50 mL을 첨가하여 30초간 흔들어 혼합 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 상층은 aspiration으로 제거하고 하층은 funnel filter에 sodium sulfate anhydrous를 첨가 여과하였다. 추출물은 rotary evaporation에서 농축, N₂ gas로 용매를 제거하였다.

Methylation은 Folch 등(27)의 방법으로 추출한 지질 30 mg과 0.4mg의 tricosanoic acid methyl esters(0.4mg/mL hexane, internal standard)를 screw-capped test tube 에 넣고 N₂ gas로 용매를 제거한 후 0.05N HCl/Me-OH 3 mL을 넣고 100°C에서 5분 동안 가열하였다. Hexane 2 mL과 증류수 2 mL을 넣고 GC 분석을 위하여 상층에서 1 mL을 회수하여 GC분석 전까지 냉동고에서 보관하였다. Methyl esters 와 total fatty acid의 함량을 구하기 위해 회수한 sample 0.5 µL를 split injection port 에 injection 하였다. GC의 사용조건은 30 m×0.32 mm×0.25 µL의 Allech AT-Silicar capillary column을 사용하였고, initial 온도는 140°C, final 온도는 230°C, injector 온도는 240°C, 검출기온도는 250°C이며 programming rate은 2°C/min 에 carrier gas는 He에 50 mL/min을 사용하였고 flame ionization detector를 사용하였다.

13. 관능평가

처리구별에 따른 각 시료의 관능평가는 선발된 6인의 패널요원이 외관, 색, 냄새, 맛, 단단한 정도, 종합적인 기호도의 항목을 9점 평점법으로 평가하였고, 유의성 검증은 SAS package를 이용한 Duncan's multiple range test로 분석하였다.

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 박피 근채류 및 깐밤의 유통 및 소비 실태

본 연구와 관련된 박피 근채류 및 깐밤에 대하여 서울, 경기지역의 대형할인매장 10 개소를 현장 조사한 결과, 매장에서 취급하고 있는 근채류 중 박피된 상태로도 취급되어지고 있는 근채류는 우엉, 연근, 도라지, 토란, 마, 감자 등이 있었으며 대부분의 매장이 우엉, 연근, 도라지는 박피된 상태로 판매를 하였으나 감자, 토란, 마는 극히 일부의 매장에서만 박피 상태로 판매하고 있었으며 그 판매율도 높지 않았다. 반면에 도라지와 연근, 우엉은 박피된 상품이 박피되지 않은 상품보다 판매율이 높았으며, 일부의 매장에서는 깐밤과 깐마늘도 박피된 상태의 상품판매율이 높다고 하였다. 대부분의 매장들이 최소가공된 상품들을 채소가공 전문업체로부터 납품을 받아 판매하고 있으며 박피되지 않은 상품들은 실온에 보관된 상태로 판매되고 있는 반면 박피, 세정 등 최소가공되어진 상품들은 7~8℃이하의 조건하에서 보관된 상태로 판매되고 있었다. 일반적인 최소가공된 상품의 판매기간은 5일 정도로 박피되지 않은 상품의 판매기간인 15일 보다 현저히 짧은 것으로 조사되었다. 그리고 일부 매장 관리자들은 효율적인 상품유통을 위하여 최소가공된 상품의 정확한 유통기한 표기를 원하였으며 진공포장된 상품의 포장상태를 좀 더 우수하게 하여 불량률을 낮추어야한다고 언급하였다. 특히, 대부분의 매장 관리자들이 현재 최소가공된 농산물들의 유통기한이 좀 더 연장되도록 외국과 같이 더 나은 기술력 동원이 필요함을 강조하였고, 가장 절실한 부분이 최소가공 상품에 대한 소비자들의 인식변화와 그를 위한 품질보증제도 및 품질관리제도의 필요성도 강조되었다.

제 2 절 근채류의 최적 박피방법 설정

박피작업은 과일이나 채소류 등의 농산물에서 외관의 향상 및 식용하거나 가공하기 편하게 할 목적으로 껍질 등 필요 없는 부분을 제거하는 것으로, 농산물을 가공하기 위한 전처리 공정으로 이용되거나 박피된 농산물을 소비자에게 직접 유통할 때 사용된다. 박피공정 시 고려되어야 할 사항은 에너지, 노동력, 및 재료를 최소화하여 적정수준으로 박피하는 것이 중요하며 박피표면을 깨끗하고 손실이 적도록 처리해야 한다.

이러한 농산물의 박피방법에는 일반적으로 스팀박피(flash steam peeling), 절단 칼날을 이용한 박피(knife peeling), 연삭 마모식 박피(abrasion peeling), 화학적 박피(caustic peeling) 및 화염박피(flame peeling) 등의 5가지 방법이 주로 사용되어지고 있다. 또한 최근 들어 일반 박피방법의 문제점에 대한 대안으로 효소를 이용한 박피공정이 많이 연구되어지고 있다. 스팀 박피방법은 구근류에 많이 사용되고 있으며, 4~6rpm 으로 회전하는 스팀 챔버에 고압의 증기를 적절한 시간동안 쬐어 박피하는 방법으로, 시료의 표면이 익거나 조직감, 색상의 변화가 일어나지 않도록 스팀을 빨리 제거해야 한다. 이 박피방법은 적은 양의 물을 사용하고, 시료손상을 최소화하며, 박피된 시료의 외관이 좋고, 공정의 자동화와 폐기물의 압축처리가 쉬운 장점이 있다.

절단 칼날을 이용한 박피방법은 고정된 칼날에 과일, 채소 등의 시료가 돌면서 박피하거나 고정된 시료에 칼날이 회전하면서 박피하는 방식으로, 외피가 쉽게 제거되고 손실이 적은 당근의 박피작업등에 사용되어진다.

연삭 마모식 박피방법은 탄화규소 연마제 물러나 탄화규소 연마제 관이 회전하여 박피하는 방법으로 박피작업과 세척작업을 동시에 할 수 있다. 이 박피방법은 에너지 비용이 적으며 박피된 시료의 외관이 좋고 시설비가 적게 드는 장점이 있는 반면, 시료의 손실율이 크고 박피부산물이 많이 생기며 시료의 모든 면이 연삭면과 부딪쳐야 하는 단점이 있다.

화학적 처리 박피방법은 고전적인 방법으로 시료가 100~120℃로 가열한 1~2%의 수산화나트륨을 통과하여 외피가 연해진 다음 고압의 물을 분사하여 박피하는 방법으로, 구근류에 사용되었으나 최근에는 화학적 처리에 대한 소비자의 불신으로 인하여

잘 사용되지 않고 있다.

화염박피방법은 시료가 회전하면서 운반되는 스크류 콘베어를 통과하여 600℃ 이상 고온의 화로를 통과하면서 껍질 등이 연소되면서 박피하는 방식으로 연소된 껍질은 고무롤러나 고압의 물로 분사하여 제거한다. 이 박피방법은 시료에 열침투로 인한 조직의 변화가 생길 수 있는 단점이 있는 반면 박피공정의 자동화가 쉽고, 밤과 같은 껍질이 단단한 시료의 박피에 효율적인 박피방법이다.

여러 박피방법들이 각기의 장점을 가지고 있음에도 불구하고 대부분의 일반적인 박피방법은 높은 박피손실율과 과실의 품질에 영향을 미치는 과육에 상처를 입히고 있다. 따라서 본 실험에서는 현재 근채류에서 일반적으로 사용되어지고 있는 박피방법별에 따른 박피효율 및 초기 품질에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

1. 감자

감자의 경우 박피방법에 따른 감모율의 차이는 그다지 크게 나지는 않았으나 그중에서도 석면을 이용한 마찰형 type의 구근류 박피기로 박피된 감자의 감모율이 8% 이하로 가장 낮게 나타났으며, 화학적 방법에 의한 박피가 8.9%~9.8% 수준으로 감모율이 높게 나타났고 NaOH의 농도가 높아질수록 감모율이 높아 17% NaOH용액으로 처리한 박피 감자의 감모율이 9.8%로 가장 높게 나타났다. 수분함량의 변화는 전반적으로 시간이 경과함에 따라 완만한 변화를 보였지만 칼을 이용한 수작업과 15% NaOH 80℃에서 2분간 침지 후 박피된 처리구에서 박피 3시간 후 수분함량이 64% 수준으로 급격하게 감소되었다. 이는 칼을 이용한 수작업 박피 시 감자 괴경의 함몰된 부분의 표피를 제거하는 과정에서 괴경의 심층부까지 제거되어 박피 후 방치되는 동안 수분손실률이 높아진 것으로 여겨지며 15% NaOH 처리구 또한 높은 감모율에서도 알 수 있듯이 감자표면의 많은 부분이 깎여져나가 수분손실이 비교적 많아진 것으로 보인다. pH는 전반적으로 5.8~6.8수준으로 큰 차이를 보이지는 않았지만 시간이 지날수록 낮아지는 경향을 나타내었으며 화학적 박피 처리구의 pH는 5.78~6.33으로 수작업 박피의 6.53~6.81과 기계적 박피 처리구의 5.89~6.61에 비해 비교적 낮게 나타났다. 감자에서뿐만 아니라 모든 품목의 근채류에서도 마찬가지로 박피 후 시간이 경과할수록 pH가 낮아지는 경향을 보이는데 이는 박피된 시료가 공기와 접촉하면서

산화되어지는 것으로 보인다. 또한 화학적 박피 처리구는 타 박피 처리구보다 외부적 스트레스를 많이 받은 것으로 볼 수 있으므로 이로 인하여 pH도 비교적 낮게 나타남을 알 수 있다. 갈변도의 변화는 박피방법과 박피 후 경과시간에 따라 큰 차이를 보여 박피 3시간 후 가장 갈변이 심하게 일어난 15% NaOH 80℃에 2분간 침지 후 박피된 처리구는 갈변도가 0.87로서 칼에 의한 수작업 박피 직후의 갈변도 0.19에 비해 무려 4.5배 가량 높게 나타났다. 비교적 갈변이 적게 일어난 박피 도구를 이용한 수작업 박피는 박피 직후의 갈변도가 0.21로서 칼을 사용한 수작업 박피 직후의 갈변도 보다는 다소 높지만 박피 3시간 경과 후에는 갈변도가 0.55로서 갈변속도는 오히려 가장 느리게 나타났다. 이는 감자표면에 박피 도구가 닿는 면이 적고 사람 손이 닿는 부분이 적어 갈변이 최대한 억제되었다. 반면에 석면을 이용한 마찰형 type 박피기에 의한 처리구는 기계의 특성상 감자가 외부로부터 많은 충격을 받으므로 박피에 의한 갈변과 동시에 물리적 충격으로 인한 외상이 더해 가장 갈변이 심하게 나타나 박피 직후에는 0.26으로 타 처리구와 비슷한 수치를 보였지만 박피후 3시간이 경과한 후에는 0.67로서 거의 2.5배 수준으로 증가됨을 알 수 있었다. 이러한 현상은 기계적 박피에서 전반적으로 나타나는 것으로 기계에 의한 외부적 충격이 박피 시료에 어느 정도 가해지기 때문인 것으로 여겨진다. 화학적 박피에서는 10% NaOH 100℃에서 1분 30초간 처리한 실험구가 갈변도 0.25~0.87으로 가장 갈변이 심하게 나타났고 화학적 박피중 갈변도가 가장 낮게 나타난 처리구는 17% NaOH 80℃에서 2분간 침지 처리한 것으로 볼 때, 감자의 화학적 박피 시 갈변에 가장 영향을 많이 주는 요인이 가열온도임을 알 수 있었다.

한편, 감자의 경우 전체적인 모양이 구형이어서 기계를 이용한 박피를 하는 경우 박피중에 회전이 되어야 전체적인 박피가 골고루 이루어지기 때문에 감자 박피를 위한 기계는 반드시 회전력이 갖추어져 있어야한다고 여겨졌다. 따라서 감자 박피의 최적 조건은 박피도구를 이용한 수작업 박피이며, 기계적 박피 중에서는 칼날 및 회전력을 갖춘 장치, 그리고 화학적 박피 중에는 17% NaOH 80℃에 2분간 처리한 실험구가 가장 효과적으로 감모율은 9.2%로 다른 화학적 박피처리구 보다는 높았지만 화학적 박피법 중에서 갈변이 가장 적게 일어났고 수분함량의 변화도 가장 적었기 때문에 품질에 가장 영향을 많이 미치는 갈변정도와 수분함량을 고려할 때 비교적 다른 화학적

처리방법 보다는 효과적이라 할 수 있다.

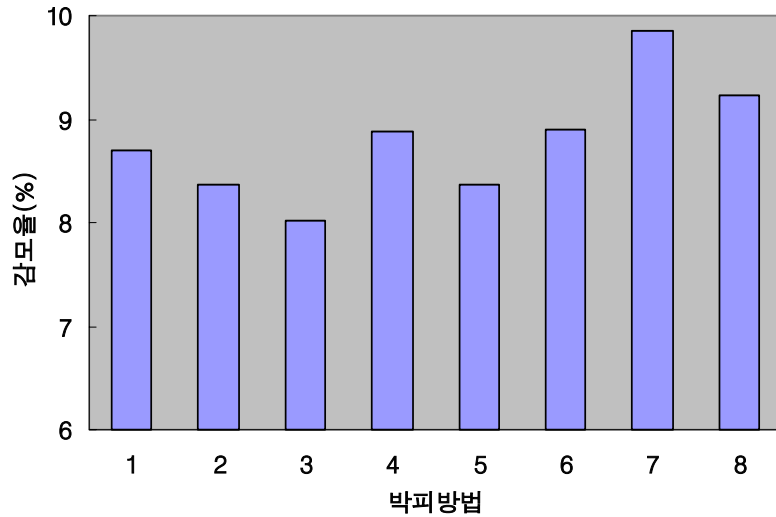


Fig. 3. 박피방법에 따른 감자의 감모율

- 1 : 수작업(일반 과도), 2 : 수작업(박피용 전용 도구)
- 3 : 마찰형 type 박피기, 4 : 회전식 칼날 삭피 type 박피기
- 5 : 회전식 브러시 type 박피기
- 6 : 10% NaOH, 100℃에서 1분 30초간 처리
- 7 : 15% NaOH, 90℃에서 3분간 처리
- 8 : 17% NaOH, 80℃에서 2분간 처리

Table 12. 박피 방법에 따른 감자의 수분함량 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 85.27±0.03 | 83.57±0.08 | 83.39±0.41 | 63.95±0.37 |
| 2 | 96.57±0.37 | 94.33±0.26 | 93.20±0.05 | 80.69±0.79 |
| 3 | 83.94±0.72 | 83.06±0.14 | 82.16±0.37 | 80.61±0.33 |
| 4 | 87.39±0.14 | 85.21±3.15 | 84.77±0.20 | 80.10±1.15 |
| 5 | 84.73±2.11 | 82.78±0.42 | 81.89±0.05 | 81.44±0.17 |
| 6 | 84.02±1.49 | 83.68±0.12 | 82.93±0.04 | 81.97±0.16 |
| 7 | 85.27±0.03 | 83.57±0.08 | 83.39±0.41 | 63.95±0.37 |
| 8 | 85.54±0.98 | 83.18±0.15 | 82.59±0.53 | 80.78±0.33 |

¹⁾ Refer to Fig. 3

Table 13. 박피 방법에 따른 감자의 pH 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------|------|------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 6.83 | 6.55 | 6.55 | 6.53 |
| 2 | 6.81 | 6.75 | 6.71 | 6.71 |
| 3 | 6.61 | 6.50 | 6.41 | 6.13 |
| 4 | 6.81 | 6.70 | 6.67 | 6.63 |
| 5 | 6.24 | 6.18 | 6.10 | 5.89 |
| 6 | 6.03 | 6.03 | 5.95 | 5.78 |
| 7 | 6.33 | 6.25 | 6.25 | 6.13 |
| 8 | 6.21 | 6.18 | 6.10 | 6.06 |

¹⁾ Refer to Fig. 3

Table 14. 박피 방법에 따른 감자의 갈변도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 0.19±0.02 | 0.24±0.02 | 0.32±0.06 | 0.58±0.08 |
| 2 | 0.21±0.02 | 0.27±0.00 | 0.34±0.02 | 0.55±0.07 |
| 3 | 0.26±0.00 | 0.26±0.00 | 0.47±0.07 | 0.67±0.02 |
| 4 | 0.21±0.02 | 0.25±0.00 | 0.42±0.00 | 0.58±0.02 |
| 5 | 0.22±0.00 | 0.23±0.00 | 0.47±0.07 | 0.57±0.02 |
| 6 | 0.25±0.00 | 0.36±0.00 | 0.57±0.07 | 0.87±0.02 |
| 7 | 0.25±0.05 | 0.26±0.01 | 0.32±0.06 | 0.58±0.08 |
| 8 | 0.21±0.00 | 0.33±0.01 | 0.33±0.05 | 0.67±0.03 |

¹⁾ Refer to Fig. 3

Table 15. 박피 방법에 따른 감자의 경도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 0.49±0.01 | 0.44±0.09 | 0.52±0.01 | 0.52±0.03 |
| 2 | 0.62±0.01 | 0.57±0.02 | 0.61±0.02 | 0.53±0.01 |
| 3 | 0.56±0.03 | 0.60±0.02 | 0.60±0.01 | 0.53±0.01 |
| 4 | 0.56±0.03 | 0.60±0.02 | 0.60±0.01 | 0.53±0.01 |
| 5 | 3.51±0.12 | 4.27±0.13 | 4.60±0.01 | 3.86±0.57 |
| 6 | 0.56±0.03 | 0.60±0.02 | 0.60±0.01 | 0.53±0.01 |
| 7 | 0.49±0.01 | 0.44±0.09 | 0.52±0.01 | 0.52±0.03 |
| 8 | 4.46±0.22 | 2.77±0.08 | 3.17±0.31 | 4.12±0.07 |

¹⁾ Refer to Fig. 3

Table 16. 박피 방법에 따른 감자의 Hunter L, a, b and ΔE 값 변화

| Treatments ¹⁾ | Hunter value | 박피 후 경과시간(hr) | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-------|
| | | Control | 0 | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | L | 79.01 | 79.61 | 76.08 | 74.3 | 72.33 |
| | a | -6.71 | -5.5 | -5.2 | -4.21 | -4.4 |
| | b | 28.43 | 33.25 | 22.01 | 22.11 | 20.9 |
| | ΔE | | 5.01 | 7.22 | 8.27 | 10.33 |
| 2 | L | 79.01 | 80.18 | 79.26 | 78.88 | 78.74 |
| | a | -6.71 | -4.42 | -4.87 | -4.41 | -4.4 |
| | b | 28.43 | 22.6 | 21.65 | 23.35 | 22.93 |
| | ΔE | | 6.37 | 7.03 | 5.58 | 5.97 |
| 3 | L | 79.01 | 79.26 | 78.4 | 76.77 | 72.77 |
| | a | -6.71 | -4.23 | -4.63 | -4.88 | -4.29 |
| | b | 28.43 | 22.46 | 22.74 | 23.71 | 19.92 |
| | ΔE | | 6.47 | 6.09 | 5.54 | 10.83 |
| 4 | L | 79.01 | 78.65 | 76 | 75.37 | 74.57 |
| | a | -6.71 | -4.81 | -5.31 | -4.6 | -3.63 |
| | b | 28.43 | 23.09 | 26.48 | 23.01 | 23.94 |
| | ΔE | | 5.68 | 3.85 | 6.86 | 7.03 |
| 5 | L | 79.01 | 78.99 | 78.44 | 78.3 | 74.91 |
| | a | -6.71 | -4.54 | -3.44 | -3.31 | -2.32 |
| | b | 28.43 | 24.8 | 24.52 | 24.98 | 23.45 |
| | ΔE | | 4.23 | 5.13 | 4.90 | 7.80 |
| 6 | L | 79.01 | 69.35 | 62.86 | 61.32 | 51.5 |
| | a | -6.71 | -1.03 | 6.1 | 6.66 | 9.56 |
| | b | 28.43 | 25.79 | 28.45 | 27.45 | 24.46 |
| | ΔE | | 11.51 | 20.61 | 22.20 | 32.21 |
| 7 | L | 79.01 | 74.64 | 72.88 | 71.65 | 70.21 |
| | a | -6.71 | -7.21 | -7.26 | -5.96 | -6.95 |
| | b | 28.43 | 34.35 | 34.32 | 32.76 | 29.57 |
| | ΔE | | 7.38 | 8.52 | 8.57 | 8.88 |
| 8 | L | 79.01 | 78.00 | 75.09 | 72.78 | 72.23 |
| | a | -6.71 | -4.18 | -1.71 | -1.67 | -2.05 |
| | b | 28.43 | 24.17 | 25.96 | 24 | 24.02 |
| | ΔE | | 5.06 | 6.82 | 9.16 | 9.33 |

¹⁾ Refer to Fig. 3

2. 고구마

고구마는 감자에 비하여 갈변이 적게 일어났으며 감모율도 비교적 낮은 편으로 나타났다. 석면을 이용한 마찰형 type 박피기로 처리된 고구마가 7.3%로 가장 낮은 감

모율을 나타내었고 10% NaOH 100℃에서 1분간 침지하여 박피한 처리구가 13.6%로서 가장 높은 감모율을 나타내었다. 수분함량은 전체적으로 유사한 변화를 보였으며 칼을 이용한 수작업 박피가 67~65%로서 가장 낮은 수분함량을 나타내었는데 이는 수작업 과정에서 박피 처리시간이 많이 소요되어 박피 도중의 수분손실과 높은 감모율로 인한 과육 손실 때문이다. pH의 변화는 전체적으로 낮아지는 경향을 보였으나 시간 경과에 따라 6.51~5.94 수준으로 큰 변화는 없었고, 박피 도구를 이용한 수작업에서는 박피 직후 pH 6.63에서 박피 3시간 후 6.13으로 급격히 낮아짐을 볼 수 있는데 이는 박피 초기에 다른 처리들에 비하여 비교적 높은 pH를 유지하고 있다가 시간이 지남에 따라 장시간 공기 중 노출에 의해 pH가 낮아짐에 따라 이와 같은 경향이 나타난 것으로 보인다. 갈변도의 변화에 있어서도 전반적으로 갈변이 심하게 진전되지 않아 박피도구를 이용한 수작업의 경우 박피 직후 0.72였고 박피후 3시간 경과 후에도 0.98 수준이었으며, 근채류 전용의 회전식 브러시 type 박피기의 경우 박피 직후에는 0.78로 다른 처리구와 비슷한 수준으로 나타났으나 박피 처리 3시간후에는 1.20으로 증가하였다. 이는 고압세척기와 기계내 브러쉬와의 무리적 충격으로 인한 외부 상처로 인해 갈변도가 조금 높게 나타난 것으로 보인다. 고구마 박피에서는 전체적으로 화학 박피가 매우 비효율적임으로 나타났는데 화학적 박피가 이루어진 처리구들은 갈변이 다른 처리구들에 비해 심하게 나타났으며 감모율도 모두 13% 수준 이상으로 높게 나타났다. 기계적 박피 중 회전식 브러시 type 박피기는 갈변도는 다소 높게 나타났지만 품질에 영향을 줄 정도는 아니었고 또한, 감모율이 낮아 기계적 박피법 중에서 효과적인 것으로 여겨진다.

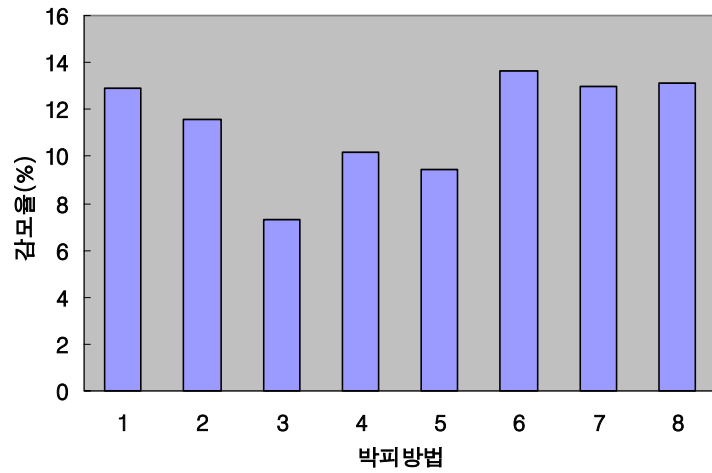


Fig. 4. 박피 방법에 따른 고구마의 감모율

- 1 : 수작업(일반 과도), 2 : 수작업(박피용 전용 도구)
- 3 : 마찰형 type 박피기, 4 : 회전식 칼날 삭피 type 박피기
- 5 : 회전식 브러시 type 근채류 전용 박피기
- 6. 10% NaOH, 100℃에서 1분간 처리
- 7. 12% NaOH, 80℃에서 1분 30초간 처리
- 8. 15% NaOH, 70℃에서 2분간 처리

Table 17. 박피 방법에 따른 고구마의 수분함량 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 67.31±0.14 | 66.74±0.32 | 66.18±0.40 | 64.58±1.05 |
| 2 | 73.61±0.23 | 69.59±0.24 | 68.97±0.33 | 67.08±0.57 |
| 3 | 69.03±0.90 | 65.70±0.61 | 63.48±0.46 | 62.14±0.06 |
| 4 | 70.35±0.53 | 69.27±0.80 | 66.28±1.61 | 64.60±1.95 |
| 5 | 75.62±0.14 | 70.66±0.01 | 70.19±0.11 | 69.24±0.01 |
| 6 | 72.30±0.15 | 69.86±0.25 | 64.90±1.07 | 63.07±0.21 |
| 7 | 70.82±0.97 | 69.75±0.06 | 67.15±0.00 | 62.46±0.06 |
| 8 | 69.22±0.55 | 68.44±0.12 | 67.13±0.28 | 63.26±0.28 |

¹⁾ Refer to Fig. 4

Table 18. 박피 방법에 따른 고구마의 pH 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------|------|------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 6.47 | 6.47 | 6.23 | 6.13 |
| 2 | 6.63 | 6.60 | 6.53 | 6.13 |
| 3 | 6.37 | 6.20 | 6.13 | 6.10 |
| 4 | 6.51 | 6.47 | 6.23 | 6.20 |
| 5 | 6.26 | 6.24 | 6.21 | 6.10 |
| 6 | 6.37 | 6.31 | 6.30 | 6.11 |
| 7 | 6.40 | 6.27 | 6.23 | 5.94 |
| 8 | 6.41 | 6.23 | 6.21 | 6.03 |

¹⁾ Refer to Fig. 4

Table 19. 박피 방법에 따른 고구마의 갈변도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 0.73±0.00 | 0.80±0.02 | 0.98±0.03 | 1.08±0.01 |
| 2 | 0.72±0.01 | 0.87±0.01 | 0.91±0.01 | 0.98±0.01 |
| 3 | 0.82±0.03 | 0.91±0.02 | 0.95±0.00 | 1.12±0.03 |
| 4 | 0.79±0.01 | 0.80±0.01 | 0.98±0.03 | 0.11±0.00 |
| 5 | 0.78±0.01 | 1.02±0.00 | 1.06±0.05 | 1.21±0.01 |
| 6 | 0.78±0.01 | 0.96±0.03 | 0.96±0.00 | 1.19±0.00 |
| 7 | 0.97±0.00 | 1.05±0.00 | 1.06±0.01 | 1.13±0.03 |
| 8 | 0.95±0.01 | 0.98±0.00 | 0.99±0.01 | 1.16±0.00 |

¹⁾ Refer to Fig. 4

Table 20. 박피 방법에 따른 고구마의 경도변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 3.43±1.10 | 2.38±0.93 | 4.44±0.12 | 4.79±0.64 |
| 2 | 3.26±1.06 | 3.18±0.78 | 4.03±0.81 | 4.88±0.42 |
| 3 | 1.36±0.23 | 1.52±0.22 | 4.76±0.50 | 4.88±0.42 |
| 4 | 1.36±0.23 | 1.52±0.22 | 4.76±0.50 | 4.88±0.42 |
| 5 | 1.36±0.23 | 1.52±0.22 | 4.76±0.50 | 4.88±0.42 |
| 6 | 5.25±0.16 | 5.51±0.09 | 4.48±0.28 | 5.09±0.04 |
| 7 | 1.36±0.23 | 1.52±0.22 | 4.76±0.50 | 4.88±0.42 |
| 8 | 1.36±0.23 | 1.52±0.22 | 4.76±0.50 | 4.88±0.42 |

¹⁾ Refer to Fig. 4

Table 21. 박피 방법에 따른 고구마의 Hunter L, a, b and ΔE 값 변화

| Treatments ¹⁾ | Hunter value | 박피 후 경과시간(hr) | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------|-------|-------|-------|
| | | Control | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | L | 86.62 | 87.72 | 86.87 | 85.01 | 82.99 |
| | a | -3.62 | -4.1 | -3.98 | -4.34 | 3.42 |
| | b | 30.76 | 22.34 | 23.88 | 38.12 | 40.23 |
| | ΔE | | 8.51 | 6.89 | 7.57 | 12.35 |
| 2 | L | 86.62 | 87.1 | 86.03 | 83.22 | 82.09 |
| | a | -3.62 | -3.98 | -4.01 | -4.11 | -4.92 |
| | b | 30.76 | 21.99 | 21.98 | 39.17 | 41.33 |
| | ΔE | | 8.79 | 8.81 | 9.08 | 11.57 |
| 3 | L | 86.62 | 82.7 | 58.63 | 57.36 | 50.61 |
| | a | -3.62 | -3.2 | 7.79 | 8.33 | 10.64 |
| | b | 30.76 | 29.95 | 29.75 | 28.89 | 26.79 |
| | ΔE | | 4.02 | 30.24 | 31.66 | 38.93 |
| 4 | L | 86.62 | 86.98 | 85.45 | 84.45 | 80.42 |
| | a | -3.62 | -4.73 | -3.44 | -4.03 | -1.3 |
| | b | 30.76 | 31.55 | 27.22 | 41.33 | 28.67 |
| | ΔE | | 1.41 | 3.73 | 10.80 | 6.94 |
| 5 | L | 86.62 | 85.78 | 84.4 | 83.07 | 80.42 |
| | a | -3.62 | -3.99 | -3.98 | -4.03 | -2.5 |
| | b | 30.76 | 21.05 | 27.22 | 33.33 | 38.77 |
| | ΔE | | 9.75 | 4.19 | 4.40 | 10.19 |
| 6 | L | 86.62 | 74.46 | 66.65 | 59.41 | 51.81 |
| | a | -3.62 | -1.19 | 3.46 | 4.86 | 4.64 |
| | b | 30.76 | 40.19 | 31.95 | 29.15 | 25.95 |
| | ΔE | | 15.58 | 21.22 | 28.55 | 36.10 |
| 7 | L | 86.62 | 75.78 | 64.44 | 63.2 | 61.71 |
| | a | -3.62 | -2.22 | 4.01 | 4.44 | 5.18 |
| | b | 30.76 | 33.97 | 28.94 | 30.01 | 27.08 |
| | ΔE | | 11.39 | 23.53 | 24.78 | 26.67 |
| 8 | L | 86.62 | 73.85 | 65.58 | 62.64 | 59.73 |
| | a | -3.62 | -0.21 | 5.7 | 6.84 | 7.54 |
| | b | 30.76 | 38.1 | 31.86 | 33.78 | 33 |
| | ΔE | | 15.12 | 23.04 | 26.34 | 29.20 |

¹⁾ Refer to Fig. 4

3. 우영

우영의 박피에 따른 감모율은 박피 방법에 따라 많은 차이가 있었으며 다른 품목과는 달리 칼을 이용한 수작업 박피에서 감모율 18.2%로 가장 크게 나타났으며, 회전식 브러시 type 박피기가 8.1%로 가장 적은 감모율을 나타내었다. 칼을 이용한 수작업 박피가 감모율이 큰 것은 우영의 경우에는 칼을 이용한 박피 시 깎아 내는 형태의 박피가 아니라 긁어내는 형태로 박피가 이루어지므로 감모율이 높고 갈변도도 높게 나타났다. 칼을 이용한 수작업 뿐만 아니라 도구를 이용한 수작업도 다른 품목의 실험에서와는 달리 그다지 효과적이지 못했는데 이는 2가지 수작업 모두 우영을 긁어내는 과정에서 박피 효율성이 떨어진 것으로 보인다. 박피 처리후의 수분함량의 변화는 박피 도구를 이용한 수작업 처리구가 80.5%~71.3% 범위로, 12% NaOH 70℃에서 30초간 처리한 우영의 80.56%~69.54% 보다 다소 높게 유지되었다. pH 변화도 6.58~5.67 수준으로 다른 근채류와 마찬가지로 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 한편, 우영 박피에 있어 가장 효율적인 방법인 brushing 처리는 감모율이 8.05%로 다른 처리에 비하여 현저히 낮게 나타났으며 박피 직후에는 갈변정도가 0.85로 다소 높게 나타났으나 박피 처리후 시간이 경과함에 따라서는 갈변정도가 더디게 진행되는 특징을 보여 주었다. 그밖에 마찰형 type 박피기를 사용한 경우, 감모율은 16.39%로 높게 나타났으나 갈변도에 있어 0.72~1.15 수준으로 다른 근채류보다 효과적인 것으로 나타났는데 이는 브러시의 효과에 의한 것으로 추측된다. 따라서 외형이 긴 직선형의 우영, 연근 및 마는 박피 과정에서 여러 방향으로 회전이 되는 구근류 박피기나 칼날이 부착된 박피기에는 적용이 불가하나 근채류 전용박피기와 같이 한 방향으로 회전하는 방식에는 적합한 것으로 나타났다.

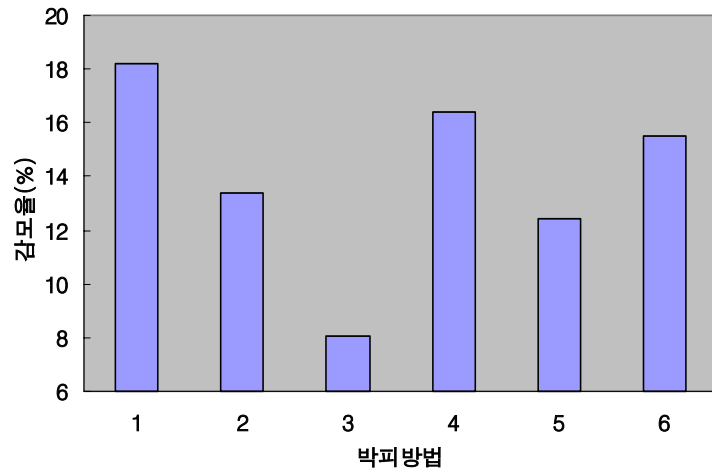


Fig. 5. 박피 방법에 따른 우영의 감모율

1 : 수작업(일반 과도), 2 : 수작업(박피용 전용 도구),

3 : 회전식 브러시 type 박피기

4 : 마찰형 type 박피기

5 : 10% NaOH, 80℃에서 30초간 처리

6 : 12% NaOH, 70℃에서 30초간 처리

Table 22. 박피 방법에 따른 우영의 수분함량 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 80.05±0.06 | 78.97±0.03 | 76.38±0.87 | 71.35±1.48 |
| 2 | 80.48±0.01 | 79.92±0.01 | 75.45±0.52 | 71.25±0.01 |
| 3 | 79.29±0.21 | 77.65±0.26 | 74.90±0.87 | 71.26±0.11 |
| 4 | 81.96±0.63 | 79.68±0.26 | 78.01±0.11 | 74.18±0.26 |
| 5 | 80.71±0.08 | 78.42±0.27 | 72.85±0.08 | 70.89±0.07 |
| 6 | 80.55±0.03 | 75.65±1.99 | 73.61±0.27 | 69.54±1.69 |

¹⁾ Refer to Fig. 5

Table 23. 박피 방법에 따른 우영의 pH 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------|------|------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 6.48 | 6.11 | 5.84 | 5.82 |
| 2 | 6.45 | 5.96 | 5.67 | 5.87 |
| 3 | 5.92 | 5.70 | 5.79 | 5.86 |
| 4 | 5.98 | 5.97 | 5.96 | 5.84 |
| 5 | 6.58 | 6.31 | 5.88 | 5.80 |
| 6 | 6.07 | 5.99 | 5.86 | 5.83 |

¹⁾ Refer to Fig. 5

Table 24. 박피 방법에 따른 우영의 갈변도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 0.72±0.01 | 0.72±0.01 | 1.01±0.05 | 1.37±0.10 |
| 2 | 0.62±0.02 | 0.89±0.05 | 1.33±0.10 | 1.66±0.02 |
| 3 | 0.85±0.05 | 1.00±0.00 | 1.03±0.00 | 1.29±0.01 |
| 4 | 0.72±0.01 | 0.75±0.04 | 0.99±0.00 | 1.15±0.06 |
| 5 | 1.27±0.10 | 1.28±0.02 | 1.33±0.02 | 1.76±0.01 |
| 6 | 1.14±0.22 | 1.18±0.00 | 1.19±0.01 | 1.37±0.11 |

¹⁾ Refer to Fig. 5

Table 25. 박피 방법에 따른 우영의 경도변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 6.00±0.04 | 5.06±0.24 | 4.76±0.50 | 4.88±0.42 |
| 2 | 4.92±0.07 | 4.70±0.56 | 4.76±0.50 | 4.32±0.26 |
| 3 | 4.39±0.10 | 4.47±0.29 | 4.39±0.07 | 4.19±0.36 |
| 4 | 5.72±0.08 | 5.78±0.20 | 6.06±0.07 | 5.66±0.55 |
| 5 | 5.18±0.35 | 5.26±0.22 | 5.12±0.48 | 4.78±0.31 |
| 6 | 4.36±0.05 | 4.21±0.09 | 4.43±0.40 | 4.66±0.24 |

¹⁾ Refer to Fig. 5

Table 26. 박피 방법에 따른 우영의 Hunter L, a, b and ΔE 값 변화

| Treatments ¹⁾ | Hunter value | 박피 후 경과시간(hr) | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------|-------|-------|-------|
| | | Control | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | L | 80.39 | 67.49 | 65.17 | 65.05 | 62.19 |
| | a | -1.02 | 4.53 | 5.69 | 5.26 | 2.77 |
| | b | 8.00 | 19.79 | 17.46 | 22.74 | 21.88 |
| | ΔE | | 18.34 | 19.14 | 22.18 | 23.20 |
| 2 | L | 80.39 | 77.04 | 73.65 | 71.87 | 71.34 |
| | a | -1.02 | -0.11 | 2.92 | 2.5 | 1.87 |
| | b | 8.00 | 14.77 | 15.58 | 18.02 | 19.27 |
| | ΔE | | 7.61 | 10.88 | 13.62 | 14.74 |
| 3 | L | 80.39 | 79.74 | 78.66 | 76.03 | 75.01 |
| | a | -1.02 | -1.06 | 0.01 | 0.77 | -0.63 |
| | b | 8.00 | 12.32 | 12.52 | 13.33 | 14.49 |
| | ΔE | | 4.37 | 4.95 | 7.11 | 8.44 |
| 4 | L | 80.39 | 76.71 | 76.39 | 75.33 | 74.45 |
| | a | -1.02 | -0.62 | 0.82 | 1.52 | 0.33 |
| | b | 8.00 | 14.78 | 16.47 | 18.4 | 13.95 |
| | ΔE | | 7.72 | 9.55 | 11.84 | 8.52 |
| 5 | L | 80.39 | 67.49 | 65.17 | 65.05 | 62.19 |
| | a | -1.02 | 4.53 | 5.69 | 5.26 | 2.77 |
| | b | 8.00 | 19.79 | 17.46 | 22.74 | 21.88 |
| | ΔE | | 18.34 | 19.14 | 22.18 | 23.20 |
| 6 | L | 80.39 | 75.35 | 69.38 | 60.01 | 56.18 |
| | a | -1.02 | -5.98 | -3.8 | -2.71 | -1.58 |
| | b | 8.00 | 26.67 | 24.18 | 20.83 | 20.3 |
| | ΔE | | 19.96 | 19.77 | 24.14 | 27.16 |

¹⁾ Refer to Fig. 5

4. 연근

연근은 박피가 매우 까다로운 품목으로 체내의 커다란 기공 때문에 화학적 박피는 불가능하였다. 전반적으로 박피에 따른 감모율은 10%를 넘지 않는 낮은 수준이었는데 이는 연근의 표피가 다른 근채류들에 비하여 얇기 때문이다. 우영과 마찬가지로 brushing에 의한 박피가 가장 효과적이어서 감모율이 5.1% 수준으로 가장 낮게 나타났다. 박피 처리후의 수분함량 변화도 회전식 브러시 type 박피기가 89.24%~87.27%로 차이가 1.97%로 가장 적게 나타난 것은 고압세척기의 살수로 인해 연근의 기공 내

로 물기가 침투되어 기공 표면에 흡습되었기 때문으로 여겨진다. 그리고 연근은 박피 처리후 갈변이 심하게 일어나지 않아 갈변도의 변화도 0.02~0.09 수준으로 나타났다. pH 변화도 회전식 브러시 type 박피기에서 6.0~6.5 수준이며, 그 밖의 처리구에서는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

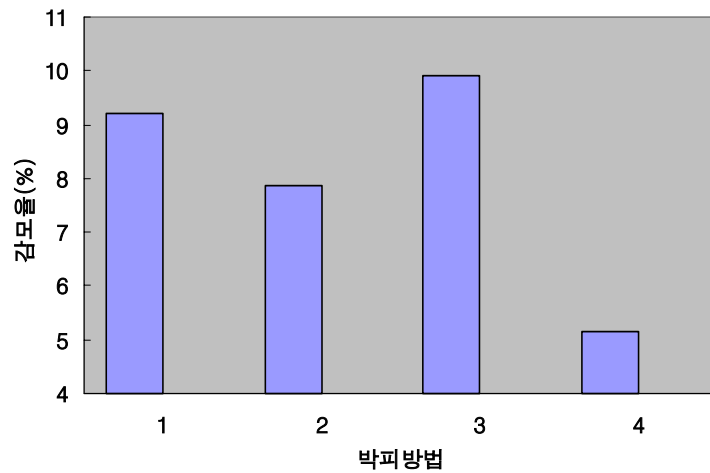


Fig. 6. 박피 방법에 따른 연근의 감모율

1 : 수작업(일반 과도), 2 : 수작업(박피용 전용 도구)
3 : 마찰형 type 박피기, 4 : 회전식 브러시 type 박피기

Table 27. 박피 방법에 따른 연근의 수분함량 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 85.65±0.71 | 84.66±0.35 | 77.20±0.01 | 76.58±0.32 |
| 2 | 87.17±0.14 | 83.28±0.19 | 79.43±0.18 | 77.37±1.86 |
| 3 | 89.24±0.12 | 88.43±0.15 | 87.28±0.11 | 87.26±0.07 |
| 4 | 86.33±1.04 | 81.61±1.95 | 76.90±0.04 | 75.62±0.41 |

¹⁾ Refer to Fig. 6

Table 28. 박피 방법에 따른 연근의 pH 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------|------|------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 6.85 | 6.65 | 6.63 | 6.60 |
| 2 | 6.85 | 6.75 | 6.65 | 6.61 |
| 3 | 6.50 | 6.51 | 6.51 | 6.00 |
| 4 | 6.50 | 6.45 | 6.40 | 6.40 |

¹⁾ Refer to Fig. 6

Table 29. 박피 방법에 따른 연근의 갈변도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 0.03±0.00 | 0.03±0.00 | 0.04±0.00 | 0.08±0.01 |
| 2 | 0.03±0.00 | 0.04±0.00 | 0.04±0.00 | 0.07±0.00 |
| 3 | 0.02±0.00 | 0.03±0.00 | 0.04±0.00 | 0.04±0.00 |
| 4 | 0.04±0.00 | 0.04±0.00 | 0.05±0.00 | 0.09±0.00 |

¹⁾ Refer to Fig. 6

Table 30. 박피 방법에 따른 연근의 경도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 1.78±0.01 | 1.96±0.11 | 1.71±0.58 | 1.33±0.01 |
| 2 | 3.58±0.30 | 2.81±0.24 | 3.49±0.06 | 2.52±0.41 |
| 3 | 4.59±0.11 | 2.68±0.17 | 3.51±0.08 | 2.18±0.55 |
| 4 | 4.31±0.27 | 5.19±0.18 | 4.17±0.25 | 3.82±0.62 |

¹⁾ Refer to Fig. 6

Table 31. 박피 방법에 따른 연근의 Hunter L, a, b and ΔE 값 변화

| Treatments ¹⁾ | Hunter Value | 박피 후 경과시간(hr) | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------|-------|-------|-------|
| | | Control | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | L | 79.99 | 75.43 | 74.06 | 72.08 | 70.54 |
| | a | -1.19 | -0.53 | -0.19 | 1.46 | 1.42 |
| | b | 11.92 | 14.72 | 15.77 | 16.33 | 16.96 |
| | ΔE | | 5.39 | 7.14 | 9.44 | 11.02 |
| 2 | L | 79.99 | 86.88 | 85.14 | 84.97 | 75.67 |
| | a | -1.19 | -0.3 | 1.8 | 1.51 | -0.27 |
| | b | 11.92 | 15.02 | 16.08 | 16.68 | 14.32 |
| | ΔE | | 7.61 | 7.26 | 7.40 | 5.03 |
| 3 | L | 79.99 | 70.66 | 63.19 | 61.18 | 55.46 |
| | a | -1.19 | 1.63 | 3.14 | 3.28 | 5.64 |
| | b | 11.92 | 20.86 | 19.88 | 19.09 | 17.84 |
| | ΔE | | 13.23 | 19.09 | 20.62 | 26.14 |
| 4 | L | 79.99 | 77.32 | 75.22 | 72.92 | 71.43 |
| | a | -1.19 | -0.55 | -0.24 | 1.53 | 1.44 |
| | b | 11.92 | 15.23 | 21 | 21.45 | 21.33 |
| | ΔE | | 4.30 | 10.30 | 12.17 | 12.99 |

¹⁾ Refer to Fig. 6

5. 마

마에 있어 박피 감모율은 우영 및 연근과 비슷한 경향을 보임으로써 회전식 브러시 type 박피기와 마찰형 type 박피기가 비교적 효율적인 것으로 나타났다. 감모율에 있어서 brushing의 경우 3.28%로 매우 낮게 나타났으며 마찰형 type 박피기에서도 5.23%로 낮은 감모율을 나타내었다. 또한, 2가지 수작업에 의해 박피한 시료는 기계식 박피기로 처리한 시료와 비교하여도 처리후의 수분함량 변화, 갈변정도, pH 변화 등의 품질적으로 크게 차이가 없었으나 감모율이 9% 수준으로 높게 나타났다. 이는 과육이 상당히 연하므로 수작업에 의해 박피되는 부분이 많기 때문이다. 그리고 연근과 마찬가지로 갈변에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 실험에 사용한 6가지 근 채류 중에서 화학적 박피가 가장 효과적인 품목으로 가열 온도 및 시간의 영향도 그다지 받지 않는 것으로 나타났다.

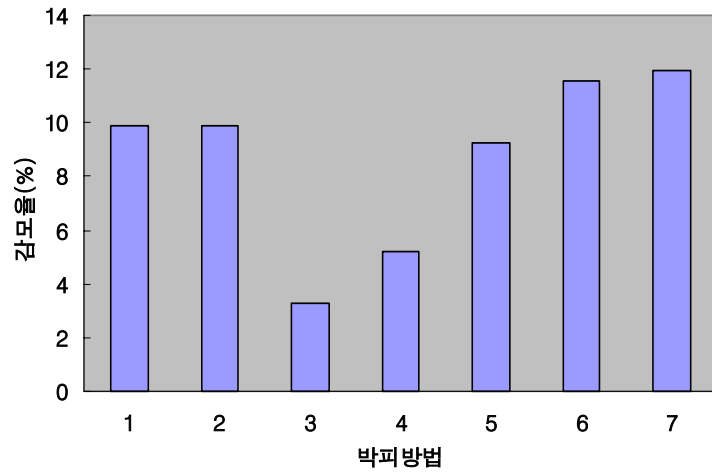


Fig. 7. 박피 방법에 따른 마의 감모율

- 1 : 수작업(일반 과도), 2 : 수작업(박피용 전용 도구),
- 3 : 회전식 브러시 type 박피기
- 4 : 마찰형 type 박피기
- 5 : 10% NaOH, 60℃에서 2분간 처리
- 6 : 12% NaOH, 80℃에서 1분간 처리
- 7 : 15% NaOH, 70℃에서 1분간 처리

Table 32. 박피 방법에 따른 마의 수분함량 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 85.03±0.02 | 83.23±0.03 | 78.94±0.01 | 74.40±0.31 |
| 2 | 83.14±0.10 | 79.67±0.05 | 77.70±0.07 | 74.89±0.83 |
| 3 | 83.24±0.02 | 78.95±0.00 | 76.07±1.03 | 74.25±0.76 |
| 4 | 87.48±0.03 | 80.26±0.51 | 78.11±2.59 | 74.55±0.12 |
| 5 | 88.49±0.01 | 87.14±0.00 | 84.64±0.05 | 73.29±0.99 |
| 6 | 86.28±0.02 | 85.09±0.00 | 85.03±0.02 | 74.54±0.46 |
| 7 | 88.67±0.01 | 85.03±0.02 | 80.20±0.05 | 75.80±1.61 |

¹⁾ Refer to Fig. 7

Table 33. 박피 방법에 따른 마의 pH 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------|------|------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 6.13 | 6.13 | 6.07 | 6.06 |
| 2 | 6.13 | 6.13 | 6.08 | 6.04 |
| 3 | 6.10 | 6.10 | 6.05 | 6.01 |
| 4 | 5.96 | 5.79 | 5.79 | 5.71 |
| 5 | 6.13 | 6.13 | 6.07 | 6.06 |
| 6 | 6.38 | 6.38 | 6.30 | 6.30 |
| 7 | 5.69 | 5.60 | 5.52 | 5.49 |

¹⁾ Refer to Fig. 7

Table 34. 박피 방법에 따른 마의 갈변도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 0.68±0.07 | 0.71±0.15 | 1.13±0.08 | 1.16±0.11 |
| 2 | 0.67±0.03 | 0.70±0.06 | 0.96±0.01 | 1.13±0.01 |
| 3 | 0.76±0.07 | 0.94±0.00 | 1.14±0.05 | 1.19±0.01 |
| 4 | 0.35±0.11 | 0.59±0.11 | 0.96±0.04 | 1.07±0.01 |
| 5 | 1.08±0.01 | 1.10±0.01 | 1.19±0.00 | 1.64±0.06 |
| 6 | 0.93±0.02 | 1.04±0.01 | 1.18±0.08 | 1.86±0.04 |
| 7 | 0.91±0.04 | 0.97±0.02 | 1.20±0.07 | 1.73±0.06 |

¹⁾ Refer to Fig. 7

Table 35. 박피 방법에 따른 마의 경도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 1.36±0.23 | 1.52±0.22 | 1.52±0.12 | 1.54±0.29 |
| 2 | 2.24±0.11 | 2.28±0.21 | 4.06±0.84 | 4.27±0.28 |
| 3 | 1.72±0.43 | 2.07±0.17 | 1.71±0.15 | 1.71±0.28 |
| 4 | 1.36±0.21 | 1.56±0.04 | 1.10±0.07 | 1.56±0.14 |
| 5 | 3.49±1.06 | 3.43±0.19 | 2.86±0.33 | 4.24±0.65 |
| 6 | 1.75±0.71 | 2.14±0.51 | 1.96±0.52 | 3.00±0.77 |
| 7 | 1.25±0.03 | 1.42±0.47 | 1.75±0.09 | 2.38±0.42 |

¹⁾ Refer to Fig. 7

Table 36. 박피 방법에 따른 마의 Hunter L, a, b and ΔE 값 변화

| Treatments ¹⁾ | Hunter value | 박피 후 경과시간(hr) | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------|-------|-------|-------|
| | | Control | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | L | 86.40 | 79.94 | 77.78 | 77.4 | 76.96 |
| | a | -1.83 | -1.4 | -1.4 | -1.36 | -1.31 |
| | b | 21.45 | 10.23 | 12.67 | 10.38 | 10.28 |
| | ΔE | | 12.95 | 12.31 | 14.27 | 14.63 |
| 2 | L | 86.40 | 81.4 | 80.96 | 79.54 | 77.54 |
| | a | -1.83 | -1.5 | -1.5 | -1.56 | -1.57 |
| | b | 21.45 | 11.1 | 11.1 | 12.5 | 15.4 |
| | ΔE | | 11.50 | 11.70 | 11.28 | 10.73 |
| 3 | L | 86.40 | 77.8 | 77.06 | 75.78 | 74.94 |
| | a | -1.83 | -1.38 | -1.38 | -1.51 | -1.53 |
| | b | 21.45 | 11.38 | 10.28 | 11.67 | 11.32 |
| | ΔE | | 13.25 | 14.57 | 14.44 | 15.30 |
| 4 | L | 86.40 | 81.09 | 81.04 | 81.02 | 79.39 |
| | a | -1.83 | -1.34 | -1.4 | -1.48 | -1.35 |
| | b | 21.45 | 7.9 | 7.1 | 9 | 7.93 |
| | ΔE | | 14.56 | 15.32 | 13.57 | 15.24 |
| 5 | L | 86.40 | 79.94 | 78.4 | 77.78 | 76.96 |
| | a | -1.83 | -1.4 | -1.36 | -1.4 | -1.31 |
| | b | 21.45 | 10.23 | 10.38 | 12.67 | 10.28 |
| | ΔE | | 12.95 | 13.67 | 12.31 | 14.63 |
| 6 | L | 86.40 | 78.69 | 76.96 | 73.77 | 74.69 |
| | a | -1.83 | -1.54 | -1.31 | -1.41 | -0.22 |
| | b | 21.45 | 11.94 | 10.28 | 15.28 | 19.06 |
| | ΔE | | 12.25 | 14.63 | 14.06 | 12.06 |
| 7 | L | 86.40 | 83.23 | 78.96 | 78.9 | 79.08 |
| | a | -1.83 | -1.33 | -1.49 | -1.2 | -0.9 |
| | b | 21.45 | 14.22 | 12.94 | 14.44 | 14.22 |
| | ΔE | | 7.91 | 11.31 | 10.29 | 10.33 |

¹⁾ Refer to Fig. 7

6. 도라지

도라지는 표면이 단단하고 질긴 섬유질로 되어있어 일반 근채류와는 달리 기계적, 화학적 박피방법이 불가능하였다. 화학적 박피 방법을 적용하기엔 20%이상의 NaOH 용액과 같이 지나치게 높은 농도의 화학제사용이 필요하였으며, 또한 도라지는 많은

측근과 잔뿌리를 가지고 있어서 기계적 박피 처리시 잔뿌리가 제대로 제거되지 않거나 많은 량의 측근이 제거됨으로써 상당한 손실을 초래하기 때문이다. 따라서 도라지는 수작업에 의한 박피만이 가능하였는데 3가지의 수작업에 의한 박피를 비교하였을 때 모든 처리구에서 비슷한 효과를 보였으나 감모율에 있어서 박피 도구를 사용한 수작업 박피는 박피 도중 제거되는 측근의 수가 다른 수작업 박피에서 보다 많아 15.93%로 높은 편이었다. 박피 처리후의 수분함량 변화는 칼을 이용한 수작업 처리구에서 초기치 88.26%에서 3시간후 71.55%로 16.71%의 감소율을 보였으며, 박피 도구를 사용한 수작업 처리구에서는 14.38%, sandpaper에 의한 수작업 처리구는 16%의 수분함량 감소율을 보여 전체적으로 비슷한 양상을 보였다.

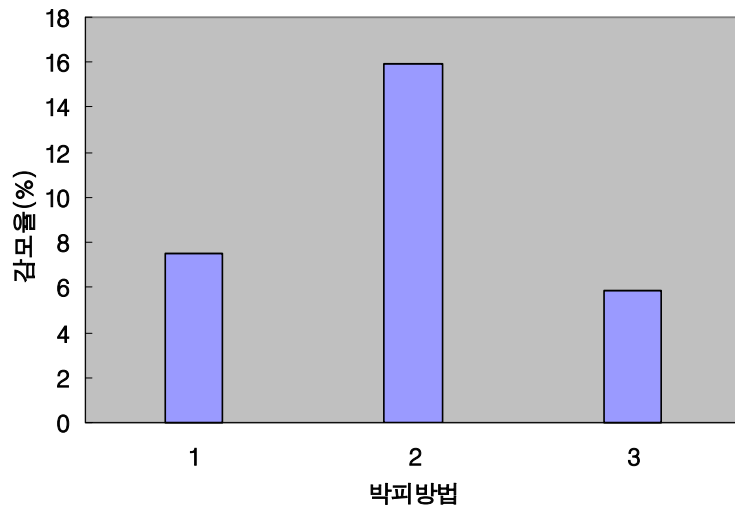


Fig. 8. 박피 방법에 따른 도라지의 감모율

1 : 수작업(일반 과도), 2 : 수작업(박피용 전용 도구),
3 : 수작업(sandpaper)

pH의 변화는 5.9~5.77 수준으로 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 갈변도 변화는 전체적으로 박피 직후 0.15 수준에서 박피 30분 후 까지 0.16~0.17수준을 유지하다가

박피 3시간 후에는 모든 처리구에서 0.2 수준을 넘었고 sandpaper에 의한 수작업 처리구는 0.29 수준으로 가장 높게 나타났다. 그리고 sandpaper에 의한 수작업 처리는 낮은 감모율과 갈변 정도를 나타냄으로써 sandpaper는 박피 도구나 칼과 마찬가지로 도라지의 측근이 잘려질 우려가 없으며 도라지의 측근 사이사이의 표피를 제거 할 수 있어 효과적인 방법으로 여겨진다.

Table 37. 박피 방법에 따른 도라지의 수분함량 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 88.26±0.39 | 79.79±0.14 | 73.96±0.07 | 71.55±1.66 |
| 2 | 87.91±0.12 | 77.23±0.02 | 76.33±0.04 | 73.53±0.68 |
| 3 | 89.27±0.53 | 80.55±0.36 | 76.83±1.14 | 73.27±0.05 |

¹⁾ Refer to Fig. 8

Table 38. 박피 방법에 따른 도라지의 pH 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------|------|------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 5.86 | 5.86 | 5.81 | 5.81 |
| 2 | 5.85 | 5.85 | 5.80 | 5.77 |
| 3 | 5.90 | 5.83 | 5.80 | 5.80 |

¹⁾ Refer to Fig. 8

Table 39. 박피 방법에 따른 도라지의 갈변도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 0.16±0.00 | 0.16±0.00 | 0.20±0.01 | 0.22±0.00 |
| 2 | 0.15±0.00 | 0.16±0.00 | 0.17±0.00 | 0.25±0.00 |
| 3 | 0.16±0.00 | 0.17±0.01 | 0.19±0.01 | 0.29±0.00 |

¹⁾ Refer to Fig. 8

Table 40. 박피 방법에 따른 도라지의 경도 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 3.09±0.20 | 4.86±0.42 | 4.14±0.58 | 3.55±0.56 |
| 2 | 6.18±1.09 | 6.60±1.22 | 6.28±0.54 | 6.95±0.61 |
| 3 | 6.06±0.75 | 6.24±0.53 | 5.64±0.04 | 5.78±1.01 |

¹⁾ Refer to Fig. 8

Table 41. 박피 방법에 따른 도라지의 Hunter L, a, b and ΔE 값 변화

| Treatments ¹⁾ | Hunter value | 박피 후 경과시간(hr) | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------|-------|-------|-------|
| | | Control | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | L | 87.55 | 87.99 | 85 | 79.09 | 73.46 |
| | a | -3.22 | -2.67 | -2.07 | -2.07 | -1.62 |
| | b | 15.44 | 23.14 | 16.42 | 17.92 | 16.52 |
| | ΔE | | 7.73 | 2.96 | 8.89 | 14.22 |
| 2 | L | 87.55 | 87.79 | 85.7 | 81.1 | 76.46 |
| | a | -3.22 | -2.67 | -2.07 | -1.81 | -1.72 |
| | b | 15.44 | 22.14 | 16.42 | 16.76 | 15.52 |
| | ΔE | | 6.73 | 2.39 | 6.73 | 11.19 |
| 3 | L | 87.55 | 86.99 | 85.65 | 78.11 | 72.11 |
| | a | -3.22 | -2.07 | -2.12 | -1.83 | -1.59 |
| | b | 15.44 | 24.1 | 19.21 | 18.71 | 17.03 |
| | ΔE | | 8.75 | 4.36 | 10.09 | 15.61 |

¹⁾ Refer to Fig. 8

7. 토론

앞에서 실험한 감자, 고구마, 마, 도라지, 우엉, 연근 등 6개 품목과 마찬가지로 토란에 대해서도 수작업 및 기계적 박피에 의한 품질특성을 시험한 결과, 박피처리에 의한 감모율은 수작업 시 13.57%~14.39% 수준, 근채류 전용 박피기를 사용한 기계적 박피시에는 10.02% 수준으로 가장 양호하였으며 이는 감자의 감모율 8% 수준과 유사한 차이를 나타냈었다. 박피처리 후의 수분함량 변화는 전반적으로 시간이 경과함에

따라 완만한 변화를 보였지만 회전 칼날에 의한 기계적 박피 처리구에서 박피 3시간 후 수분함량이 초기치에 비해 약 4% 정도 급격하게 감소하는 것으로 나타났다. pH는 전반적으로 6.6~6.2수준으로 박피방법에 따른 큰 차이를 보이지는 않았지만 시간이 경과할수록 낮아지는 경향을 나타내었으며 타 품목의 근채류와 마찬가지로 토란에서도 박피 후 시간이 경과할수록 pH가 낮아지는 경향을 보이는데 이는 박피된 시료가 공기와 접촉하면서 산화되어지는 것으로 보인다. 갈변도 및 색도 변화는 전반적으로 칼을 사용한 수작업 박피처리가 기계적 박피보다 심하게 일어나는 것으로 나타났다.

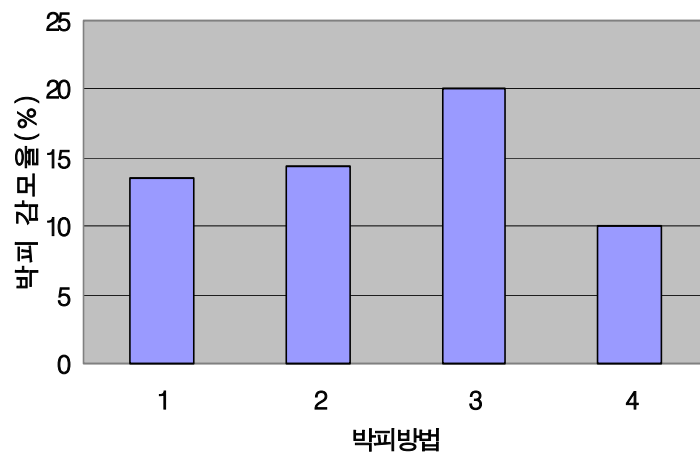


Fig. 9. 박피 방법에 따른 토란의 감모율

1 : 수작업(박피 전용 도구), 2 : 수작업(일반 과도)
 3 : 회전식 칼날 삭피 type 박피기, 4 : 회전식 브러시 type 박피기

Table 42. 박피 방법에 따른 토란의 수분함량 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 80.48±0.71 | 79.78±0.35 | 79.68±0.01 | 78.30±0.32 |
| 2 | 80.56±0.14 | 78.30±0.19 | 77.70±0.18 | 77.58±1.86 |
| 3 | 82.57±0.12 | 81.16±0.15 | 80.47±0.11 | 78.75±0.07 |
| 4 | 84.04±1.04 | 83.79±1.95 | 82.67±0.04 | 81.24±0.41 |

¹⁾Refer to Fig. 9

Table 43. 박피 방법에 따른 토란의 pH 변화

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|------|------|------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 6.63 | 6.42 | 6.40 | 6.33 |
| 2 | 6.51 | 6.51 | 6.41 | 6.20 |
| 3 | 6.55 | 6.51 | 6.44 | 6.39 |
| 4 | 6.35 | 6.25 | 6.24 | 6.07 |

¹⁾Refer to Fig. 9**Table 44. 박피 방법에 따른 토란의 갈변도 변화**

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|--------|--------|--------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 0.0400 | 0.0409 | 0.0405 | 0.0428 |
| 2 | 0.0423 | 0.0435 | 0.0451 | 0.0492 |
| 3 | 0.1279 | 0.2302 | 0.2896 | 0.3017 |
| 4 | 0.2785 | 0.2889 | 0.3834 | 0.4239 |

¹⁾Refer to Fig. 9**Table 45. 박피 방법에 따른 토란의 경도 변화**

| Treatments ¹⁾ | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | 3.05±0.01 | 3.05±0.11 | 3.10±0.58 | 3.10±0.01 |
| 2 | 3.04±0.30 | 3.04±0.24 | 3.09±0.06 | 3.09±0.41 |
| 3 | 3.06±0.11 | 3.11±0.17 | 3.13±0.08 | 3.17±0.55 |
| 4 | 2.95±0.27 | 3.09±0.18 | 3.12±0.25 | 3.19±0.62 |

¹⁾Refer to Fig. 9

Table 46. 박피 방법에 따른 토란의 Hunter L, a, b and ΔE 값 변화

| Treatments ¹⁾ | Hunter Value | 박피 후 경과시간(hr) | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|
| | | Initial | 0.5 | 1 | 3 |
| 1 | L | 83.26 | 82.35 | 81.78 | 81.43 |
| | a | -1.74 | -1.85 | -1.82 | -2.28 |
| | b | 8.69 | 10.34 | 10.52 | 24.65 |
| | ΔE | | 1.89 | 2.35 | 15.29 |
| 2 | L | 81.71 | 82.21 | 80.43 | 78.13 |
| | a | -2.62 | -2.70 | -2.64 | -2.27 |
| | b | 13.08 | 14.07 | 14.67 | 21.57 |
| | ΔE | | 1.10 | 2.04 | 9.22 |
| 3 | L | 85.57 | 84.56 | 82.33 | 83.63 |
| | a | -1.97 | -1.55 | -0.29 | -0.32 |
| | b | 14.16 | 16.01 | 20.78 | 20.17 |
| | ΔE | | 2.15 | 7.56 | 6.53 |
| 4 | L | 79.23 | 77.16 | 76.57 | 75.17 |
| | a | -3.07 | -2.46 | -0.67 | 1.59 |
| | b | 28.31 | 28.84 | 30.27 | 30.43 |
| | ΔE | | 2.22 | 4.08 | 6.53 |

¹⁾Refer to Fig. 9

8. 박피 방법별 관능특성

감자, 고구마, 마, 도라지, 우엉, 연근 등 6개 품목에 대하여 수작업 및 기계적 박피 처리에 의한 품질특성을 살펴보기 위해 박피처리 후의 전반적인 형태, 표면색, 표면 거친 정도, 박피 제거 정도 및 종합적선호도 등에 대해 평가한 결과, 대부분의 근채류에 있어 기계적 박피의 경우 회전식 브러시 type의 근채류 전용 박피기가, 그리고 수작업 박피에 있어서는 Y자형의 근채류 전용 박피도구가 대체적으로 우수한 것으로 나타났다.

Table 47. Sensory evaluation of root vegetables by various peeling methods

| Sample | Peeling method ¹⁾ | Appearance | Surface color | Surface coarseness | Peeling clearness | Overall acceptability |
|----------------------------------|------------------------------|------------|---------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Yam | H-2 | 2.77b | 2.93b | 2.6b | 2.7c | 2.87c |
| | H-1 | 3.83a | 3.47b | 3.77a | 3.7b | 3.6b |
| | M-2 | 2.43b | 2.27c | 1.97b | 1.73d | 2.17d |
| | M-1 | 4.07a | 4.4a | 4.43a | 4.6a | 4.5a |
| Graniflorum (<i>Doraji</i>) | H-1 | 4.07a | 4.07a | 4.0a | 4.1a | 4.07a |
| | H-2 | 3.63a | 3.63a | 3.7a | 3.4b | 3.54a |
| | M-3 | 2.9b | 2.5b | 2.7b | 2.73c | 2.57b |
| Lotus root | H-1 | 3.93a | 3.8a | 3.77c | 3.97b | 3.67a |
| | H-2 | 2.77b | 2.73b | 2.53b | 2.7c | 2.7b |
| | M-2 | 1.97c | 1.8c | 1.33c | 1.87d | 1.67c |
| | M-1 | 4.0a | 4.23a | 4.03a | 4.5a | 4.17a |
| Potato | H-1 | 2.3c | 1.6e | 2.03b | 2.1c | 1.87c |
| | H-2 | 4.13a | 3.9b | 3.73a | 3.6b | 3.93a |
| | M-1 | 2.43c | 2.1d | 2.3b | 2.13c | 2.0c |
| | M-2 | 3.13b | 2.8c | 3.06a | 3.2b | 3.0b |
| | M-3 | 4.13a | 4.7a | 3.73a | 4.93a | 4.23a |
| Sweet potato | H-1 | 2.6b | 2.47c | 2.67b | 2.33c | 2.37c |
| | H-2 | 3.6a | 3.77b | 3.77a | 3.17b | 3.47b |
| | M-1 | 1.97c | 1.63d | 1.93c | 1.33d | 1.53d |
| | M-2 | 1.7c | 1.07e | 1.53c | 1.57d | 1.23d |
| | M-3 | 4.13a | 4.5a | 4.2a | 4.6a | 4.47a |
| Burdock | H-1 | 3.07b | 2.43b | 2.37c | 2.5b | 2.57b |
| | H-2 | 3.43b | 2.73b | 3.1b | 2.87b | 2.9b |
| | M-1 | 4.23a | 4.07a | 3.9a | 4.2a | 4.23a |
| | M-2 | 3.13b | 2.67b | 2.5bc | 2.6b | 2.8b |

¹⁾ H-1: 수작업(박피 전용 도구), H-2: 수작업(일반 파도), H-3: 수작업(Sandpaper)
M-1: 회전식 brush type 근채류 전용 박피기
M-2: 회전식 칼날 삭피 type 박피기
M-3: 마찰형 type 박피기

제 3 절 저온처리 침지 보관수 제조시험

지금까지 진행되어 온 전해수에 관한 연구는 대부분 미생물 살균에 초점이 맞춰져 있으며, 특히 식중독에 관여하는 *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*의 살균을 중심으로 연구되어졌다. 신선 편의 채소류는 미생물에 오염되었을 경우 저장일수가 급격히 감소할 뿐만 아니라 병원성균에 의하여 식중독에 감염될 가능성이 내재되어 있어 세정과 같은 전처리 작업은 필수적이다. 또한, 수확 후 가공 처리되는 최소가공 채소류의 경우 가공과정에서 과채류 조직의 손상으로부터 오는 갈변은 품질손실의 주요인이 되고 있다. 그러나 이와 같은 문제를 해결하기 위한 방안의 일환으로 사용되어진 전기분해수에 관한 연구는 전해수 만을 사용한 것에 국한되어 있으며, 전해수의 효과를 증대시키기 위하여 다양한 식품첨가물을 첨가하여 특성을 변화시킨 전해산화수에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

따라서 본 실험에서는 박피 근채류 및 간밤의 초기품질 유지 및 저장성 향상을 위한 침지용 보관수로 사용할 목적으로 전해수 generator로 수도수를 전기분해하여 높은 산화환원전위를 가지는 전해수를 생성시킨 다음, 이를 원수로 사용하고, 여기에 살균효과, 갈변방지효과 및 빙점강하에 효과가 있다고 알려져 있는 유자과즙 등을 첨가하여 제조한 저온 처리수를 이용하여 이들 제조수의 냉각특성, 이화학적 특성, 살균효과 및 갈변억제 효과 등에 대하여 살펴보았다.

1. 격막 조건에 따른 전해수의 물성 비교

직접 제작한 전해수 제조 시스템의 성능을 평가하고자 격막식 및 무격막식으로 구분하고, 격막식에 있어서는 판형 격막 간극에 따른 물성을 1단 및 2단으로 각각 운전하여 pH, ORP, 차아염소산함량, 전류 및 생성 수량 등을 측정한 결과는 Table 48과 같다. Table 1에서 보는 바와같이 격막 방식의 전기분해수 제조 시스템의 최적조건은 간극이 1.0 mm, 20% NaCl 첨가량이 6 mL/min 일 때 제조된 전해산화수의 물성치가 ORP 1,170 mV 수준, HClO 함량 100 ppm 수준, pH 2.5 수준으로 가장 우수하게 나타났으며, 그 다음 0.8 mm의 간극이 양호한 것으로 나타났다. 그러나 2단 격막 방식에서는 1단의 격막 간극에는 관계없이 2단의 격막 간격이 1.0 mm이면 최적의 조건으

Table 48. Comparison of physicochemical properties of electrolyzed water manufactured from non-diaphragm and diaphragm type

| | Gap of dia-phragm (mm) | NaCl content (mL/min) | Ampere (A) | Water volume (mL/min) | Physicochemical property | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|--------------------------|-----------|--------------|
| | | | | | ORP(mV) | pH | HClO(ppm) |
| Diaphragm (1 stage) | 0.5 | 4 | 14.66±0.57 | 733.33±5.77 | 1,137.00±16.52 | 3.19±0.18 | 53.12±2.92 |
| | | 6 | 16.00±0.00 | 733.33±11.54 | 1,138.00±6.24 | 3.25±0.04 | 55.27±2.58 |
| | 0.8 | 4 | 11.75±1.25 | 676.66±15.27 | 1,158.75±3.94 | 2.78±0.04 | 70.37±1.37 |
| | | 6 | 14.33±2.08 | 695.00±21.21 | 1,165.00±5.29 | 2.55±0.01 | 84.48±5.64 |
| | 1.0 | 4 | 11.50±0.79 | 714.28±36.90 | 1,154.50±7.30 | 2.76±0.06 | 59.05±3.89 |
| | | 6 | 16.00±0.00 | 760.00±0.00 | 1,171.25±0.95 | 2.52±0.02 | 100.32±0.00 |
| | 2.0 | 4 | 8.00±2.82 | 715.00±21.21 | 1,021.25±133.53 | 4.66±1.83 | 36.43±3.03 |
| | | 6 | 8.00±0.00 | 730.00±0.00 | 902.00±22.62 | 6.20±0.01 | 44.72±0.00 |
| | 3.0 | 4 | 8.00±0.00 | 680.00±0.00 | 1,128.00±7.07 | 3.07±0.07 | 62.62±0.00 |
| | | 6 | 10.00±0.00 | 680.00±0.00 | 1,159.50±0.70 | 2.74±0.04 | 84.51±7.79 |
| | 4.0 | 4 | 6.00±0.00 | 705.00±7.07 | 1,036.00±14.14 | 4.54±0.30 | 53.01±0.50 |
| | | 6 | 6.00±0.00 | 700.00±0.00 | 1,036.50±33.23 | 4.34±0.53 | 54.64±0.00 |
| Diaphragm (2 stage) | 0.5 →1.0 | 4 | 26.66±1.15 | 773.33±5.77 | 1,168.33±1.15 | 2.79±0.01 | 84.5±1.56 |
| | | 6 | 26.66±1.15 | 746.66±23.09 | 1,170.00±1.73 | 2.79±0.02 | 91.08±2.68 |
| | 0.8 →1.0 | 4 | 30.00±0.00 | 680.00±0.00 | 1,180.00±1.41 | 2.50±0.01 | 164.94±3.68 |
| | | 6 | 30.00±0.00 | 680.00±0.00 | 1,178.00±0.00 | 2.43±0.00 | 162.80±0.00 |
| | 1.0 →1.0 | 4 | 21.33±1.15 | 746.66±11.54 | 1,181.60±2.07 | 2.45±0.05 | 110.48±6.40 |
| | | 6 | 28.00±0.00 | 770.00±0.00 | 1,185.50±0.57 | 2.27±0.02 | 174.37±43.74 |
| | 2.0 →1.0 | 4 | 16.00±0.00 | 730.00±0.00 | 1,160.00±4.24 | 2.88±0.03 | 77.20±0.00 |
| | | 6 | 18.00±0.00 | 730.00±0.00 | 1,166.50±2.12 | 2.78±0.01 | 93.38±6.18 |
| | 3.0 →1.0 | 4 | 20.00±0.00 | 705.00±7.07 | 1,179.50±0.70 | 2.39±0.01 | 84.12±14.63 |
| | | 6 | 30.00±0.00 | 730.00±0.00 | 1,182.00±00.00 | 2.25±0.00 | 142.69±0.00 |
| | 4.0 →1.0 | 4 | 22.00±0.00 | 725.00±7.07 | 1,176.00±0.00 | 2.43±0.02 | 162.28±11.20 |
| | | 6 | 22.00±0.00 | 710.00±0.00 | 1,174.50±0.70 | 2.34±0.00 | 146.77±0.00 |
| Non-diaphragm (1 stage) | 1.0 | 4 | 17.00±1.00 | 746.00±5.47 | 785.40±8.90 | 9.05±0.17 | 174.67±11.94 |
| | | 6 | 17.66±2.08 | 886.66±80.20 | 749.80±38.49 | 8.81±0.13 | 166.73±31.92 |
| Non-diaphragm (2 stage) | 1.0 →1.0 | 4 | 19.50±1.00 | 975.00±5.77 | 813.50±50.73 | 8.78±0.09 | 132.63±6.09 |
| | | 6 | 31.00±4.00 | 922.00±38.34 | 833.60±28.26 | 9.10±0.13 | 266.96±55.06 |

로 물성치가 나타남으로써 기존의 1단 전기분해 시스템 보다 2단 전기분해 시스템으로 운전하는 것이 우수함을 알 수 있었다.

한편, 전기분해시 격막을 사용하는 것은 작은 수소방울이 전극에 달라붙어 전압을 떨어뜨리는 분극현상을 억제하기 위한 것인데 반하여 무격막 방식은 전해하고자 하는 액체의 유속을 조절하여 아래에서 위를 향하여 계속적으로 액체가 흘러가면서 전극에 발생하는 기포를 떨어뜨림으로써 분극현상을 방지할 수 있도록 하였다. 그 결과 무격막 방식으로 전해시킨 전해수는 차아염소산 함량은 132~266 ppm 수준, 산화환원전위는 750~830 mV 수준, pH는 9 수준으로 격막 방식과는 크게 달라지는 것을 알 수 있었다. 그 중에서, 무격막 방식의 최적조건은 간극이 1mm, 20% NaCl 첨가량이 4 mL/min 일 때 제조된 전해수의 물성치가 격막 방식의 최적조건과 가장 근접하게 나타났다으며, 특히 2단의 무격막 방식에서 NaCl 첨가량이 6 mL/min의 경우에는 HClO 함량이 높은 것 이외는 ORP 및 pH 측면에서 볼 때 1단의 방식과 별 차이가 없는 것으로 판단되어 본 연구에서는 2단의 무격막 방식, 20% NaCl 첨가량이 4 mL/min의 경우가 가장 최적인 것으로 선정하였다.

2. 전해수의 보관조건에 따른 특성 변화

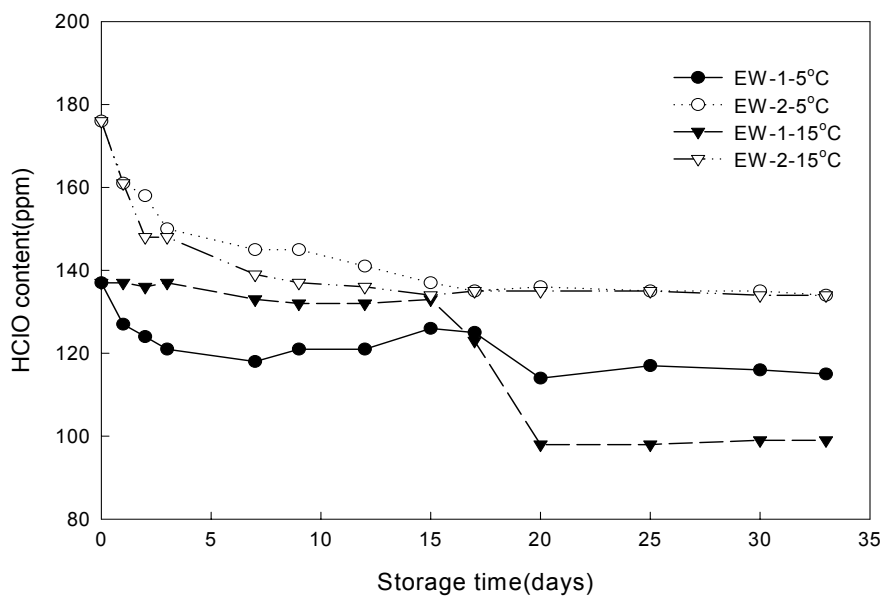
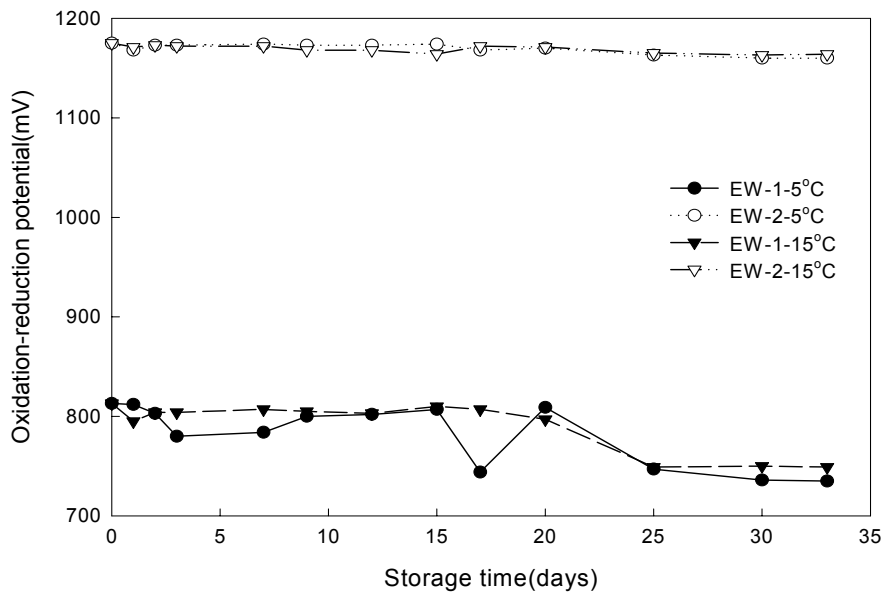
전해산화수의 살균 기작에 대해서는 현재까지 산화수에 존재하는 Cl^- 이온, 높은 산화환원전위, 용존산소 등에 의한다는 주장이 주를 이루고 있다. 따라서 전해산화수의 보관에 있어서는 보관 온도 및 개폐 유무가 이들 염소함량, 산화환원전위, 용존산소 등에 영향을 미칠 것으로 판단되었다. 기 보고된 연구결과에 의하면 밀폐하지 않은 용기에서는 5℃ 보관 3일째, 20℃ 보관 2일째의 ORP는 1,100 mV 이하로 저하하고, 차아염소산 함량 및 pH값도 5℃ 및 20℃ 저장에서 모두 1일째부터 급격히 변화를 나타냄으로써 전해산화수의 살균력에 큰 영향을 받는다는 점을 고려할 때, 본 실험에서는 전해수를 밀폐 용기에 담아 5℃ 및 15℃에 보관하면서 산화환원전위(ORP), 차아염소산(HClO) 함량 및 pH를 살펴보았다.

먼저, 본 실험에 사용한 전해산화수는 제조 초기의 산화환원전위가 1,170 mV 수준의 산화환원력을 지니는 것으로 수도수의 통상적인 산화환원전위가 750 mV 전후인 것에 비해 약 1.5배의 높은 전위차를 지니고 있다. 저장온도 및 기간에 따른 산화환원전위

는 보관온도 및 격막 방식에 관계없이 보관 33일까지는 초기치와 비교하여 약 15 mV 정도 감소 수준으로 거의 차이를 보이지 않았다(Fig. 10).

차아염소산 함량의 변화는 격막 방식으로 제조한 전해산화수는 저장 15일째까지 5°C 보관에서는 초기치 176 ppm에서 140 ppm 수준으로 감소하였으며, 15°C 보관에서는 135 ppm 수준으로 보관온도에 따른 약간의 차이를 보여 주었으나 저장 15일 이후에는 저장온도와 관계없이 저장 33일째까지 134 ppm 수준으로 거의 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다. 반면에 무격막 방식으로 제조한 전해약알칼리수는 5°C 보관에서는 초기치 137 ppm에서 저장 15일째 126 ppm으로 약 10% 수준으로 감소하였으나 15°C 보관에서는 저장 20일째 98 ppm으로 약 30% 수준으로 급격히 감소함으로써 차아염소산 함량은 보관온도 및 격막 방식에 관계없이 제조 직후부터 감소함을 알 수 있었다(Fig. 10).

pH는 저장온도와 관계없이 저장 12일째까지는 격막 방식에서는 pH 2.59~2.94 수준으로 유지되다가 저장 15일째부터는 점차 증가한 후 저장 33일째 pH 5수준으로 증가하였다. 반면, 무격막 방식에서는 보관온도와 관계없이 저장 33일째까지 pH 8.87에서 pH 8.25 수준으로 거의 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다(Fig. 10). 따라서 전해수의 살균력이 산화환원전위 및 차아염소산 함량의 변화에 큰 영향을 받는다는 점을 고려할 때 실온에서 밀폐 용기에 보관할 경우, 격막 및 무격막 방식에서 각각 1,150 및 750 mV 수준, 100 ppm 수준을 1개월 이상 유지할 수 있는 것으로 판단되었다.



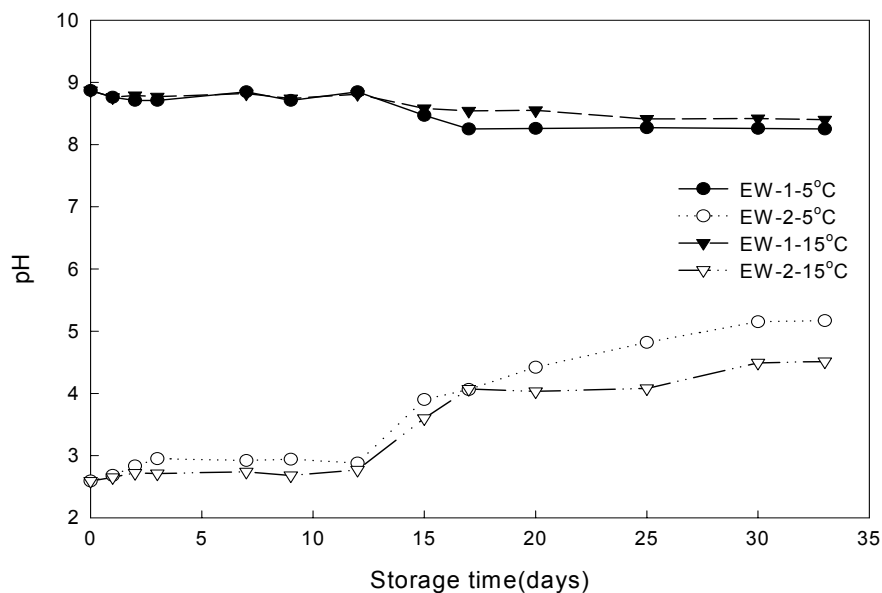


Fig. 10. Changes in ORP, HClO and pH of electrolyzed water during storage.

EW-1-5°C: Electrolyzed low-alkaline water produced by non-diaphragm type (storage at 5°C)

EW-2-5°C: Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type (storage at 5°C)

EW-1-15°C: Electrolyzed low-alkaline water produced by non-diaphragm type (storage at 15°C)

EW-2-15°C: Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type (storage at 15°C)

3. 격막 및 전해액에 따른 전해수의 미생물 살균효과

토양과 직간접적으로 접해 있는 채소류는 재배 기간중 토양으로부터, 또는 수확후 유통 단계에서 일반 미생물과 병원성 미생물 및 부패 미생물에 의한 오염이 일어나며 일반적으로 채소류 및 과일류에서 검출되는 총균수는 $10^4 \sim 10^7$ CFU/g, 대장균균수는 $10^2 \sim 10^4$ CFU/g 수준, 효모는 10^2 CFU/g 수준으로 알려져 있다. 따라서 본 실험에서는 미생물학적으로 위해요인이 되는 대표적인 미생물 *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*,

Salmonella typhi, 그리고 인축 특히 작업자에 의해 오염이 빈도가 높은 식중독균인 *Staphylococcus aureus*와 부패균으로 작용하는 *Pseudomonas fluorescens*, *Lactobacillus plantarum*, 그리고 대표적인 곰팡이인 *Aspergillus niger*를 대상으로 격막 및 무격막 방식으로 제조한 전해수를 사용하여 시험관내에서의 전해수에 대한 감수성 시험을 통해 사멸효과를 검토하였다.

Table 49에서 보는 바와 같이 *Botrytis cinerea* 등 12 균주가 초기 $10^5 \sim 10^6$ CFU/mL에서 30초 후에 모두 사멸되는 것으로 나타났다.

한편, 전해액에 따른 전해수 물성에 미치는 영향 조사하기 위하여 전해액으로 NaCl 및 CaCl_2 , KCl을 사용하여 *Salmonella typhi*와 *Vibrio Proteolyticus*을 대상으로 시험관내에서의 전해수에 대한 감수성 시험을 통해 사멸효과를 검토하였다. 그 결과 전해액에 따른 전해수의 ORP 및 HClO 함량은 NaCl, KCl, CaCl_2 순으로 높게 나타났으나 큰 차이는 없었다. *Salmonella typhi*는 멸균 증류수 내에서 초기 7.24 log CFU/mL에서 10분 후까지 균수의 변화를 보이지 않는 반면에 모든 전해수 처리구에서는 처리 즉시 사멸하는 것으로 나타났다. 그리고 *Vibrio Proteolyticus*도 멸균 증류수 내에서 초기 5.61 log CFU/mL에서 10분 후까지 균수의 변화를 보이지 않는 반면에 KCl을 전해액으로 한 전해산화수는 30초 이후, 그 밖의 전해수 처리구에서는 처리 즉시 사멸하는 것으로 나타났다(Table 50). 또한, 이들 전해수를 30일 저장한 후에 사멸효과를 검토한 결과에서도 *Vibrio Proteolyticus* 내에서 KCl 및 CaCl_2 을 전해액으로 한 전해수는 30초 이후, NaCl을 전해액으로 한 전해수 처리구에서는 처리 즉시 사멸하는 것으로 나타났다(Table 51). 이상의 결과에서와 같이 전해수를 시험관내에서 실험했을 경우 매우 높은 사멸효과를 확인할 수 있었는데, 위해미생물의 오염이 우려되는 생체류 식품 및 가공식품에의 이용과 저장성 향상을 기대할 수 있어 식품산업에서의 이용이 기대된다고 하겠다. 한편, 본 실험은 전해수를 시험관내에서 별도의 중간매체 없이 실험한 것이므로 실제의 식품에 비해 전해산화수의 사멸작용 환경이 매우 좋았다는 점을 감안한다면 결국 식품의 처리에 있어서는 다소 그 효율이 감소될 것으로 예상할 수 있으나 식품 특히 채소, 과일류에 존재하는 위해미생물의 수가 10^3 CFU/g이하인 점을 감안한다면 그 효과는 매우 클 것으로 생각된다.

Table 49. Changes in number of microorganisms by electrolyzed water produced with non-diaphragm and diaphragm type

| Sample | Treatments | Exposure time(min) | | | | | | |
|--------------------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | 0 | 0.5 | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 |
| <i>Botrytis cinerea</i> | A | 6.2×10 ⁶ | 6.1×10 ⁶ | 6.3×10 ⁶ | 6.2×10 ⁶ | 6.3×10 ⁶ | 6.1×10 ⁶ | 6.3×10 ⁶ |
| | B | 6.0×10 ⁶ | N.D. ¹⁾ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 2.0×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Glomerella cingulata</i> | A | 4.8×10 ⁶ | 4.8×10 ⁶ | 4.5×10 ⁶ | 4.4×10 ⁶ | 4.6×10 ⁶ | 4.5×10 ⁶ | 4.7×10 ⁶ |
| | B | 8.0×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 2.0×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Bacillus cereus</i> | A | 8.2×10 ⁵ | 8.0×10 ⁵ | 8.1×10 ⁵ | 8.2×10 ⁵ | 8.3×10 ⁵ | 8.5×10 ⁵ | 8.4×10 ⁵ |
| | B | 8.7×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 7.2×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Salmonella typhimurium</i> | A | 1.4×10 ⁶ | 1.1×10 ⁶ | 1.3×10 ⁶ | 1.5×10 ⁶ | 1.4×10 ⁶ | 1.7×10 ⁶ | 1.5×10 ⁶ |
| | B | 1.1×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 1.7×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Clostridium perfringens</i> | A | 3.5×10 ⁵ | 3.0×10 ⁵ | 3.1×10 ⁵ | 3.2×10 ⁵ | 3.4×10 ⁵ | 3.5×10 ⁵ | 3.5×10 ⁵ |
| | B | 5.0×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 2.0×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Vibrio proteolyticus</i> | A | 3.3×10 ⁵ | 3.1×10 ⁵ | 3.2×10 ⁵ | 3.4×10 ⁵ | 3.3×10 ⁵ | 3.5×10 ⁵ | 3.6×10 ⁵ |
| | B | 3.0×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 3.0×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Clostridium butyricum</i> | A | 5.2×10 ⁵ | 5.1×10 ⁵ | 5.3×10 ⁵ | 5.3×10 ⁵ | 5.5×10 ⁵ | 5.4×10 ⁵ | 5.6×10 ⁵ |
| | B | 5.5×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 4.4×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Escherichia coli</i> | A | 7.6×10 ⁶ | 7.6×10 ⁶ | 7.8×10 ⁶ | 7.5×10 ⁶ | 7.3×10 ⁶ | 7.7×10 ⁶ | 7.9×10 ⁶ |
| | B | 7.1×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 8.4×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Lactobacillus plantarum</i> | A | 5.6×10 ⁶ | 5.0×10 ⁶ | 5.3×10 ⁶ | 5.1×10 ⁶ | 5.6×10 ⁶ | 5.5×10 ⁶ | 5.8×10 ⁶ |
| | B | 9.6×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 3.4×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | A | 9.1×10 ⁶ | 9.4×10 ⁶ | 9.2×10 ⁶ | 9.5×10 ⁶ | 9.6×10 ⁶ | 9.8×10 ⁶ | 9.5×10 ⁶ |
| | B | 9.1×10 ⁶ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 1.2×10 ⁷ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | A | 4.2×10 ⁵ | 4.0×10 ⁵ | 4.1×10 ⁵ | 4.2×10 ⁵ | 4.5×10 ⁵ | 4.3×10 ⁵ | 4.7×10 ⁵ |
| | B | 5.2×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 4.1×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| <i>Aspergillus niger</i> | A | 1.8×10 ⁵ | 1.7×10 ⁵ | 1.8×10 ⁵ | 2.1×10 ⁵ | 1.9×10 ⁵ | 2.0×10 ⁵ | 2.1×10 ⁵ |
| | B | 2.2×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | C | 1.3×10 ⁵ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

¹⁾ < 10¹ CFU/ml.,

A: Sterilized distilled water

B: Electrolyzed water produced by non-diaphragm type,

C: Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type

Table 50. Changes in number of microorganisms and physicochemical properties of electrolyzed water manufactured from various electrolytes

| Treatments | Sample | Surviving bacterial population (log CFU/mL) after exposure for | | | | | Physicochemical properties | | |
|-------------------------------|-------------------------------|---|------|------|------|-------|----------------------------|-------------|---------------|
| | | 0.5min | 1min | 2min | 5min | 10min | pH | ORP (mV) | HClO (ppm) |
| 0.85% saline ¹⁾ | <i>Salmonella typhimurium</i> | 7.24 | 7.24 | 7.25 | 7.24 | 7.24 | 7.09 | 501 | 0 |
| | <i>Vibrio proteolyticus</i> | 5.61 | 5.59 | 5.53 | 5.61 | 5.57 | | | |
| A | <i>Salmonella typhimurium</i> | N.D. ²⁾ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 4.51 | 1,163 | 128.37 |
| | <i>Vibrio proteolyticus</i> | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | | |
| B | <i>Salmonella typhimurium</i> | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 4.95 | 1,155 | 122.69 |
| | <i>Vibrio proteolyticus</i> | 1.20 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | | |
| C | <i>Salmonella typhimurium</i> | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 4.67 | 1,151 | 120.21 |
| | <i>Vibrio proteolyticus</i> | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | | | |

¹⁾ Sterile physiological salt water

²⁾ < 10¹ CFU/ml.

A : Electrolyzed oxidizing water produced with NaCl

B : Electrolyzed oxidizing water produced with KCl

C : Electrolyzed oxidizing water produced with CaCl₂

Table 51. Inactivation of *Vibrio proteolyticus* by electrolyzed oxidizing water produced with various electrolytes at 30th storage day

| Treatments | Surviving bacterial population (log CFU/mL) after exposure for | | | | | Physicochemical properties | | |
|-------------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|-------------|---------------|
| | 0.5min | 1min | 2min | 5min | 10min | pH | ORP (mV) | HClO (ppm) |
| 0.85% saline ¹⁾ | 5.16 | 5.17 | 5.17 | 5.17 | 5.11 | 7.10 | 503 | 0.00 |
| A | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 5.91 | 1157 | 130.71 |
| B | 0.60 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 5.96 | 1145 | 79.79 |
| C | 1.28 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 5.94 | 1136 | 47.52 |

¹⁾ Sterile physiological salt water

^aNegative by enrichment and no detectable survivors by a direct plating procedure

A : Electrolyzed oxidizing water produced with sodium chloride

B : Electrolyzed oxidizing water produced with potassium chloride

C : Electrolyzed oxidizing water produced with calcium chloride

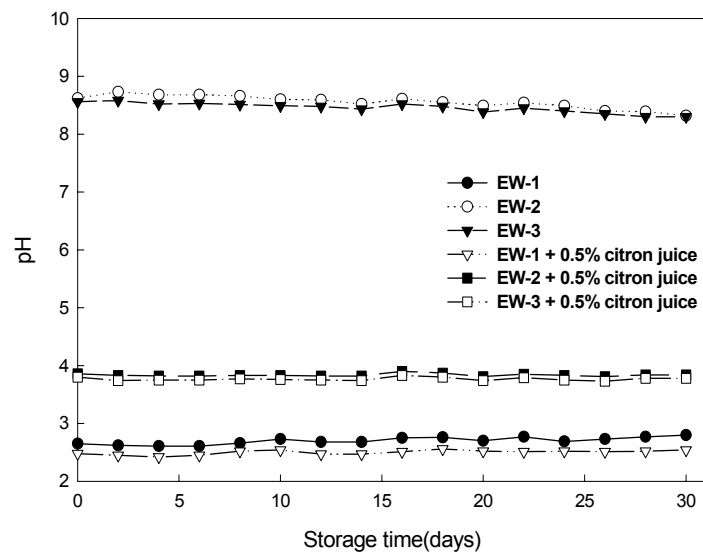
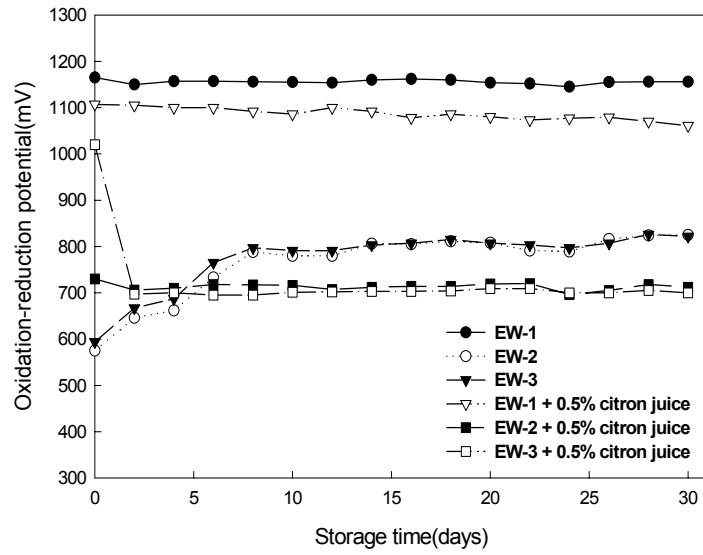
4. 침지 보관용 제조수의 물리적 특성시험

1) 식품첨가제 선정 및 첨가비율 설정

박피 근채류의 세정시 온도를 낮춘 전해수를 이용하여 표면살균 및 예냉의 효과를 동시에 얻고자 전해수의 빙점을 0℃이하로 낮출 수 있는 식품첨가물을 첨가하여 저온수를 제조하였다. 첨가한 식품첨가제는 기존에 사용한바가 있는 NaCl, ethanol, ascorbic acid, 유자과즙, 레몬과즙, polysorbate 80이며, 첨가비율은 관능평가에 따라 빙점강하제의 맛과 향을 거의 느낄 수 없고, ORP는 초기치의 90% 이상을 유지시킬 수 있는 수준에서 결정하였다. 관능평가를 통하여 결정된 빙점강하제의 농도는 NaCl 1%(w/v), ethanol 1%(v/v), ascorbic acid 1%(w/v), 2차 여과시킨 유자과즙 0.5%(v/v), 레몬과즙 1%(v/v), polysorbate 80 5ppm이었으나, ORP를 241mV까지 낮추는 ascorbic acid는 시험구에서 제외하였고, 처리시 삼투압 현상으로 식물체의 조직이 손상되는 것을 방지하기 위하여 NaCl은 0.85%(w/v)로 결정하였으며, 선행된 실험에 의하여 polysorbate 80은 살균력이 가장 높게 나타났던 1ppm으로 설정하였다. 유자과즙과 레몬과즙 첨가구는 타 첨가구에 비하여 ORP가 낮게 나타났으나 제조한 비율 중 대장균군수와 총균수가 가장 많이 감소한 0.5%(v/v)을 선택하였다. 제조된 초저온수의 빙점은 대부분 $-1.0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 수준이었다.

2) 보관기간에 따른 격막 및 무격막 제조수의 특성 변화

기존 연구결과에서 살균력과 갈변억제 효과가 있는 것으로 증명된 유자과즙 0.5%를 첨가하여 제조한 제조수를 0℃ 저온으로 저장하면서 살균력과 관계되는 pH와 ORP, 차아염소산 함량을 살펴본 결과, pH와 ORP는 모든 제조수가 초기치와 거의 비슷하고 저장 30일이 지나도 그 값이 크게 변화하지 않았으며, 차아염소산 함량은 전체적으로 제조 직후 급격히 감소한 다음, 저장기간이 경과함에 따라 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 이와 같은 차아염소산의 함량 감소에도 불구하고, 제조수의 온도를 0℃로 전환하여 수예냉(hydrocooling)에 사용할 경우 살균 효과 증대 및 호흡률의 급격한 감소로 인해 근채류의 선도 연장에 유용하게 이용될 수 있어 상업적 이용가치가 매우 높다고 판단되었다.



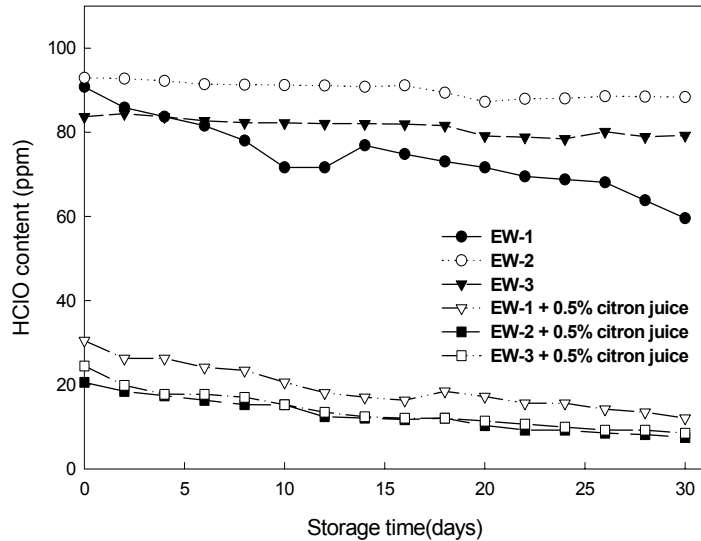


Fig. 11. Changes in ORP, HClO , pH and Residual chlorine of electrolyzed water during storage.

1. Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type
2. Electrolyzed low-alkaline water produced by non-diaphragm type I
3. Electrolyzed low-alkaline water produced by non-diaphragm type II
4. Added 0.5% citron juice in Electrolyzed water produced by diaphragm type
5. Added 0.5% citron juice in Electrolyzed low-alkaline water produced by non-diaphragm type I
6. Added 0.5% citron juice in Electrolyzed low-alkaline water produced by non-diaphragm type II

3) 침지 보관용 제조수의 미생물 살균효과

침지 보관용 제조수의 미생물 살균효과를 살펴보기 위해 멸균 증류수를 대조구로 하여 격막 및 무격막 전해수에 유자과즙 0.5%를 첨가한 제조수를 0℃ 냉장수조 내에서 비교 실험하였다. 본 실험에서는 오염 빈도가 높은 식중독균 및 부패균인 *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*을 대상으로 시험관내에서의 제조수에 대한 감수성 시험을 통해 사멸효과를 검토한 결과는 Table 52와 같다. 초기

균수가 8.62 Log CFU/mL인 *Escherichia coli* 는 멸균생리 식염수에서 30분 침지 후에도 8.62 Log CFU/mL로 거의 변화가 없었던 반면에, 제조수(EW-1)처리구는 1분 이내에 사멸하였으며, 나머지 시험구도 처리 2분 이내에 모두 사멸하는 결과를 나타냄으로써 생식하는 과채류의 세정 및 주방기구의 세척에 제조수를 사용하였을 때 식품 위생에서 가장 문제시되고 있는 *Escherichia coli* O157:H7을 단시간에 효과적으로 살균할 수 있음이 입증되었다. 또한, *Salmonella typhimurium*은 EW-1내에서는 30초 경과 후 1.50 Log CFU/mL로 감소하여 1분만에 더 이상 균이 검출되지 않는 뛰어난 사멸효과를 나타내었다. 이상의 결과에서와 같이 제조수를 시험관내에서 실험했을 경우 매우 높은 사멸효과를 확인할 수 있었던 바, 위해미생물의 오염이 우려되는 생체류 식품 및 가공식품에의 이용과 저장성 향상을 기대할 수 있어 식품산업에서의 이용이 기대된다.

Table 52. Inactivation of *E. coli* and *Salmonella typhi* by chlorinated water and electrolyzed water

| Treatments | Sample | Surviving bacterial population (log CFU/mL) after exposure for | | | | | | | Physicochemical properties | | |
|---------------------------------|-------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|----------|------------|
| | | 0.5 min | 1min | 2min | 5min | 10 min | 20 min | 30 min | pH | ORP (mV) | HClO (ppm) |
| 0.85% saline ¹⁾ | <i>Salmonella typhimurium</i> | 8.18 | 8.23 | 8.19 | 8.18 | 8.19 | 8.20 | 8.17 | | | |
| | <i>E. coli</i> | 8.62 | 8.63 | 8.61 | 8.62 | 8.62 | 8.63 | 8.62 | | | |
| A | <i>Salmonella typhimurium</i> | 1.50 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 2.48 | 1,107 | 36.88 |
| | <i>E. coli</i> | 1.70 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | | | |
| B | <i>Salmonella typhimurium</i> | 3.30 | 2.30 | 1.00 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 3.89 | 740 | 20.57 |
| | <i>E. coli</i> | 1.90 | 1.48 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | | | |
| Chlorinated water ²⁾ | <i>Salmonella typhimurium</i> | 1.30 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 9.61 | 633 | 201.27 |
| | <i>E. coli</i> | 1.50 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | | | |

^a Negative by enrichment and no detectable survivors by a direct plating procedure

¹⁾ Sterile physiological salt water

A : Added 0.5% citron juice in electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type.

B : Added 0.5% citron juice in electrolyzed low-alkaline water produced by non-diaphragm

²⁾ 200ppm NaClO solution

4) 저온 제조수의 갈변 억제 효과

대부분의 과실류에 존재하는 페놀성 화합물은 polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변의 기질로 공기중의 산소에 의해 quinone 또는 quinone 유도체들로 산화되는 물질이다. 이와 같이 형성된 quinone 내지 quinone 유도체들은 활성이 매우 커서 계속 산화, 중합 또는 축합되어 최종적으로 melanin 색소 또는 흑색의 색소들을 형성한다. 따라서 과실 중의 페놀성 화합물들의 양을 줄일 수 있으면 품질열화와 관계된 갈변현상도 어느 정도 억제시킬 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 실험에서는 토란을 저온 제조수에 침지하였을 때 페놀성 화합물들의 변화되는 양을 측정하고, 효소에 의한 갈색화 반응 중 가장 중요하게 여겨지는 polyphenol oxidase의 활성을 비교하면서 갈변억제 정도를 측정한 결과, 기존의 명반수 처리구는 저장기간이 지날수록 서서히 증가하다가 저장 20일에 43.07 mg%로 최고치를 기록하고 다시 감소하는 경향을 보였으며, 전해수에 유자과즙을 첨가한 제조수 처리구는 저장 15일에 38.42~39.43 mg%로 서서히 증가한 다음 저장기간이 계속됨에 따라 서서히 감소하였고 마찬가지로 PPO 활성도 NaCl 및 명반수 처리구는 저장기간이 지날수록 서서히 증가하여 저장 15일에 1,251.2 unit 및 1,205.2 unit로 최고치를 기록하고 다시 감소하는 경향을 보였으나 전해수에 유자과즙을 첨가한 제조수 처리구는 902.9~1,095.5 unit로 서서히 증가한 다음 저장기간이 계속됨에 따라 서서히 감소하였다(Fig. 12). 따라서 제조수 처리구는 기존 처리구에 비해 갈변억제제로서의 특성을 나타내어 저장기간이 지속됨에 따라 효소의 활성이 크게 억제되는 경향을 나타냈으며, 명반수 처리구는 제조수 처리구에 비해 15~20일째 활성이 높았고, 감소율도 낮아 갈변억제효과는 크지 않은 것으로 판단되었다.

한편, 침지액의 처리에 따른 박피 토란 및 깎밤의 저장중 색도변화에서도 저장 30일 동안 유자과즙 첨가 전해수 처리구는 4~5 수준으로 기존의 처리구에 비해 갈변이 크게 진행되지 않음을 알 수 있었다(Table 53, 54).

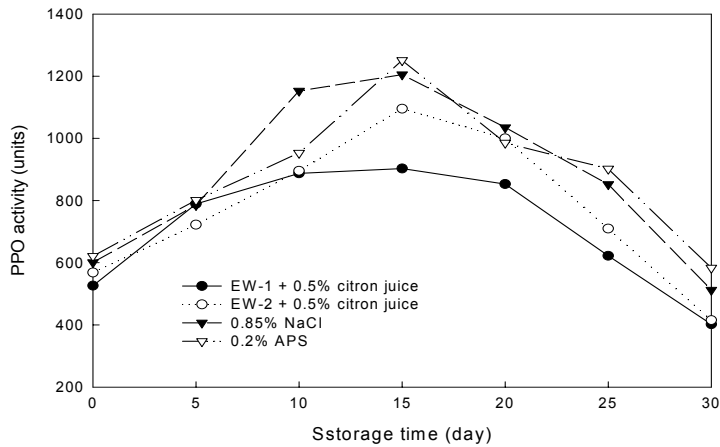
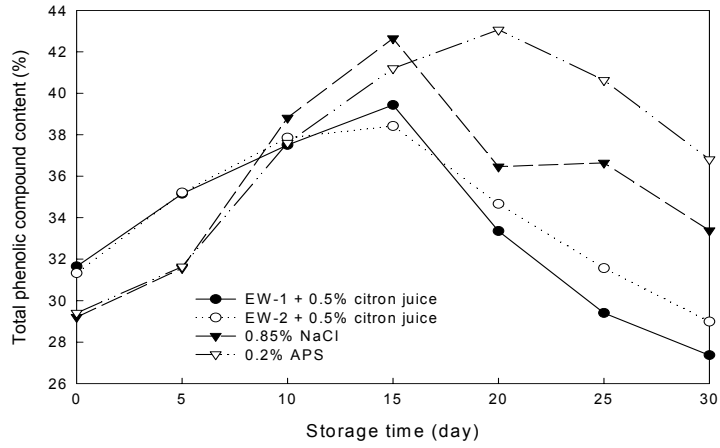


Fig. 12. Changes in total phenolic compound contents and polyphenol oxidase activity of peeled taro during storage.

Table 53. Changes in color value of peeled taro with various treatments during storage

| | Hunter value | Storage time(day) | | | | | | |
|--|--------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Untreated | L | 88.54 | | | | | | |
| | a | -1.24 | | | | | | |
| | b | 7.1 | | | | | | |
| | ΔE | | | | | | | |
| EW-1 ¹⁾ + ⁴⁾ 0.5% Citron juice | L | 87.24 | 87.67 | 88.58 | 87.87 | 86.42 | 87.2 | 85.99 |
| | a | -2.06 | -0.63 | -2.69 | -0.47 | -1.09 | -1.37 | -1.48 |
| | b | 7.62 | 7.8 | 9.14 | 9.23 | 9.02 | 9.3 | 10.17 |
| | ΔE | 1.72 | 1.42 | 2.57 | 2.73 | 2.87 | 2.83 | 4.16 |
| EW-2 ²⁾ + 0.5% Citron juice | L | 88.05 | 87.95 | 86.39 | 86.26 | 86.49 | 85.11 | 85.58 |
| | a | -0.19 | -2.45 | -2.05 | -1.12 | -1.02 | -1.6 | -1.31 |
| | b | 9.38 | 9.94 | 9.39 | 12.59 | 9.77 | 10.75 | 11.02 |
| | ΔE | 2.67 | 3.26 | 3.5 | 3.87 | 3.52 | 5.04 | 5.02 |
| 0.85% NaCl | L | 85.88 | 86.7 | 86.15 | 87.28 | 85.19 | 83.56 | 84.88 |
| | a | -0.78 | -1.78 | -0.24 | -2.99 | -1.79 | -1.88 | -1.83 |
| | b | 8.68 | 10.57 | 15.25 | 14.31 | 14.04 | 16.49 | 12.98 |
| | ΔE | 3.27 | 4.02 | 6.99 | 7.53 | 7.74 | 10.83 | 7.05 |
| 0.2% APS ³⁾ | L | 86.32 | 86.89 | 87.24 | 85.34 | 84.72 | 84.14 | 84.7 |
| | a | 0.14 | -2.91 | -2.47 | -0.75 | -0.78 | -0.7 | -1.18 |
| | b | 8.87 | 10.97 | 11.65 | 11.43 | 13.77 | 15.72 | 12.68 |
| | ΔE | 3.22 | 4.61 | 4.95 | 5.59 | 7.9 | 9.73 | 6.78 |

¹⁾ EW-1 : Electrolyzed water produced from diaphragm type

²⁾ EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

³⁾ Aluminium potassium sulfate

⁴⁾ Added 0.5% citron juice

Table 54. Changes in color value of peeled chestnut with various treatments during storage at 0°C

| Treatment | Hunter value | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Initial | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 0.2% APS ¹⁾ | L | 87.79 | 87.71 | 88.57 | 87.08 | 88.13 | 87.92 | 84.58 | 83.98 |
| | a | -5.4 | -5.70 | -5.28 | -4.77 | -4.89 | -4.63 | -4.29 | -3.48 |
| | b | 36.65 | 39.38 | 32.04 | 35.16 | 33.80 | 33.33 | 28.89 | 27.13 |
| | ΔE | | 2.75 | 4.68 | 1.77 | 2.92 | 3.41 | 8.47 | 10.43 |
| EW-1 ²⁾ | L | 87.79 | 88.01 | 88.23 | 88.87 | 89.11 | 89.05 | 87.75 | 85.94 |
| | a | -5.4 | -4.01 | -4.72 | -4.64 | -4.32 | -4.40 | -3.93 | -3.48 |
| | b | 36.65 | 30.19 | 32.18 | 30.07 | 30.46 | 30.77 | 27.24 | 26.30 |
| | ΔE | | 6.61 | 4.54 | 6.71 | 6.42 | 6.10 | 9.52 | 10.69 |
| EW-2 ³⁾ | L | 87.79 | 87.54 | 88.34 | 88.12 | 88.61 | 87.83 | 87.92 | 86.03 |
| | a | -5.4 | -4.97 | -4.80 | -4.81 | -4.70 | -4.75 | -4.62 | -4.50 |
| | b | 36.65 | 36.66 | 32.06 | 32.81 | 33.16 | 34.21 | 31.21 | 27.82 |
| | ΔE | | 0.50 | 4.66 | 3.90 | 3.65 | 2.53 | 5.50 | 9.05 |
| EW-1 + 0.5% citron juice | L | 87.79 | 88.31 | 89.13 | 88.39 | 89.28 | 88.22 | 85.50 | 85.75 |
| | a | -5.4 | -4.23 | -4.94 | -5.11 | -4.78 | -4.00 | -3.71 | -5.34 |
| | b | 36.65 | 31.37 | 31.29 | 34.35 | 33.66 | 30.46 | 28.77 | 27.17 |
| | ΔE | | 5.43 | 5.54 | 2.39 | 3.40 | 6.36 | 8.38 | 9.70 |
| EW-2 + 0.5% citron juice | L | 87.79 | 88.46 | 88.39 | 88.55 | 88.35 | 87.95 | 85.79 | 86.88 |
| | a | -5.4 | -5.27 | -4.95 | -4.76 | -4.49 | -4.53 | -3.44 | -4.54 |
| | b | 36.65 | 36.29 | 35.41 | 33.57 | 33.40 | 33.23 | 37.87 | 32.67 |
| | ΔE | | 0.77 | 1.45 | 3.24 | 3.42 | 3.53 | 3.05 | 4.17 |

¹⁾ Aluminium potassium sulfate

²⁾ EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

³⁾ EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

제 4 절 처리조건별 박피 근채류 및 간밤의 저장중 품질변화

최소 가공기술을 이용한 박피용 신선편이 박피 근채류(토란, 감자, 고구마, 연근, 우엉, 도라지, 마 등) 및 간밤에 있어 미생물 증식 및 위해 미생물로부터의 안전성 확보, 수출 및 장거리 수송시 품질유지용 보관수 및 용기의 부피 증대로 인한 운송비 부담 해소, 변색 등의 초기품질 저하를 최대한 억제시켜 유통기한의 연장 등을 충족시킬 수 있는 효율적인 박피·세정 등의 전처리 방법 및 침지 저장·유통 기술을 개발코자 선정된 최적 박피 방법(수작업 및 기계적)과 침지저장용 제조수에 의해 저장온도별, 포장조건별에 따른 박피 근채류 및 간밤 등 8개 품목에 대해 저장중 품질변화를 비교 분석하였다.

1. 간밤의 침지 보관용 제조수에 따른 저장중 품질변화 비교

국내의 밤 생산량은 1970년대 연평균 만 2천 톤을 생산한 이후 지속적인 증가를 보여 1998년에 13만 톤에 달하는 세계 제 1위의 생산국으로 자리매김하였다. 국내에서 약 60%가 생울로 소비되며, 가공용 밤 소량을 제외하고는 대부분 일본으로 수출되어지고 있다. 수출용 간밤은 외피와 내피를 제거한 형태로 얼음 또는 저장액에 침지하여 PE film에 포장한 후 수출하고 있으나 유통 중에 밤 과육에 흑점이 발생하거나 냉각수가 탁해지는 현상이 생기는 이유로 많은 어려움을 겪고 있다. 국내에서는 대부분 생울로 유통되기 때문에 밤의 저장 기술에 관한 연구는 활발히 수행되어 움저장, 저온저장, PE film의 두께별 저장효과 및 방사선 조사법이 보고되었고, 밤 성분 변화에 관한 연구로는 저장 중에 지질 성분의 변화, 저장 중의 성분변화, 밤의 아미노산 조성, 동결건조 후 성분의 변화에 관한 연구보고는 있으나 수출용 간밤의 저장액에 관한 연구는 매우 미흡하여 전해산화수를 저장액으로 이용한 연구가 일부 시도되기는 하였으나 저장액의 변화만을 살펴보았을 뿐 저장액을 달리하였을 때 밤 성분의 변화에 대한 연구는 전무한 실정이다.

한편, 밤의 갈변 원인으로는 과육 중의 polyphenol의 산화와 지질이 저장 중에 산화되어 생성되는 carbonyl에 의한 amino-carbonyl 반응 때문이라고 알려져 있으며, 이 중 polyphenol에 의한 갈변현상은 최소가공(minimal processing)이나 저장 중 polyphenol

oxidase 및 peroxidase에 의한 효소적 갈변을 일으키기 때문에 식물체에서 갈변을 억제하는 방법을 연구할 때 가장 중요하게 다루는 항목이다. 그러나 이에 관한 연구는 밤에서 peroxidase를 분리하여 효소적 특성을 연구한 결과는 있지만 polyphenol oxidase나 peroxidase를 억제하는 방법이 다방면으로 연구되어진 사과나 감자에 비해서는 매우 미흡한 실정이다.

전해수는 소량의 NaCl을 첨가한 물을 전기 분해하여 얻을 수 있는 기능수로 낮은 pH, 높은 산화환원전위, 높은 차아염소산 함량으로 인하여 살균력이 입증되었으며, 독성시험을 거쳐 인체에 무독한 것으로 판정되어 의료, 화장품 및 식품산업에 그 이용도가 높아지고 있다. 또한 전해수에 다량으로 첨가되어있는 차아염소산(HClO), OCl⁻ 및 Cl⁻가 야채와 과일의 효소적 갈변을 억제하는 것으로 알려져 있으나(15) 전해수를 이용하여 효소적 갈변을 억제한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 간밤 유통시, 변색 발생 및 저장액의 백탁 현상 등을 해결하기 위해 보관액으로 전해수(pH 8.5, 2.5) 및 유자과즙을 첨가한 전해수, 0.2% 명반수의 5가지 침지 보관액에 저장하여 품질을 비교하였다.

가. 침지 저장액의 pH 및 탁도 변화

간밤의 저장시 사용한 0.2% 명반수와 다양하게 처리된 침지저장액의 저장 중 pH 변화는 Fig. 13(A)과 같다. 전해산화수와 유자과즙 0.5%를 첨가한 전해산화수 처리구의 초기 pH는 3.5~3.7수준이었으며, 전해알칼리수와 0.5% 유자과즙을 첨가한 전해알칼리 처리구가 4.5~5.9 수준으로 유자과즙 0.5%를 첨가한 처리구의 초기 pH 값은 전해수의 초기 물성에 따라 다소 차이를 보였으나, 저장 5일 이후에는 저장기간이 경과할수록 4.52~4.92 수준으로 거의 유사한 pH를 보여주었다. 반면 현재 수출용 간밤의 저장액으로 사용되는 0.2% 명반수는 초기 pH 4.15에서 저장 30일후 4.52로 저장 기간 동안 거의 일정하게 유지되는 것을 볼 수 있었다. 이는 전해수가 유기물에 닿는 순간 그 물성이 보통의 물과 흡사하게 변화되기 때문으로 여겨지며, 이와 같은 결과는 pH 2.5였던 전해산성수가 저장 1일 경과 후에 pH 3.8로 증가하였다가 이후에는 완만하게 변화하였다는 박 등의 보고와는 유사한 결과를 보여주었다.

한편, 저장 중 저장액의 탁도 변화를 살펴본 결과는 Fig. 13(B)과 같다. 명반수 처리

구는 저장 15일에 흡광도가 0.039에서 0.098로 급격하게 증가하였다가 저장기간이 경과될수록 증가하여 저장 30일에 0.197을 나타내었으며, 다른 저장액도 마찬가지로 경향으로 저장 30일까지 서서히 증가하여 저장 30일에 EW-1 처리구가 가장 낮은 0.143을, EW-2 처리구가 0.183을, 유자과즙 첨가 전해수 처리구에서 0.196~0.221로 가장 높은 탁도를 나타내었다. 이와 같이 명반수에 저장한 경우 다른 저장액에 비해 초기 탁도가 크게 증가하는 것으로 보아 저장 초기에 미생물의 생장이 있었음을 추정할 수 있었으며, 전해수 처리시에 탁도가 다소 낮은 것은 pH 및 높은 산화환원전위와 차아염소산 함량으로 인하여 초기 미생물이 억제되었기 때문에 저장액의 성질이 변화한 이후에 미생물의 생장이 이루어진 것으로 추측되어진다. 또한, 유자과즙 첨가구가 명반수 처리구에 비하여 초기 탁도가 높은 이유는 단위 포장된 저장액이 명반수의 1/2 밖에 되지 않는 것도 영향이 큰 것으로 여겨진다. 따라서 절반의 저장액으로도 기존의 명반수처리 유통 방법과 유사하거나 더 좋은 저장성을 나타냄으로써 대일 수출 및 원거리 수송시 운송비 절감에 크게 기여할 것으로 판단되어진다.

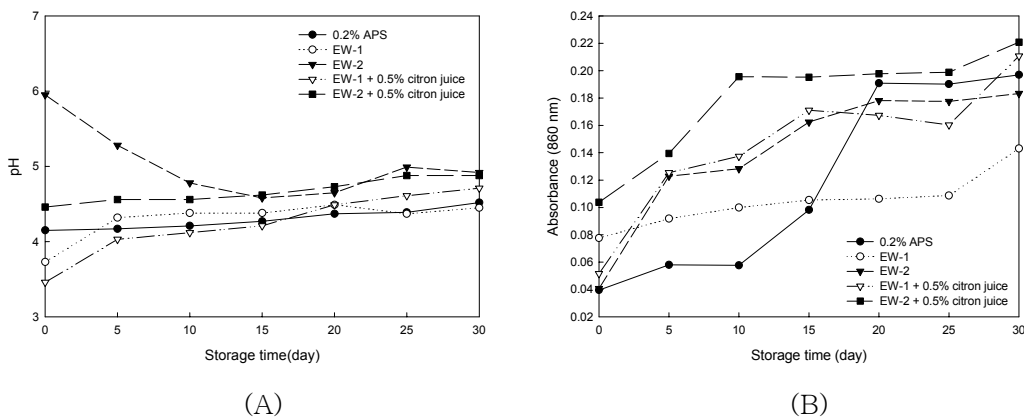


Fig. 13. Changes in pH and absorbance of peeled chestnut with various treatments¹⁾ during storage at 0°C.

¹⁾ Refer to table 2

나. 저장액 및 간밤 표면의 미생물수 측정

저장기간에 따른 저장액의 미생물을 대장균군수, 총균수, 곰팡이와 효모로 나누어

측정한 결과는 Table 55와 같다. 무처리한 시료의 초기 총균수는 4.07×10^5 CFU/g, 대장균군은 5.40×10^4 CFU/g, 곰팡이 및 효모는 1.28×10^5 CFU/g으로 포장하기 직전에 전해수에 10분간 침지하여 1차 세정을 마친 후 제조된 저장액에 침지한 경우 저장 초기에는 대장균군이 나타나지 않았으며, 명반수 또한 그 pH가 낮아 초기 대장균군은 모두 사멸하여 저장기간 동안 미생물학적으로 비교적 안정성이 유지되었다. 모든 전해수 처리구는 명반수 처리구에 비해 곰팡이·효모수와 총균수가 $<10^1$ CFU/g으로 매우 낮아 우수한 저장성을 나타내었으며 저장기간이 경과함에 따라 명반수 처리구에 비하여 1~2 log cycle 수준의 높은 살균효과를 보였다. 표면의 미생물을 측정한 경우는 저장액보다 조금 더 많은 균수를 나타내었는데, 전해수 처리구에서는 발견되지 않은 대장균군이 적은 수이지만 명반수 처리구에서 나타났으며 곰팡이 및 효모가 10^4 CFU/mL로 매우 높게 나타난 반면, 전해수 처리구는 저장기간에 관계없이 $10^1 \sim 10^2$ CFU/mL 정도의 균수를 유지했으며, 유자과즙 첨가구는 저장 25일 이후부터 미생물이 증가하는 결과를 보였다(Table 56).

다. 일반성분의 함량 변화

생밤의 수분함량이 약 61% 수준인 것에 비하여 본 실험의 깻밤의 수분함량은 초기에 66.5~68.5 수준으로 높게 나타났다. 이는 수출용 깻밤의 외피와 내피 제거시 오랜 시간을 물속에 담귀 보관하고 여러 번의 세척을 거친 후 얼음에 넣어 출하되기 때문으로 생각되어진다. Fig. 14에 나타난 수분함량의 변화를 살펴보면, 전해수에 침지 저장한 처리구에서는 다른 처리구에 비하여 저장 5~10일 간격으로 수분 증가와 감소를 되풀이하면서 서서히 증가하는 경향을 보였으며, 전해수에 유자과즙을 첨가한 처리구는 저장기간 동안 서서히 증가되었으나 명반수 처리구의 경우 저장 15일 이후 급격한 수분 증가현상을 보여 25일째에 70% 수준으로 상품의 가치를 잃는 것으로 판명되었다. 조지방의 함량은 0.9%정도라고 보고한 나 등의 보고보다는 다소 적은 0.3~0.5% 수준으로 나타났으며 Fig. 14에 보는 바와같이 전해약알칼수 처리구에서 가장 많은 감소를 보였으나 그 외의 처리구간에 있어서는 차이를 발견하지 못하였다. 조단백질의 저장기간에 따른 변화는 모든 처리구에서 유사한 경향을 보여 저장 10일째 급격한 감소 경향을 보이다가 서서히 증가하였으나 Fig. 14에서와 같이 저장기간에 따

라 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 단백질 질소외에 암모니아태 질소, 기타의 가용성 비단백질 질소화합물질의 용출에 의한 것으로 보여진다. 그리고 조회분 함량의 변화도 저장기간 동안 0.92~1.13% 수준으로 나타났으나 전해약알칼수 처리구에서 다소 증감 경향을 보였으나 처리구간에 따른 차이는 거의 나타나지 않았다.

Table. 55. Change in microorganism number of storage liquid of peeled chestnut with various treatments¹⁾ during storage at 0°C

(Unit : CFU/g)

| Treatments | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| 0.2% APS | Total cell | 1.65×10 ¹ | 3.90×10 ¹ | 1.09×10 ² | 1.78×10 ² | 3.45×10 ³ | 3.65×10 ³ | 9.65×10 ⁴ |
| | Coliform | N.D. ⁴⁾ | 1.93×10 ¹ | 1.28×10 ¹ | 4.34×10 ² | 4.65×10 ² | 5.12×10 ³ | 4.24×10 ³ |
| | Yeast & mold | 2.25×10 ² | 4.65×10 ² | 4.15×10 ³ | 1.39×10 ³ | 3.10×10 ³ | 3.00×10 ³ | 3.10×10 ⁴ |
| EW-1 | Total cell | N.D. | N.D. | 4.20×10 ¹ | 1.15×10 ¹ | 2.86×10 ² | 1.03×10 ² | 9.95×10 ² |
| | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 1.86×10 ¹ | 4.55×10 ¹ | 7.40×10 ¹ |
| | Yeast & mold | N.D. | N.D. | 7.70×10 ¹ | 3.35×10 ¹ | 9.70×10 ¹ | 1.21×10 ² | 1.51×10 ² |
| EW-2 | Total cell | 4.95×10 ¹ | 5.55×10 ¹ | 1.68×10 ¹ | 6.85×10 ¹ | 1.80×10 ² | 4.60×10 ² | 4.55×10 ² |
| | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 1.00×10 ¹ | 2.30×10 ¹ | 8.95×10 ¹ |
| | Yeast & mold | 4.45×10 ¹ | 4.85×10 ¹ | 1.51×10 ¹ | 3.35×10 ¹ | 3.95×10 ¹ | 6.20×10 ² | 3.60×10 ² |
| EW-1 + 0.5% citron juice | Total cell | N.D. | 4.10×10 ¹ | 7.45×10 ¹ | 2.25×10 ¹ | 1.21×10 ² | 6.80×10 ³ | 7.75×10 ³ |
| | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 1.85×10 ¹ | 1.20×10 ¹ | 6.05×10 ¹ | 1.09×10 ² |
| | Yeast & mold | N.D. | 4.25×10 ¹ | 7.00×10 ² | 9.40×10 ² | 4.75×10 ² | 1.55×10 ² | 5.25×10 ² |
| EW-2 + 0.5% citron juice | Total cell | N.D. | 4.80×10 ¹ | 4.85×10 ¹ | 3.00×10 ² | 6.40×10 ² | 1.22×10 ³ | 7.50×10 ³ |
| | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 1.49×10 ¹ | 4.80×10 ¹ | 3.00×10 ² | 3.45×10 ² |
| | Yeast & mold | 1.60×10 ¹ | 2.85×10 ¹ | 8.45×10 ¹ | 6.20×10 ² | 2.95×10 ² | 4.40×10 ² | 1.24×10 ² |

¹⁾ Refer to table 2

Table. 56. Change in microorganism number of peeled chestnut with various treatments¹⁾ during storage at 0°C

(Unit : CFU/g)

| Treatments | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| 0.2% APS | Total cell | 1.54×10 ¹ | 2.30×10 ¹ | 5.45×10 ² | 1.15×10 ² | 2.29×10 ³ | 2.16×10 ³ | 1.54×10 ⁴ |
| | Coliform | N.D. ⁴⁾ | 1.05×10 ¹ | 1.63×10 ¹ | 1.90×10 ² | 2.15×10 ² | 1.80×10 ³ | 1.06×10 ³ |
| | Yeast & mold | 8.80×10 ¹ | 3.50×10 ² | 4.30×10 ² | 2.80×10 ³ | 3.10×10 ³ | 4.15×10 ³ | 2.00×10 ³ |
| EW-1 | Total cell | N.D. | 1.28×10 ¹ | 5.55×10 ¹ | 1.70×10 ¹ | 3.20×10 ² | 2.85×10 ² | 3.60×10 ³ |
| | Coliform | N.D. | N.D. | 2.70×10 ¹ | 2.03×10 ¹ | 1.66×10 ¹ | 2.70×10 ¹ | 3.40×10 ¹ |
| | Yeast & mold | 2.42×10 ¹ | 1.18×10 ¹ | 7.25×10 ¹ | 1.70×10 ¹ | 7.35×10 ¹ | 7.15×10 ² | 3.50×10 ² |
| EW-2 | Total cell | 4.62×10 ¹ | 8.55×10 ¹ | 1.58×10 ¹ | 9.65×10 ¹ | 2.24×10 ² | 2.05×10 ² | 1.74×10 ² |
| | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 9.00×10 ¹ | 2.30×10 ¹ | 5.25×10 ¹ | 2.25×10 ¹ |
| | Yeast & mold | 5.12×10 ¹ | 1.26×10 ¹ | 9.15×10 ¹ | 6.60×10 ¹ | 2.55×10 ¹ | 2.40×10 ¹ | 1.18×10 ² |
| EW-1 + 0.5% citron juice | Total cell | N.D. | 4.00×10 ¹ | 2.73×10 ¹ | 8.50×10 ¹ | 1.10×10 ¹ | 1.53×10 ² | 2.55×10 ² |
| | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 5.00×10 ¹ | 7.65×10 ¹ | 1.14×10 ¹ | 3.50×10 ¹ |
| | Yeast & mold | 5.48×10 ¹ | 3.00×10 ¹ | 3.00×10 ¹ | 3.70×10 ¹ | 4.85×10 ¹ | 2.30×10 ² | 2.31×10 ¹ |
| EW-2 + 0.5% citron juice | Total cell | N.D. | 8.80×10 ¹ | 1.37×10 ¹ | 6.65×10 ¹ | 2.65×10 ² | 9.45×10 ¹ | 3.95×10 ² |
| | Coliform | N.D. | N.D. | 3.00×10 ¹ | 7.10×10 ¹ | 1.63×10 ¹ | 6.75×10 ¹ | 3.66×10 ¹ |
| | Yeast & mold | 1.33×10 ¹ | 7.65×10 ¹ | 1.72×10 ¹ | 9.55×10 ¹ | 6.75×10 ¹ | 1.36×10 ² | 5.65×10 ² |

¹⁾ Refer to table 2

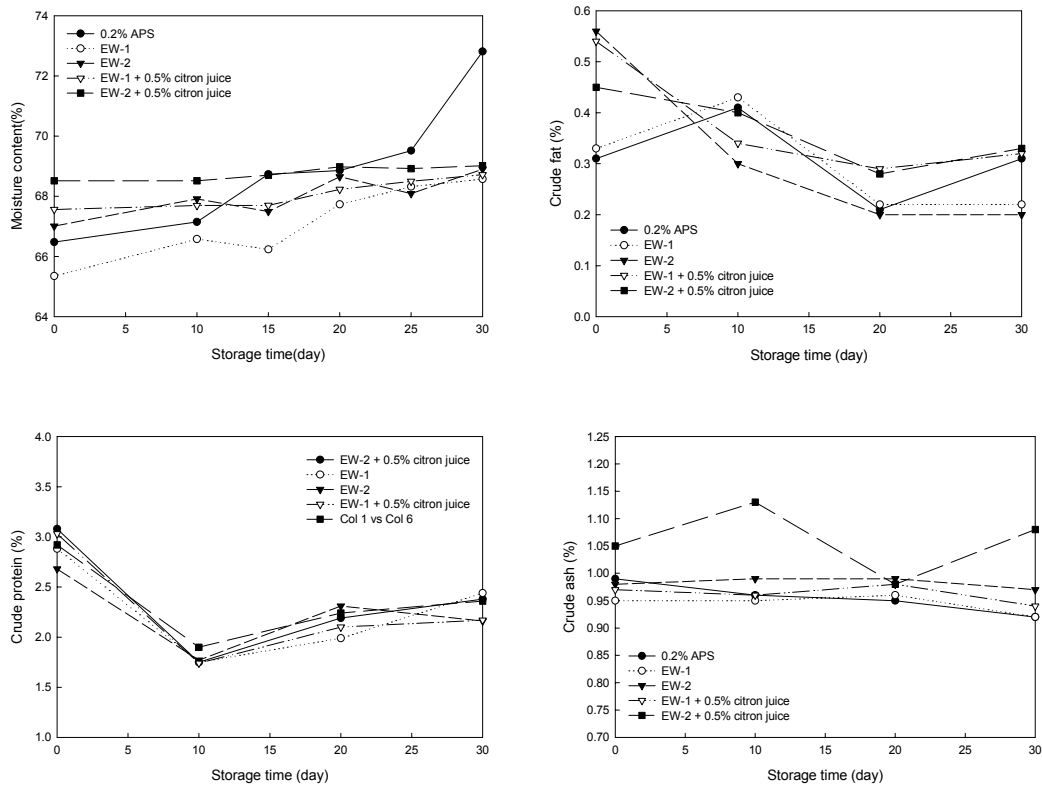


Fig. 14. Changes in moisture, crude fat, crude protein and crude ash contents of peeled chestnut with various treatments¹⁾ during storage at 0°C.

¹⁾ Refer to table 2

라. Vitamin C의 함량 변화

간밤 저장에 따른 vitamin C의 함량 변화를 보면 Fig. 15와 같다. 과실채소의 저장 중 가장 손실되기 쉬운 성분이 vitamin C로 본 실험에서도 저장 중 처리구에 관계없이 감소현상을 보였다. 특히 저장시 vitamin C의 함량이 26~28 mg%로 vitamin C의 좋은 공급원이라고 보고한 신 등의 결과와는 달리 본 실험의 저장 초기의 vitamin C 함량은 22.20~24.42 mg%로 다소 낮게 나타났다. 이는 vitamin C가 가공시 물에 의한 용출이 심하기 때문으로 생각되며, 처리 5일째에 0.5% 유자과즙을 첨가한 저장 밤의 vitamin C가 초기와 거의 변화 없이 오히려 0.4~0.5 mg% 정도 증가한 것은 저장

기간 동안 흡수된 저장액 중 유자의 vitamin C 함량 때문이라고 생각된다. 이와 같은 이유로 시험구 중 유자과즙이 첨가된 경우가 다른 시료에 비하여 vitamin C 함량의 감소량이 가장 적어 저장 30일 후에 초기치의 6.8~14.4% 정도만이 감소되었으며, 전해산화수가 10.4%, 전해약알칼리수가 17.4%, 명반수 처리구가 저장 기간 내내 가장 낮은 vitamin C 함량을 나타내다가 저장 30일에 초기치의 26.3%가 감소되었다. 따라서 저장 중의 vitamin C의 함량을 최소한으로 줄이기 위해서는 vitamin C를 첨가한 전해수를 저장액으로 사용하는 것이 가장 효과적인 것으로 판명되었다.

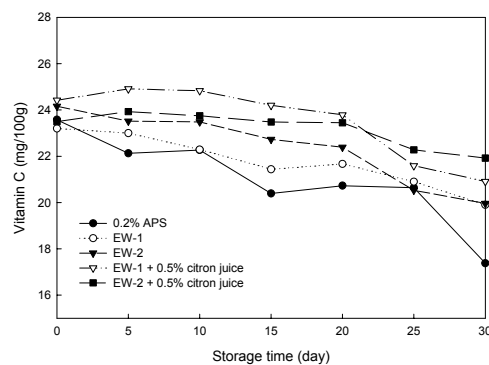


Fig. 15. Changes in vitamin C contents of peeled chestnut with various treatments¹⁾ during storage at 0°C.

¹⁾ Refer to table 2

마. 환원당, 총당 및 Sucrose의 함량 변화

간밤의 저장 중에 환원당 및 총당 함량의 변화는 Fig. 16과 같다. 간밤의 환원당은 저장기간에 따라 증가하는 현상을 보였으며, 특히 전해산화수 시료가 가장 큰 증가폭을 나타내었다. 저장 중에 환원당이 증가되는 이유는 전분이 당으로 분해되기 때문으로 사료되며, 생울을 수침시 환원당의 증가현상을 관찰할 수 있었다는 신 등의 보고와 마찬가지로 전해수와 명반수 처리구가 유자과즙을 첨가한 전해수 처리구보다 더 많은 증가를 보였다. 총당은 유자과즙을 첨가한 전해수와 전해수 처리구의 경우 저장 30일째까지 서서히 감소하였으나 명반수 처리구는 저장기간에 따라 급격히 감소하는 것을 볼 수가 있었으며, 저장 20일까지 가장 적은 폭으로 감소한 전해산화수 처리구는 이후 다소 급격한 감소경향을 보였으며, 명반수 저장시에는 저장 10일째에 초기치

의 60% 수준으로 가장 크게 감소하였다. 명반수에 저장한 경우 총당은 가장 큰 폭으로 감소하였으나 환원당량은 저장 25일째 까지 다른 처리구와 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보아 밤 자체의 호흡과 미생물의 번식으로 인해 환원당이 소모되었을 가능성이 높아 다른 저장액에 비하여 저장 안정성이 떨어지는 것으로 판단되었다.

생밤에 함유되어있는 당 조성을 살펴보면 sucrose, maltose, fructose, glucose 순으로 함유되어있다고 하였으나, 본 실험에 사용된 깎밤은 오랜시간 수침되어있는 상태로 처리·운반되었기 때문에 저장초기부터 다른 유리당의 함량은 매우 적었으며, 상온에서 저장하는 경우보다 1℃에서 저장하는 경우 호흡이 정지되어 다당류에서 분해되어 생성되는 단당류의 양이 적어 fructose, glucose가 더 많이 감소한다고 한 보고에 따라 0℃의 저온에서 보관한 본 실험의 경우 sucrose 함량만을 측정할 수 있었다. 깎밤 저장 중 sucrose 함량의 변화는 Fig. 17과 같다. 초기 전해산화수에 저장한 경우 저장기간 내내 증가현상을 보였으며, 전해약알칼리수, 유자과즙 첨가구, 명반수 처리구 순으로 증가되었다. 특히 유자과즙을 첨가한 전해약알칼리수 처리구의 경우에는 저장 15일째까지 소폭 감소하였다가 이후 다시 증가하는 경향을 보였으며, 명반수 처리구는 저장 15일 이후에는 점차 감소하였다. 이와같이 sucrose 함량이 초기치에 비해 저장기간이 경과함에 따라 다소 증가하는 이유는 밤 과실의 전분이 분해되어 sucrose가 축적되기 때문으로 생각된다.

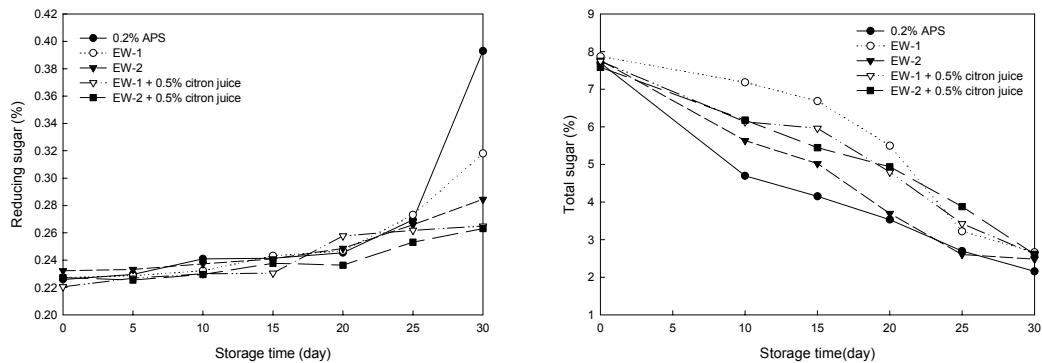


Fig. 16. Changes in reducing sugar and total sugar contents of peeled chestnut with various treatments¹⁾ during storage at 0℃.

¹⁾ Refer to table 2

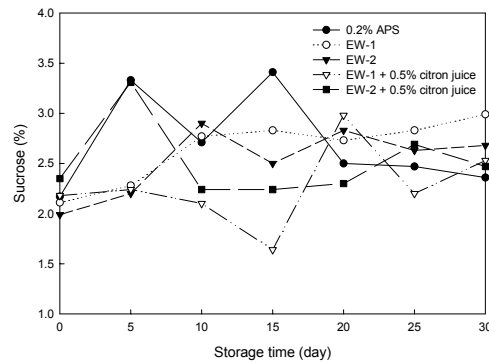


Fig. 17. Changes in sucrose contents of peeled chestnut with various treatments¹⁾ during storage at 0°C.

¹⁾ Refer to table 2

바. 표면색도 변화

저장기간 동안 깎밤의 표면색도를 측정된 결과는 Table 57과 같다. 식품의 밝기를 나타내는 L값은 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났으며, 명반수 처리구는 저장초기에 L값이 증가된 다음 서서히 감소하였으나, 그 외의 모든 처리구는 저장 20일에도 L값이 무처리구에 비하여 다소 높게 나타났으며, 이 중 유자과즙을 첨가한 전해약알칼리수 처리구는 저장 30일까지 명도의 변화가 가장 적게 나타났다. 붉은색의 정도를 나타내는 a값은 명반수 및 EW-1 처리구에서 증가율이 높았으며, 그 외의 처리구에서는 초반에 약간의 증가추세를 보이다가 저장기간이 길어짐에 따라 다시 감소하거나 유지되는 경향을 나타내었다. 노란색의 정도를 표현하는 b값은 전체적으로 감소하는 경향을 나타냈으나 명반수와 EW-1에 침지한 경우에는 저장기간이 증가함에 따라 관능검사시 다른 밤들에 비해 육안으로도 노란 정도를 관찰할 수 있었다. 김등은 깎밤의 활용도 증진을 위한 연구에서 명반수에 침지하였을 때 b값이 증가된다는 보고를 한 바 있다. Hunter 색도계를 이용하여 얻은 L, a, b값으로 Lab 공간에 있는 두 점간의 직선거리로 표현되는 색차(ΔE)값으로 비교한 결과, 저장기간이 길어질수록 초기시료에 대한 색차값은 증가하는 경향을 나타냈으며, 현저한 색도 차이가 나타나는 3.0 이상이 되는 기간이 대부분의 처리구에서 저장 초기부터 색차가 생겨나는 현

상이 나타났으나 유자과즙 첨가 전해약알칼리수 처리구는 저장 25일째까지 갈변도가 크게 진행되지 않음을 알 수 있었다.

Table 57. Changes in color value of peeled chestnut with various treatments¹⁾ during storage at 0°C

| Treatments | Hunter value | Storage time(day) | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Untreated | L | 87.79 | | | | | | |
| | a | -5.4 | | | | | | |
| | b | 36.65 | | | | | | |
| | ΔE | - | | | | | | |
| 0.2% APS | L | 87.71 | 88.57 | 87.08 | 88.13 | 87.92 | 84.58 | 83.98 |
| | a | -5.70 | -5.28 | -4.77 | -4.89 | -4.63 | -4.29 | -3.48 |
| | b | 39.38 | 32.04 | 35.16 | 33.80 | 33.33 | 28.89 | 27.13 |
| | ΔE | 2.75 | 4.68 | 1.77 | 2.92 | 3.41 | 8.47 | 10.43 |
| EW-1 | L | 88.01 | 88.23 | 88.87 | 89.11 | 89.05 | 87.75 | 85.94 |
| | a | -4.01 | -4.72 | -4.64 | -4.32 | -4.40 | -3.93 | -3.48 |
| | b | 30.19 | 32.18 | 30.07 | 30.46 | 30.77 | 27.24 | 26.30 |
| | ΔE | 6.61 | 4.54 | 6.71 | 6.42 | 6.10 | 9.52 | 10.69 |
| EW-2 | L | 87.54 | 88.34 | 88.12 | 88.61 | 87.83 | 87.92 | 86.03 |
| | a | -4.97 | -4.80 | -4.81 | -4.70 | -4.75 | -4.62 | -4.50 |
| | b | 36.66 | 32.06 | 32.81 | 33.16 | 34.21 | 31.21 | 27.82 |
| | ΔE | 0.50 | 4.66 | 3.90 | 3.65 | 2.53 | 5.50 | 9.05 |
| EW-1 + 0.5% Citron juice | L | 88.31 | 89.13 | 88.39 | 89.28 | 88.22 | 85.50 | 85.75 |
| | a | -4.23 | -4.94 | -5.11 | -4.78 | -4.00 | -3.71 | -5.34 |
| | b | 31.37 | 31.29 | 34.35 | 33.66 | 30.46 | 28.77 | 27.17 |
| | ΔE | 5.43 | 5.54 | 2.39 | 3.40 | 6.36 | 8.38 | 9.70 |
| EW-2 + 0.5% Citron juice | L | 88.46 | 88.39 | 88.55 | 88.35 | 87.95 | 85.79 | 86.88 |
| | a | -5.27 | -4.95 | -4.76 | -4.49 | -4.53 | -3.44 | -4.54 |
| | b | 36.29 | 35.41 | 33.57 | 33.40 | 33.23 | 37.87 | 32.67 |
| | ΔE | 0.77 | 1.45 | 3.24 | 3.42 | 3.53 | 3.05 | 4.17 |

¹⁾ Refer to Table 2

사. 총 페놀성 화합물의 함량과 polyphenol oxidase의 활성

대부분의 과실류에 존재하는 페놀성 화합물은 polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변의 기질로 공기중의 산소에 의해 quinone 또는 quinone 유도체들로 산화되는 물

질이다. 이와 같이 형성된 quinone 내지 quinone 유도체들은 활성이 매우 커서 계속 산화, 중합 또는 축합되어 최종적으로 melanin 색소 또는 흑색의 색소들을 형성한다. 따라서 과실 중의 페놀성 화합물들의 양을 줄일 수 있으면 품질열화와 관계된 갈변현상도 어느 정도 억제시킬 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 실험에서는 깎밤을 전해수에 침지하였을 때 페놀성 화합물들의 변화되는 양을 측정하고, 효소에 의한 갈색화 반응 중 가장 중요하게 여겨지는 polyphenol oxidase의 활성을 비교하면서 갈변억제 정도를 측정하였다(Fig. 18). Caffeic acid를 표준곡선으로 측정된 총 폴리페놀의 함량은 저장 초기에 37 mg% 수준의 함량을 가지고 있었으며, 명반수 처리구는 저장 초기에 급격히 증가하여 저장 10일에 43.76 mg%로 최고치를 기록하고 다시 감소하는 경향을 보였으며, 전해수 처리구는 저장 20일에 40 mg% 수준으로 증가한 다음 감소하였으며, 유자과즙 첨가 전해수처리구에서는 저장 10일까지 37.80~39.19 mg%로 그 변화량이 미세하다가 저장 15일 이후에는 저장기간이 계속됨에 따라 서서히 감소하였다.

품종, 숙성시기, 실험절차, 추출방법에 따라 분석치 간의 차이가 커서 총 폴리페놀 함량의 단순한 비교는 적합하지 않으나, 시료간의 오차를 감안한다고 하더라도 총 폴리페놀 함량과 polyphenol oxidase 활성과는 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다. 본 실험에서는 명반수 처리구를 제외하고는 모두 저장 5일째에 급격하게 활성이 증가되었다가 점점 그 활력이 떨어지는 것으로 나타났으며, 명반수 처리구는 저장 10일에 최고 활성인 1,068.2 unit을 나타냈다가 감소하였다. 이는 표면의 수분이 증발됨에 따라 효소가 최적의 활성을 나타내기에 부족한 환경으로 변화했기 때문이라고 생각되며, 전해수와 유자과즙 첨가 전해수 처리구는 갈변억제제로서의 특성을 나타내어 저장기간이 지속됨에 따라 효소의 활성이 크게 억제되는 경향을 나타냈으며, 명반수 처리구의 경우 타 처리구들에 비해 10일째 활성이 높았고, 그 이후의 감소율도 낮아 갈변억제효과는 크지 않은 것으로 판단되었다.

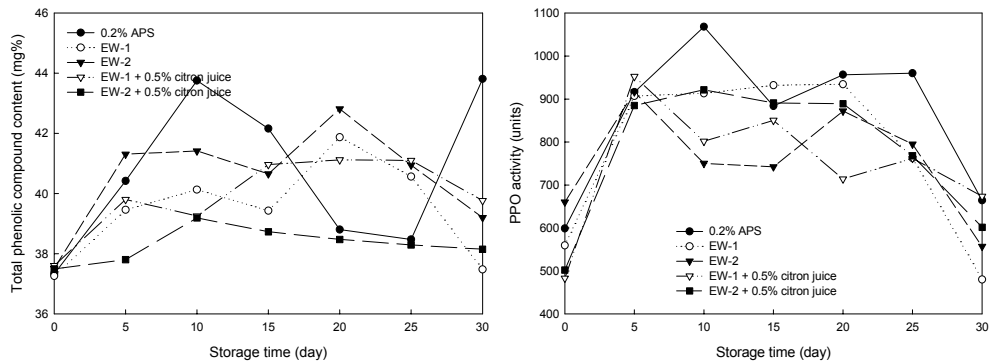


Fig. 18. Changes of total phenolic compounds contents and polyphenol oxidase(PPO) activity of peeled chestnut with various treatments¹⁾ during storage at 0°C.

¹⁾ Refer to table 2

아. 관능검사

간밤의 표면 색, 향, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도에 대하여 관능평가를 실시한 결과는 Table 58과 같다. 전반적으로 저장기간이 증가함에 따라 평점이 낮아졌으며 저장 25일째를 기준으로 비교했을 때 외관은 명반수 처리구에 비해 전해수 처리구가 전반적으로 높은 점수를 보였고 특히 유자과즙을 첨가한 전해약알칼리수 처리구가 4.8로 가장 좋은 결과를 보였다. 색(color)은 전해약알칼리수 및 유자과즙 첨가 전해약알칼리수 시료에서 가장 높은 점수를 보였고 그 다음이 명반수 처리이며 전해산화수만을 처리한 시료에서 가장 낮은 점수를 보였다. 조직감의 경우 저장 30일이 경과하여도 전해수 처리구는 5.0 이상으로 좋은 결과를 나타내었으나 맛에 있어서는 모든 처리구에서 이취가 많이 발생하여 낮은 점수를 보여주었다. 전반적인 기호도의 경우는 전해수에 유자를 첨가하여 처리한 시료와 명반수 처리구가 3.5로 가장 높은 점수를 보였다. 이러한 결과는 외관 및 색의 경우와 유사한 것으로 보아 전반적인 기호도는 향이나 조직감보다는 색 및 외관에 의해 더 좌우된다고 판단할 수 있겠다.

Table 58. Sensory characteristics of peeled chestnut with various treatments during storage at 0°C

| Sensory characteristics | Treatments | Storage time(day) | | | | | | | F-value |
|-------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Appearance | 0.2% APS ¹⁾ | 6.3 ^{A5)} | 6.3 ^A | 4.4 ^{b1)C} | 4.8 ^{AB} | 4.3 ^B | 3.8 ^B | 4.5 ^B | 2.96* |
| | EW-1 ²⁾ | 6.3 | 5.8 | 4.7 ^b | 4.7 | 3.8 | 3.8 | 4.7 | 1.52 ^{NS} |
| | EW-2 ³⁾ | 6.2 ^{AB} | 6.5 ^A | 5.9 ^{abAB} | 5.7 ^{AB} | 5.7 ^{AB} | 4.2 ^{BC} | 3.5 ^C | 2.68* |
| | EW-1+0.5% citron juice | 7.3 ^A | 6.5 ^{AB} | 6.3 ^{aAB} | 5.2 ^{BC} | 4.7 ^{BC} | 4.5 ^{BC} | 3.7 ^C | 3.95** |
| | EW-2+0.5% citron juice | 7.0 ^A | 6.8 ^{AB} | 5.9 ^{abABC} | 5.3 ^{ABC} | 5.7 ^{ABC} | 4.8 ^{BC} | 4.2 ^C | 2.55* |
| | F-value | 0.57 ^{NS} | 0.53 ^{NS} | 2.73* | 0.33 ^{NS} | 1.04 ^{NS} | 0.31 ^{NS} | 0.60 ^{NS} | |
| Color | 0.2% APS | 6.7 ^A | 6.2 ^A | 5.3 ^{AB} | 5.0 ^{AB} | 4.8 ^{AB} | 4.2 ^B | 3.8 ^B | 2.85* |
| | EW-1 | 6.5 ^A | 5.5 ^{AB} | 4.9 ^{AB} | 3.5 ^B | 3.5 ^B | 3.8 ^B | 3.2 ^B | 2.83* |
| | EW-2 | 6.8 ^A | 6.0 ^{AB} | 6.3 ^A | 6.5 ^A | 5.7 ^{ABC} | 4.0 ^C | 4.2 ^{BC} | 3.20* |
| | EW-1+0.5% citron juice | 6.5 ^A | 6.3 ^{AB} | 5.9 ^{ABC} | 4.7 ^{ABC} | 4.2 ^{ABC} | 4.0 ^{BC} | 3.7 ^C | 2.39* |
| | EW-2+0.5% citron juice | 7.2 | 6.8 | 5.9 | 5.0 | 5.2 | 4.7 | 4.2 | 2.15 ^{NS} |
| | F-value | 0.23 ^{NS} | 0.63 ^{NS} | 1.07 ^{NS} | 1.90 ^{NS} | 1.09 ^{NS} | 0.16 ^{NS} | 0.32 ^{NS} | |
| Flavor | 0.2% APS | 6.0 ^{AB} | 6.2 ^A | 5.7 ^{ABC} | 4.0 ^{BCD} | 3.8 ^{CD} | 3.5 ^D | 4.5 ^{aABCD} | 2.98* |
| | EW-1 | 5.7 | 5.8 | 5.4 | 4.0 | 3.5 | 3.2 | 4.5 ^a | 1.94 ^{NS} |
| | EW-2 | 6.2 | 6.3 | 6.0 | 6.0 | 4.2 | 4.7 | 4.0 ^{ab} | 2.07 ^{NS} |
| | EW-1+0.5% citron juice | 6.0 | 5.3 | 5.1 | 5.7 | 3.8 | 4.5 | 3.3 ^b | 1.66 ^{NS} |
| | EW-2+0.5% citron juice | 7.2 ^A | 6.7 ^A | 6.3 ^A | 4.0 ^B | 4.3 ^B | 3.7 ^B | 2.8 ^{abB} | 5.66*** |
| | F-value | 0.59 ^{NS} | 0.29 ^{NS} | 0.39 ^{NS} | 2.35 ^{NS} | 0.16 ^{NS} | 0.81 ^{NS} | 3.23* | |
| Taste | 0.2% APS | 5.2 | 5.0 | 5.0 | 3.3 | 4.0 | 2.8 | 3.7 | 1.92 ^{NS} |
| | EW-1 | 6.3 ^A | 3.8 ^{BC} | 4.6 ^{AB} | 2.7 ^{BC} | 2.5 ^{BC} | 2.0 ^C | 2.5 ^{BC} | 5.51*** |
| | EW-2 | 6.3 ^A | 5.7 ^A | 5.3 ^{AB} | 4.8 ^{AB} | 4.3 ^{ABC} | 3.5 ^{BC} | 2.7 ^C | 3.53** |
| | EW-1+0.5% citron juice | 5.8 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 2.8 | 3.2 | 2.7 | 2.16 |
| | EW-2+0.5% citron juice | 6.0 ^A | 5.3 ^{AB} | 5.1 ^{ABC} | 4.2 ^{ABC} | 3.8 ^{ABC} | 2.8 ^C | 3.2 ^{BC} | 2.49* |
| | F-value | 0.31 ^{NS} | 0.67 ^{NS} | 0.61 ^{NS} | 1.91 ^{NS} | 1.29 ^{NS} | 1.67 ^{NS} | 0.59 ^{NS} | |
| Hardness | 0.2% APS | 5.8 | 6.3 | 5.6 | 6.0 | 5.8 | 5.5 | 4.3 | 0.99 ^{NS} |
| | EW-1 | 6.2 | 6.0 | 5.6 | 5.2 | 4.8 | 5.8 | 5.5 | 0.40 ^{NS} |
| | EW-2 | 6.3 | 6.0 | 5.6 | 6.0 | 6.5 | 5.8 | 5.0 | 0.48 ^{NS} |
| | EW-1+0.5% citron juice | 6.2 | 6.2 | 5.3 | 5.3 | 3.8 | 4.5 | 4.5 | 1.96 ^{NS} |
| | EW-2+0.5% citron juice | 6.3 | 6.3 | 5.7 | 6.3 | 5.7 | 5.7 | 5.0 | 0.51 ^{NS} |
| | F-value | 0.10 ^{NS} | 0.61 ^{NS} | 0.06 ^{NS} | 0.37 ^{NS} | 2.00 ^{NS} | 0.83 ^{NS} | 0.53 ^{NS} | |
| Overall acceptance | 0.2% APS | 6.0 ^{AB} | 6.2 ^A | 5.6 ^{AB} | 5.0 ^{ABC} | 4.0 ^{BC} | 3.0 ^C | 3.5 ^C | 3.76** |
| | EW-1 | 6.3 ^A | 4.7 ^{ABC} | 5.7 ^{AB} | 3.8 ^{BC} | 3.2 ^C | 3.3 ^C | 3.2 ^C | 3.95** |
| | EW-2 | 6.2 ^A | 5.2 ^{AB} | 6.1 ^A | 4.7 ^{ABC} | 4.5 ^{ABC} | 4.0 ^{BC} | 3.0 ^C | 3.86** |
| | EW-1+0.5% citron juice | 6.0 ^A | 4.7 ^{ABC} | 5.1 ^{AB} | 4.3 ^{ABC} | 3.5 ^{BC} | 3.5 ^{BC} | 3.5 ^C | 2.47* |
| | EW-2+0.5% citron juice | 6.2 ^A | 6.2 ^A | 6.0 ^{AB} | 5.0 ^{ABC} | 4.3 ^{BC} | 3.5 ^C | 3.5 ^C | 4.67** |
| | F-value | 0.03 ^{NS} | 1.46 ^{NS} | 0.41 ^{NS} | 0.77 ^{NS} | 0.59 ^{NS} | 0.54 ^{NS} | 0.60 ^{NS} | |

¹⁾ Aluminium potassium sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

³⁾ Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

¹⁾ Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

⁵⁾ Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

^{NS} not significant, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

2. 박피방법 및 침지 보관액에 따른 토란의 저장중 품질변화 비교

토란(*Calocasia esculenta* L. Schott)은 열대에서 온대에 걸쳐 비교적 강수량이 많은 지역에 널리 분포, 재배되고 있다. 그중 taro는 태평양 지역에서 중요한 식량으로 이용되고 있다. 우리나라의 경우 고려시대에 약재의 자급자족을 위해 편간된 향약구급방에 토란이 등장하고 있다. 과거 식량이 부족했던 때는 토란을 많이 심었고 괴경을 저장하였다가 이용하였으나 6.25 이후에는 토란의 잎자루재배 위주로 바뀌었다. 잎자루는 생채로 또는 건조시켜 국거리용으로 이용되고 있다. 국내토란생산은 약 2,000톤 정도이며 현재 주로 전남 곡성 농협이 전체의 80%이상을 차지하고 그 외에 경기도 여주, 인천지역과 충청도 지역에서 소량재배를 하고 있는 실정이다. 7월 중순부터 수확하나 보통 10월 중하순이 수확의 적기이다. 토란의 약리작용으로는 동의보감에서 토란은 산부의 어혈을 터트리고 피와 원기를 보호할 뿐 아니라 장과 위를 원만하게 하고 기부를 채우며 죽을 윤활하게 하고 숙혈과 사기를 없애준다고 하였다. 또한 토란은 해독의 특효약이라 하여 민간요법으로 관절염 치료요법으로 사용되었으며, 지금도 퇴행성 골관절염으로 기인된 통증과 부종 등에 부착하여 치료를 실시하고 있으며, 외용이 관절염 및 통풍에 좋은 효과를 얻었다는 보고도 있다.

토란에 들어있는 당질의 대부분은 전분이고 glucose, fructose, sucrose, maltose 등이다. 이중 sucrose는 대부분 근채류에서 starch-sucrose전환이 수확 후 중요한 대사이기 때문에 성장정도나 수확 후 저장조건에 따라 달라진다. 토란의 미끈미끈한 성분은 methyl pentose, galactose, fructose로 구성되어있으며 단백질과 강하게 결합되어 있고 이 점질물질이 혈압과 혈중 콜레스테롤을 억제하는 효과를 보이고 있다. 또한 토란대와 토란에는 calciumoxalate가 과량 함유하고 있어 생것으로 먹을시 아린 맛을 느끼는데 이는 열과 산성에 분해되는 특징이 있어 초산처리 후 삶아서 먹는 이유가 되고 있다. 토란은 알칼리성식품으로 알려져 있고 멜라토닌과 칼륨의 함량이 높다. 토란의 수확은 보통 일시에 수확하고 저장해서 1~3월에 출하하며 적당한 저장온도는 5~8℃가 적온이며 재래식으로는 토밀저장을 하였다. 수확후 1~2주가 지나면 저장 중 손상이 일어나기 시작하며 수확 후 4주까지는 저장이 가능하다고 보고되고 있으며 6주 저장 후에는 28~35%의 무게 감소를 보였다는 연구보고가 있다. 따라서 토란은 2

주부터 손상이 오며 6주부터는 심대한 손실을 초래한다고 보며 이것이 토란 수확후 저장의 가장 중요한 문제점이다.

따라서 본 실험에서는 최소 가공기술을 이용한 박피용 신선편이 박피 근채류에 있어 미생물 증식 및 위해 미생물로부터의 안전성 확보, 수출 및 장거리 수송시 품질유지용 보관수 및 용기의 부피 증대로 인한 운송비 부담 해소, 변색 등의 초기품질 저하를 최대한 억제시켜 유통기한의 연장 등을 충족시킬 수 있는 효율적인 박피·세정 등의 전처리 방법 및 침지 저장·유통기술을 개발하고자 수 및 기계 박피에 의한 토란을 전해수(pH 8.5, 2.5)에 0.5% 유자과즙을 첨가, 0.85% NaCl 용액, 0.2% 명반수의 4가지 침지 보관액에 저장, 품질특성을 비교하였다.

가. 일반 성분

토란의 수분, 조단백질, 회분에 대한 분석은 Fig. 19와 같다. 수분의 함량은 초기 81.1~82.92%에 이르렀으며, 수박피와 기계박피에서 약 25일까지 점차 증가하는 경향을 보여 83.96~87.71%에 이르렀다. 그러나 25일 이후에는 기계박피의 0.85% NaCl 처리구를 제외한 모든 처리구에서 수분의 감소가 확인되었다. 이는 저장기간 동안 외부의 수분이 천천히 확산에 의해 유입되었으나 조직의 변화를 가져올 정도의 수분증가는 아니었음을 알 수가 있었다. 30일까지 저온저장에서 토란의 품질에 영향을 미칠 정도의 수분 변화는 아니었다.

토란의 주요 단백질은 albumin과 prolamin으로 이루어져 있으며 albumin이 수용성 저장단백질로 중요하다. 조단백질의 함량의 경우 수, 기계박피에서 1.2~1.89%에 이르렀으나 30일 저장 후에도 큰 감소 없이 비슷한 수준인 1.1~1.89%를 유지하였다. 이는 다른 근채류와 마찬가지로 조단백질과 조지방의 함량이 낮다. 회분에 경우에서도 비슷하게 저장기간 중에 큰 변화는 감지되지 않았고, 정과 김 그리고 농진청에서 나타난 일반성분의 결과와 크게 차이는 보이지 않았다.

나. pH 및 경도 변화

저장기간 동안의 pH변화는 Fig. 20에 나타내었다. 수 및 기계박피에서 초기 3.99~5.81에 이르고 있지만 저장기간이 진행될수록 pH는 점진적으로 상승하는 경향을 보이

고 있으며 저장 30일째에는 pH가 4.79~5.85에 이르며, Yemenicioglu의 연구에서 나타난 pH 6.2보다는 낮은 값을 보이고 있다. 이는 지역적, 계절적, 저장온도별 차이에 기인하는 것으로 보여 진다. 한편 hardness는 Fig. 21에서 보는 바와 같이 두 박피방식에서 초기 4319~4453 g/cm²의 경도를 보였으나 시간에 지남에 따라 점차 경도가 낮아지는 것을 알 수가 있는데 3929~4201g/cm²로 나타났다. 이는 정에 의해 발표되었던 전체적인 경도의 감소 결과와는 유사하였으나 초기 5일 동안에 상대적으로 급격한 경도의 감소를 보인 것과는 다르게 Fig. 21에서와 같이 30일 저장동안 비교적 일정하게 감소하는 경향을 보였다. 이는 앞의 일반성분 중 함수율의 변화와 함께 생각해 볼 수 있는데 저장 25일까지 함수율의 지속적인 증가가 이루어진 것을 온도변화가 함수율의 변화와 관계있을 것으로 생각한다. 수, 기계박피 경우 모두에서 0.85% NaCl 처리구에서 가장 낮은 값을 나타냈다.

다. 탁도 및 색도의 변화

저장 중 토란의 탁도 변화는 Fig. 22에서 보는 바와같이 수 및 기계박피 모두에서 0.2% APS를 제외한 모든 처리구에서 초기 탁도의 값은 0.39~0.51 수준이었으나 30일간의 저장을 통하여 토란내로 수분의 유입과 내부물질의 유리 그리고 미생물 등에 의하여 탁도가 지속적으로 증가함을 예측할 수가 있었고 최종 1.20~1.89에 이른 탁도 값을 보였다. 또한 박피방법에 관계없이 모두에서 0.2% APS의 경우 초기 0.18~0.22에서 저장 30일 후에 탁도가 다른 처리구에 비해 낮은 1.11~1.41의 탁도를 보여 APS가 토란으로부터 물질의 유리를 적절하게 억제하는 것으로 생각되어진다.

침지액과 박피방법에 따른 박피토란의 색도변화는 Table 59에 나타내었다. 수박피의 경우 밝기를 나타내는 L값이 모든 처리구에 걸쳐 30일 저장 결과 약간의 감소를 나타내어 갈변이 진행되었음을 알 수 있었고, 한편 Hunter 색도계에 나타난 L, a, b값으로 Lab공간에 있는 두 점간의 직선거리로 표현되는 색차(ΔE)값으로 비교한 결과, 저장기간이 길어질수록 ΔE 값을 커졌다. 또한 현저한 색차이가 나는 3.0이상의 처리조건들이 나타나 갈변이 진행되어지고 있음을 알 수가 있다. 기계박피의 경우에서도 L값은 초기에 86.22~88.5에 이르고 있으나 저장 30일 후에 점차 적으로 감소하여 80.97~87.55로 나타났다. 이와 같이 저장기간에 L값이 감소하는 것은 갈변이 진행됨을 알 수가

있고 ΔE값에서도 3이상으로 높은 색변화가 이루어졌음을 알 수가 있었다. 그리고 기계박피가 수박피의 경우보다 ΔE값이 모두 높게 나타나 갈변현상이 수박피보다 크게 일어났음을 알 수 있다. 김의 결과에서 건조방법을 달리한 토란의 색도에서 동결건조한 토란에서 L값이 본 실험과 비슷한 결과를 보였지만 ΔE값에서 15.61 ± 0.22 를 보이고 있어 실제로는 효소적 갈변이나 Maillard반응이 많이 일어나고 있음을 알 수 있었다.

라. Vitamin C 함량의 변화

Vitamin C에 대한 함량의 변화는 Fig. 23에 나타내었다. 박피 토란 내에 함유되어 있는 vitamin 류 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 vitamin C로 약 86% 수준으로 알려져 있고, 이 함량은 토란의 성숙도와 저장조건 등을 포함하는 환경에 의하여 손실의 차가 크게 발생하게 된다. 그러나 정과 Bradbury and Singh의 보고에서처럼 12.35 mg%나 13.6~16.9 mg%정도의 함량에는 크게 미치지 못하는 3.99~5.54mg%를 보이고 있다. 이는 가공이나 저장도중에 물에 의한 용출이 심하다는 점과 품종과 재배 환경에 의해 영향이 크다는 점에서 그 원인을 찾을 수 있고, 본 실험에서 수박피나 기계박피 두 경우 모두에서 유자과즙 첨가 전해수 처리구는 특이적으로 초기 (5~10일 사이) vitamin C함량이 증가를 하다가 천천히 감소를 한 반면에 0.85% NaCl 첨가구, 0.2% 명반수 첨가구에서는 초기서부터 지속적으로 감소하는 경향을 보였다. 수박피 전해산화수는 저장 30일째 81.8%의 vitamin C의 잔존율을, 전해알칼리수는 81.0%의 잔존율을 나타내었다. 반면에 0.85% NaCl첨가구, 0.2% 명반수는 각각 66.5%, 72.3%를 유지하여 전해수와 일반처리수간에 확연한 구별이 나타나는 점으로 전해수가 vitamin C 함량을 유지하는데 우수하다는 점을 나타내고 있다. 이러한 경향은 기계박피의 경우에서도 비슷한 결과를 보이고 있다.

Table 59. Changes in color of peeled taro by hand during storage at 0°C

| Treatments | Hunter value | Storage time(day) | | | | | | | |
|------------|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Hand | Untreated | L | 88.54 | | | | | | |
| | | a | -1.24 | | | | | | |
| | | b | 7.10 | | | | | | |
| | | ΔE | | | | | | | |
| | EW-1 ¹⁾ + 0.5% Citron juice | L | 87.24 | 87.67 | 88.58 | 87.87 | 86.42 | 87.20 | 85.99 |
| | | a | -2.06 | -0.63 | -2.69 | -0.47 | -1.09 | -1.37 | -1.48 |
| | | b | 7.62 | 7.80 | 9.14 | 9.23 | 9.02 | 9.30 | 10.17 |
| | | ΔE | 1.72 | 1.42 | 2.57 | 2.73 | 2.87 | 2.83 | 4.16 |
| | EW-2 ²⁾ + 0.5% Citron juice | L | 88.05 | 87.95 | 86.39 | 86.26 | 86.49 | 85.11 | 85.58 |
| | | a | -0.19 | -2.45 | -2.05 | -1.12 | -1.02 | -1.60 | -1.31 |
| | | b | 9.38 | 9.94 | 9.39 | 12.59 | 9.77 | 10.75 | 11.02 |
| | | ΔE | 2.67 | 3.26 | 3.50 | 3.87 | 3.52 | 5.04 | 5.02 |
| | 0.85% NaCl | L | 85.88 | 86.7 | 86.15 | 87.28 | 85.19 | 83.56 | 84.88 |
| | | a | -0.78 | -1.78 | -0.24 | -2.99 | -1.79 | -1.88 | -1.83 |
| | | b | 8.68 | 10.57 | 15.25 | 14.31 | 14.04 | 16.49 | 12.98 |
| | | ΔE | 3.27 | 4.02 | 6.99 | 7.53 | 7.74 | 10.83 | 7.05 |
| | 0.2% APS ³⁾ | L | 86.32 | 86.89 | 87.24 | 85.34 | 84.72 | 84.14 | 84.70 |
| | | a | 0.14 | -2.91 | -2.47 | -0.75 | -0.78 | -0.70 | -1.18 |
| | | b | 8.87 | 10.97 | 11.65 | 11.43 | 13.77 | 15.72 | 12.68 |
| | | ΔE | 3.22 | 4.61 | 4.95 | 5.59 | 7.90 | 9.73 | 6.78 |
| Machine | Untreated | L | 88.84 | | | | | | |
| | | a | -2.61 | | | | | | |
| | | b | 8.61 | | | | | | |
| | | ΔE | | | | | | | |
| | EW-1 ¹⁾ + 0.5% Citron juice | L | 88.16 | 87.85 | 88.38 | 88.74 | 87.94 | 85.64 | 86.06 |
| | | a | -0.92 | 0.15 | 0.07 | -0.36 | -1.96 | 1.23 | 0.16 |
| | | b | 8.72 | 9.64 | 10.52 | 11.03 | 12.00 | 13.73 | 12.18 |
| | | ΔE | 1.78 | 3.03 | 3.84 | 4.17 | 5.07 | 7.75 | 5.98 |
| | EW-2 ²⁾ + 0.5% Citron juice | L | 88.5 | 87.03 | 88.8 | 86.78 | 87.41 | 86.50 | 87.55 |
| | | a | -2.80 | -0.05 | -1.02 | -1.06 | -0.07 | -0.07 | -1.81 |
| | | b | 8.90 | 10.05 | 10.25 | 10.59 | 12.72 | 16.97 | 13.01 |
| | | ΔE | 2.43 | 3.57 | 3.21 | 3.99 | 5.89 | 10.19 | 6.03 |
| | 0.85% NaCl | L | 88.15 | 86.7 | 86.92 | 88.03 | 84.76 | 84.06 | 82.58 |
| | | a | -0.19 | -1.42 | -1.90 | -3.08 | -1.08 | -0.98 | -0.93 |
| | | b | 9.03 | 10.58 | 12.75 | 13.92 | 18.19 | 17.16 | 20.44 |
| | | ΔE | 2.46 | 4.09 | 5.96 | 7.12 | 11.78 | 11.16 | 14.74 |
| | 0.2% APS ³⁾ | L | 86.22 | 88.38 | 86.19 | 87.40 | 85.62 | 81.36 | 80.97 |
| | | a | 0.07 | -2.93 | -1.20 | -1.01 | 0.15 | -0.21 | 0.31 |
| | | b | 9.48 | 9.57 | 9.64 | 10.15 | 11.18 | 15.92 | 17.05 |
| | | ΔE | 3.65 | 3.08 | 3.76 | 3.44 | 5.26 | 11.76 | 12.72 |

¹⁾EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

²⁾EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

³⁾APS : Aluminium potassium sulfate

마. 당도, 총당, 환원당 및 유리당 함량의 변화

저장중의 총당과 환원당 함량은 Fig. 24와 같다. 박피토란의 총당에 함량은 초기 12.57~15.88%를 나타내고 있는데 이는 정과 김, 농진청에서 분석한 총당 함량보다는 다소 높게 나왔으나 Maga와 Wills등의 보고에서 나타난 26.5%, 31.0%보다는 낮은 값을 보였다. 이는 재배지의 환경, 토란품종, 수확년도 등의 차이에 기인하는 것으로 볼 수 있다. 저장 30일 이후에 총당 함량은 수, 기계박피 모두에서 지속적으로 감소하여 최종 1.57~3.39%로 나타나 감소율을 보면 최저 77.84%에서 89.1%의 당이 감소되었음을 알 수 있다. 또한 저장기간 중에 특이적인 사항은 저장 20일경부터 수박피의 경우 전해수 처리구에서 총당의 유실이 더욱 가속화되었고, 기계박피에서도 전해산화수를 제외한 처리구들에서 급격한 총당 감소가 이루어졌음을 알 수 있었다.

한편, 환원당 함량의 변화는 Fig. 24에서 보는 바와같이 박피토란의 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하였으며 초기함량 0.38~0.489%로 정이 보고한 초기함량 0.27%보다는 높게 나타났다. 저장 30일 동안 환원당은 지속적으로 증가하여 초기치 0.85~0.99%보다 1.8~2.5 배 수준의 증가를 보였다. 이는 저장기간 동안 지속적으로 총당이 환원당으로 전환되었음을 알 수가 있다.

Fig. 25에서 저장기간 중에 유리당의 변화가 나타나 있다. 당의 조성 중에 대부분을 차지하고 있는 sucrose, glucose, maltose, fructose를 조사하였으며 저장 중 maltose의 변화는 초기함량 0.1~0.27%에 달하였으나 특징적인 경향은 보이지 않았으며 수, 기계박피 모두에서 모두 불규칙한 증가나 감소를 보였고 Maga와 정에서 보고한 maltose의 0.45% 보다는 낮은 값을 보였다. Sucrose의 경우 Maga는 4.25%정도로 매우 높은 함량이 존재한다 하였는데 본 실험에서는 초기 0.13~0.37% 정도이었으며 최종에서 최고농도가 0.44%정도로 그리 높지 않은 함량을 유지하였다. 또한 저장기간 중에 약간의 변동 폭은 있었지만은 비슷한 함량을 유지하였다. 이러한 차이의 요인으로는 재배기후 환경, 수확시 성숙정도, 수확후의 저장조건 등에서 차이에서 비롯된 것으로 생각한다. Glucose의 경우 초기함량이 다른 유리당과 비슷하게 수, 기계박피에 관계없이 0.11~0.43% 수준으로 존재하였으며 다른 유리당과는 다르게 저장기간 중에 지속적으로 감소하는 경향을 보였고 최종적으로 0.11~0.15%의 값을 보였다. 이는 박피 토란의 저장중 호흡에 가장 빨리 이용되는 glucose이기에 지속적으로 감소하였으리라 생각된

다. 본 실험에서는 fructose에서 가장 높은 함량인 0.27~0.47%를 보였고 이는 위에서 언급한 다른 보고와 유사한 함량이었으며 저장기간의 경과에 따라 수박피에 있어서는 모두 감소하는 경향을 보였으나 기계박피에 있어서는 유의한 함량 감소는 보이지 않았다.

마. 총페놀성 화합물 및 PPO 활성

식품에 있어서 갈변현상은 비효소적 반응인 maillard reaction, caramelization, ascorbic acid oxidation등의 비효소적 갈변과 poly phenol oxidase에 의한 효소적 갈변현상으로 나뉜다. 이중 효소적 갈변반응은 갈변효소가 직접 관여하는 반응으로 토란과 같이 대부분의 야채나 과일 중에 일어나는 갈색화 반응은 PPO에 의한 것으로 알려져 있다. 이 반응에서는 polyphenol계 화합물이 공기 중의 산소에 의하여 quinone류나 그 유도체로 산화하는 반응을 촉매하여, 여기서 생성된 quinone또는 그 유도체들은 활성이 대단히 크기 때문에 비효소적으로 계속 산화되고 중합 또는 축합되어 melanine색소와 갈색, 흑색의 색소를 형성하게 된다. 이러한 갈변을 방지하기 위해 여러 방법들이 사용되어지고 있는데 예비가열, 진공포장, pH변화, 냉동저장, 염장, 설탕물 등 그리고 첨가제로서 sulfiting agent를 들 수 있다.

그러나 이러한 첨가제는 냄새나 영양소 파괴, 유해성 등에서 과채류에서는 사용이 금지되었으며 천연의 갈변억제제가 개발되어지고 있다. 이러한 phenol 활성을 억제할 수 있으면 품질의 저하를 나타내는 갈변현상도 어느 정도 억제할 수 있는 것으로 생각되어진다. 박피토란의 총 페놀함량의 변화는 수 박피에서 모든 처리구에서 초기 32.46~29.2%의 함량을 보였으며 저장 15일까지는 총 페놀함량이 증가하였다. 처리구 중에서 0.2% APS 처리구만 저장 20일째에 43.07%의 가장 높은 총 페놀함량을 보였다. 그러나 이후의 저장기간 동안에는 지속적으로 감소하여 최종 36.81~27.37%의 함량을 보여 초기값과 큰 차이는 없었다. 기계박피의 경우 수 박피에서와 비슷한 경향을 보였는데 저장 15일 경까지 0.2% APS처리구를 제외한 모든 처리구에서 총페놀함량이 증가하였고 0.2% APS처리구는 20일까지 증가하였으며 이후 급격한 감소가 이루어져 초기치와 유사한 값을 보였다(Fig. 26). Fig. 27에서 polyphenol oxidase의 활성변화가 나타나 있는데 총 페놀함량과 유사한 경향을 보이고 있다. 총페놀성 물질 함량이 증

가하면서 PPO활성 또한 증가하였고 저장 15~20일을 최고점으로 총 페놀함량이 떨어지자 PPO활성 또한 감소하고 있어 이 둘 사이에 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다. 앞에서 기계박피의 경우 색차값이 모두 4이상으로 수 박피의 경우보다 현저한 갈변현상이 진행되었음에도 수, 기계박피 처리구간에 색차 값들과 특별한 차이는 발견하기는 어려웠고 다만, 페놀성 물질함량과 PPO활성 간에는 아주 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다.

사. 총균수, 대장균군 및 곰팡이의 분석

무처리한 박피토란의 초기미생물 측정 결과는 총균수 $7.45 \times 10^4 \sim 1.30 \times 10^5$ CFU/g, 대장균군수 $1.90 \times 10^3 \sim 7.50 \times 10^4$ CFU/g, 효모 및 곰팡이 $3.40 \sim 7.75 \times 10^4$ CFU/g 수준으로 나타났다. Table 60 및 61에 수 및 기계박피 시료에 있어 침지 처리구에 따른 침지 보관액 및 박피 토란의 저장기간별 미생물의 변화를 각각 구분하여 나타내었다. 처리 직후 전해수 처리구의 총균수는 N.D.~ 3.6×10^2 수준인 것에 반하여 0.85% NaCl 및 0.2% APS 처리구의 경우 $10^4 \sim 10^5$ 의 수준으로 현저한 균수 차이를 보임으로써 초기 미생물 살균효과에 있어 전해수 처리구는 확실한 우수성을 보여 주었다. 또한 전해수 처리구는 저장 15일째까지 10^5 미만을 유지하여 충분히 균성장 억제효과를 발휘하였으며 저장 30일째에도 박피 토란 자체에 있어서는 전해알칼리수에 유자과즙 첨가구는 타 처리구에 비해 10^7 이하의 수준을 보임으로써 균 증식억제에도 효과가 있음을 알 수 있었다.

Table 60. Changes in microorganism number of immersion liquids of peeled taro with various treatments during storage at 0°C

(Unit : CFU/g)

| | | Storage time(day) | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| H | EW-1 + 0.5% citron juice | Total cell | 1.34×10 ¹ | 1.02×10 ² | 2.65×10 ² | 3.73×10 ⁴ | 2.00×10 ⁵ | 3.70×10 ⁶ | 1.75×10 ⁷ |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 2.05×10 ² | 7.00×10 ⁴ | 5.15×10 ⁵ | 1.30×10 ⁶ |
| | | Yeast & mold | 7.30×10 ¹ | 5.90×10 ² | 8.85×10 ³ | 2.29×10 ⁴ | 2.25×10 ⁶ | 4.10×10 ⁶ | 1.65×10 ⁷ |
| | EW-2 + 0.5% citron juice | Total cell | N.D. | 2.66×10 ² | 1.22×10 ² | 1.57×10 ⁴ | 6.80×10 ⁶ | 4.80×10 ⁶ | 2.90×10 ⁶ |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | 1.15×10 ¹ | 2.85×10 ³ | 6.55×10 ⁵ | 4.90×10 ⁵ | 1.09×10 ⁵ |
| | | Yeast & mold | 1.50×10 ¹ | 4.85×10 ² | 1.48×10 ³ | 1.66×10 ⁵ | 2.60×10 ⁶ | 4.35×10 ⁷ | 1.80×10 ⁷ |
| | 0.85% NaCl | Total cell | 6.85×10 ⁵ | 3.35×10 ⁴ | 1.27×10 ⁵ | 5.75×10 ⁷ | 1.63×10 ⁸ | 1.33×10 ⁸ | 3.05×10 ⁸ |
| | | Coliform | 6.30×10 ⁴ | 1.71×10 ⁷ | 7.00×10 ⁷ | 2.05×10 ⁷ | 1.10×10 ⁸ | 9.45×10 ⁷ | 1.65×10 ⁸ |
| | | Yeast & mold | 4.40×10 ⁵ | 1.28×10 ⁶ | 7.80×10 ⁷ | 5.20×10 ⁷ | 3.25×10 ⁸ | 1.16×10 ⁸ | 2.75×10 ⁸ |
| | 0.2% APS | Total cell | 8.30×10 ⁴ | 1.16×10 ⁵ | 2.65×10 ⁵ | 1.33×10 ⁵ | 3.65×10 ⁶ | 3.55×10 ⁶ | 1.08×10 ⁸ |
| | | Coliform | 2.65×10 ³ | 1.55×10 ³ | 3.00×10 ³ | 3.50×10 ⁴ | 1.30×10 ⁵ | 2.12×10 ⁸ | 3.50×10 ⁷ |
| | | Yeast & mold | 4.85×10 ⁵ | 5.80×10 ⁴ | 2.00×10 ⁴ | 2.55×10 ⁵ | 1.89×10 ⁷ | 3.77×10 ⁷ | 4.30×10 ⁷ |
| M | EW-1 + 0.5% citron juice | Total cell | 3.60×10 ² | 2.75×10 ² | 5.65×10 ⁴ | 1.45×10 ⁴ | 4.00×10 ⁶ | 6.40×10 ⁶ | 3.25×10 ⁷ |
| | | Coliform | 1.72×10 ² | 2.30×10 ² | 8.65×10 ² | 2.40×10 ³ | 1.21×10 ⁵ | 1.37×10 ⁵ | 7.65×10 ⁵ |
| | | Yeast & mold | 3.42×10 ² | 1.12×10 ² | 5.60×10 ³ | 6.20×10 ⁴ | 1.03×10 ⁶ | 8.95×10 ⁶ | 4.30×10 ⁶ |
| | EW-2 + 0.5% citron juice | Total cell | 1.70×10 ² | 1.21×10 ³ | 4.30×10 ³ | 2.12×10 ⁴ | 1.22×10 ⁵ | 5.65×10 ⁶ | 2.40×10 ⁶ |
| | | Coliform | 2.42×10 ² | 2.62×10 ² | 2.69×10 ² | 4.40×10 ³ | 4.30×10 ⁴ | 2.50×10 ⁵ | 4.95×10 ⁵ |
| | | Yeast & mold | 4.00×10 ¹ | 4.80×10 ² | 1.72×10 ⁴ | 3.00×10 ⁴ | 2.13×10 ⁵ | 7.15×10 ⁷ | 2.50×10 ⁶ |
| | 0.85% NaCl | Total cell | 1.48×10 ⁶ | 1.04×10 ⁸ | 6.45×10 ⁸ | 3.70×10 ⁸ | 2.65×10 ⁸ | 2.00×10 ⁸ | 1.65×10 ⁸ |
| | | Coliform | 2.15×10 ⁶ | 1.24×10 ⁸ | 5.75×10 ⁸ | 1.45×10 ⁷ | 1.10×10 ⁸ | 2.20×10 ⁸ | 1.55×10 ⁸ |
| | | Yeast & mold | 2.90×10 ⁶ | 1.13×10 ⁸ | 7.00×10 ⁸ | 4.05×10 ⁷ | 2.70×10 ⁸ | 1.84×10 ⁸ | 1.90×10 ⁸ |
| | 0.2% APS | Total cell | 6.65×10 ⁴ | 6.95×10 ⁴ | 3.25×10 ⁵ | 3.00×10 ⁴ | 4.90×10 ⁵ | 3.25×10 ⁷ | 1.05×10 ⁷ |
| | | Coliform | 1.45×10 ⁴ | 1.13×10 ⁴ | 6.65×10 ³ | 2.12×10 ⁴ | 6.50×10 ⁷ | 2.00×10 ⁶ | 2.43×10 ⁶ |
| | | Yeast & mold | 6.55×10 ⁴ | 4.10×10 ⁴ | 3.85×10 ⁴ | 4.17×10 ⁵ | 4.95×10 ⁸ | 3.60×10 ⁷ | 1.10×10 ⁷ |

H: Hand peeling

M: Mechanical peeling

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

²⁾ Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

³⁾ Aluminium potassium sulfate

⁴⁾ < 10¹ CFU/g

Table 61. Changes in microorganism number of peeled taro with various treatments during storage at 0°C

(Unit : CFU/g)

| | | Storage time(day) | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| H | EW-1 + 0.5% citron juice | Total cell | 2.25×10 ² | 2.06×10 ² | 5.70×10 ⁴ | 4.50×10 ⁴ | 1.60×10 ⁴ | 1.37×10 ⁵ | 8.25×10 ⁷ |
| | | Coliform | N.D. | 2.87×10 ¹ | 2.17×10 ³ | 5.70×10 ² | 5.25×10 ³ | 1.21×10 ⁵ | 7.00×10 ⁶ |
| | | Yeast & mold | 1.55×10 ² | 4.05×10 ³ | 6.15×10 ³ | 1.10×10 ⁴ | 2.00×10 ⁵ | 2.00×10 ⁶ | 2.98×10 ⁸ |
| | EW-2 + 0.5% citron juice | Total cell | 1.16×10 ² | 1.09×10 ² | 1.88×10 ⁴ | 2.80×10 ⁵ | 4.15×10 ⁶ | 3.75×10 ⁶ | 1.33×10 ⁸ |
| | | Coliform | N.D. | 2.95×10 ² | 9.45×10 ³ | 4.15×10 ⁴ | 4.85×10 ⁵ | 3.35×10 ⁵ | 1.56×10 ⁶ |
| | | Yeast & mold | 3.05×10 ² | 3.85×10 ² | 1.73×10 ⁴ | 1.30×10 ⁴ | 3.35×10 ⁷ | 3.45×10 ⁶ | 2.90×10 ⁷ |
| | 0.85% NaCl | Total cell | 1.72×10 ⁵ | 3.10×10 ⁴ | 2.38×10 ⁷ | 4.90×10 ⁷ | 4.40×10 ⁷ | 1.23×10 ⁸ | 9.45×10 ⁸ |
| | | Coliform | 8.20×10 ³ | 3.20×10 ⁴ | 1.95×10 ⁷ | 3.45×10 ⁷ | 2.65×10 ⁷ | 1.02×10 ⁸ | 8.50×10 ⁸ |
| | | Yeast & mold | 4.85×10 ⁴ | 3.30×10 ⁴ | 2.01×10 ⁷ | 2.70×10 ⁷ | 4.85×10 ⁷ | 1.13×10 ⁸ | 8.90×10 ⁸ |
| | 0.2% APS | Total cell | 9.00×10 ⁵ | 2.00×10 ⁴ | 1.62×10 ⁵ | 2.35×10 ⁶ | 5.15×10 ⁶ | 2.65×10 ⁷ | 4.59×10 ⁸ |
| | | Coliform | 3.40×10 ³ | 2.67×10 ⁴ | 1.00×10 ⁵ | 2.90×10 ⁶ | 4.20×10 ⁶ | 1.90×10 ⁶ | 2.65×10 ⁷ |
| | | Yeast & mold | 3.30×10 ⁴ | 2.75×10 ⁴ | 3.20×10 ⁴ | 2.25×10 ⁵ | 8.15×10 ⁶ | 7.50×10 ⁵ | 2.90×10 ⁸ |
| M | EW-1 + 0.5% citron juice | Total cell | 2.65×10 ² | 3.50×10 ³ | 4.00×10 ⁴ | 1.49×10 ⁵ | 3.15×10 ⁶ | 3.50×10 ⁶ | 8.65×10 ⁷ |
| | | Coliform | 1.10×10 ¹ | 4.90×10 ² | 1.35×10 ³ | 1.07×10 ⁴ | 1.50×10 ⁵ | 3.75×10 ⁵ | 1.07×10 ⁶ |
| | | Yeast & mold | 1.36×10 ² | 4.95×10 ² | 2.90×10 ⁴ | 1.06×10 ⁵ | 6.10×10 ⁷ | 3.45×10 ⁶ | 7.75×10 ⁷ |
| | EW-2 + 0.5% citron juice | Total cell | 3.15×10 ² | 4.75×10 ³ | 4.90×10 ⁴ | 8.70×10 ⁵ | 8.00×10 ⁵ | 2.50×10 ⁶ | 4.95×10 ⁷ |
| | | Coliform | 8.50×10 ¹ | 3.20×10 ¹ | 1.95×10 ² | 7.25×10 ³ | 4.00×10 ⁴ | 2.75×10 ⁵ | 3.75×10 ⁷ |
| | | Yeast & mold | 2.05×10 ² | 6.80×10 ² | 2.65×10 ⁴ | 2.80×10 ³ | 1.30×10 ⁵ | 2.10×10 ⁵ | 1.30×10 ⁷ |
| | 0.85% NaCl | Total cell | 1.60×10 ⁵ | 1.93×10 ⁶ | 9.30×10 ⁶ | 5.30×10 ⁷ | 1.43×10 ⁷ | 5.10×10 ⁷ | 4.65×10 ⁸ |
| | | Coliform | 1.35×10 ⁵ | 2.60×10 ⁶ | 6.55×10 ⁶ | 4.45×10 ⁷ | 1.80×10 ⁷ | 3.85×10 ⁷ | 3.65×10 ⁷ |
| | | Yeast & mold | 1.11×10 ⁵ | 1.90×10 ⁶ | 8.20×10 ⁶ | 3.75×10 ⁷ | 2.15×10 ⁷ | 4.55×10 ⁷ | 4.50×10 ⁷ |
| | 0.2% APS | Total cell | 1.20×10 ⁴ | 2.10×10 ⁴ | 5.27×10 ⁵ | 1.27×10 ⁶ | 1.21×10 ⁶ | 4.85×10 ⁶ | 2.77×10 ⁷ |
| | | Coliform | 1.70×10 ³ | 2.65×10 ³ | 5.10×10 ⁴ | 1.15×10 ⁵ | 3.50×10 ⁶ | 7.60×10 ⁶ | 8.97×10 ⁶ |
| | | Yeast & mold | 9.50×10 ³ | 6.80×10 ³ | 3.95×10 ⁵ | 1.04×10 ⁶ | 1.80×10 ⁶ | 5.25×10 ⁶ | 1.00×10 ⁸ |

H: Hand peeling

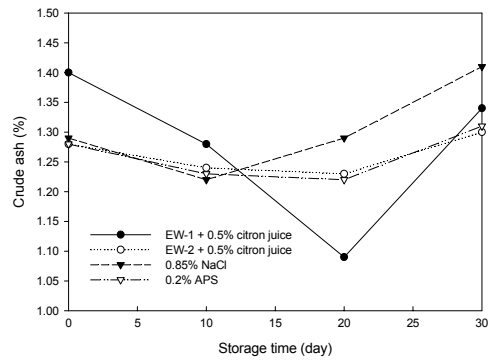
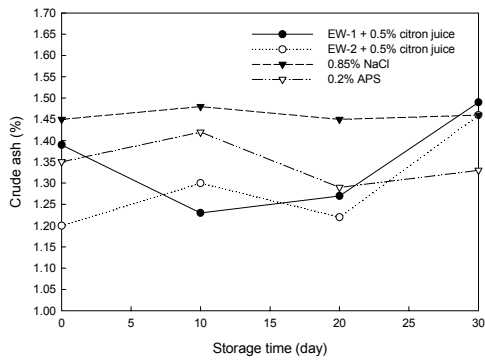
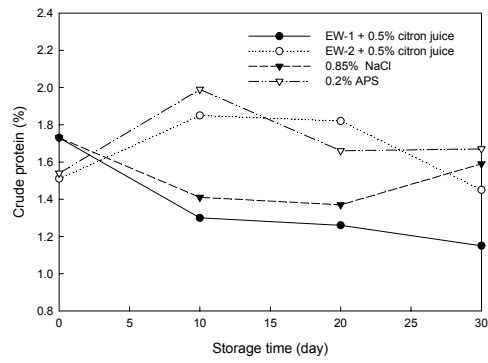
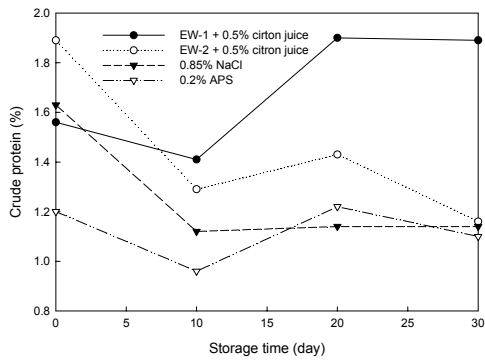
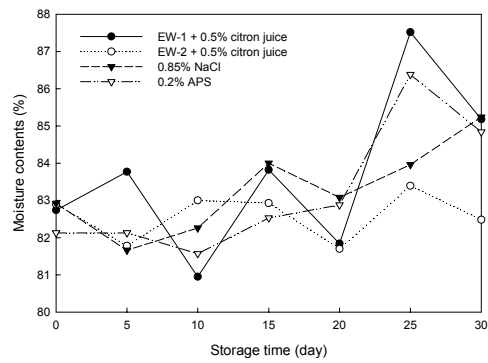
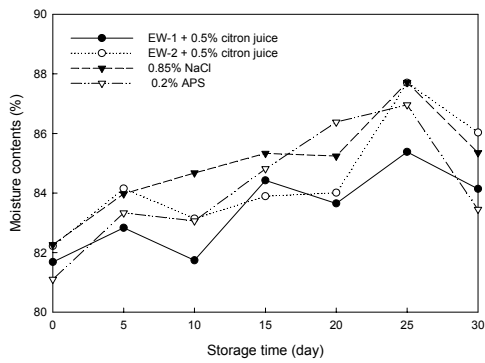
M: Mechanical peeling

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

²⁾ Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

³⁾ Aluminium potassium sulfate

⁴⁾ < 10¹ CFU/g

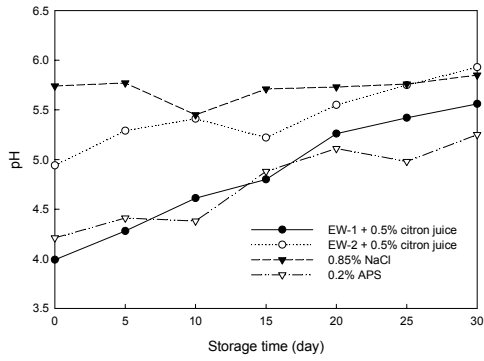


(A) Hand peeling

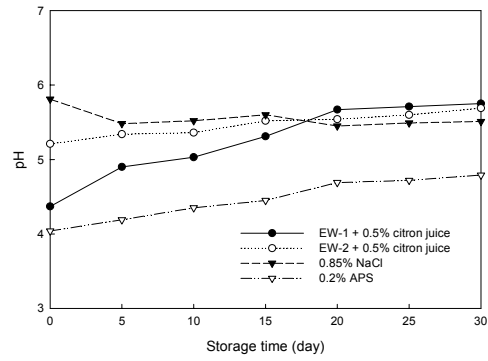
(B) Mechanical peeling

Fig. 19. Changes in moisture, protein and ash content of peeled taro with during storage at 0°C.

* Legends as in Table 4



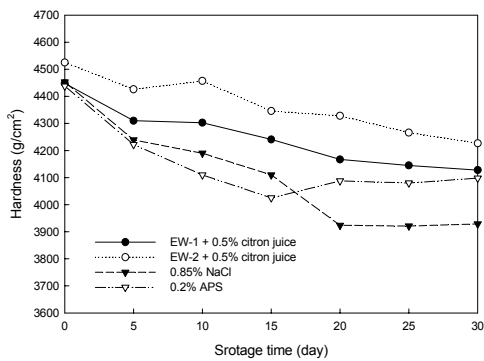
(A) Hand peeling



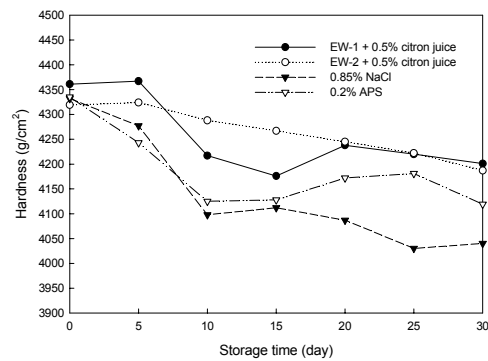
(B) Mechanical peeling

Fig. 20. Changes in pH of immersion liquids during storage at 0°C.

* Legends as in Table 4



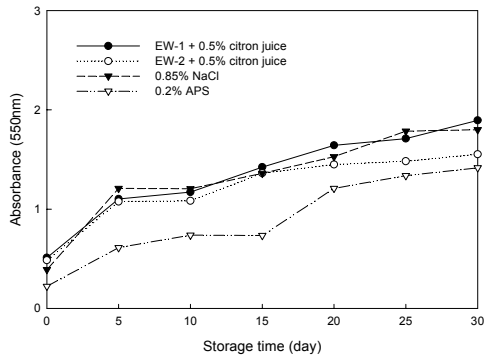
(A) Hand peeling



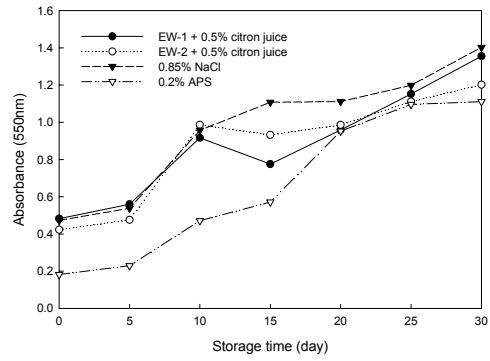
(B) Mechanical peeling

Fig. 21. Changes in hardness of peeled taro during storage at 0°C.

* Legends as in Table 4



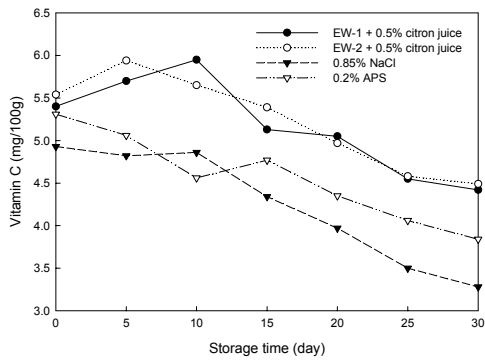
(A) Hand peeling



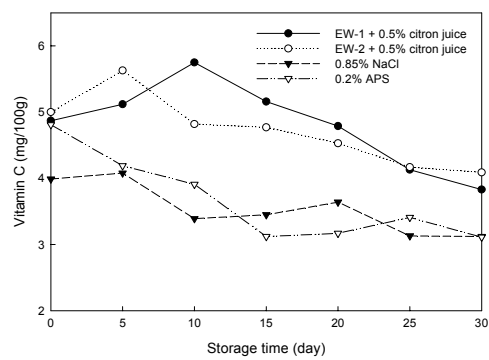
(B) Mechanical peeling

Fig. 22. Changes in absorbance of immersion liquids during storage at 0°C.

* Legends as in Table 4



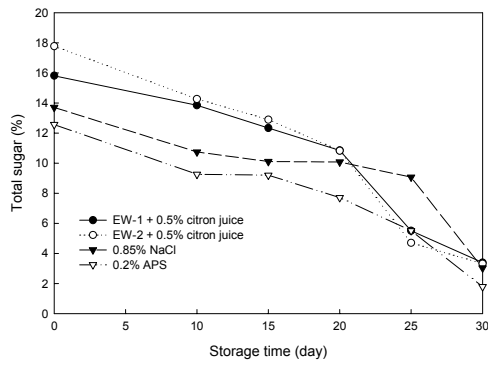
(A) Hand peeling



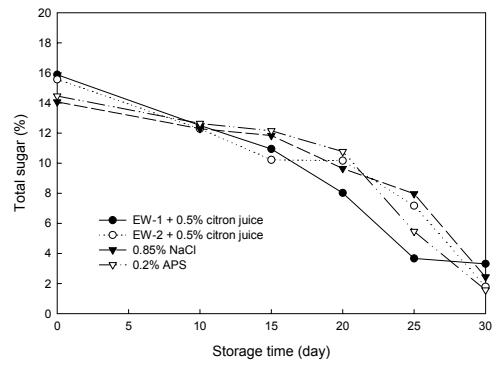
(B) Mechanical peeling

Fig. 23. Changes in vitamin C contents of peeled taro during storage at 0°C.

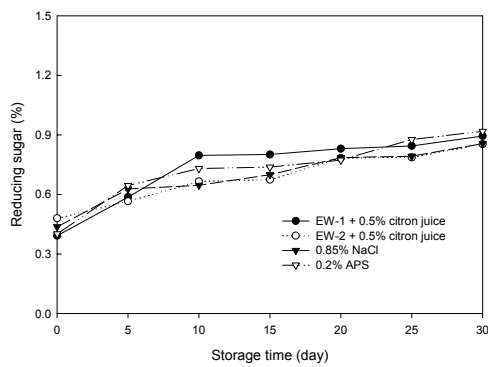
* Legends as in Table 4



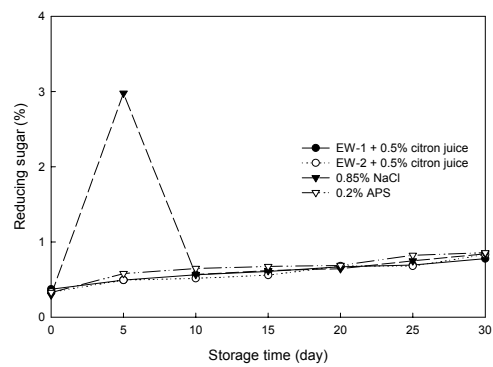
(A) Hand peeling



(B) Mechanical peeling



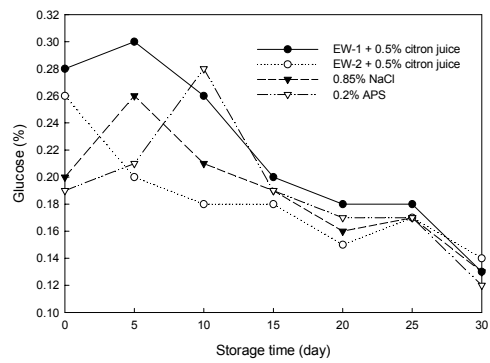
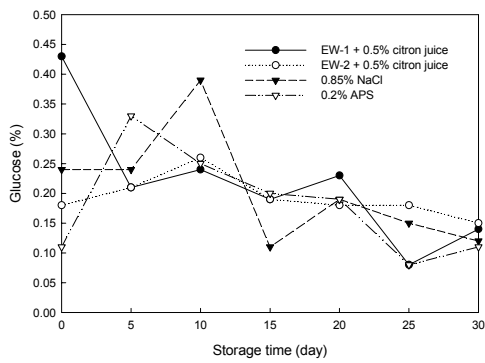
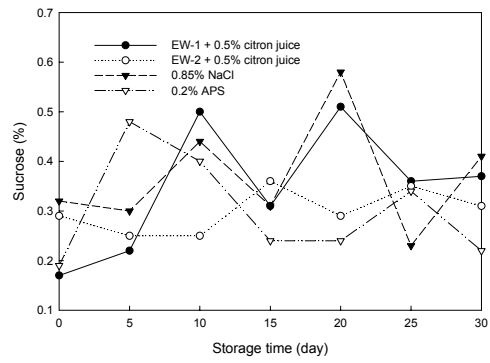
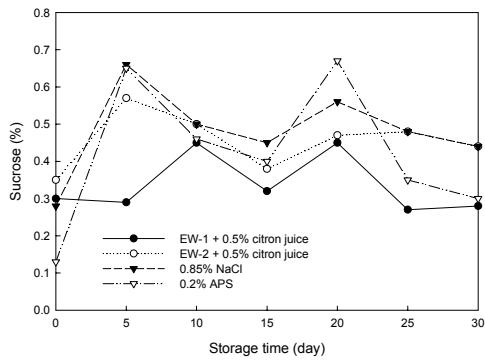
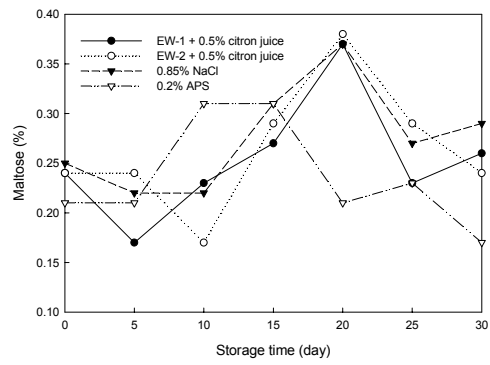
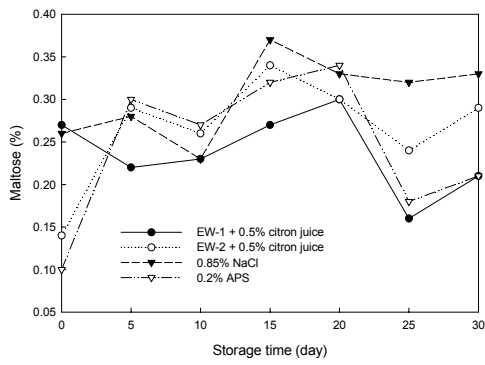
(A) Hand peeling



(B) Mechanical peeling

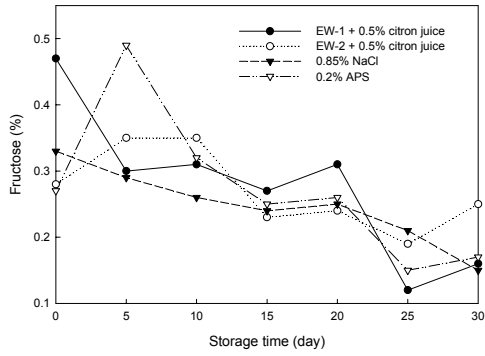
Fig. 24. Changes of total sugar contents and reducing sugar contents of peeled taro during storage 0°C.

* Legends as in Table 4

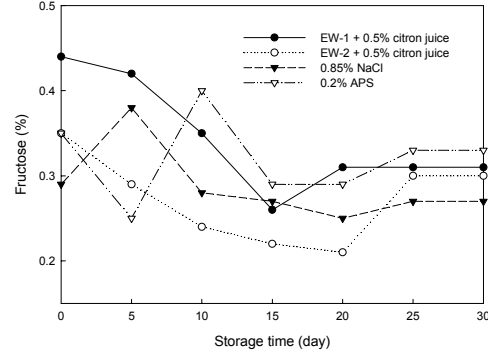


(A) Hand peeling

(B) Mechanical peeling



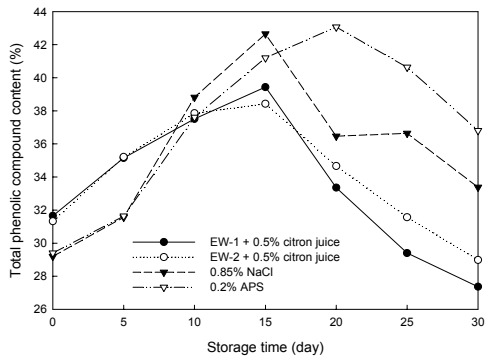
(A) Hand peeling



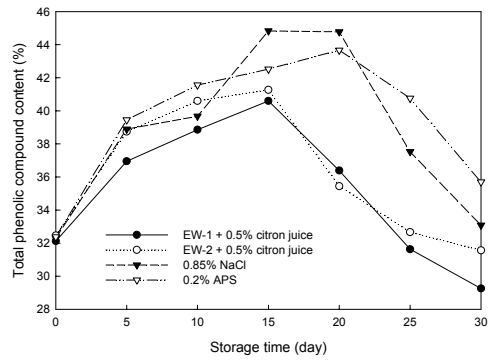
(B) Mechanical peeling

Fig. 25. Changes of free sugar contents of peeled taro during storage 0°C.

* Legends as in Table 4



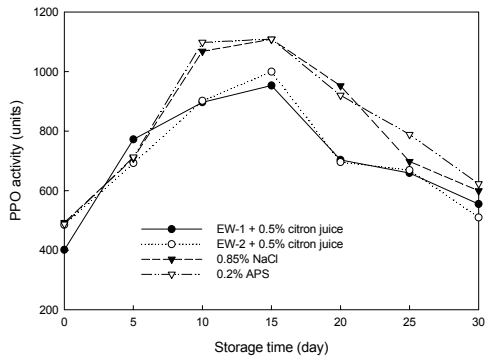
(A) Hand peeling



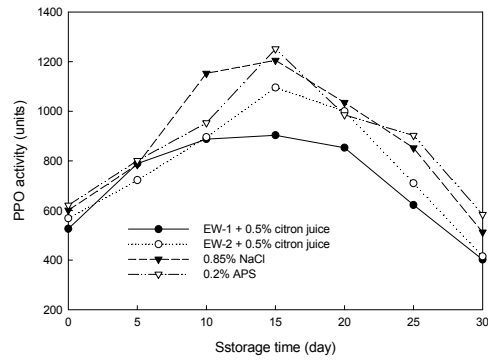
(B) Mechanical peeling

Fig. 26. Changes of total phenolic compounds contents of peeled taro during storage at 0°C.

* Legends as in Table 4



(A) Hand peeling



(B) Mechanical peeling

Fig. 27. Changes of polyphenol oxidase(PPO) activity of peeled taro during storage at 0°C.

* Legends as in Table 4

3. 박피방법 및 침지 보관액에 따른 우엉(*burdock* : *Arctium lappa* L.)의 저장중 품질변화 비교

우엉은 국화과에 속하는 이년생 초본으로 우리나라를 비롯한 동북아시아에서 발견되고 채소작물로 관상, 약용 및 식용으로 쓰인다. 우엉에는 식이섬유소와 당 및 이눌린과 약간의 팔미트산을 포함한 지방산, 이외에도 caffeic acid, chlorogenic acid 등의 많은 phenol 화합물을 함유하고 있어 정균작용과 지하경을 먹는 우엉 같은 식품은 갈륨의 주요 공급원으로 보고되고 있다. 우엉에는 arctiin, 1-arctigenin, isoarctigenin, archidic acid, alkaloid, 지방유 등을 들 수가 있고 약용으로는 열매를 해열, 해독, 소염, 이뇨작용으로 사용한다.

원산지는 지중해 연안에서 서부아시아에 이르는 지역으로 추정되며, 서양에서는 거의 이용되지 않으며, 한국과 일본, 중국이외의 곳에서는 식용으로 하고 있지 않다. 특히 뿌리에는 탄수화물로 이눌린이 많고 미네랄로는 칼슘과 철분이 많다. 영양적 가치는 타 채소류에 비하여 상대적으로 작지만 섬유질이 많아 변비예방에 좋으며 알칼리성 식품으로 가치가 높다. 전남북지역에서 많이 재배되며 고급요리에 사용되고 있다.

저장방법은 토중저장법으로, 물빠짐이 좋고 별이 잘드는 곳에 1m 정도의 구덩이를 파고 우엉과 흙을 번갈아 가면서 쌓아 마지막에는 흙으로 불룩하게 덮어 마르는 것을 방지한다. 저장온도는 0℃이하가 되지 않게 해야 하며 건조하여 품질이 떨어지지 않게 유의하여야 한다. 특히 우엉은 껍질을 벗겨 방치하면 공기와 접촉하여 갈색으로 곧 변화하는데, 일반적으로 가정에서는 식초를 탄 물(물 1L에 식초 1/2컵)에 바로 담구어 색을 희게하고 떫은 맛의 성분인 탄닌을 빼고 있다. 이와같이 뿌리를 식용으로 하므로 감자, 고구마 및 마늘처럼 쉽게 갈변하기 때문에 식품가공 및 양호한 저장을 위해서는 갈변은 반드시 억제되어야 할 것이나 우엉의 갈변현상에 대한 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 박피 우엉의 유통시, 초기미생물 억제, 변색 발생 및 저장액의 백탁 현상 등을 해결하기 위해 보관액으로 전해수(pH 8.5, 2.5) 및 유자과즙을 첨가한 전해수, 0.6% acetic acid의 5가지 침지 보관액에 저장하면서 품질을 비교하였다.

가. 일반성분 변화

우영의 일반성분에 대한 분석은 Table 62와 같다. 수분 함량의 경우 초기 79.9~81.72% 수준으로 박피방법에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 약간의 증가를 보였으나 조지방, 조단백, 조회분 및 조섬유의 함량 변화는 저장기간 및 박피방법에 관계없이 거의 없는 것으로 나타났다.

Table. 62. Changes in proximate composition of peeled burdock during storage 0°C

| | | Hand peeling | | | | | Mechanical peeling | | | | |
|-------------------|---------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | H-1 | H-2 | H-3 | H-4 | H-5 | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 | M-5 |
| Moisture (%) | Initial | 79.9 | | | | | 81.72 | | | | |
| | After 30 days | 89.28 | 84.33 | 84.99 | 86.39 | 83.49 | 88.78 | 84.06 | 85.75 | 84.84 | 84.91 |
| Crude fat (%) | Initial | 0.17 | | | | | 0.19 | | | | |
| | After 30 days | 0.13 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.30 | 0.16 | 0.19 | 0.15 |
| Crude protein (%) | Initial | 2.69 | | | | | 2.20 | | | | |
| | After 30 days | 1.18 | 2.13 | 1.84 | 1.79 | 1.98 | 1.69 | 2.12 | 2.30 | 1.76 | 2.58 |
| Crude ash (%) | Initial | 0.78 | | | | | 0.94 | | | | |
| | After 30 days | 0.54 | 0.67 | 0.60 | 0.69 | 1.02 | 0.54 | 0.74 | 0.88 | 0.85 | 1.02 |
| Crude fiber (%) | Initial | 1.32 | | | | | 1.49 | | | | |
| | After 30 days | 1.55 | 1.25 | 1.23 | 1.20 | 1.49 | 1.44 | 1.31 | 1.48 | 1.17 | 1.37 |

H: Hand peeling, M: Mechanical peeling
 1: 0.6% acetic acid, 2: EW-1, 3: EW-2, 4: EW-1 + 0.5% citron juice,
 5: EW-2 + 0.5% citron juice
 EW-1: Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator
 EW-2: Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

나. pH, 탁도 및 hardness의 변화

박피 우영을 침지한 저장액의 초기 pH값은 Fig. 28 및 29에서 보는 바와같이 전해 알칼리수의 경우 제조수의 물리적 특성상 타 처리구에 비해 높은 수치를 보였으나 저장기간이 경과함에 따라 점차 감소함을 보여 주었다. 그 외의 4개 처리구는 저장기간

이 경과할수록 약간 증가하는 경향을 보였다. 박피 우영의 pH는 초기 5.15~6.15 수준으로 0.6% acetic acid 처리구의 경우만을 제외하고 저장기간 동안 초기값과 거의 유사한 수준을 보여주었다. 이는 정 등이 보고하였던 전해수의 저장온도에 따른 변화에서와 유사하게 저장초기 약간의 pH 증가와 유사한 경향이였다. 한편 저장 중 침지용 보관액의 탁도 변화는 Fig. 30에서 보는 바와같이 모든 처리구에서 초기 0.03~0.07 수준으로 저장기간이 경과함에 따라 증가하였고 특히 0.6% acetic acid 처리구에서 수 및 기계박피의 경우 1.5~1.4의 값을 보여 가장 큰 증가폭을 보였다. 이는 정 등의 발표에서와 유사하게 명반수를 제외한 모든 전해수 처리구에서 탁도가 서서히 증가한 결과와 유사하게 나타났다. 그리고 침지 보관액에 따른 저장기간 중의 조직감 변화는 Fig. 31에서 보는 바와같이 저장기간에 경과할수록 점차 감소하였으며 수 및 기계 박피 처리구 모두 0.6% acetic acid 처리구가 다른 처리구에 비해 가장 큰 감소폭을 보였는데 이는 가용성물질의 함량과 수분함량의 변화에 따른 것으로 여겨졌다. 즉 0.6% acetic acid 처리구의 경우 수분함량이 다른 처리구에 비하여 저장기간 경과에 따라 많은 증가 추세를 보였고, 가용성물질 함량도 증가하였는바 이는 가용성 고형분의 유출로 인한 조직 연화로 여겨진다.

다. 당도, 총당, 환원당 및 유리당의 변화

박피방법별 침지 보관액별에 따른 저장중의 당도 변화를 Fig. 32 및 33에 나타내었다. Fig. 32 및 33에서 보는 바와같이 침지 보관액은 수 박피 0.6% acetic acid 처리구의 경우 초기 함량 1.49 °brix에서 저장기간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하여 저장 30일후 8.4 °brix로 크게 상승하였으며 이와 반대로 박피 우영의 당도는 초기 15.4 °brix에서 8.8 °brix로 크게 감소하였다. 기계 박피에서도 이와 유사한 결과를 보여주었으며 침지 보관액에 있어 저장기간에 따른 당도 변화는 0.6% acetic acid 처리구를 제외하고는 거의 변화가 없었다. 그리고 박피 우영 자체 고형물에서 당도 변화도 침지보관액의 변화와 마찬가지로 0.6% acetic acid 처리구를 제외한 모든 처리구에서 큰 변화가 나타나지 않았고 0.6% acetic acid 처리구에서 당도의 감소는 조직 연화에 따른 가용성 고형물이 저장 용액으로 유출된 것으로 추정할 수 있었다.

총당의 변화는 Fig. 34에 보는 바와같이 초기값은 7.03~9.10% 수준이었으며 수 박피

의 경우, 저장 5~20일 사이에 증감 변화는 있었으나 대부분의 처리구에서 저장 30일 경과 후 초기치에 비해 낮은 값을 보였으며 기계박피에 있어서도 수박피와 마찬가지로 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 보여주었다. 이는 우영의 주요 구성성분인 전분의 분해에 의해 감소되는 것으로 추정할 수 있다. 수 박피 처리구의 저장기간에 따른 환원당 변화는 Fig. 34에서 보는 바와같이 전해수와 유자과즙을 첨가한 전해수 처리구의 경우 저장 20일까지 서서히 증가하였으며 0.6% acetic acid 처리구는 다른 군에 비해 높은 증가율을 나타냈었다. 기계 박피 처리구도 마찬가지로 모든 처리구에서 저장기간이 경과할수록 증가 추세를 보였다. 즉 수 박피의 경우 초기 0.8~1.02%의 환원당 농도를 보였는데 10일이 경과하는 시기까지는 비교적 급격한 증가를 보였으며 이후 완만한 증가를 보이다 2.9~3.8%의 농도까지 증가하였다. 이와 더불어 기계박피의 경우 0.6% acetic acid 처리구의 증가율이 현저했지만 다른 전해수 처리구도 전체적으로 초기에 비하여 증가했음을 알 수가 있다. 그러나 저장 20일경을 최고점으로 감소현상을 보여 이러한 경향은 저장 20일경부터 미생물의 증가율이 현격해지는 것과 관련되어 우영에서 유리된 전분이 환원당으로 전환되고 또한 미생물 증식에 사용되었을 것으로 생각된다. Fig. 35는 저장기간에 따른 유리당의 변화를 나타내었다. 박피 처리조건에 관계없이 초기 sucrose 함량은 0.87~1.68% 수준으로 기계 박피의 경우 10일째까지 급속하게 증가하였다가 그 이후에는 그대로 유지되는 경향을 보여주었다. 수 박피의 경우도 마찬가지로 저장 10일째까지 급격한 증가가 이루어졌지만 그 이후에는 다소 감소하는 경향을 보였다. Fructose 함량의 변화는 수박피의 경우 초기값이 0.1~0.6%로 매우 낮았으며 저장 10일까지 급격한 증가를 보이다 0.6% acetic acid 처리구를 제외한 모든 처리구에서 감소하였다. 기계박피의 경우에는 수박피와 유사한 경향을 보여주었다.

라. 총페놀성 화합물, PPO 활성 및 색도의 변화

근채류의 효소적 갈변은 조직이 박피, 절단 또는 세절되었을 때 일어나는 현상이며, 식물체내 조직에 존재하는 페놀화합물이 효소에 의해서 산화되어 quinone으로 전환되고, 이들이 서로 중합하거나 또는 다른 페놀성 물질 혹은 아미노산과 자발적으로 결합하여 melanin으로 전환되면서 일어나는 현상이다. 이러한 phenol 화합물의 양을

줄일수 있으면 품질의 저하를 나타내는 갈변현상도 어느 정도 억제할 수 있는 것으로 생각되어진다. 수박피의 경우 Total phenol 함량의 변화는 Fig. 36에서 보는 바와같이 초기값이 93.4~117.0 mg% 수준으로 높은 함량을 보였으며 이는 기계박피의 98.6~137.2 mg%보다 다소 낮은 값을 보여주었다. 수 및 기계박피에 상관없이 초기 10일까지 총페놀함량이 감소하다가 저장 15일째 증가하였고 그 이후 전체적으로 감소하는 경향을 보였다. PPO activity 변화는 Fig. 37에 나타낸 바와같이 0.6% acetic acid 처리구가 저장 10일째 가장 낮은 수준을 보였으나 30일 경과한 후 490~561 units로 처리구들 간에 큰 차이를 보이지 않았다. Table 63은 저장기간에 따른 처리조건별 색도 변화를 나타내었다. 수 박피의 모든 처리구는 저장기간이 경과함에 따라 L값은 감소하며 a, b값은 증가하는 경향을 보였으며, Hunter 색도계를 이용하여 얻은 L, a, b값으로 Lab공간에 있는 두 점간의 직선거리로 표현되는 색차(ΔE)값으로 비교한 결과, 저장 30일 후 0.6% acetic acid 처리구의 ΔE 는 40.92로 전해수와 유자과즙을 처리한 군에 비해 월등히 높은 값을 보여주었다. 기계 박피의 경우에는 초기 색도는 수 박피에 비해 낮은 수치를 보였으며 0.6% acetic acid 처리구를 제외하고 저장기간 동안 큰 차이가 나타나지 않았다. 그러나 색차(ΔE)값이 모두 3.0 수준 이상을 보임으로써 갈변에 의한 변색은 확연하다고 볼 수 있으나 전해수 처리구는 10 수준으로 acetic acid 처리구에 비해 매우 낮은 값을 보여 주었다.

마. 미생물수의 변화

저장기간에 따른 침지용 보관수 및 박피 우영에 대한 총균수, 곰팡이와 효모, 대장균균수의 변화를 측정한 결과는 Table 64 및 65와 같다. 처리구에 따른 총균수의 변화는 박피처리 직후 $1.04 \times 10^5 \sim 2.45 \times 10^3$ CFU/g 수준으로 기계적 박피에서 다소 양호한 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 저장 15일째까지 10^2 CFU/g 수준 감소한 결과를 보여주었다. 처리구별에 있어서는 0.6% acetic acid 처리구는 저장 15일 동안 $10^1 \sim 10^4$ CFU/g 수준을 유지하였으며 전해수 처리구는 저장 15일째 $10^4 \sim 10^6$ CFU/g 수준에 도달하여 저장 10일 이전까지만 살균효과가 지속됨을 보여주었다.

한편, 곰팡이와 효모수, 대장균균수의 경우도 총균수와 유사한 경향이 나타났으며 전체적으로 전해수 처리구의 박피 우영의 초기 미생물수는 저장 10일부터 급격하게 증

가하는 추세를 보였으며 0.5% citron juice를 첨가한 전해알칼리수의 경우 다른 전해수 처리구에 비해 1 log scale 정도 낮은 수준을 보였다.

지방산 함량의 분석

Table 66은 GC로 분석한 지방산 함량의 저장중 변화를 나타낸 것으로, 초기함량은 linoleic acid, linolenic acid, palmitic acid, stearic acid, oleic acid, palmitoleic acid 순으로 각각 50.11%, 30.10%, 11.09%, 4.62%, 3.27%, 0.81%로 나타났다. 그중 linoleic acid와 palmitic acid는 처리조건에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 함량이 증가하였으나 그 밖의 지방산은 감소하는 경향을 보여주었다. 즉 palmitic acid의 경우 수박피 무처리 시료의 경우 11.09%, 기계박피의 경우 12.24%지만 수박피 전해 알칼리수와 전해산화수에 citron juice를 0.5%첨가한 처리구를 제외한 모든 처리구에서 함량이 높은 것을 확인할 수 있었다. 특히, 불포화 지방산인 linoleic acid는 전해수 처리구에 비해 0.6% acetic acid 처리구에서 낮은 수치를 보였다.

마. 관능검사

Table 67은 수박피 처리구에 대한 관능평가 결과를 나타내었다. 0.6% acetic acid 처리구는 color에서 5일째 초기에서부터 변하기 시작하였고 최종 30일까지 색변화에 대한 유의성이 인정되었고, 이는 색도의 결과와 유사하였으며 갈변에 의한 결과로 생각된다. 전해 알칼리수 처리구를 제외한 모든 처리구에서 크게 색변화가 적었음을 알 수가 있어 전해수의 효과로 여겨진다. 향에서는 0.6% acetic acid 처리구와 전해산화수에서 유의적인 차이가 나는 향의 변화가 감지되었고 두 처리구 이외에서는 변화를 감지하기 어려웠다. 전체적인 기호도의 경우 0.6% acetic acid 처리구를 제외한 모든 전해수 처리구에서 유의차를 느낄 수 없었으며 각 저장시간대별 기호도조사에서도 0.6% acetic acid 처리구를 제외한 모든 전해수 처리구에서 기호도에 대한 유의차는 없었다. 마찬가지로 Table 67에서 기계적 박피 처리구에서도 색과 향에서는 수 박피 처리구와 유사한 결과를 보여주고 있지만 전체적인 기호도에서 0.6% acetic acid 처리구보다 전해수처리구가, 전해수에 유자과즙 첨가한 처리구보다 전해수만을 사용한 처리구에서 기호도가 다소 높은 것으로 나타났다.

Table 63. Changes in color of peeled burdock with various treatments during storage

| Treatments ¹⁾ | | Storage time (day) | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Hand peeling | Non-treated | L | 76.24 | | | | | | |
| | | a | 0.25 | | | | | | |
| | | b | 17.80 | | | | | | |
| | 0.6% A.A ¹⁾ | L | 74.33 | 58.18 | 51.21 | 47.55 | 35.29 | 41.09 | 35.54 |
| | | a | 0.66 | 7.35 | 7.69 | 7.95 | 12.31 | 9.18 | 4.48 |
| | | b | 18.96 | 27.10 | 23.39 | 23.21 | 18.90 | 21.33 | 18.03 |
| | | ΔE | 2.27 | 21.52 | 26.70 | 30.19 | 42.70 | 36.44 | 40.92 |
| | EW-1 ²⁾ | L | 81.63 | 71.35 | 81.55 | 69.60 | 70.51 | 68.10 | 69.45 |
| | | a | -1.08 | 1.53 | -2.84 | 2.00 | 3.00 | 4.67 | 5.16 |
| | | b | 12.97 | 20.86 | 14.36 | 21.98 | 23.25 | 25.19 | 28.09 |
| | | ΔE | 7.36 | 5.91 | 7.04 | 8.04 | 8.37 | 11.85 | 13.27 |
| | EW-2 ³⁾ | L | 80.11 | 69.42 | 75.76 | 69.05 | 68.96 | 68.75 | 68.05 |
| | | a | -1.71 | 2.29 | -0.35 | 2.55 | 2.85 | 3.07 | 3.56 |
| | | b | 15.45 | 21.17 | 18.83 | 21.06 | 23.04 | 23.45 | 24.33 |
| | | ΔE | 4.93 | 7.88 | 1.29 | 8.22 | 9.34 | 9.80 | 10.99 |
| | EW-1 +0.5% citron juice | L | 81.45 | 73.59 | 78.35 | 70.66 | 68.66 | 68.64 | 65.45 |
| | | a | -1.02 | 1.04 | -0.81 | 2.96 | 4.30 | 3.86 | 3.91 |
| | | b | 13.23 | 20.25 | 20.89 | 24.32 | 26.32 | 24.56 | 23.41 |
| | | ΔE | 7.05 | 3.69 | 3.89 | 9.00 | 12.10 | 10.79 | 12.70 |
| | EW-2 +0.5% citron juice | L | 79.64 | 73.10 | 82.12 | 69.83 | 69.76 | 68.80 | 68.71 |
| a | | -1.45 | 0.91 | -2.40 | 1.57 | 4.05 | 3.22 | 2.77 | |
| b | | 16.87 | 20.37 | 19.55 | 18.58 | 27.28 | 24.67 | 24.53 | |
| ΔE | | 3.91 | 4.11 | 6.68 | 6.59 | 12.10 | 10.55 | 10.41 | |
| Mechanical peeling | Non-treated | L | 55.62 | | | | | | |
| | | a | 5.35 | | | | | | |
| | | b | 20.29 | | | | | | |
| | 0.6% A.A | L | 62.25 | 46.60 | 38.64 | 43.19 | 36.64 | 34.30 | 29.46 |
| | | a | 3.10 | 9.97 | 11.13 | 9.00 | 8.34 | 7.76 | 8.00 |
| | | b | 22.45 | 25.74 | 20.38 | 24.64 | 17.24 | 13.51 | 10.21 |
| | | ΔE | 7.33 | 11.51 | 17.94 | 13.67 | 19.45 | 22.50 | 28.16 |
| | EW-1 | L | 67.52 | 69.80 | 58.09 | 55.38 | 57.62 | 60.68 | 63.71 |
| | | a | -0.01 | 0.62 | 5.77 | 7.89 | 5.72 | 4.40 | 4.71 |
| | | b | 18.59 | 21.43 | 24.95 | 27.28 | 23.97 | 26.05 | 26.21 |
| | | ΔE | 13.16 | 14.99 | 5.29 | 7.44 | 4.20 | 7.73 | 10.05 |
| | EW-2 | L | 63.73 | 62.99 | 62.47 | 59.62 | 61.33 | 62.26 | 62.68 |
| | | a | 1.53 | 3.04 | 2.83 | 4.01 | 2.77 | 3.94 | 2.95 |
| | | b | 17.98 | 24.24 | 24.48 | 24.63 | 24.76 | 25.33 | 25.83 |
| | | ΔE | 9.26 | 8.67 | 8.42 | 6.05 | 7.70 | 8.45 | 9.29 |
| | EW-1 +0.5% citron juice | L | 69.60 | 69.62 | 62.87 | 55.83 | 63.72 | 63.10 | 66.76 |
| | | a | -0.12 | 0.42 | 3.95 | 8.05 | 3.34 | 0.90 | 2.76 |
| | | b | 18.32 | 19.69 | 26.07 | 29.04 | 26.41 | 19.10 | 26.65 |
| | | ΔE | 15.14 | 14.85 | 9.38 | 9.16 | 10.35 | 8.78 | 13.09 |
| | EW-2 +0.5% citron juice | L | 67.83 | 68.90 | 64.23 | 59.27 | 65.26 | 62.80 | 64.62 |
| a | | -0.24 | 1.01 | 2.17 | 5.12 | 2.12 | 2.21 | 2.85 | |
| b | | 17.13 | 21.11 | 22.96 | 26.71 | 23.44 | 24.35 | 26.57 | |
| ΔE | | 13.80 | 14.00 | 9.56 | 7.39 | 10.64 | 8.83 | 11.26 | |

¹⁾ Acetic acid,

²⁾ Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

³⁾ Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

Table 64. Change in microorganism number of storage liquid of peeled burdock with various treatments during storage at 0°C

(Unit : CFU/g)

| | | Storage time(day) | | | | | | |
|-------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 0.6% Acetic acid | Total cell | 2.50×10^1 | 6.42×10^1 | 7.00×10^1 | 5.50×10^3 | 1.15×10^2 | 1.75×10^5 | 43.5×10^6 |
| | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 8.03×10^1 | 1.16×10^3 | 1.05×10^4 |
| | Yeast & mold | N.D. | N.D. | N.D. | 3.00×10^3 | 8.28×10^3 | 5.60×10^5 | 3.23×10^7 |
| EW-1 | Total cell | N.D. | 1.27×10^2 | 7.50×10^3 | 2.35×10^5 | 5.15×10^6 | 2.05×10^6 | 3.53×10^7 |
| | Coliform | N.D. | 4.45×10^1 | 1.55×10^2 | 1.50×10^5 | 4.55×10^5 | 1.38×10^5 | 6.45×10^6 |
| | Yeast & mold | N.D. | 2.40×10^2 | 6.65×10^4 | 1.20×10^5 | 1.40×10^6 | 7.00×10^6 | 7.23×10^7 |
| H EW-2 | Total cell | N.D. | 1.18×10^2 | 7.30×10^4 | 4.10×10^4 | 5.65×10^4 | 2.96×10^5 | 8.15×10^6 |
| | Coliform | N.D. | 8.50×10^2 | 4.20×10^4 | 6.65×10^4 | 8.05×10^5 | 3.60×10^5 | 5.50×10^5 |
| | Yeast & mold | N.D. | 1.90×10^2 | 1.90×10^5 | 4.50×10^4 | 4.44×10^5 | 4.60×10^6 | 7.20×10^7 |
| 0.5% citron juice | Total cell | N.D. | 8.45×10^2 | 6.95×10^5 | 9.60×10^5 | 6.80×10^6 | 6.50×10^6 | 1.20×10^7 |
| | Coliform | N.D. | 8.00×10^2 | 3.45×10^5 | 2.05×10^5 | 5.35×10^5 | 3.04×10^6 | 6.76×10^6 |
| | Yeast & mold | N.D. | 2.15×10^3 | 9.65×10^6 | 6.70×10^5 | 1.06×10^6 | 1.43×10^7 | 6.26×10^7 |
| 0.5% citron juice | Total cell | N.D. | 1.52×10^3 | 6.00×10^3 | 1.35×10^5 | 3.70×10^6 | 2.62×10^6 | 8.24×10^6 |
| | Coliform | N.D. | 1.25×10^2 | 8.20×10^2 | 2.70×10^5 | 1.14×10^4 | 2.84×10^5 | 9.44×10^5 |
| | Yeast & mold | N.D. | 2.50×10^2 | 2.23×10^3 | 1.55×10^4 | 5.80×10^7 | 3.45×10^6 | 8.78×10^6 |
| 0.6% Acetic acid | Total cell | 2.55×10^3 | 2.05×10^3 | 2.25×10^3 | 5.55×10^3 | 1.75×10^4 | 1.58×10^6 | 2.04×10^7 |
| | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 3.60×10^2 | 6.20×10^2 | 3.60×10^4 | 7.76×10^5 |
| | Yeast & mold | 2.50×10^3 | 1.40×10^3 | 2.05×10^3 | 4.90×10^3 | 3.20×10^4 | 2.60×10^6 | 1.17×10^6 |
| EW-1 | Total cell | N.D. | 1.85×10^3 | 9.95×10^3 | 3.35×10^5 | 3.90×10^6 | 2.50×10^6 | 4.79×10^7 |
| | Coliform | N.D. | 3.35×10^2 | 2.05×10^4 | 9.70×10^4 | 5.80×10^5 | 2.22×10^6 | 1.35×10^6 |
| | Yeast & mold | N.D. | 1.22×10^3 | 1.60×10^4 | 1.05×10^5 | 6.55×10^6 | 2.65×10^7 | 3.50×10^7 |
| M EW-2 | Total cell | N.D. | 3.95×10^4 | 3.85×10^5 | 5.30×10^7 | 8.55×10^6 | 1.26×10^6 | 3.17×10^7 |
| | Coliform | N.D. | 2.70×10^3 | 2.15×10^5 | 2.08×10^6 | 8.30×10^6 | 5.20×10^5 | 5.21×10^6 |
| | Yeast & mold | N.D. | 5.20×10^4 | 4.75×10^5 | 1.25×10^6 | 8.35×10^6 | 8.40×10^6 | 5.50×10^6 |
| 0.5% citron juice | Total cell | N.D. | 7.10×10^3 | 1.98×10^5 | 6.20×10^5 | 4.10×10^6 | 1.70×10^7 | 4.77×10^7 |
| | Coliform | N.D. | 5.80×10^2 | 4.80×10^4 | 1.23×10^4 | 8.60×10^5 | 1.39×10^5 | 2.31×10^5 |
| | Yeast & mold | N.D. | 2.80×10^3 | 1.80×10^4 | 2.85×10^5 | 8.20×10^6 | 1.35×10^6 | 1.38×10^7 |
| 0.5% citron juice | Total cell | N.D. | 1.34×10^4 | 2.61×10^3 | 5.16×10^4 | 5.30×10^5 | 2.75×10^5 | 1.06×10^6 |
| | Coliform | N.D. | 1.15×10^2 | 4.45×10^2 | 1.57×10^3 | 6.80×10^4 | 2.75×10^6 | 9.35×10^5 |
| | Yeast & mold | N.D. | 7.75×10^3 | 4.85×10^3 | 8.03×10^5 | 6.50×10^5 | 2.85×10^6 | 16.5×10^6 |

H: Hand peeling

M: Mechanical peeling

EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

Table 65. Change in microorganism number of peeled burdock with various treatments during storage at 0°C

(Unit : CFU/g)

| | | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| H | 0.6% Acetic acid | Total cell | 1.36×10 ⁴ | 2.30×10 ⁴ | 8.00×10 ⁴ | 2.22×10 ⁵ | 3.95×10 ⁴ | 1.18×10 ⁵ | 7.05×10 ⁶ |
| | | Coliform | 4.00×10 ¹ | N.D. | N.D. | 3.00×10 ¹ | 2.06×10 ² | 6.63×10 ⁴ | 5.10×10 ⁵ |
| | | Yeast & mold | 1.15×10 ³ | N.D. | 3.50×10 ² | 2.40×10 ² | 3.00×10 ⁴ | 1.14×10 ⁶ | 1.09×10 ⁷ |
| | EW-1 | Total cell | 1.65×10 ³ | 5.30×10 ³ | 1.70×10 ⁵ | 5.15×10 ⁶ | 1.00×10 ⁷ | 1.76×10 ⁷ | 2.50×10 ⁷ |
| | | Coliform | 1.00×10 ¹ | 4.35×10 ³ | 1.25×10 ⁵ | 1.21×10 ⁶ | 4.44×10 ⁶ | 1.95×10 ⁶ | 2.25×10 ⁶ |
| | | Yeast & mold | 1.25×10 ³ | 4.80×10 ³ | 1.70×10 ⁵ | 4.90×10 ⁶ | 1.15×10 ⁷ | 1.74×10 ⁷ | 1.80×10 ⁷ |
| | EW-2 | Total cell | 1.31×10 ³ | 7.50×10 ² | 1.63×10 ⁵ | 1.50×10 ⁶ | 4.80×10 ⁶ | 7.30×10 ⁷ | 2.85×10 ⁷ |
| | | Coliform | 5.50×10 ¹ | 4.15×10 ² | 2.67×10 ⁵ | 1.11×10 ⁶ | 3.70×10 ⁶ | 1.91×10 ⁷ | 3.00×10 ⁷ |
| | | Yeast & mold | 1.18×10 ³ | 1.62×10 ³ | 2.30×10 ⁵ | 1.30×10 ⁶ | 6.40×10 ⁶ | 2.78×10 ⁷ | 2.40×10 ⁷ |
| | EW-1 + 0.5% citron juice | Total cell | 3.75×10 ² | 7.10×10 ³ | 1.32×10 ⁵ | 2.65×10 ⁷ | 1.93×10 ⁷ | 2.51×10 ⁷ | 3.25×10 ⁸ |
| | | Coliform | 1.00×10 ¹ | 1.50×10 ³ | 9.05×10 ⁴ | 3.30×10 ⁶ | 1.22×10 ⁷ | 6.33×10 ⁷ | 1.70×10 ⁷ |
| | | Yeast & mold | 5.05×10 ² | 4.40×10 ³ | 1.65×10 ⁵ | 2.60×10 ⁷ | 4.80×10 ⁷ | 8.97×10 ⁷ | 3.60×10 ⁷ |
| EW-2 + 0.5% citron juice | Total cell | 5.05×10 ³ | 6.50×10 ² | 1.09×10 ⁴ | 3.40×10 ⁵ | 3.55×10 ⁵ | 6.21×10 ⁶ | 1.05×10 ⁶ | |
| | Coliform | 7.50×10 ¹ | 1.30×10 ² | 1.12×10 ³ | 8.20×10 ⁴ | 1.18×10 ⁵ | 9.34×10 ⁵ | 1.80×10 ⁶ | |
| | Yeast & mold | 3.45×10 ³ | 9.55×10 ² | 5.00×10 ⁶ | 3.25×10 ⁶ | 4.00×10 ⁶ | 1.25×10 ⁶ | 4.40×10 ⁷ | |
| M | 0.6% Acetic acid | Total cell | 1.20×10 ³ | 4.65×10 ³ | 2.00×10 ³ | 4.00×10 ³ | 1.06×10 ⁵ | 1.13×10 ⁶ | 4.70×10 ⁷ |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 6.00×10 ¹ | 2.60×10 ⁴ | 7.95×10 ⁵ | 1.40×10 ⁶ |
| | | Yeast & mold | 1.16×10 ³ | 4.40×10 ³ | 1.15×10 ² | 4.00×10 ³ | 2.60×10 ⁴ | 1.39×10 ⁷ | 1.06×10 ⁷ |
| | EW-1 | Total cell | 1.95×10 ² | 1.09×10 ⁴ | 6.00×10 ³ | 2.22×10 ⁴ | 7.10×10 ⁷ | 1.20×10 ⁸ | 7.55×10 ⁸ |
| | | Coliform | N.D. | 4.85×10 ³ | 6.15×10 ³ | 1.40×10 ³ | 4.60×10 ⁷ | 6.75×10 ⁷ | 8.00×10 ⁷ |
| | | Yeast & mold | 5.80×10 ² | 5.55×10 ⁴ | 1.70×10 ⁴ | 5.25×10 ⁵ | 5.90×10 ⁷ | 8.55×10 ⁷ | 4.00×10 ⁸ |
| | EW-2 | Total cell | 2.70×10 ² | 2.30×10 ⁴ | 3.05×10 ⁴ | 1.18×10 ⁵ | 2.80×10 ⁷ | 5.15×10 ⁷ | 3.50×10 ⁸ |
| | | Coliform | N.D. | 3.65×10 ⁴ | 4.30×10 ⁵ | 3.35×10 ⁴ | 3.50×10 ⁷ | 1.75×10 ⁷ | 6.15×10 ⁸ |
| | | Yeast & mold | 5.60×10 ³ | 2.25×10 ⁴ | 4.65×10 ⁵ | 2.15×10 ⁵ | 3.00×10 ⁷ | 4.95×10 ⁷ | 1.00×10 ⁸ |
| | EW-1 + 0.5% citron juice | Total cell | 5.60×10 ² | 4.85×10 ³ | 1.43×10 ⁴ | 8.70×10 ⁵ | 2.80×10 ⁷ | 2.40×10 ⁸ | 2.30×10 ⁸ |
| | | Coliform | 2.00×10 ¹ | 2.30×10 ³ | 2.02×10 ⁴ | 8.15×10 ⁴ | 1.95×10 ⁶ | 1.35×10 ⁸ | 3.25×10 ⁷ |
| | | Yeast & mold | 1.13×10 ³ | 6.95×10 ³ | 1.82×10 ⁵ | 3.65×10 ⁵ | 2.65×10 ⁷ | 1.60×10 ⁸ | 1.67×10 ⁸ |
| EW-2 + 0.5% citron juice | Total cell | 7.70×10 ³ | 4.05×10 ³ | 4.80×10 ⁴ | 2.30×10 ⁴ | 4.25×10 ⁵ | 6.80×10 ⁶ | 1.10×10 ⁶ | |
| | Coliform | N.D. | 8.30×10 ² | 2.30×10 ³ | 3.05×10 ⁴ | 3.70×10 ⁴ | 5.85×10 ⁵ | 2.45×10 ⁵ | |
| | Yeast & mold | 5.23×10 ² | 1.43×10 ⁴ | 1.16×10 ⁵ | 1.65×10 ⁵ | 6.25×10 ⁵ | 5.35×10 ⁵ | 4.35×10 ⁶ | |

H: Hand peeling

M: Mechanical peeling

EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

Table 66. Changes in fatty acid of peeled burdock with various treatments during storage

| Storage time (days) | Treatments ¹⁾ | Fatty acid | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| | | Palmitic acid (C _{16:0}) | Palmitoleic acid (C _{16:1}) | Stearic acid (C _{18:0}) | Oleic acid (C _{18:1}) | Linoleic acid (C _{18:2}) | Linolenic acid (C _{18:3}) | |
| Hand peeling | Raw | 11.09 | 0.81 | 4.62 | 3.27 | 50.11 | 30.10 | |
| | 0 | H-1 | 17.18 | 0.28 | 1.29 | 1.85 | 56.08 | 23.32 |
| | | H-2 | 14.16 | 0.50 | 1.59 | 2.29 | 55.82 | 25.65 |
| | | H-3 | 15.44 | 0.35 | 1.25 | 2.13 | 56.95 | 23.88 |
| | | H-4 | 15.89 | 0.23 | 1.63 | 2.73 | 56.62 | 22.90 |
| | | H-5 | 15.53 | 0.20 | 1.20 | 1.72 | 56.39 | 24.96 |
| | 10 | H-1 | 19.54 | 0.13 | 1.53 | 1.92 | 55.31 | 21.57 |
| | | H-2 | 18.67 | 0.15 | 1.81 | 2.20 | 56.59 | 22.58 |
| | | H-3 | 15.78 | 0.18 | 1.22 | 2.06 | 56.90 | 23.85 |
| | | H-4 | 13.62 | 0.46 | 3.44 | 2.59 | 54.46 | 25.44 |
| | | H-5 | 15.58 | 0.24 | 1.20 | 1.73 | 56.34 | 24.90 |
| | 20 | H-1 | 16.09 | 0.14 | 2.52 | 1.88 | 59.15 | 20.22 |
| | | H-2 | 14.37 | 0.22 | 3.74 | 2.24 | 51.45 | 27.99 |
| | | H-3 | 11.50 | 0.16 | 2.53 | 2.39 | 57.40 | 26.02 |
| | | H-4 | 11.68 | 0.24 | 2.75 | 2.79 | 57.46 | 25.09 |
| | | H-5 | 14.70 | 0.70 | 5.42 | 3.14 | 50.75 | 25.29 |
| | 30 | H-1 | 19.08 | 0.33 | 1.56 | 2.11 | 57.55 | 19.36 |
| | | H-2 | 12.47 | 0.33 | 2.22 | 2.34 | 57.81 | 24.82 |
| | | H-3 | 15.64 | 0.43 | 2.48 | 2.18 | 52.65 | 26.62 |
| | | H-4 | 14.54 | 0.40 | 2.59 | 2.71 | 27.35 | 22.41 |
| H-5 | | 19.17 | 0.73 | 3.37 | 3.48 | 53.58 | 19.66 | |
| Mechanical peeling | Raw | 12.24 | 0.66 | 4.09 | 3.33 | 50.98 | 28.71 | |
| | 0 | M-1 | 17.65 | 0.28 | 1.40 | 1.96 | 57.75 | 20.96 |
| | | M-2 | 17.58 | 0.29 | 1.17 | 1.46 | 54.06 | 25.44 |
| | | M-3 | 17.44 | 0.17 | 1.17 | 1.46 | 54.25 | 25.53 |
| | | M-4 | 16.18 | 0.11 | 1.24 | 1.59 | 54.32 | 26.56 |
| | | M-5 | 17.73 | 0.40 | 1.18 | 1.46 | 53.88 | 25.35 |
| | 10 | M-1 | 20.98 | 0.13 | 1.21 | 2.10 | 57.68 | 17.90 |
| | | M-2 | 16.23 | 0.12 | 1.14 | 2.09 | 55.52 | 24.90 |
| | | M-3 | 17.63 | 0.56 | 2.03 | 1.71 | 56.31 | 21.76 |
| | | M-4 | 14.93 | 0.17 | 1.36 | 2.29 | 55.15 | 26.11 |
| | | M-5 | 17.55 | 0.32 | 1.41 | 1.85 | 55.00 | 23.88 |
| | 20 | M-1 | 22.34 | 0.51 | 2.56 | 2.68 | 56.05 | 15.86 |
| | | M-2 | 13.45 | 0.29 | 2.84 | 2.11 | 53.95 | 27.37 |
| | | M-3 | 13.50 | 0.48 | 2.65 | 2.02 | 54.17 | 27.19 |
| | | M-4 | 12.89 | 0.49 | 3.36 | 2.25 | 51.30 | 29.71 |
| | | M-5 | 14.37 | 0.60 | 3.22 | 2.31 | 50.16 | 29.34 |
| | 30 | M-1 | 22.11 | 0.20 | 1.71 | 1.53 | 57.02 | 17.43 |
| | | M-2 | 15.32 | 0.35 | 2.77 | 3.31 | 52.46 | 25.80 |
| | | M-3 | 14.93 | 0.40 | 2.11 | 1.97 | 57.07 | 23.52 |
| | | M-4 | 13.71 | 0.22 | 2.92 | 2.74 | 53.82 | 26.58 |
| M-5 | | 13.22 | 0.37 | 2.09 | 2.24 | 57.18 | 24.90 | |

1: 0.6% acetic acid, 2: EW-1, 3: EW-2, 4: EW-1 + 0.5% citron juice, 5: EW-2 + 0.5% citron juice
 EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator
 EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

Table 67. Sensory characteristics of peeled burdock with various treatments during storage

| | | Treatment | Storage time(day) | | | | | | F-value | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Color | | 0.6% AA ¹⁾ | ^c 4.2 ^A | ^b 2.7 ^B | ^b 2.5 ^{BC} | ^c 1.8 ^{BCD} | ^b 1.8 ^{BCD} | ^c 1.5 ^{CD} | ^c 1.0 ^D | 8.31 ^{***} |
| | | EW-1 ²⁾ | ^a 8.3 ^A | ^a 5.2 ^B | ^a 5.2 ^B | ^{ab} 5.5 ^B | ^a 4.3 ^B | ^a 4.8 ^B | ^{ab} 4.5 ^B | 4.68 ^{**} |
| | | EW-2 ³⁾ | ^b 6.0 ^A | ^b 3.3 ^C | ^a 5.3 ^{AB} | ^{ab} 5.5 ^{AB} | ^a 4.0 ^{BC} | ^b 3.2 ^C | ^b 3.0 ^C | 5.39 ^{***} |
| | | +0.5% EW-1 citron juice | ^b 6.8 ^A | ^a 5.8 ^{AB} | ^a 4.7 ^B | ^a 6.8 ^A | ^a 4.8 ^B | ^{ab} 4.3 ^B | ^a 4.8 ^B | 2.79 [*] |
| | | +0.5% EW-2 citron juice | ^b 6.0 ^A | ^b 2.7 ^C | ^a 4.8 ^{AB} | ^b 4.8 ^{AB} | ^{ab} 3.2 ^{BC} | ^a 4.7 ^{AB} | ^{ab} 3.7 ^{BC} | 4.31 ^{**} |
| | | F-value | 10.39 ^{***} | 7.83 ^{***} | 3.20 [*] | 9.04 ^{***} | 4.33 ^{**} | 8.10 ^{***} | 8.75 ^{***} | |
| | Hand peeling | Off -flavor | 0.6% AA | ^b 4.3 ^A | ³ 3.3 ^{AB} | ^b 3.0 ^{AB} | ^b 2.0 ^{BC} | ² 2.5 ^{BC} | ^b 1.3 ^C | ^b 1.0 ^C |
| EW-1 | | | ^a 7.5 ^A | ⁵ 5.8 ^{ABC} | ^a 6.3 ^{AB} | ^a 5.8 ^{ABC} | ⁴ 4.5 ^{BCD} | ^a 4.3 ^{CD} | ^a 3.5 ^D | 4.98 ^{***} |
| EW-2 | | | ^b 4.5 | 5.2 | ^a 5.0 | ^a 5.3 | 5.0 | ^a 3.8 | ^a 3.8 | 1.06 ^{NS} |
| +0.5% EW-1 citron juice | | | ^a 7.5 ^A | ⁶ 6.2 ^{AB} | ^a 5.7 ^{AB} | ^a 5.7 ^{AB} | ³ 3.3 ^C | ^a 4.3 ^{BC} | ^a 4.5 ^{BC} | 4.34 ^{**} |
| +0.5% EW-2 citron juice | | | ^a 6.0 ^A | ⁴ 4.5 ^{AB} | ^a 5.3 ^{AB} | ^a 5.3 ^{AB} | ⁴ 4.3 ^{AB} | ^a 5.5 ^{AB} | ^a 3.2 ^B | 1.61 ^{NS} |
| F-value | | | 9.44 ^{***} | 2.54 ^{NS} | 3.94 [*] | 5.74 ^{**} | 1.73 ^{NS} | 5.73 ^{**} | 8.59 ^{***} | |
| Overall acceptance | | | | 0.6% A.A | ^d 4.3 ^A | ^c 3.0 ^B | ^b 2.3 ^{BC} | ^b 2.0 ^{BCD} | ² 2.2 ^{BC} | ^b 1.7 ^{ACD} |
| | | EW-1 | ^a 7.7 ^A | ^a 5.3 ^B | ^a 5.7 ^B | ^a 5.3 ^B | ⁴ 4.5 ^B | ^a 4.5 ^B | ^a 3.8 ^B | 3.68 ^{**} |
| | | EW-2 | ^{cd} 4.8 ^{AB} | ^{ab} 4.5 ^{AB} | ^a 5.0 ^{AB} | ^a 5.8 ^A | ⁴ 4.2 ^{AB} | ^a 3.5 ^B | ^a 3.3 ^B | 2.73 [*] |
| | | +0.5% EW-1 citron juice | ^b 6.3 ^{AB} | ^a 5.7 ^{AB} | ^a 5.0 ^{BC} | ^a 6.8 ^A | ³ 3.5 ^C | ^a 4.5 ^{BC} | ^a 4.7 ^{BC} | 3.95 ^{**} |
| | | +0.5% EW-2 citron juice | ^{bc} 5.7 ^A | ^{bc} 3.3 ^B | ^a 5.0 ^{AB} | ^a 5.5 ^A | ³ 3.2 ^B | ^a 5.3 ^A | ^a 3.2 ^B | 3.72 ^{**} |
| | | F-value | 11.62 ^{***} | 6.64 ^{***} | 5.00 ^{**} | 9.93 ^{***} | 1.85 ^{NS} | 5.02 ^{**} | 7.25 ^{***} | |
| | Color | | 0.6% A.A ¹⁾ | ⁴ 4.0 ^A | ^c 2.5 ^B | ^b 1.7 ^C | ^c 1.3 ^{CD} | ^b 1.2 ^{CD} | ^c 1.0 ^D | ^b 1.0 ^D |
| | | EW-1 ²⁾ | ⁵ 5.5 ^{AB} | ^a 6.5 ^A | ^a 5.3 ^{AB} | ^{ab} 4.7 ^B | ^a 5.2 ^{AB} | ^a 3.8 ^B | ^a 4.2 ^B | 2.47 [*] |
| | | EW-2 ³⁾ | 5.3 | ^b 4.3 | ^a 4.8 | ^a 5.2 | ^a 5.3 | ^a 4.3 | ^a 5.2 | 0.55 ^{NS} |
| | | +0.5% EW-1 citron juice | ⁶ 6.7 ^A | ^{ab} 5.3 ^{AB} | ^a 5.2 ^{AB} | ^b 3.7 ^B | ^a 5.2 ^{AB} | ^{ab} 3.7 ^B | ^a 4.3 ^B | 2.89 [*] |
| | | +0.5% EW-2 citron juice | ⁶ 6.5 ^A | ^{ab} 5.3 ^{AB} | ^a 5.2 ^{AB} | ^a 5.3 ^{AB} | ^a 5.5 ^{AB} | ^b 2.7 ^C | ^a 4.3 ^{BC} | 3.92 ^{**} |
| | | F-value | 1.84 ^{NS} | 9.61 ^{***} | 7.71 ^{***} | 15.48 ^{***} | 10.41 ^{***} | 13.89 ^{***} | 10.18 ^{***} | |
| Mechanical peeling | | Off-flavor | 0.6% A.A | ^b 2.7 ^{AB} | ^b 3.7 ^A | ^b 2.2 ^{BC} | ^b 1.7 ^{BC} | ^b 1.8 ^{BC} | ^b 1.3 ^C | ^b 1.3 ^C |
| | EW-1 | | ^a 6.7 | ^a 6.0 | ^a 5.0 | ^a 4.8 | ^a 5.3 | ^a 4.7 | ^a 4.2 | 2.31 ^{NS} |
| | EW-2 | | ^b 4.2 | ^b 4.0 | ^a 4.0 | ^a 5.7 | ^a 6.0 | ^a 5.2 | ^a 4.7 | 1.53 ^{NS} |
| | +0.5% EW-1 citron juice | | ^a 6.5 | ^a 6.2 | ^a 5.5 | ^a 5.0 | ^a 5.5 | ^a 4.8 | ^a 4.2 | 1.61 ^{NS} |
| | +0.5% EW-2 citron juice | | ^a 7.7 ^A | ^a 6.3 ^{AB} | ^a 5.5 ^B | ^a 6.2 ^{AB} | ^a 5.2 ^B | ^a 4.7 ^B | ^a 4.7 ^B | 2.68 [*] |
| | F-value | | 10.48 ^{***} | 4.05 [*] | 7.10 ^{**} | 12.79 ^{**} | 14.66 ^{***} | 5.69 ^{**} | 4.23 [*] | |
| | Overall acceptance | | | 0.6% A.A | ^c 4.3 ^A | ^c 3.3 ^{AB} | ^b 2.3 ^{BC} | ^c 1.3 ^{CD} | ^b 1.3 ^{CD} | ^c 1.3 ^{CD} |
| | | EW-1 | ^{ab} 6.7 ^A | ^a 6.5 ^{AB} | ^a 5.2 ^{BC} | ^b 4.3 ^C | ^a 5.0 ^C | ^{ab} 4.3 ^C | ^a 4.2 ^C | 4.59 ^{**} |
| | | EW-2 | ^{bc} 5.8 | ^{bc} 4.2 | ^a 4.3 | ^{ab} 5.3 | ^a 5.5 | ^a 4.8 | ^a 4.5 | 0.97 ^{NS} |
| | | +0.5% EW-1 citron juice | ^{ab} 7.3 ^A | ^{ab} 5.8 ^B | ^a 5.2 ^{BC} | ^b 4.2 ^C | ^a 5.0 ^{BC} | ^{ab} 4.2 ^C | ^a 4.0 ^C | 6.11 ^{***} |
| | | +0.5% EW-2 citron juice | ^a 7.8 ^A | ^{ab} 5.7 ^{BC} | ^a 5.5 ^{BC} | ^a 5.8 ^B | ^a 5.0 ^{BC} | ^b 3.0 ^D | ^a 4.0 ^{CD} | 7.56 ^{***} |
| | | F-value | 5.30 ^{**} | 5.34 ^{**} | 8.91 ^{**} | 15.41 ^{***} | 13.35 ^{***} | 7.30 ^{***} | 6.12 ^{**} | |

¹⁾ Acetic acid

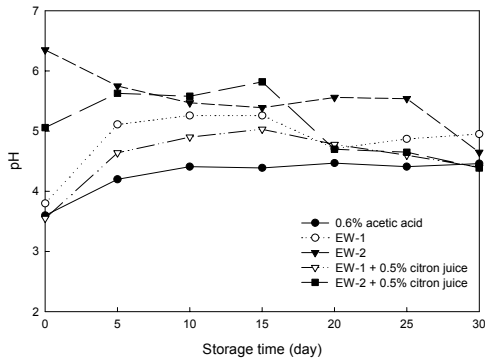
²⁾ EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

³⁾ EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

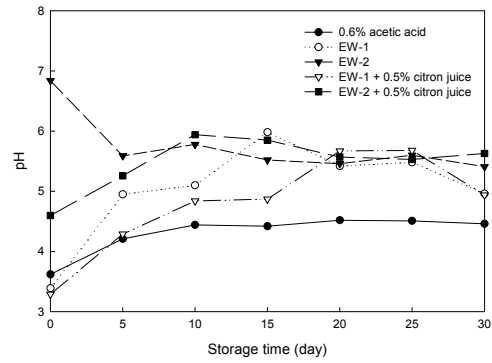
⁴⁾ Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test

⁵⁾ Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test

^{NS} not significant, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$



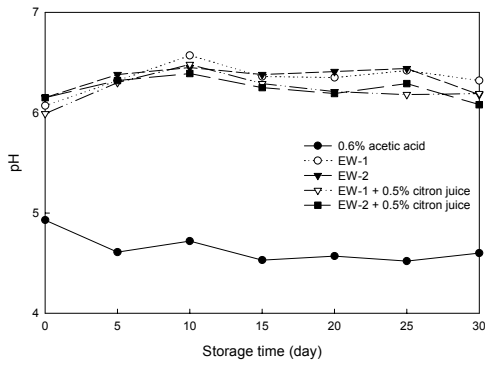
(A) Hand peeling



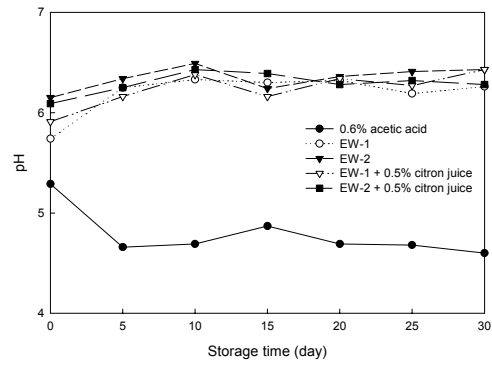
(B) Mechanical peeling

Fig. 28. Changes in pH of immersion liquids during storage at 0°C.

* Legends as in Table 6



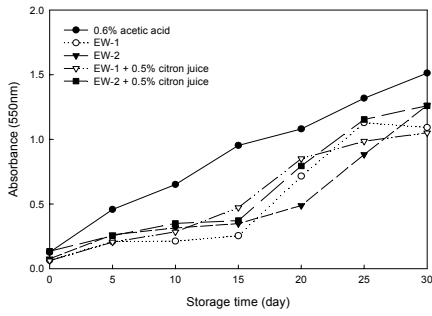
(A) Hand peeling



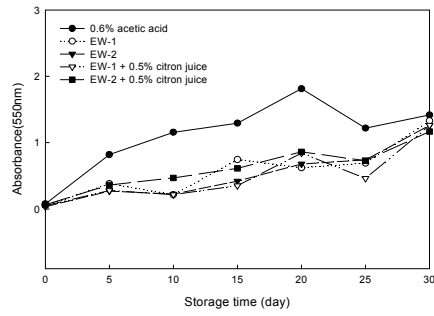
(B) Mechanical peeling

Fig. 29. Changes in pH of peeled burdock during storage at 0°C.

* Legends as in Table 6



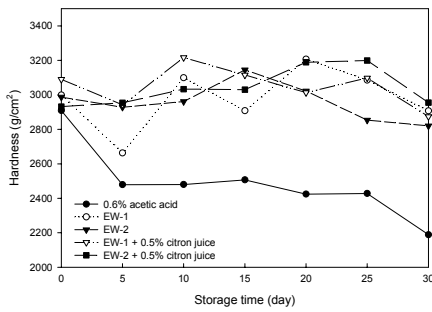
(A) Hand peeling



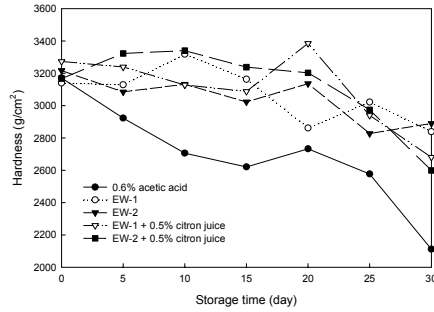
(B) Mechanical peeling

Fig. 30. Changes in absorbance of immersion liquids during storage at 0°C.

* Legends as in Table 6



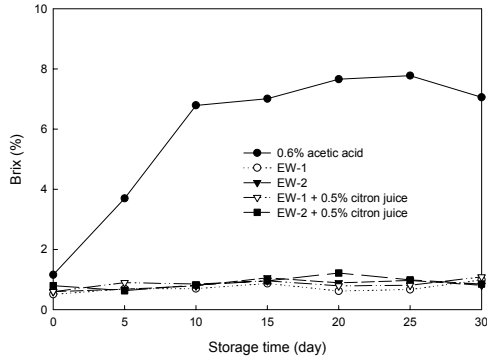
(A) Hand peeling



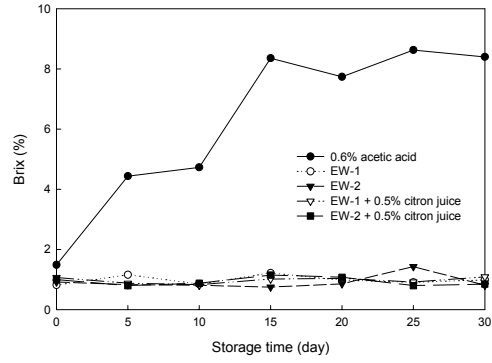
(B) Mechanical peeling

Fig. 31. Changes in hardness of peeled burdock during storage at 0°C.

* Legends as in Table 6



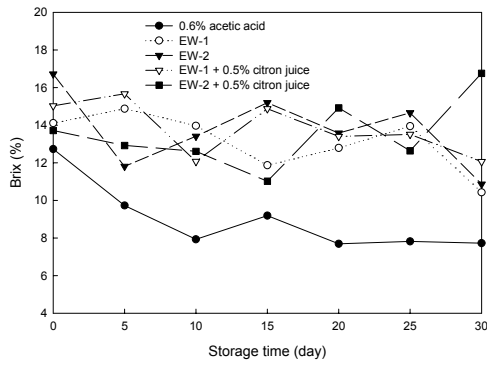
(A) Hand peeling



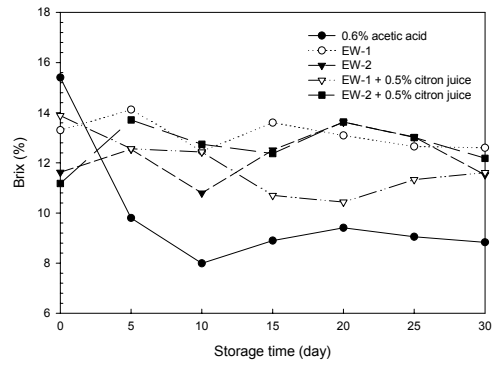
(B) Mechanical peeling

Fig. 32. Changes in °brix of immersion liquids during storage at 0°C.

* Legends as in Table 6



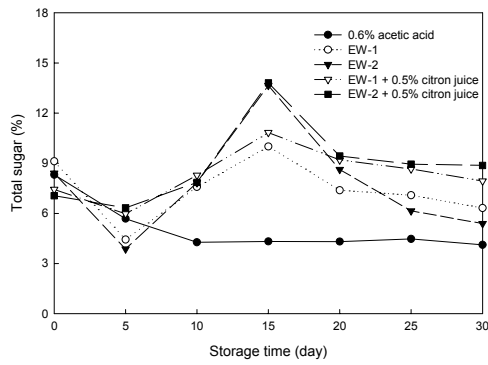
(A) Hand peeling



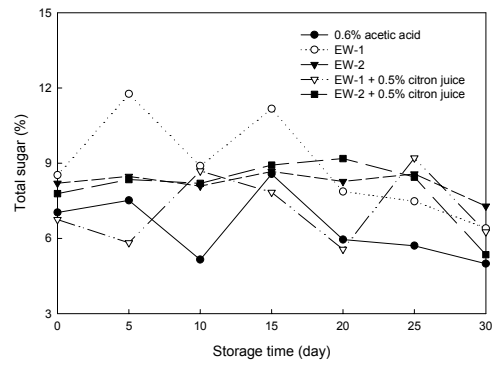
(B) Mechanical peeling

Fig. 33. Changes in °brix of peeled burdock during storage at 0°C.

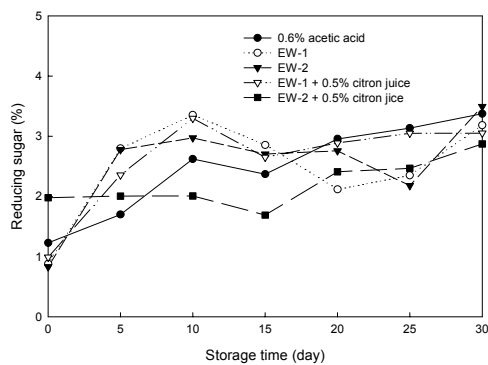
* Legends as in Table 6



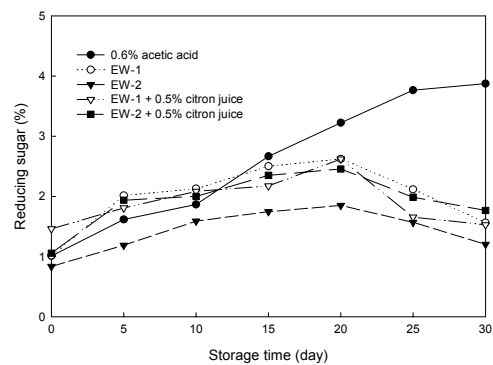
(A) Hand peeling



(B) Mechanical peeling



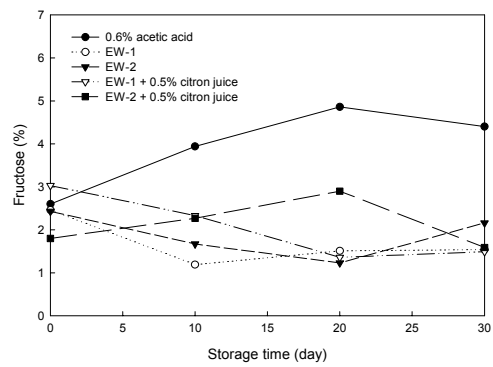
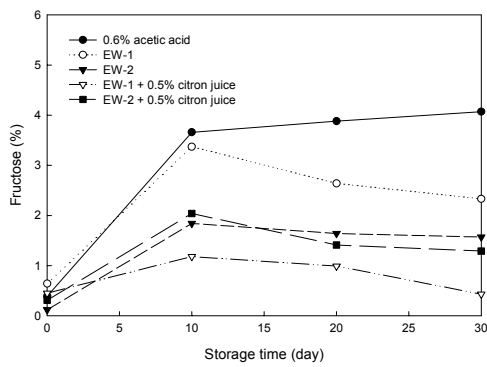
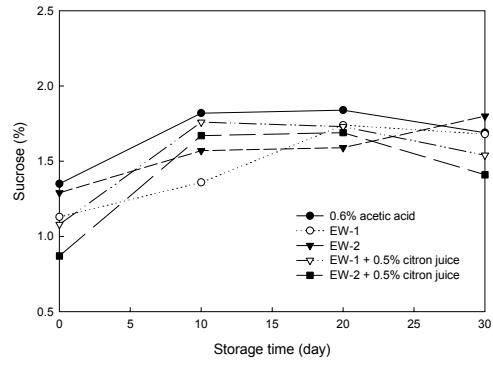
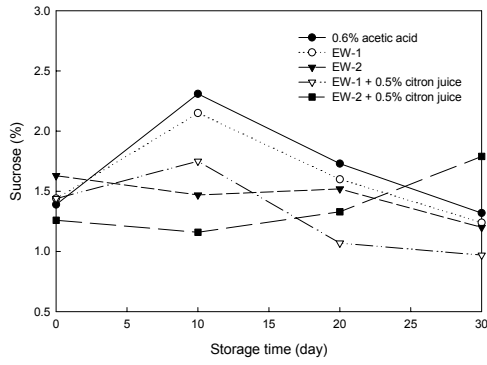
(A) Hand peeling



(B) Mechanical peeling

Fig. 34. Changes of total sugar contents and reducing sugar contents of peeled burdock during storage at 0°C.

* Legends as in Table 6

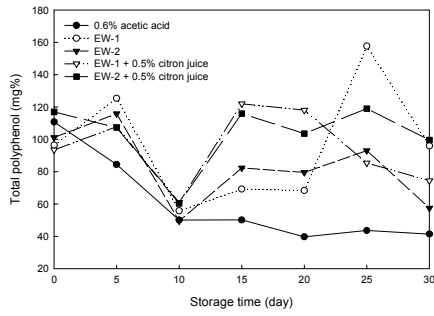


(A) Hand peeling

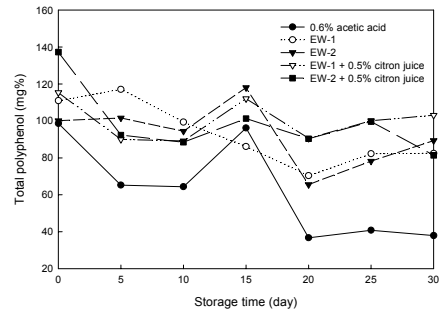
(B) Mechanical peeling

Fig. 35. Changes of free sugar contents of peeled burdock during storage at 0°C.

* Legends as in Table 6



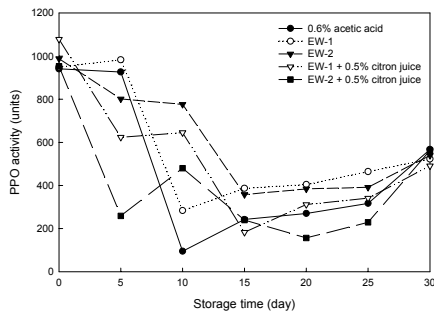
(A) Hand peeling



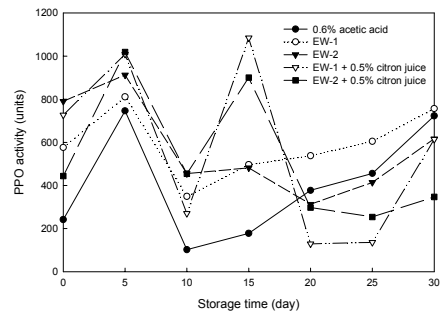
(B) Mechanical peeling

Fig. 36. Changes of total phenolic compounds contents of peeled burdock during storage at 0°C.

* Legends as in Table 6



(A) Hand peeling



(B) Mechanical peeling

Fig. 37. Changes of polyphenol oxidase(PPO) activity of peeled burdock during storage at 0°C.

* Legends as in Table 6

4. 박피방법과 침지 보관액에 따른 마의 저장중 품질변화 비교

일반적으로 재배되고 있는 식용마는 크게 긴마, 단마 및 참마로 나뉘며 가식부는 뿌리가 원주산으로 비대한 괴근이며 내부는 백색, 외부는 다갈색으로 여러 곳에 세모근 및 소공이 있는 숙성근 덩굴 초본이다. 긴마(*D. batatas* DECNE)는 장산약 또는 마로써 부르며 우리나라 전역에 걸쳐 분포 재배되는 품종이며, 단마(*D. aimadoimo*)는 1979년 일본 대화마를 도입하여 재배시킨 품종으로 긴마에 비해 덩이 뿌리의 길이가 짧아 수확이 간편하고 수량성도 높아 식용마로 보급시킨 품종이다. 그리고 참마(*D. japonica* THUNB)는 진주 지역에서의 재배능력이 좋아 일명 진주마 라고도 한다.

마의 주성분은 전분과 점질물로써, 점질물은 글로불린계 단백질과 만난이라는 당질이 결합된 일종의 당 단백질이며 마의 전분은 결정구조가 작고 탄수화물의 분해효소인 디아스타제가 다량으로 함유되어 있어 소화가 잘 되는 특성을 지니고 있다. 참마 및 마의 뿌리줄기 주피를 제거하고 말린 것을 산약 이라고 하는데 산약의 밝혀진 성분으로는 점질물질, steroidal saponin, 전분, phytic acid, polyphenol oxidase, vitamin C 등이 알려지고 있다. 참마의 덩이뿌리는 당뇨병, 폐결핵, 빈뇨증 및 신체가 허약할 때 약재로 많이 이용되는데, 자양, 익정, 지사 등의 효능이 있고 폐와 비장에 이롭다고 알려져 왔다.

특히 마는 껍질을 벗겨 방치하면 공기와 접촉하여 갈색으로 곧 변화하는데, 일반적으로 가정에서는 소금물이나 식초를 탄 물(물 1L에 식초 1/2컵)에 바로 담구어 변색을 억제하고 있다. 이와 같이 뿌리를 식용으로 하므로 감자, 고구마 및 마늘처럼 쉽게 갈변하기 때문에 식품가공 및 양호한 저장을 위해서는 갈변은 반드시 억제되어야 할 것이나 마의 갈변현상에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서, 본 실험에서는 수 및 기계를 이용한 마의 박피에 0.6% acetic acid 및 전해수(pH 8.5, 2.5)의 침지 보관액으로 포장한 유수처리구와 전해수(pH 8.5, 2.5)에 침지한 후 자연 탈수하여 포장한 무수 처리구를 30일간 0℃에서 저장하여 품질 특성을 비교하였다.

가. 일반성분, pH 및 탁도 변화

Table 68은 수 및 기계박피 처리구의 일반성분 변화를 나타내었다. 수분함량의 경우 모든 처리구에서 저장 초기, 후기가 유사하였고, 조지방과 조단백질의 경우 저장할수록 약간씩 증가함을 알 수 있으나 나타난 값은 유의하지 않은 것으로 생각된다. 회분 및 조섬유에서도 30일간의 저장에서 변화를 찾아보기는 어려웠다.

Fig. 38 및 39에서 보는 바와 같이 시료의 pH는 박피방법에 관계없이 0.6% acetic acid 처리구에서 저장 10~15일째까지 감소한 후 증가한 경우를 제외한 다른 처리구에서는 저장기간이 경과할수록 증가하였다. 한편, 무수저장실험의 경우, 수 및 기계박피에 상관없이 경향은 유사하였는데 pH 5.0 근처에서 출발하여 저장기간 큰 변화가 없는 0.6% acetic acid 처리구를 제외한 모든 처리구가 중성에서 약간 낮은 pH에서 시작하여 저장기간이 오래 될수록 약간씩 상승하는 경향을 보였으나 상승폭은 1 미만으로 미미한 수준을 보였다.

550nm에서 측정된 침지액의 탁도는 Fig. 40에 나타나 있는데 전체적으로 저장기간이 경과할수록 탁도가 증가하는 것을 볼 수가 있었고 전해알칼리수 무수처리구에서 수 및 기계박피 처리구 모두에서 탁도가 가장 크게 증가하였고 0.6% acetic acid 처리구는 약 25일 경과시 탁도가 일시적으로 감소하는 경향을 보이다 다시 증가하였다. 그 중에서도 기계박피의 전해알칼리수 유수처리구에서 가장 크게 상승하였다.

나. 중량감소율 및 점도의 변화

중량 변화는 박피방법에 관계없이 전해수를 사용한 유수처리구의 경우 저장 10~15일째까지 다소 증가하다가 저장 20일째 감소하였고, 특히, 전해산화수를 사용한 유수포장에 있어 저장 30일째까지 1.6%로 가장 적은 중량감소를 보였다. 무수처리구의 경우에는 대부분의 처리구에서 저장 5일 이후부터 감소 경향을 보여 저장기간이 증가할수록 지속적인 중량감소를 보였는데 특히 기계박피의 전해알칼리수 무수처리구의 경우 저장 30일째 8.5%로 가장 크게 감소하였다(Fig. 41).

저장기간중 박피 마의 점도변화(Fig. 42)는 수박피의 전해알칼리수 무수처리구에서 1768 cP로 가장 높았고, 기계박피의 무수 처리구에서 저장 30일후 초기치의 약 50% 수준으로 감소되었다.

Table 68. Changes in proximate composition of peeled yam during storage at 0°C

| | Storage time (day) | Treatments | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------|----------|----------|-------|-------|--------------------|----------|----------|-------|-------|
| | | Hand peeling | | | | | Mechanical peeling | | | | |
| | | A (S) | EW-1 (S) | EW-2 (S) | EW-1 | EW-2 | A (S) | EW-1 (S) | EW-2 (S) | EW-1 | EW-2 |
| Moisture content (%) | 0 | 86.83 | 86.78 | 86.2 | 87.25 | 85.52 | 83.5 | 89.55 | 85.17 | 87.44 | 86.6 |
| | 30 | 83.21 | 85.8 | 86.4 | 85.34 | 85.37 | 86.16 | 85.34 | 86.78 | 84.42 | 86.29 |
| Crude fat (%) | 0 | 0.07 | 0.05 | 0.08 | 0.11 | 0.07 | 0.18 | 0.09 | 0.1 | 0.14 | 0.13 |
| | 30 | 0.14 | 0.06 | 0.14 | 0.11 | 0.08 | 0.04 | 0.09 | 0.07 | 0.03 | 0.16 |
| Crude protein (%) | 0 | 1.06 | 1.32 | 1.42 | 1.31 | 1.6 | 1.61 | 1.01 | 1.6 | 1.29 | 1.46 |
| | 30 | 1.44 | 1.48 | 1.47 | 1.41 | 1.52 | 1.34 | 1.64 | 1.18 | 1.56 | 1.26 |
| Crude ash (%) | 0 | 0.82 | 0.96 | 0.78 | 0.84 | 1.01 | 0.91 | 1.02 | 0.96 | 0.9 | 1.11 |
| | 30 | 0.81 | 0.82 | 0.92 | 0.89 | 1.02 | 0.82 | 0.98 | 0.85 | 0.96 | 0.82 |
| Crude fiber (%) | 0 | 0.3 | 0.33 | 0.34 | 0.31 | 0.33 | 0.48 | 0.27 | 0.39 | 0.32 | 0.38 |
| | 30 | 0.36 | 0.34 | 0.3 | 0.33 | 0.32 | 0.34 | 0.4 | 0.3 | 0.36 | 0.37 |

A : 0.6% acetic acid

EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator¹

(S) : Soaking in treated water during storage

최종적으로는 점도의 감소 경향을 보였지만 수박피 처리구의 경우 약 15~25일 사이 까지 모든 처리구들의 점도가 증가하다가 감소하였으며 기계박피 처리구중에서 0.6% acetic acid 처리구는 5일째 초기점도의 50%이하까지 감소한 후 저장 30일까지 유사한 점도를 나타내기도 하였다.

다. 총당, 환원당, 유리당 및 전분 함량의 변화

총당은 저장기간 중 수박피의 경우 초기 10.2~12.3%에 이르렀으며 30일 저장후 전해알칼리수 침지의 경우 최대 5.6% 수준으로 감소하였고 수, 기계박피 두 경우 모두 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향이였다. 수박피의 전해산화수 유수처리구에

서 총당은 저장 30일째 7.37%로 가장 높아 저장중 변화 감소폭이 가장 적었다(Fig. 43). 환원당은 Fig. 44에서 보는 바와같이 수박피의 경우 0.44~0.49%를 나타냈고 30일 저장후 전해산성수 무수포장의 경우를 제외한 모든 처리구에서 환원당의 감소가 나타났다. 그러나 기계박피 처리구의 경우 초기 0.32~0.49%의 환원당 함량을 보였지만 30일 저장 처리후 약간의 환원당 증가가 이뤄졌음을 알 수 있었다. 기계박피에서 전해알칼리수 무수처리구의 경우 저장 15일째 초기치의 1.5배 정도로 높게 나타났다. Fig. 45에서 보는바와 같이 저장중 전분함량의 변화는 유수처리 시에는 거의 없는 것으로 나타났으며, 특히 수박피의 유수처리구에서는 저장 30일후 초기치보다 다소 증가한 수치를 보인 반면에 무수처리구의 경우 저장 10일 이후 서서히 감소하였으며 저장 30일후에는 전해알칼리수 무수포장한 것이 초기치의 10~20% 정도 감소되어 가장 낮게 나타났다.

HPLC를 이용하여 분석한 유리당 함량은 Table 69에서 보는 바와같이 대체로 fructose>glucose>sucrose순으로 나타났으며 30일 저장동안 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 보여주었다. 이와같은 결과는 김 등이 유리당의 함량은 fructose, glucose, sucrose만으로 구성되어 있고 fructose와 glucose의 함량이 80%이상으로 되어있다는 보고와 정해영이 본 실험에 사용된 참마에 있어 sucrose>fructose>glucose 순으로 함량이 많았으며, 긴마 및 단마의 경우 fructose>sucrose>glucose 순으로 유리당의 함량이 많은 것으로 보고하고 있는 것과 유사한 결과를 보여주었다. 그리고 30일간의 저장의 경우 유리당 함량은 저장기간이 길수록 감소하는 경향을 보여주었다.

라. 총페놀 함량과 Polyphenol oxidase(PPO)활성의 변화

총페놀함량의 변화는 수박피 처리구의 경우 초기 20~30 mg% 함량을 보이고 있으나 0.6% acetic acid 처리구를 제외한 모든 처리구에서 저장 15일째 초기치의 1.5배 정도의 증가를 보인 후 다소 감소하는 경향이었는데 박피방법에 관계없이 무수처리구가 다소 높게 나타났다. 기계 박피의 경우에도 마찬가지로 초기 5일째에 25 mg%로 감소하는 경향을 보이다 증가하였으나 전체적으로 유사한 함량을 보였다. 수, 기계박피 처리구 모두에서 0.6% acetic acid 처리구가 가장 낮은 phenol 함량을 보였다(Fig. 46).

Table 69. Changes in free sugar contents of peeled yam during storage at 0°C

| Treatments | Free sugar | Storage time(day) | | | | | |
|-----------------|---------------------------|-------------------|----------|------|------|------|------|
| | | 0 | 10 | 20 | 30 | | |
| Hand peeling | 0.6% AA ¹⁾ | Fructose | 0.98 | 1.63 | 1.16 | 0.93 | |
| | | Glucose | 0.89 | 1.33 | 1.12 | 0.55 | |
| | | Sucrose | 0.22 | 0.40 | 0.24 | 0.10 | |
| | EW-1 ²⁾ (S) | Fructose | 1.00 | 1.84 | 0.99 | 0.95 | |
| | | Glucose | 0.89 | 1.06 | 1.08 | 0.66 | |
| | | Sucrose | 0.25 | 0.45 | 0.11 | 0.05 | |
| | EW-2 ³⁾ (S) | Fructose | 1.11 | 1.21 | 0.73 | 0.91 | |
| | | Glucose | 0.95 | 0.85 | 0.86 | 0.53 | |
| | | Sucrose | 0.23 | 0.29 | 0.10 | 0.06 | |
| | EW-1 | Fructose | 0.96 | 1.88 | 0.70 | 0.76 | |
| | | Glucose | 0.81 | 0.88 | 0.44 | 0.00 | |
| | | Sucrose | 0.30 | 0.14 | 0.06 | 0.01 | |
| | EW-2 | Fructose | 1.04 | 1.47 | 0.97 | 0.85 | |
| | | Glucose | 0.92 | 0.86 | 0.60 | 0.00 | |
| | | Sucrose | 0.30 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | |
| | Mechanical peeling | 0.6% AA | Fructose | 1.14 | 1.05 | 0.98 | 0.69 |
| | | | Glucose | 0.77 | 0.73 | 0.52 | 0.51 |
| | | | Sucrose | 0.17 | 0.29 | 0.34 | 0.13 |
| EW-1 (S) | | Fructose | 1.17 | 1.00 | 1.04 | 0.43 | |
| | | Glucose | 0.48 | 0.63 | 0.54 | 0.00 | |
| | | Sucrose | 0.19 | 0.18 | 0.14 | 0.00 | |
| EW-2 (S) | | Fructose | 1.18 | 1.14 | 1.28 | 0.65 | |
| | | Glucose | 0.53 | 0.89 | 1.00 | 0.00 | |
| | | Sucrose | 0.16 | 0.18 | 0.17 | 0.00 | |
| EW-1 | | Fructose | 1.11 | 1.06 | 0.97 | 0.58 | |
| | | Glucose | 0.51 | 0.76 | 0.42 | 0.00 | |
| | | Sucrose | 0.15 | 0.09 | 0.01 | 0.00 | |
| EW-2 | | Fructose | 1.19 | 1.10 | 0.70 | 0.61 | |
| | | Glucose | 1.05 | 0.93 | 0.49 | 0.00 | |
| | | Sucrose | 0.24 | 0.07 | 0.02 | 0.00 | |

¹⁾ 0.6% acetic acid

²⁾ EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type

³⁾ EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type

(S) : Soaking in treated water during storage

한편, 효소적 갈변에는 PPO와 peroxidase가 있는데 자연계에 널리 존재하는 PPO는 Cu^{2+} 를 함유하고 있는 효소로 산소가 있으면 phenol 화합물을 산화시켜 quinon compound를 만들고 이 quinon compound가 중합되어 갈색 또는 적색 갈변물질을 생성하며 PPO는 과채류에서 상처를 비롯한 스트레스에 의해 합성이 증가하거나 활성화되어 것으로 알려져 있다.

본 실험에 있어 PPO활성은 수 박피 처리구의 전해수 처리 무수포장의 경우를 제외하고 모든 처리구에서 저장 초기에 다소 증가하다가 저장 5일 이후에는 거의 일정하게 유지하여 큰 변화가 없었다(Fig. 47).

마. 표면색도의 변화

표면색도의 변화는 Table 70에서 보는 바와같이 밝기를 나타내는 L값에 있어 초기 수 박피의 경우 84.59~80.23으로 나타났으나 저장기간이 길어짐에 따라 약간 떨어진 80.76~71.32로 낮아지는 것으로 나타났다. Hunter 색도계를 이용하여 얻은 L, a, b 값으로 Lab공간에 있는 두 점간의 직선거리로 표현되는 색차(ΔE)값으로 비교한 결과, 수 박피의 전해알칼리수 유수처리구에서 색차값이 저장 30일에도 4.14 수준으로 가장 낮았으며 L값의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 이와같이 색차 변화가 거의 없음을 갈변에 의한 변색이 억제됨을 보여주는 것으로 여겨진다. 그 다음으로는 0.6% acetic acid 처리구에서 저장 30일에 최종 색차값이 9.26이고 진공포장의 두 경우에는 현저한 갈변현상이 나타났음을 알 수가 있다. 기계박피 처리구에서도 수박피의 경우와 마찬가지로 침지처리구에서 색도 변화가 적었음을 보여주었다.

바. 미생물수의 변화

무처리한 마의 초기의 미생물수는 총균수가 $1.38 \sim 1.65 \times 10^3$, 대장균수가 $1.65 \sim 5.00 \times 10^2$, 효모 및 곰팡이가 $3.95 \sim 7.00 \times 10^3$ 수준으로 나타났다. 저장기간 전반에 걸쳐 마 침지 보관액의 미생물수의 변화는 기계박피 처리구가 수 박피 처리구보다 대략 1 log cycle 수준 감소된 것으로 나타났으며 특히 전해수 사용 유수처리구에 있어 저장 10~15일째까지 무처리구의 초기 미생물수준을 보여주었다. 그러나 수 및 기계박피의 전해산성수 및 0.8% acetic acid처리구의 침지저장의 경우 10일까지 초기미생물수준에

비교하여 1/100 정도로 미생물의 억제 효과를 확인할 수가 있었으며 수, 기계박피 두 처리방식 모두에서 0.6% AA>EW-1>EW-2 순으로 미생물 억제효과가 우수하였다. 이는 저장된 마 자체의 미생물수에서도 비슷한 경향을 나타냈다(Table 71, 72). 이와 같은 결과는 김명호 등의 보고에 의하면 셀러드 및 생굴의 세정처리에 따른 살균 및 저장효과를 보았는데 총균수는 전해수 처리구는 무처리구에 비하여 1/200~1/1,000 수준으로 감소하였고, 생굴을 약알칼리전해수로 처리한 후 저장 48시간이후에 총균수는 약 1~2 log cycle, 대장균은 2 log cycle 정도 낮은 값을 나타냈다고 보고하고 있다. 또한 Koseki 등의 보고에서도 E.coli O157:H7이나 Salmonella 같은 병원균에서도 전해산화수는 1 log CFU/g~4.6 log CFU/g 까지 살균효과를 보였다고 보고하고 있다. 따라서 미생물의 변화는 저장기간 전반에 걸쳐서 기계박피에서 수박피보다 1 log cycle 감소된 수준을 보였고 전해수 우수처리구의 저장 10~15일째 미생물이 무처리의 초기 수준이었으며, 미생물의 제균효과는 전해산화수 우수포장의 경우 저장 5일째 까지 $< 10^1$ CFU/g 수준을 유지하였다.

사. 관능평가

박피 마의 표면색, 향, 전반적인 기호도에 대한 관능검사 결과는 Table 73과 같다. 전반적으로 박피방법에 관계없이 색의 경우 전해수에 침지 보관한 마가 타 처리구에 비해 매우 높은 점수를 나타내었다. 이는 색차값에서 나타난 결과와 일치함을 알 수가 있다. 냄새에서는 색과 다소 다르게 수박피 처리구에서는 전해수 처리시 무수처리구가 우수처리구 보다 양호하게 나타나거나 기계박피 처리구에서는 우수처리구가 무수처리구보다 양호하게 나타났다. 전반적인 기호도에 있어서도 향이나 색에서의 기호도와 유사하였는데 전해수 우수처리구가 무수처리구보다, 우수처리구에 있어 전해알칼리수 처리구(EW-2(S))보다 전해산성수 처리구(EW-1(S))가 우수한 것으로 평가되었다. 종합적으로 볼 때, 수박피의 기호도가 기계박피에서 보다 다소 높았는데 박피방법과 관계없이 표면색의 경우 저장 30일째 전해알칼리수 우수처리구가 가장 높았고 전반적인 기호도의 경우 전해수 우수처리구, 무수처리구, 0.6% acetic acid 우수처리구순으로 높은 평점을 나타냈으며, 그중에서도 특히 전해산화수 우수포장한 것이 가장 높았으나 전해수 처리구별에 따른 유의차는 없는 것으로 나타났다.

Table 70. Changes in Hunter L, a, b and ΔE value of peeled yam with various treatments during storage

| | Hunter value | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------|--------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Hand peeling | A | L | 84.59 | 86.37 | 83.68 | 80.99 | 75.02 | 78.57 | 77.47 |
| | | a | -1.43 | -1.25 | -0.50 | 1.89 | 3.11 | 4.76 | 4.24 |
| | | b | 6.39 | 6.43 | 5.37 | 3.76 | 3.24 | 2.82 | 3.46 |
| | | ΔE | 1.40 | 2.91 | 2.25 | 5.60 | 10.60 | 9.22 | 9.26 |
| | EW-1 (S) | L | 83.41 | 80.95 | 82.92 | 80.07 | 78.17 | 79.88 | 77.65 |
| | | a | -1.39 | -0.90 | -1.11 | -0.79 | -0.69 | -0.39 | 0.32 |
| | | b | 8.21 | 7.49 | 8.47 | 9.20 | 8.90 | 15.36 | 18.90 |
| | | ΔE | 0.82 | 2.74 | 1.31 | 4.04 | 5.71 | 8.85 | 13.07 |
| | EW-2 (S) | L | 80.23 | 82.05 | 80.34 | 80.53 | 77.93 | 81.36 | 80.76 |
| | | a | -1.31 | -1.32 | -1.28 | -1.14 | -0.64 | -0.95 | -0.38 |
| | | b | 7.72 | 8.42 | 9.91 | 9.05 | 9.14 | 11.93 | 10.21 |
| | | ΔE | 3.42 | 1.88 | 4.14 | 3.52 | 6.01 | 5.08 | 4.14 |
| EW-1 | L | 82.95 | 82.70 | 81.90 | 78.44 | 75.46 | 75.21 | 77.25 | |
| | a | -1.59 | -1.52 | -1.25 | -0.30 | 1.58 | 2.61 | 1.63 | |
| | b | 8.16 | 11.70 | 15.10 | 17.75 | 22.29 | 23.91 | 23.35 | |
| | ΔE | 1.03 | 4.38 | 7.88 | 11.62 | 17.23 | 18.95 | 17.43 | |
| EW-2 | L | 81.60 | 83.12 | 81.57 | 80.46 | 78.10 | 77.33 | 71.32 | |
| | a | -1.39 | -1.57 | -1.34 | -0.84 | -0.23 | 0.63 | 5.24 | |
| | b | 7.97 | 11.54 | 14.45 | 16.26 | 16.78 | 18.92 | 25.83 | |
| | ΔE | 2.11 | 4.16 | 7.33 | 9.41 | 10.94 | 13.28 | 23.13 | |
| Mechanical peeling | A | L | 81.49 | 79.77 | 80.17 | 73.12 | 78.07 | 75.25 | 75.09 |
| | | a | -1.13 | -0.33 | 1.07 | 2.82 | 3.25 | 4.36 | 4.10 |
| | | b | 5.86 | 5.44 | 4.09 | 4.26 | 2.87 | 2.74 | 2.26 |
| | | ΔE | 2.42 | 2.99 | 4.72 | 9.41 | 7.43 | 9.51 | 9.73 |
| | EW-1 (S) | L | 78.79 | 81.40 | 78.81 | 74.28 | 75.29 | 76.48 | 77.94 |
| | | a | -1.10 | -0.72 | -0.89 | -0.56 | -0.57 | -0.17 | -0.58 |
| | | b | 6.47 | 7.53 | 7.55 | 8.54 | 12.56 | 11.85 | 14.70 |
| | | ΔE | 2.47 | 1.16 | 1.95 | 6.40 | 6.99 | 5.70 | 7.16 |
| | EW-2 (S) | L | 80.76 | 79.90 | 78.09 | 72.43 | 79.04 | 76.19 | 79.98 |
| | | a | -1.20 | -0.97 | -1.03 | -0.80 | -1.06 | -0.62 | -1.31 |
| | | b | 7.80 | 8.10 | 10.89 | 8.59 | 9.72 | 10.27 | 9.16 |
| | | ΔE | 0.38 | 0.82 | 3.77 | 8.22 | 2.28 | 4.98 | 1.23 |
| EW-1 | L | 79.95 | 79.69 | 76.69 | 71.85 | 66.31 | 69.43 | 64.89 | |
| | a | -1.10 | -1.25 | 0.27 | 0.09 | 6.08 | 4.48 | 5.60 | |
| | b | 7.29 | 10.31 | 16.12 | 16.83 | 27.35 | 26.13 | 22.35 | |
| | ΔE | 1.09 | 2.39 | 9.07 | 12.45 | 25.11 | 22.00 | 22.33 | |
| EW-2 | L | 80.85 | 79.65 | 77.58 | 70.14 | 68.44 | 71.51 | 71.94 | |
| | a | -1.18 | -1.67 | -0.97 | 1.02 | 2.96 | 1.65 | 3.84 | |
| | b | 8.44 | 11.02 | 11.39 | 18.50 | 22.61 | 22.34 | 21.58 | |
| | ΔE | 0.44 | 3.08 | 4.49 | 14.95 | 19.42 | 17.16 | 16.85 | |

(S) : Soaking in treated water during storage

¹AA : 0.6% acetic acid

²EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

³EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

Table 71. Change in microorganism number of immersion liquids of peeled yam with various treatments during storage at 0°C

(Unit : CFU/mL)

| Treatments | | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------|------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Hand peeling | A | Total cell | 5.00×10^1 | 2.50×10^1 | 3.50×10^1 | 4.00×10^1 | 3.14×10^1 | 4.00×10^3 | 2.89×10^5 |
| | | Coliform | N.D. ¹⁾ | N.D. | N.D. | 3.56×10^1 | 2.12×10^1 | 2.12×10^2 | 9.87×10^4 |
| | | Yeast & mold | 3.50×10^1 | N.D. | N.D. | 2.32×10^1 | 2.87×10^2 | 1.98×10^3 | 6.05×10^5 |
| | EW-1 | Total cell | N.D. | N.D. | 1.00×10^1 | 2.31×10^3 | 5.97×10^4 | 6.80×10^6 | 6.96×10^7 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 3.49×10^2 | 3.30×10^3 | 5.65×10^6 | 3.85×10^6 |
| | | Yeast & mold | N.D. | N.D. | N.D. | 3.08×10^4 | 2.11×10^5 | 4.80×10^6 | 5.32×10^7 |
| | EW-2 | Total cell | 1.00×10^1 | 1.16×10^3 | 1.75×10^4 | 5.50×10^6 | 9.93×10^6 | 4.55×10^7 | 8.53×10^7 |
| | | Coliform | N.D. | 1.10×10^3 | 1.70×10^3 | 6.40×10^5 | 4.33×10^5 | 2.60×10^7 | 1.00×10^7 |
| | | Yeast & mold | N.D. | 3.70×10^4 | 3.30×10^4 | 1.17×10^6 | 2.28×10^6 | 4.05×10^7 | 3.96×10^8 |
| Mechanical peeling | A | Total cell | N.D. | 4.00×10^1 | N.D. | 7.80×10^1 | 1.20×10^2 | 2.89×10^3 | 5.50×10^4 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 4.97×10^1 | 1.23×10^2 | 1.18×10^3 | 5.45×10^3 |
| | | Yeast & mold | 2.00×10^1 | N.D. | N.D. | 3.87×10^2 | 1.05×10^3 | 2.33×10^4 | 6.74×10^4 |
| | EW-1 | Total cell | N.D. | N.D. | N.D. | 1.89×10^3 | 4.10×10^5 | 2.06×10^6 | 7.86×10^6 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 3.08×10^2 | 4.80×10^5 | 2.87×10^5 | 4.43×10^5 |
| | | Yeast & mold | N.D. | N.D. | N.D. | 2.89×10^4 | 4.30×10^5 | 1.98×10^6 | 3.54×10^7 |
| | EW-2 | Total cell | N.D. | N.D. | 1.98×10^3 | 9.06×10^4 | 3.12×10^7 | 1.20×10^7 | 6.98×10^7 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | 1.20×10^2 | 6.00×10^4 | 9.20×10^6 | 1.00×10^6 | 8.87×10^7 |
| | | Yeast & mold | N.D. | N.D. | 4.23×10^3 | 6.20×10^5 | 2.19×10^7 | 5.50×10^7 | 7.55×10^8 |

¹⁾ $< 10^1$ CFU/mL

A : 0.6% acetic acid

EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator¹

Table 72. Changes in microorganism number of peeled yam with various treatments during storage at 0°C

| Treatments | | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Hand peeling | A (S) | Total cell | 2.35×10^1 | 3.00×10^1 | 2.40×10^1 | 3.00×10^1 | 2.10×10^2 | 4.10×10^3 | 7.00×10^5 |
| | | Coliform | N.D. ¹⁾ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 2.83×10^2 | 7.00×10^3 |
| | | Yeast & mold | 5.50×10^1 | 7.50×10^1 | 3.55×10^1 | 3.50×10^1 | 2.80×10^2 | 2.24×10^4 | 3.23×10^5 |
| | EW-1 (S) | Total cell | N.D. | N.D. | 3.65×10^2 | 6.70×10^3 | 1.26×10^5 | 4.63×10^6 | 8.44×10^7 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | 3.75×10^2 | 6.40×10^3 | 1.09×10^5 | 7.87×10^5 | 4.39×10^5 |
| | | Yeast & mold | N.D. | N.D. | 4.85×10^2 | 6.35×10^3 | 1.20×10^5 | 5.63×10^6 | 3.99×10^7 |
| | EW-2 (S) | Total cell | N.D. | 1.60×10^3 | 1.40×10^3 | 1.32×10^5 | 1.92×10^6 | 8.20×10^7 | 4.99×10^7 |
| | | Coliform | N.D. | 1.65×10^3 | 3.28×10^4 | 2.05×10^5 | 2.15×10^6 | 5.33×10^6 | 3.98×10^7 |
| | | Yeast & mold | N.D. | 1.50×10^3 | 4.05×10^3 | 4.42×10^5 | 1.80×10^6 | 1.32×10^7 | 4.80×10^8 |
| | EW-1 (S) | Total cell | 6.50×10^1 | 5.45×10^4 | 2.25×10^6 | 1.20×10^6 | 8.50×10^5 | 2.34×10^6 | 5.00×10^8 |
| | | Coliform | N.D. | 8.05×10^4 | 2.81×10^6 | 1.80×10^6 | 2.25×10^6 | 6.20×10^6 | 2.90×10^7 |
| | | Yeast & mold | 5.00×10^1 | 5.30×10^4 | 2.95×10^6 | 1.10×10^6 | 5.15×10^6 | 7.53×10^7 | 3.08×10^8 |
| EW-2 (S) | Total cell | 2.25×10^2 | 4.55×10^5 | 2.30×10^6 | 3.10×10^6 | 5.70×10^5 | 5.07×10^6 | 1.98×10^8 | |
| | Coliform | N.D. | 3.49×10^4 | 3.35×10^6 | 1.65×10^6 | 1.70×10^6 | 6.12×10^6 | 3.44×10^7 | |
| | Yeast & mold | 1.45×10^2 | 1.98×10^6 | 2.80×10^6 | 3.60×10^6 | 3.30×10^6 | 3.26×10^7 | 6.09×10^8 | |
| Mechanical peeling | A (S) | Total cell | 3.50×10^1 | N.D. | N.D. | 2.00×10^1 | 1.14×10^3 | 7.00×10^3 | 3.88×10^4 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 2.89×10^2 |
| | | Yeast & mold | N.D. | 2.00×10^1 | N.D. | N.D. | 4.90×10^2 | 2.00×10^1 | 1.09×10^4 |
| | EW-1 (S) | Total cell | N.D. | N.D. | N.D. | 1.53×10^3 | 2.70×10^4 | 8.00×10^4 | 2.09×10^6 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 1.45×10^3 | 3.00×10^4 | 6.50×10^4 | 3.00×10^5 |
| | | Yeast & mold | N.D. | N.D. | N.D. | 1.10×10^3 | 2.50×10^4 | 1.05×10^4 | 2.87×10^6 |
| | EW-2 (S) | Total cell | N.D. | N.D. | 2.33×10^3 | 3.00×10^5 | 6.80×10^5 | 1.35×10^7 | 2.52×10^7 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | 1.38×10^2 | 1.10×10^5 | 4.05×10^5 | 7.80×10^6 | 6.90×10^7 |
| | | Yeast & mold | 4.00×10^1 | N.D. | 5.34×10^4 | 3.65×10^5 | 5.50×10^6 | 1.16×10^7 | 3.29×10^7 |
| | EW-1 (S) | Total cell | 5.00×10^1 | 1.45×10^2 | 2.29×10^4 | 1.60×10^5 | 3.63×10^7 | 3.12×10^7 | 2.99×10^7 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | 4.33×10^3 | 2.45×10^5 | 1.49×10^7 | 2.11×10^7 | 2.09×10^7 |
| | | Yeast & mold | N.D. | 1.75×10^2 | 2.44×10^5 | 1.90×10^5 | 3.02×10^7 | 2.90×10^8 | 8.86×10^8 |
| | EW-2 (S) | Total cell | 4.50×10^1 | 1.40×10^3 | 6.90×10^4 | 5.10×10^6 | 8.00×10^5 | 2.19×10^6 | 2.88×10^7 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | 1.98×10^5 | 2.50×10^6 | 5.00×10^5 | 3.87×10^5 | 7.05×10^6 |
| | | Yeast & mold | 4.00×10^1 | 1.55×10^3 | 1.76×10^5 | 4.45×10^6 | 6.50×10^5 | 7.36×10^7 | 6.84×10^7 |

¹⁾ $< 10^1$ CFU/mL

A : 0.6% acetic acid

EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator¹

(S) : Soaking in treated water during storage

Table 73. Sensory characteristics of peeled yam with various treatments during storage at 0°C

| Sensory characteristics | Treatment | Storage time(day) | | | | | | | F-value | |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | |
| Color | A (S) | 7.9 ^A | ^a 8.0 ^A | ^a 6.7 ^A | ^{bc} 4.6 ^B | ^b 3.3 ^{BC} | ^b 2.5 ^C | ^d 1.7 ^C | 22.36 ^{***} | |
| | EW-1(S) | 7.7 ^A | ^b 6.6 ^{AB} | ^a 6.6 ^{AB} | ^{ab} 5.9 ^{BC} | ^a 6.3 ^{BC} | ^a 5.2 ^{CD} | ^b 4.6 ^D | 5.52 ^{***} | |
| | EW-2(S) | 8.0 ^A | ^{ab} 7.2 ^{AB} | ^a 6.3 ^{BC} | ^a 6.5 ^{BC} | ^a 6.6 ^{BC} | ^a 5.9 ^C | ^a 6.7 ^{BC} | 3.05 [*] | |
| | EW-1 | 7.6 ^A | ^c 4.7 ^B | ^b 4.1 ^{BC} | ^c 3.7 ^{BC} | ^b 3.7 ^{BC} | ^b 2.8 ^C | ^c 3.1 ^C | 14.25 ^{***} | |
| | EW-2 | 7.2 ^A | ^c 4.1 ^{BC} | ^b 4.5 ^B | ^c 3.7 ^{BC} | ^b 3.7 ^{BC} | ^b 2.8 ^C | ^c 3.0 ^C | 11.28 ^{***} | |
| | F-value | 0.69 ^{NS} | 27.57 ^{***} | 5.97 ^{***} | 6.44 ^{***} | 9.59 ^{***} | 8.55 ^{***} | 34.55 ^{***} | | |
| Flavor | Hand peeling | A(S) | ^b 4.7 ^A | ^b 3.6 ^{AB} | ^b 3.3 ^{AB} | ^b 3.3 ^{AB} | ^b 2.2 ^B | ^b 2.3 ^B | ^b 2.0 ^B | 3.62 ^{**} |
| | | EW-1(S) | ^a 6.8 | ^a 6.6 | ^a 5.8 | ^a 6.3 | ^a 6.5 | ^a 5.6 | ^a 5.8 | 0.81 ^{NS} |
| | | EW-2(S) | ^{ab} 6.1 | ^a 6.8 | ^a 6.1 | ^a 6.2 | ^a 6.3 | ^a 5.3 | ^a 4.2 | 1.78 ^{NS} |
| | | EW-1 | ^a 7.6 ^A | ^a 7.5 ^A | ^a 6.4 ^{AB} | ^a 5.2 ^{BC} | ^a 5.8 ^{BC} | ^a 4.6 ^C | ^a 6.0 ^{BC} | 5.11 ^{***} |
| | | EW-2 | ^a 7.3 ^A | ^a 6.9 ^A | ^a 6.9 ^A | ^a 4.9 ^B | ^a 6.0 ^{AB} | ^a 4.8 ^B | ^a 5.8 ^{AB} | 3.63 ^{**} |
| | | F-value | 5.51 ^{**} | 9.84 ^{***} | 6.23 ^{***} | 5.71 ^{***} | 11.88 ^{***} | 4.64 ^{**} | 8.14 ^{**} | |
| Overall acceptance | A(S) | ^b 6.1 ^A | ^d 4.2 ^B | ^b 4.2 ^B | ^b 3.5 ^B | ^c 2.2 ^C | ^c 1.8 ^C | ^c 1.7 ^C | 12.50 ^{***} | |
| | EW-1(S) | ^a 7.5 ^A | ^{ab} 6.2 ^{ABC} | ^a 6.6 ^{AB} | ^a 5.7 ^{BC} | ^a 6.4 ^{ABC} | ^a 5.1 ^C | ^a 5.4 ^{BC} | 3.29 ^{**} | |
| | EW-2(S) | ^{ab} 7.2 ^A | ^a 6.8 ^{AB} | ^a 6.1 ^{AB} | ^a 5.5 ^B | ^a 6.5 ^{AB} | ^a 5.6 ^{AB} | ^a 5.2 ^B | 2.06 ^{NS} | |
| | EW-1 | ^a 7.8 ^A | ^{bc} 5.4 ^B | ^b 4.5 ^{BC} | ^{ab} 4.3 ^{BC} | ^b 4.2 ^{BC} | ^b 3.3 ^C | ^{ab} 4.2 ^{BC} | 14.17 ^{***} | |
| | EW-2 | ^{ab} 7.3 ^A | ^{cd} 4.7 ^{BC} | ^{ab} 5.5 ^B | ^b 4.0 ^{CD} | ^b 4.4 ^{BC} | ^b 3.0 ^D | ^b 3.6 ^{CD} | 12.47 ^{***} | |
| | F-value | 2.51 ^{NS} | 7.77 ^{***} | 4.53 ^{**} | 4.01 [*] | 12.49 ^{***} | 16.98 ^{***} | 10.86 ^{***} | | |
| Color | A(S) | 8.0 ^A | 5.9 ^B | ^{ab} 5.1 ^{BC} | ^b 3.8 ^{CD} | ^c 2.4 ^D | ^b 2.4 ^D | ^b 2.9 ^D | 15.08 ^{***} | |
| | EW-1(S) | 7.0 ^A | 5.3 ^B | ^a 6.3 ^{AB} | ^a 6.1 ^{AB} | ^b 4.8 ^B | ^a 5.1 ^B | ^a 4.9 ^B | 2.83 [*] | |
| | EW-2(S) | 6.2 | 7.2 | ^a 6.5 | ^a 6.5 | ^a 6.6 | ^a 5.0 | ^a 6.0 | 1.81 ^{MS} | |
| | EW-1 | 6.5 ^A | 5.9 ^A | ^b 3.9 ^B | ^b 3.8 ^B | ^c 2.4 ^C | ^b 2.7 ^{BC} | ^b 2.9 ^{BC} | 16.25 ^{***} | |
| | EW-2 | 6.7 ^A | 6.0 ^A | ^b 4.3 ^B | ^b 2.9 ^C | ^c 3.1 ^C | ^b 2.1 ^C | ^b 2.1 ^C | 30.88 ^{***} | |
| | F-value | 2.49 ^{NS} | 2.10 ^{NS} | 5.41 ^{**} | 10.69 ^{***} | 27.72 ^{***} | 8.95 ^{***} | 12.16 ^{***} | | |
| Flavor | Mechanical peeling | A(S) | ^c 3.7 ^A | ^b 3.1 ^{AB} | ^b 2.5 ^{BC} | ^c 2.1 ^{BC} | ^c 2.0 ^{BC} | ^b 1.9 ^C | ^c 2.1 ^{BC} | 3.40 ^{**} |
| | | EW-1(S) | ^{ab} 5.5 | ^a 6.6 | ^a 6.3 | ^a 6.2 | ^a 6.1 | ^a 4.9 | ^a 5.2 | 2.00 ^{NS} |
| | | EW-2(S) | ^{bc} 4.9 ^B | ^a 5.9 ^{AB} | ^a 6.0 ^{AB} | ^a 6.9 ^A | ^a 5.6 ^{AB} | ^a 4.8 ^B | ^{ab} 4.4 ^B | 2.79 [*] |
| | | EW-1 | ^a 7.1 ^A | ^a 6.6 ^A | ^a 6.0 ^{AB} | ^b 4.6 ^{BC} | ^b 3.8 ^C | ^a 4.3 ^C | ^{ab} 3.8 ^C | 6.70 ^{***} |
| | | EW-2 | ^{ab} 6.2 ^A | ^a 6.5 ^A | ^a 6.0 ^{AB} | ^b 4.2 ^{BC} | ^b 3.4 ^C | ^a 5.3 ^{AB} | ^{bc} 3.0 ^C | 4.98 ^{***} |
| | | F-value | 5.34 ^{**} | 13.21 ^{***} | 14.02 ^{***} | 14.46 ^{***} | 17.20 ^{***} | 3.73 [*] | 6.37 ^{***} | |
| Overall acceptance | A(S) | ^c 4.8 ^A | ^b 3.2 ^B | ^c 2.9 ^{BC} | ^d 2.3 ^{BC} | ^c 2.1 ^{BC} | ^b 1.9 ^C | ^b 2.5 ^{BC} | 7.77 ^{***} | |
| | EW-1(S) | ^{ab} 6.4 ^A | ^a 6.0 ^{ABC} | ^a 6.0 ^{AB} | ^b 5.0 ^{BC} | ^a 5.2 ^{ABC} | ^a 5.1 ^C | ^a 5.3 ^{BC} | 1.37 ^{NS} | |
| | EW-2(S) | ^{bc} 5.5 ^A | ^a 6.1 ^{AB} | ^a 6.1 ^{AB} | ^a 6.9 ^B | ^a 5.9 ^{AB} | ^a 4.7 ^{AB} | ^a 5.1 ^B | 2.12 ^{NS} | |
| | EW-1 | ^a 6.9 ^A | ^a 6.0 ^A | ^b 4.2 ^{BC} | ^b 4.8 ^B | ^b 3.3 ^C | ^{ab} 3.3 ^C | ^b 3.2 ^C | 13.96 ^{***} | |
| | EW-2 | ^a 6.7 ^A | ^a 5.5 ^{AB} | ^a 5.4 ^B | ^c 3.7 ^C | ^b 3.4 ^{CD} | ^{ab} 3.3 ^{CD} | ^b 2.2 ^D | 13.20 ^{***} | |
| | F-value | 4.93 ^{**} | 10.47 ^{***} | 11.26 ^{***} | 19.52 ^{***} | 15.75 ^{***} | 4.63 ^{**} | 10.97 ^{***} | | |

(S) : soaking in treated water during storage

¹⁾ AA : 0.6% acetic acid

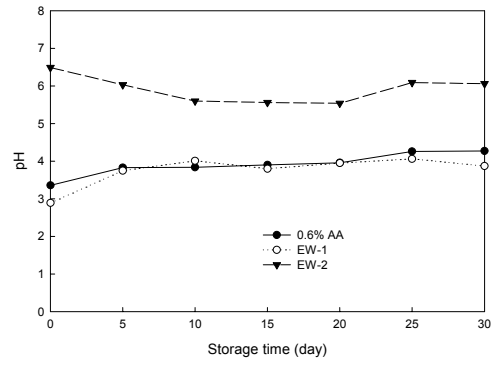
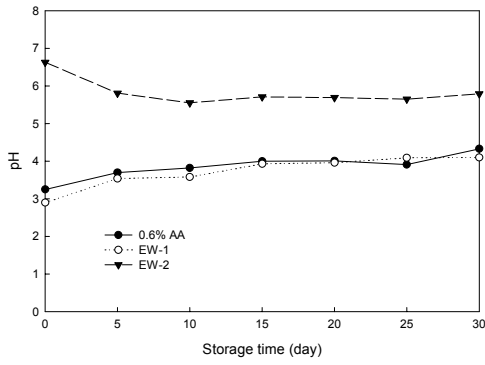
²⁾ EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

³⁾ EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

⁴⁾ Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test

⁵⁾ Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test

^{NS} not significant, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

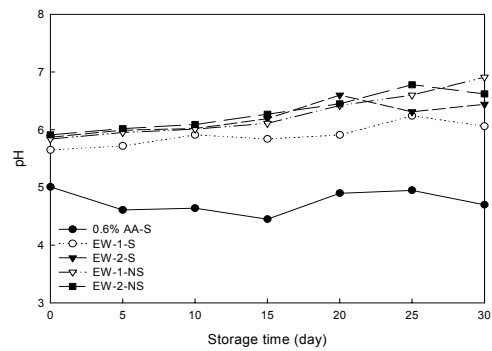
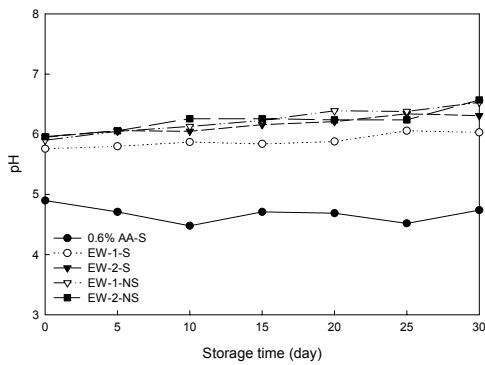


(A) Hand peeling

(B) Mechanical peeling

Fig. 38. Changes of pH of immersion liquids during storage at 0°C.

* Legends as in Table 8

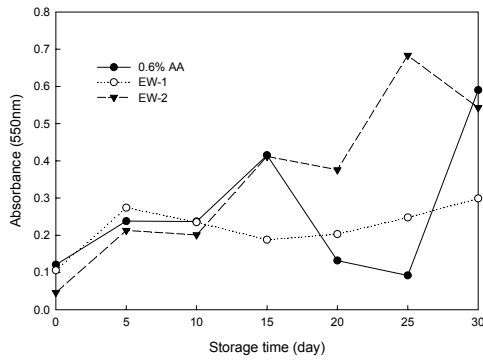


(A) Hand peeling

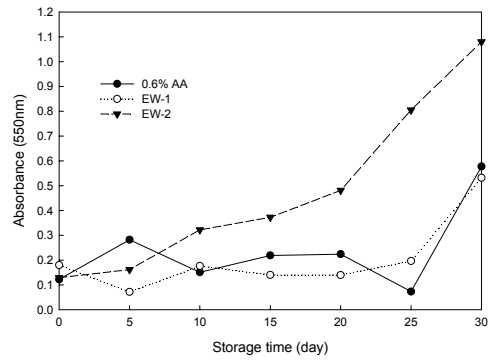
(B) Mechanical peeling

Fig. 39. Changes of pH of peeled yam during storage at 0°C.

* Legends as in Table 7, 8



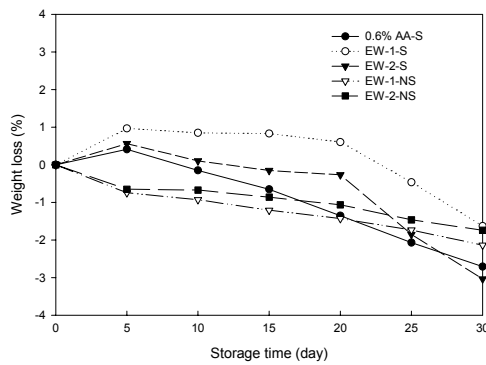
(A) Hand peeling



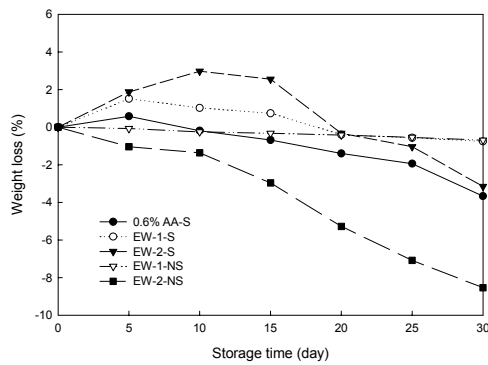
(B) Mechanical peeling

Fig. 40. Changes in turbidity of peeled yam during storage at 0°C.

* Legends as in Table 7



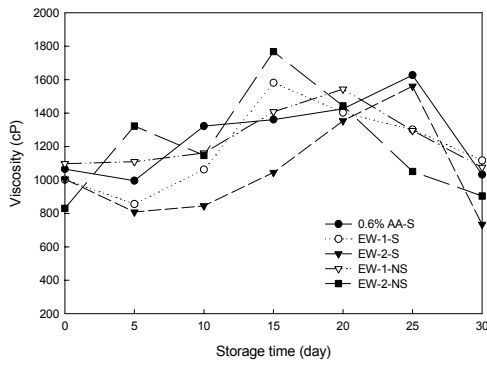
(A) Hand peeling



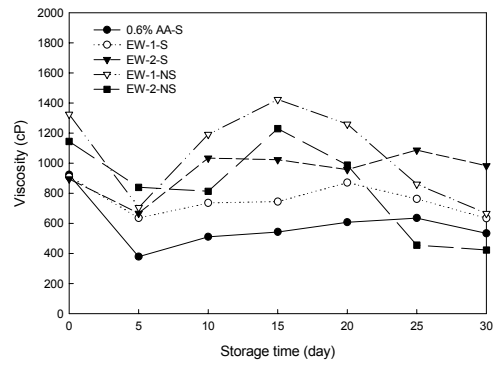
(B) Mechanical peeling

Fig. 41. Changes in weight loss of peeled yam during storage at 0°C.

* Legends as in Table 7, 8



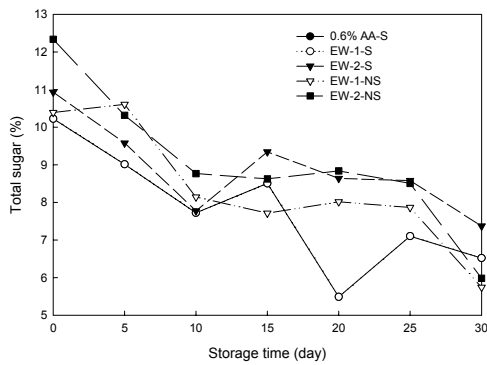
(A) Hand peeling



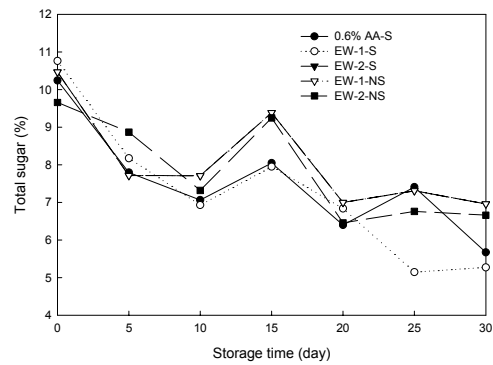
(B) Mechanical peeling

Fig. 42. Changes in viscosity of peeled yam during storage at 0°C.

* Legends as in Table 7, 8



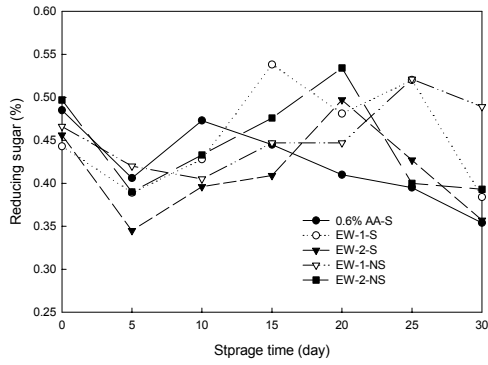
(A) Hand peeling



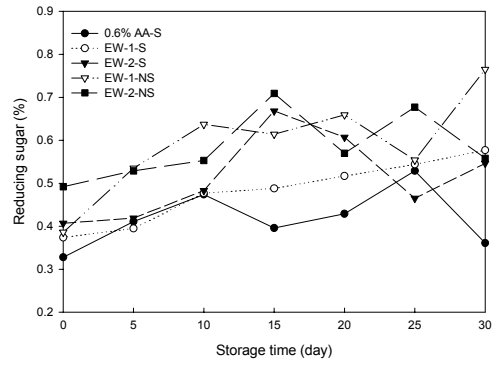
(B) Mechanical peeling

Fig. 43. Changes in total sugar contents of peeled yam during storage at 0°C

* Legends as in Table 7, 8



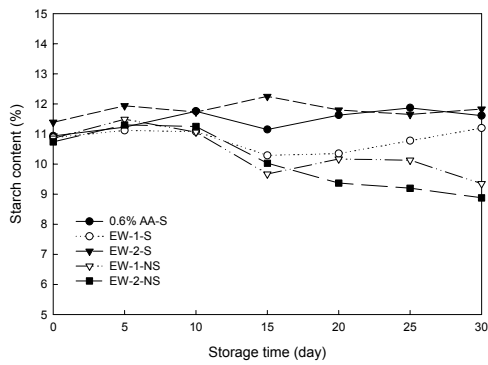
(A) Hand peeling



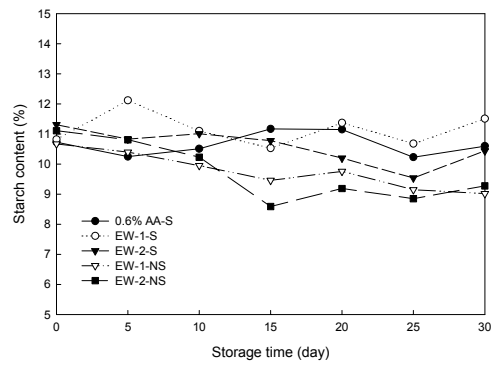
(B) Mechanical peeling

Fig. 44. Changes in reducing sugar contents of peeled yam during storage at 0°C.

* Legends as in Table 7, 8



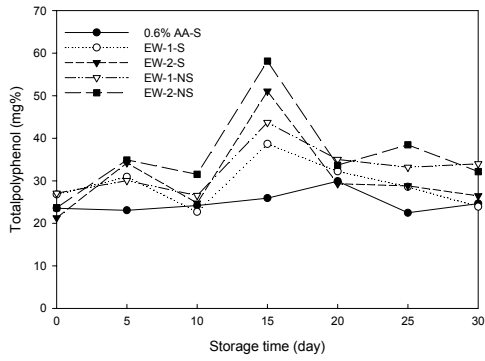
(A) Hand peeling



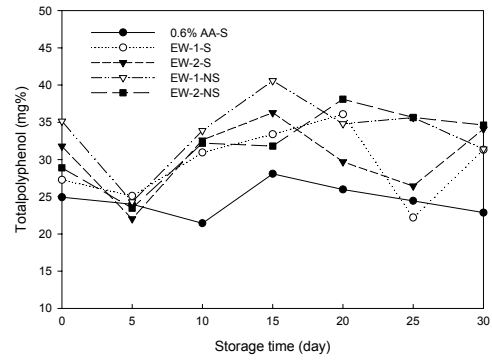
(B) Mechanical peeling

Fig. 45. Changes in starch contents of peeled yam during storage at 0°C.

* Legends as in Table 7, 8



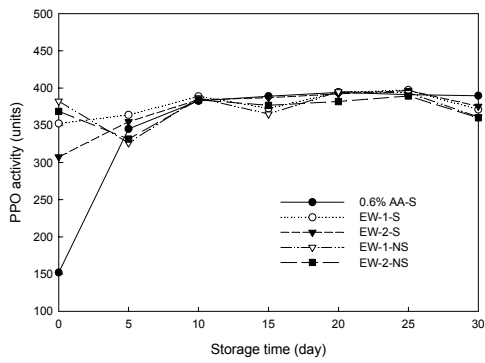
(A) Hand peeling



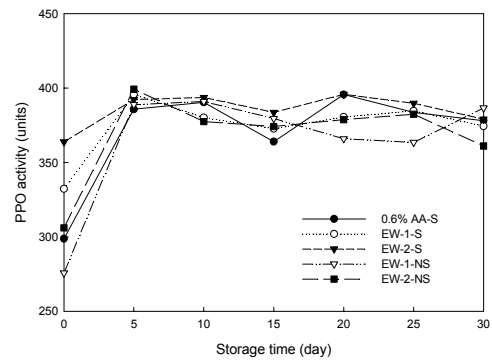
(B) Mechanical peeling

Fig. 46. Changes of total phenolic compounds of peeled yam during storage at 0°C.

* Legends as in Table 7, 8



(A) Hand peeling



(B) Mechanical peeling

Fig. 47. Changes of polyphenol oxidase(PPO) activity of peeled yam during storage at 0°C.

* Legends as in Table 7, 8

5. 침지 보관액에 따른 박피 도라지의 저장중 품질변화 비교

도라지(*Doraji*, Root of Chinese bellflower)는 길경으로 초롱꽃과에 속하는 다년생 초본의 뿌리로서 한국을 위시하여 중국, 일본 등지에 널리 자생하며 최근 식품 및 약리성 건강식품으로 소비량이 증가하면서 재배면적이 확대되고 있다. 우리나라에서는 옛날부터 약용보다는 식용으로 더 많이 이용해오고 있으며, 당질이 많고 칼슘과 철분이 비교적 많이 함유되어 있어 생채, 나물, 전, 산적, 자반, 정과 등으로 조리하여 먹고 있는 실정이다. 특히, 약리효과가 검증되어 항염증, 중추신경억제, 혈압강하, 용혈작용에 좋아 최근에는 사계절 수확가능한 근채류로 소비량이 증가하고 있는 추세이다. 도라지는 최소 가공 형태로 껍질을 제거하여 수침 형태로 판매되고 있지만 색변화와 조직감의 변화가 문제시되고 있다.

따라서 본 실험에서는 최소 가공 형태의 박피도라지의 품질 유지, 유통기간의 연장에 기여하기 위하여 NaCl, citric acid, sodium acetate를 첨가한 침지액 및 전해수를 이용하여 도라지의 저장효과를 비교하였다.

가. 미생물수 측정

저장기간에 따른 미생물을 총균수, 곰팡이와 효모, 대장균군수로 나누어 측정한 결과는 Table 74와 같다. 처리구에 따른 총균수의 변화는 수도수처리 직후 6.00×10^3 CFU/g 수준에서 9일째 2.20×10^7 CFU/g 수준으로 일반적인 미생물학적 초기 부패수준 $10^7 \sim 10^8$ CFU/g 인 점을 감안한다면 저장 9일째 이미 초기 부패상태에 도달한 것으로 나타났다. 반면에 1% CA 처리구는 저장 18일 동안 $10^3 \sim 10^4$ CFU/g 수준을 유지하였으며 전해수 처리구는 저장 15일째 10^7 CFU/g 수준에 도달하여 15일 이전에는 수도수 처리구에 비해 1 log scale 정도 감소 수준을 보였다.

한편, 곰팡이와 효모수, 대장균군수의 경우도 총균수와 유사한 경향이 나타났으며 처리 직후 전해수 처리구의 대장균군수는 $7.00 \times 10^1 \sim 5.70 \times 10^2$ CFU/g 수준으로 수도수 처리구에 비해 1~2 log scale 정도 감소 경향을 보였으며 1% CA 처리구는 저장 18일 동안 대장균군수는 전혀 나타나지 않았다.

Table 74. Change in microorganism number of peeled *Doraji* with various treatments during storage at 5°C

(Unit : CFU/g)

| Treatments | | Storage time(day) | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 0 | 2 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 |
| TW ¹⁾ | Total cell count | 6.00×10 ³ | 1.16×10 ⁴ | 1.75×10 ⁶ | 2.20×10 ⁷ | 4.95×10 ⁷ | 4.45×10 ⁷ | 3.50×10 ⁷ |
| | Yeast & mold count | 5.20×10 ³ | 2.10×10 ⁵ | 1.68×10 ⁶ | 4.55×10 ⁷ | 4.35×10 ⁷ | 6.50×10 ⁷ | 2.30×10 ⁷ |
| | Coliform count | 3.15×10 ² | 2.50×10 ² | 5.10×10 ⁵ | 2.90×10 ⁷ | 2.85×10 ⁷ | 4.05×10 ⁷ | 2.30×10 ⁷ |
| 1% NaCl ²⁾ | Total cell count | 3.70×10 ⁴ | 4.90×10 ⁴ | 7.00×10 ⁵ | 4.15×10 ⁷ | 3.00×10 ⁶ | 5.75×10 ⁷ | 2.50×10 ⁷ |
| | Yeast & mold count | 3.50×10 ³ | 6.60×10 ⁵ | 1.61×10 ⁶ | 4.60×10 ⁷ | 5.00×10 ⁶ | 7.65×10 ⁷ | 3.70×10 ⁷ |
| | Coliform count | 9.75×10 ³ | 1.60×10 ⁴ | 1.00×10 ⁶ | 4.90×10 ⁷ | 5.35×10 ⁷ | 5.10×10 ⁷ | 3.35×10 ⁷ |
| 1% CA ³⁾ | Total cell count | 1.75×10 ³ | 2.50×10 ⁴ | 2.45×10 ³ | 1.50×10 ⁴ | 2.10×10 ⁴ | 2.90×10 ⁴ | 4.00×10 ⁴ |
| | Yeast & mold count | 1.09×10 ³ | 1.63×10 ⁵ | 1.95×10 ³ | 1.55×10 ⁴ | 1.85×10 ⁴ | 2.60×10 ⁴ | 4.00×10 ⁴ |
| | Coliform count | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 1% SA ⁴⁾ | Total cell count | 7.90×10 ³ | 1.84×10 ⁴ | 2.75×10 ⁴ | 9.75×10 ⁴ | 3.65×10 ⁵ | 2.70×10 ⁵ | 4.00×10 ⁵ |
| | Yeast & mold count | 7.20×10 ³ | 3.35×10 ⁵ | 2.80×10 ⁴ | 4.65×10 ⁵ | 3.80×10 ⁵ | 4.80×10 ⁵ | 1.55×10 ⁵ |
| | Coliform count | 1.10×10 ³ | 4.95×10 ² | 1.08×10 ³ | 4.50×10 ⁴ | 1.05×10 ⁴ | 3.55×10 ⁵ | 1.00×10 ⁵ |
| EW-1 ⁵⁾ | Total cell count | 3.90×10 ³ | 2.90×10 ³ | 1.60×10 ⁴ | 2.30×10 ⁵ | 1.25×10 ⁶ | 1.28×10 ⁷ | 1.70×10 ⁷ |
| | Yeast & mold count | 3.25×10 ³ | 1.44×10 ⁴ | 6.35×10 ⁴ | 3.60×10 ⁵ | 2.35×10 ⁶ | 1.29×10 ⁷ | 2.35×10 ⁷ |
| | Coliform count | 5.70×10 ² | 4.05×10 ² | 1.69×10 ⁵ | 2.35×10 ⁵ | 9.60×10 ⁵ | 1.56×10 ⁷ | 5.10×10 ⁷ |
| EW-2 ⁶⁾ | Total cell count | 5.55×10 ³ | 8.15×10 ² | 1.15×10 ⁴ | 3.40×10 ⁵ | 2.10×10 ⁶ | 3.46×10 ⁷ | 1.55×10 ⁷ |
| | Yeast & mold count | 2.37×10 ³ | 3.75×10 ³ | 3.55×10 ⁴ | 8.15×10 ⁵ | 2.60×10 ⁶ | 3.48×10 ⁷ | 4.80×10 ⁷ |
| | Coliform count | 7.00×10 ¹ | 3.00×10 ¹ | 2.70×10 ⁴ | 2.10×10 ⁵ | 5.35×10 ⁵ | 3.44×10 ⁷ | 6.40×10 ⁷ |

¹⁾ TW : Tap water

²⁾ NaCl : Sodium chloride

³⁾ CA : Citric acid

⁴⁾ SA : Sodium acetate

⁵⁾ EW-1 : Electrolyzed oxidizing water produced from diaphragm type generator

⁶⁾ EW-2 : Electrolyzed low-alkaline water produced from non-diaphragm type generator

나. 저장액의 pH 및 탁도 변화

박피 도라지의 저장 중의 저장액과 시료의 pH 변화는 Fig. 48 및 49와 같다. 1% CA 처리구의 초기 pH는 4.04 수준으로 다른 처리구 pH 5.81~6.09 수준에 비해 낮았으며 저장기간 동안도 감소하는 경향을 보였다. 수도수, NaCl, EW-1, EW-2 처리구는 저장기간동안 큰 변화를 보이지 않았으나 CA, SA처리구는 저장 18일째 각각 pH 3.36, 5.01 수준으로 감소하였다. 저장액의 경우 역시 CA 처리구의 초기 pH 2.91로 다른 처리구에 비해 낮은 수준을 보였으며 EW-1의 초기 pH 4.02로 CA 처리보다는 높은 수준이지만 그 외 타 처리구에 비해 낮은 수준임을 알 수 있었다. CA와 EW-1 처리구의 침지액은 저장기간 동안 증가한 반면 그 외 다른 처리구는 감소하는 경향을 보였다. 한편 저장중 저장액의 탁도를 살펴본 결과는 Fig. 50과 같다. 초기 탁도는 0.06~ 0.53 수준이었으며 SA 처리구의 경우 저장 15일째 2.18수준으로 다른 처리구들에 비해 크게 증가하였다. EW-1의 경우 저장 15일째 0.23수준으로 타처리구에 비해 가장 적은 변화를 보였으나 저장 18일째 1.14로 크게 증가하였음을 볼 수 있었다.

다. 일반 성분 변화

도라지의 수분 함량의 변화는 Fig. 51과 같다. 초기 수분 함량은 83.51% 수준이었으며 저장기간이 지남에 따라 수분이 다소 증가하는 경향을 보였으며 또한 생도라지 수분함량이 75.6% 수준인 것에 비하여 초기 수분함량이 높게 측정되었는데 이는 오랜 시간 물속에 담구어 침지 보관하였기 때문인 것으로 생각된다. 일반성분은 Table 75와 같으며 이는 동결건조된 시료의 함량이다. 초기의 조단백 함량은 11.89% 이며 저장기간에 따른 큰 변화를 보이지 않았다. 초기 조지방, 조회분, 조섬유 함량은 각각 0.88, 0.80, 1.26% 였으며 조지방의 경우 1% CA 처리구만 눈에 띄게 증가하였고 그 밖의 처리구들은 저장기간 동안 큰 변화를 보이지 않았다. 조회분과 조섬유 또한 저장기간이나 처리방법에 관계없이 큰 변화를 나타내지 않았다.

라. 표면색도

저장기간 동안 박피 도라지의 표면 색도를 측정한 결과는 Table 76과 같다. 식품의 밝기를 나타내는 L값 저장 초기 82.34~85.48 수준이었으며 저장기간이 증가할수록

Table 75. Changes in proximate composition of peeled *Doraji* with various treatments during storage at 5°C

(% dry weight)

| | Treatments ¹⁾ | Storage time(day) | | | |
|-------------------|--------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 6 | 12 | 18 |
| Crude protein (%) | TW | 11.89 | 11.21 | 11.03 | 12.01 |
| | 1% NaCl | 10.74 | 10.07 | 11.67 | 11.01 |
| | 1% CA | 10.78 | 10.22 | 9.61 | 9.72 |
| | 1% SA | 9.55 | 11.26 | 11.07 | 13.73 |
| | EW-1 | 11.47 | 11.30 | 12.76 | 13.74 |
| | EW-2 | 11.54 | 11.52 | 11.88 | 12.45 |
| | Crude fat (%) | TW | 0.88 | 0.70 | 0.96 |
| 1% NaCl | | 0.81 | 0.94 | 1.25 | 0.77 |
| 1% CA | | 1.21 | 1.97 | 3.30 | 2.63 |
| 1% SA | | 0.81 | 0.96 | 1.19 | 1.02 |
| EW-1 | | 0.92 | 1.08 | 1.00 | 0.95 |
| EW-2 | | 0.84 | 1.01 | 1.06 | 0.98 |
| Crude ash (%) | TW | 0.80 | 0.69 | 0.58 | 0.54 |
| | 1% NaCl | 0.88 | 0.90 | 0.95 | 0.94 |
| | 1% CA | 0.49 | 0.36 | 0.26 | 0.24 |
| | 1% SA | 0.83 | 0.69 | 0.66 | 0.58 |
| | EW-1 | 0.67 | 0.51 | 0.48 | 0.56 |
| | EW-2 | 0.68 | 0.67 | 0.64 | 0.65 |
| Crude fiber (%) | TW | 1.26 | 1.25 | 1.25 | 1.12 |
| | 1% NaCl | 1.33 | 1.34 | 1.36 | 1.27 |
| | 1% CA | 1.23 | 1.26 | 1.39 | 1.36 |
| | 1% SA | 1.14 | 1.28 | 1.44 | 1.29 |
| | EW-1 | 1.26 | 1.19 | 1.39 | 1.29 |
| | EW-2 | 1.25 | 1.40 | 1.30 | 1.24 |

¹⁾ Refer to Table 74

Table 76. Changes in color of peeled *Doraji* during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | Color | Storage day | | | | | | |
|--------------------------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 |
| TW | L | 82.34 | 82.16 | 80.60 | 81.74 | 80.69 | 82.30 | 80.01 |
| | a | -4.51 | -3.77 | -3.22 | -3.37 | -2.90 | -2.69 | -3.16 |
| | b | 15.08 | 17.59 | 16.44 | 21.79 | 22.35 | 22.04 | 21.43 |
| | ΔE | 8.95 | 9.73 | 10.82 | 12.33 | 13.49 | 12.09 | 13.48 |
| 1% NaCl | L | 85.26 | 82.80 | 82.66 | 83.02 | 83.11 | 80.22 | 80.62 |
| | a | -3.51 | -4.37 | -3.47 | -2.75 | -3.27 | -3.54 | -3.66 |
| | b | 15.89 | 20.27 | 17.77 | 16.59 | 19.06 | 18.22 | 18.90 |
| | ΔE | 6.21 | 10.62 | 9.34 | 8.55 | 9.58 | 11.75 | 11.67 |
| 1% CA | L | 85.48 | 82.66 | 81.46 | 80.46 | 80.45 | 82.14 | 81.44 |
| | a | -4.00 | -4.39 | -3.96 | -3.92 | -3.99 | -3.27 | -4.80 |
| | b | 16.40 | 19.19 | 14.21 | 13.98 | 15.92 | 18.13 | 18.05 |
| | ΔE | 6.26 | 10.11 | 9.66 | 10.65 | 10.88 | 9.96 | 10.69 |
| 1% SA | L | 84.98 | 84.95 | 84.25 | 84.94 | 81.92 | 78.49 | 79.99 |
| | a | -3.61 | -3.61 | -3.25 | -3.43 | -3.19 | -2.93 | -4.39 |
| | b | 16.38 | 18.23 | 14.67 | 17.67 | 16.98 | 14.92 | 17.04 |
| | ΔE | 6.66 | 7.61 | 6.89 | 7.29 | 9.71 | 12.64 | 11.64 |
| EW-1 | L | 83.76 | 83.82 | 82.93 | 83.97 | 81.61 | 81.85 | 80.83 |
| | a | -2.82 | -2.73 | -2.51 | -2.64 | -2.75 | -3.11 | -4.08 |
| | b | 14.22 | 14.84 | 14.15 | 15.04 | 15.77 | 16.46 | 17.13 |
| | ΔE | 7.33 | 7.34 | 8.17 | 7.23 | 9.68 | 9.62 | 10.84 |
| EW-2 | L | 84.75 | 84.32 | 83.60 | 83.90 | 83.05 | 82.29 | 82.04 |
| | a | -2.67 | -3.29 | -3.07 | -2.58 | -2.40 | -2.93 | -3.04 |
| | b | 13.64 | 15.37 | 16.55 | 12.57 | 12.23 | 16.64 | 18.65 |
| | ΔE | 6.33 | 6.95 | 7.98 | 7.28 | 8.19 | 9.25 | 10.28 |

¹⁾ Refer to Table 74

감소하는 경향이 나타났으며 1% SA 처리구가 저장 18일째 79.99 로 가장 큰 감소를 보였다. 노란색을 나타내는 b값은 증가 경향을 보였으며 처리직후 수도수의 b값은 15.08 수준에서 18일째 21.43으로 가장 큰 폭의 증가를 보였다.

Hunter 색도계를 이용하여 얻은 L, a, b값으로 Lab 공간에 있는 두 점간의 직선거리고 표현되는 색차(ΔE) 값으로 비교한 결과 저장기간이 길어질수록 초기시료에 대한 색차값은 증가하는 경향을 나타냈으며, 1% NaCl 처리구와 1% CA 처리구의 경우 3 일째 색차가 급격하게 증가하였으며 전해수 처리구의 경우 저장 9일째까지 6.33~8.17

수준으로 큰 변화를 보이지 않았으며 저장기간 동안 다른 처리구들에 비해 차이가 낮게 나타났다.

마. 총 페놀성화합물의 함량과 Polyphenol oxidase활성 변화

과채류의 갈변은 주로 polyphenol oxidase에 의해 phenol성 화합물이 산화되어서 o-quinone과 같은 화합물을 만드는 것 때문이다. 이렇게 만들어진 quinone류는 중합되어 짙은 갈색 또는 적색의 중합물을 만든다. 이는 품질과 직접적인 관련이 있기 때문에 본 실험에서 여러 처리구에 침지한 후 페놀성 화합물들의 변화되는 양과 효소에 의한 갈색화 반응 중 가장 중요하게 여겨지는 polyphenol oxidase의 활성을 측정하였다. 이 결과는 Fig. 52 및 Fig. 53에 나타내었다. 처리 직후에 총페놀함량은 26.88~29.78 mg% 수준이었으며 수도수와 1% NaCl 처리구에서는 다소 증가하다가 감소하는 경향을 보였으며 1% SA 처리구는 저장 18일째 18.02 mg%로 타처리구에 비해 가장 큰 감소를 보였다. EW-1 처리구 또한 저장 18일째 23.76 mg%로 감소하여 크게 감소하였음을 알 수 있었다. polyphenol oxidase의 활성은 저장기간동안 감소 경향을 보였으며 수도수 처리구의 경우 9일째 급격하게 감소하였다가 그 이후 조금씩 증가하였다. 1% SA 처리구는 저장 18일째 206.04 unit으로 가장 감소폭이 컸으며 전해수 처리구도 처리직후 277.1~309.76 unit에서 저장 18일째 237.20~287.64 unit 수준으로 감소하였다.

바. 경도 변화

박피 도라지의 조직 변화는 Fig. 54와 같다. 처리직후 경도는 2,256.31~2,568.31 g/cm² 수준을 보였으나 저장기간이 경과함에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. 1% SA 처리구의 경우 9일째부터 급격하게 감소하면서 저장 18일째는 420.88 g/cm² 수준을 보여 처리구들 가운데 가장 큰 폭으로 감소하였으며 조직이 쉽게 물러짐을 알 수 있었다. 1% SA 처리구도 저장 15일째까지 다른 처리구들과 비슷한 수준을 유지하다가 그 이후 큰 감소를 보였다. 반면에 EW-1 처리구는 18일째 1,935.85 g/cm² 수준으로 320.46 g/cm² 감소하여 가장 적게 감소하였음을 알 수 있다.

사. 환원당, 총당 및 유리당 함량 변화

다양한 처리구에 침지한 박피 도라지의 환원당 및 총당의 함량 변화는 Fig. 55 및 Fig. 56과 같다. 환원당의 초기 함량은 0.51~0.53%로 저장기간과 처리방법에 관계없이 비슷한 수준을 유지하였다. 총당의 초기함량은 약 11% 정도였으며 1% SA 처리구와 1% NaCl 처리구는 저장 18일째 9.28~9.65% 수준으로 다른 처리구들에 비해 높은 감소를 보였다. 박피 도라지의 저장 중 유리당의 변화는 Fig. 57, Fig. 58 및 Fig. 59와 같다. 도라지의 주요 유리당은 fructose, glucose, sucrose 이며 처리 직후 유리당 함량은 fructose는 2.12%이며 glucose와 sucrose는 각각 1.04, 3.02%였다. 저장기간 동안 fructose와 glucose는 증가하는 경향을 sucrose는 감소하는 경향을 보였다. EW-2 처리구는 fructose와 glucose 함량이 다른 처리구에 비해 더 높은 증가를 보였으며 sucrose 함량은 1% SA 처리구의 경우 가장 큰 폭으로 감소하였다.

아. Vitamin C 함량 변화

저장에 따른 vitamin C의 함량 변화를 보면 Fig. 60과 같다. 과일과 채소의 저장 중 가장 손실이 쉽게 일어나는 성분이 vitamin C이며 본 실험에서도 저장처리구에 관계없이 감소하였다. TW 처리구의 초기 vitamin C의 함량은 12.48 mg%였으며 저장기간동안 감소하여 저장 18일째 5.59 mg% 수준이었다. 1% CA 처리구의 경우 저장 초기 함량이 6.32 mg%로 다른 처리구에 비해 낮은 수준을 보였으며 저장 12일째부터는 측정이 불가능하였다. 이는 CA의 낮은 pH 때문인 것으로 사료된다. 모든 처리구에서 저장 기간동안 초기 수치의 50% 이상 감소하였는데 이는 침지 저장으로 vitamin C가 저장 동안 용출되었기 때문으로 생각된다.

자. 관능평가

도라지의 이취, 외관, 색, 경도 및 전반적인 기호도에 대하여 관능평가를 실시한 결과는 Table 77과 같다. 이취는 1% SA처리구가 가장 많이 증가하여 이취가 많이 나는 것으로 평가되었으며 EW-2 처리구가 가장 낮은 평가를 받았다. 외관 평가는 1% NaCl 처리구와 EW-2 처리구가 가장 높은 평가를 받았다. 1% CA 처리구와 1% SA 처리구의 경우 저장 15일째부터 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 색 평가

는 TW 처리구와 1% SA 처리구의 경우 저장 9일째부터 유의적으로 감소하였으며 EW-2의 경우 저장기간 동안 가장 적은 감소 변화를 보였다. 경도는 1% CA 처리구와 1% SA 처리구에서 가장 큰 감소를 보여 조직이 물러짐을 알 수 있었다. EW-1 처리구의 경우 저장기간 동안 유의적인 변화를 보이지 않았다. 전반적인 기호도 평가에서 1% CA 처리구가 가장 낮은 평가를 받았으며 저장 6일째부터 유의적으로 낮은 점수를 받았다. EW-2 처리구의 경우 가장 선호도가 높았으며 저장기간 동안 유의적인 변화를 보이지 않았다.

Table 77. Sensory characteristics of peeled *Doraji* with various treatments during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | Storage time(day) | | | | | | | F-value | |
|--------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | | |
| Off-flavor | TW | 3.1 ^A | ab _{2.3} | 3.0 ^{BC} | 3.1 ^{BC} | 4.7 ^A | b _{3.9} ^{AB} | b _{4.7} ^A | 3.93 ^{**} |
| | 1% NaCl | 3.1 ^{BC} | ab _{2.0} | 2.4 ^{AB} | 3.1 ^{AB} | 3.9 ^A | b _{3.9} ^A | c _{3.0} ^{AB} | 1.94 |
| | 1% CA | 3.9 ^{BC} | ab _{2.6} | 3.6 ^{BC} | 3.9 ^{ABC} | 5.3 ^{AB} | ab _{5.9} ^A | ab _{5.9} ^C | 3.57 ^{**} |
| | 1% SA | 2.3 ^A | b _{1.6} | 4.0 ^B | 2.3 ^C | 4.0 ^B | a _{7.7} ^A | a _{7.0} ^A | 21.65 ^{***} |
| | EW-1 | 2.6 ^A | ab _{2.6} | 3.4 ^{AB} | 2.6 ^B | 4.3 ^{AB} | b _{4.1} ^{AB} | b _{4.7} ^A | 2.3 |
| | EW-2 | 3.7 | a _{3.3} | 3.1 | 3.7 | 4.1 | b _{4.1} | c _{2.7} | 0.7 |
| | F-value | 1.38 | 1.79 | 0.96 | 1.38 | 0.63 | 4.95 ^{**} | 9.53 ^{***} | |
| Appearance | TW | 3.7 ^C | 7.4 ^A | 6.0 ^B | 3.7 ^C | 4.7 ^{BC} | ab _{5.6} ^{BC} | ab _{4.6} ^B | 7.36 ^{***} |
| | 1% NaCl | 4.6 ^C | 7.9 ^A | 5.4 ^{BC} | 4.6 ^C | 6.0 ^{ABC} | a _{6.9} ^{AB} | a _{6.0} ^{ABC} | 3.57 ^{**} |
| | 1% CA | 5.1 ^B | 7.0 ^A | 6.1 ^{AB} | 5.1 ^B | 5.7 ^{AB} | b _{4.9} ^B | c _{3.1} ^C | 5.76 ^{***} |
| | 1% SA | 4.2 ^B | 7.6 ^A | 5.1 ^B | 4.3 ^B | 5.9 ^{AB} | b _{4.7} ^B | bc _{3.9} ^B | 3.94 ^{**} |
| | EW-1 | 4.6 ^{BC} | 7.3 ^A | 5.9 ^{AB} | 4.6 ^{BC} | 5.3 ^{BC} | b _{5.0} ^{BC} | bc _{3.9} ^C | 3.64 ^{**} |
| | EW-2 | 5.0 ^B | 7.1 ^A | 6.1 ^{AB} | 5.0 ^B | 5.3 ^B | ab _{5.9} ^{AB} | ab _{5.0} ^B | 1.88 |
| | F-value | 0.66 | 0.125 | 0.42 | 0.66 | 0.66 | 3.17 | 4.43 ^{**} | |
| Color | TW | 4.7 ^B | 7.6 ^A | 6.1 ^B | 4.7 ^B | 5.1 ^B | ab _{6.0} ^B | a _{5.1} ^B | 5.24 ^{***} |
| | 1% NaCl | 5.0 ^B | 7.3 ^A | 6.0 ^{AB} | 5.0 ^B | 5.9 ^{AB} | ab _{6.4} ^{AB} | a _{5.1} ^B | 1.71 |
| | 1% CA | 5.7 ^B | 7.7 ^A | 6.1 ^B | 5.7 ^B | 5.9 ^B | ab _{5.4} ^B | b _{3.1} ^C | 6.97 ^{***} |
| | 1% SA | 4.9 ^B | 7.9 ^A | 5.7 ^B | 4.9 ^B | 5.4 ^B | b _{4.9} ^B | ab _{4.0} ^B | 3.32 ^{**} |
| | EW-1 | 5.3 ^B | 7.3 ^A | 5.9 ^{AB} | 5.3 ^B | 5.6 ^{AB} | ab _{5.3} ^B | ab _{4.4} ^B | 2.04 |
| | EW-2 | 5.0 ^B | 7.1 ^A | 6.7 ^A | 5.0 ^B | 6.4 ^B | a _{6.9} ^A | a _{5.3} ^B | 3.98 [*] |
| | F-value | 0.33 | 0.32 | 0.27 | 0.33 | 0.71 | 1.87 | 3.32 ^{**} | |
| Hardness | TW | a _{5.6} ^B | 7.3 ^A | a _{5.9} ^{AB} | a _{5.6} ^B | a _{5.7} ^{AB} | a _{6.8} ^{AB} | a _{6.0} | 1.82 |
| | 1% NaCl | a _{5.7} | 6.3 | a _{5.6} | a _{5.7} | a _{6.3} | a _{6.3} | a _{6.1} | 0.29 |
| | 1% CA | b _{3.0} ^B | 5.1 ^A | b _{3.1} ^B | b _{3.0} ^B | c _{2.1} | c _{2.1} ^B | c _{2.1} ^B | 11.01 ^{***} |
| | 1% SA | a _{5.4} ^A | 6.7 ^A | a _{6.3} ^A | a _{5.4} ^A | b _{3.9} ^B | b _{3.9} ^B | b _{3.7} ^B | 3.94 ^{***} |
| | EW-1 | a _{5.9} | 5.6 ^A | a _{5.6} | a _{5.9} | b _{4.1} | b _{4.1} | b _{4.1} | 1.54 |
| | EW-2 | a _{5.6} | 6.4 | a _{5.3} | a _{5.6} | a _{6.7} | a _{6.7} | a _{5.7} | 1.00 |
| | F-value | 4.66 [*] | 1.42 | 2.69 [*] | 4.66 ^{***} | 19.91 ^{***} | 19.04 ^{***} | 15.33 ^{***} | |
| Overall acceptance | TW | a _{5.3} ^{BC} | 7.1 ^A | 5.7 ^B | a _{5.3} ^{BC} | a _{5.3} ^{BC} | ab _{4.7} ^{BC} | bc _{4.0} ^C | 4.72 ^{***} |
| | 1% NaCl | a _{5.6} ^B | 7.3 ^A | 5.7 ^B | a _{5.6} ^B | a _{5.1} ^B | a _{5.1} ^B | b _{4.6} ^B | 2.59 ^{***} |
| | 1% CA | b _{3.9} ^{BC} | 7.0 ^A | 4.6 ^B | b _{3.9} ^{BC} | b _{3.3} ^{BC} | c _{3.0} ^C | d _{2.7} ^C | 10.9 ^{***} |
| | 1% SA | a _{5.6} ^B | 7.6 ^A | 5.3 ^B | a _{5.6} ^B | a _{5.1} ^B | bc _{3.6} ^C | cd _{3.4} ^C | 6.45 ^{***} |
| | EW-1 | a _{5.4} ^{AB} | 6.8 ^A | 5.9 ^{AB} | a _{5.4} ^{AB} | a _{5.6} ^{AB} | ab _{4.7} ^B | b _{4.7} ^B | 1.76 |
| | EW-2 | a _{5.9} | 6.1 | 6.4 | a _{5.9} | a _{5.9} | a _{6.0} | a _{5.9} | 0.21 |
| | F-value | 2.77 [*] | 0.71 | 0.84 | 2.77 [*] | 3.33 [*] | 5.75 ^{***} | 10.36 ^{***} | |

¹⁾ Refer to Table 74

* Means with the same superscripts in column(a~d) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

* Means with the same superscripts in row(A~D) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

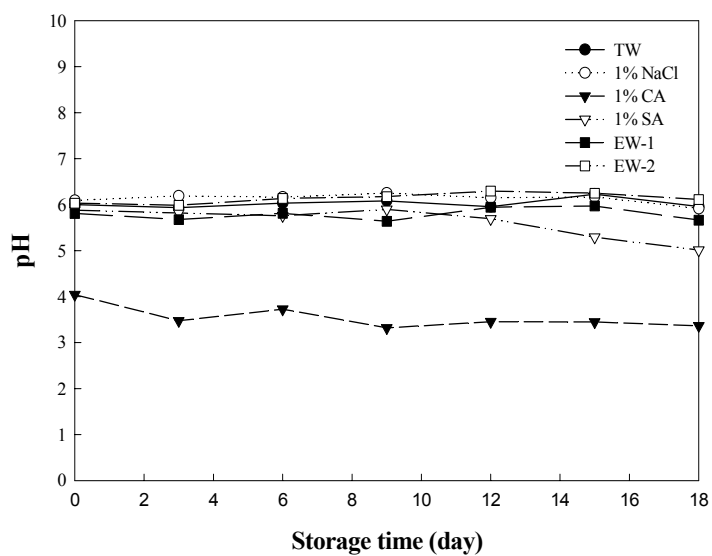


Fig. 48. Changes in pH of peeled *Doraji* during storage at 5°C.

* Legends as in Table 74

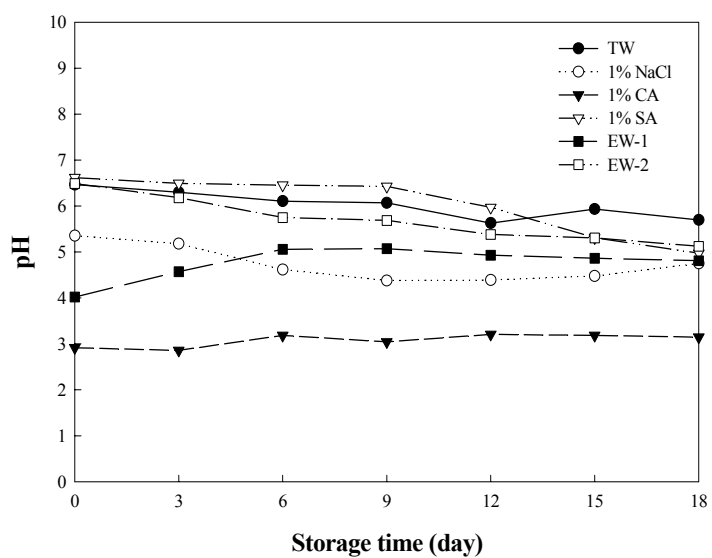


Fig. 49. Changes in pH of immersion liquids during storage at 5°C.

* Legends as in Table 74

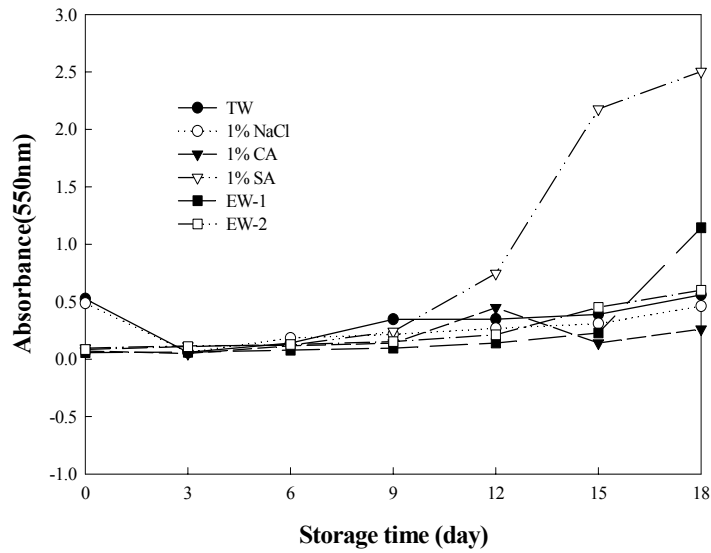


Fig. 50. Changes in absorbance of immersion liquids during storage at 5°C.

* Legends as in Table 74

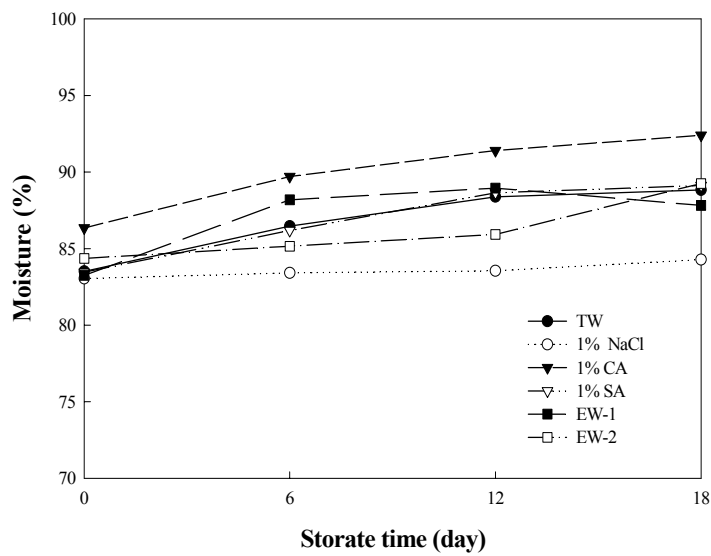


Fig. 51. Changes in moisture contents of peeled *Doraji* during storage at 5°C.

* Legends as in Table 74

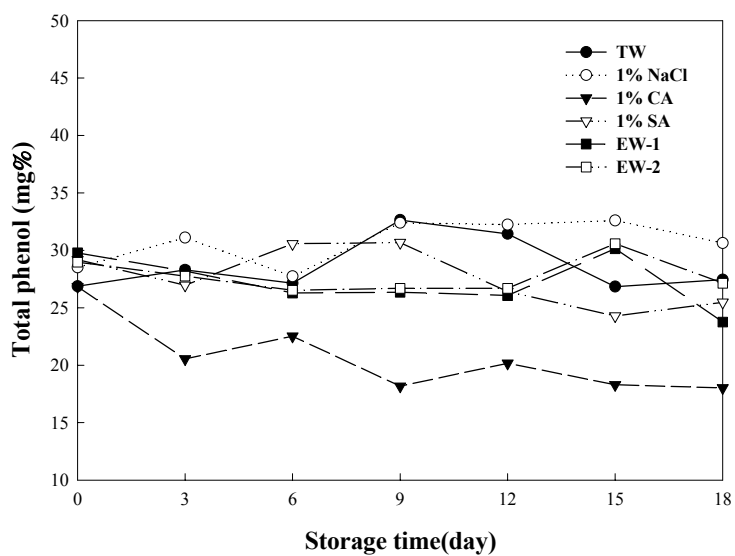


Fig. 52. Changes in total phenolic compounds of peeled *Doraji* during storage at 5°C.

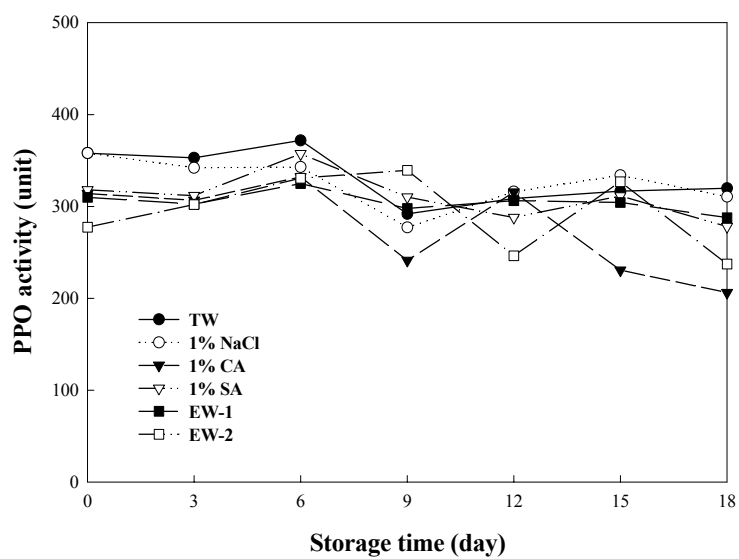


Fig. 53. Changes in polyphenol oxidase activity of peeled *Doraji* during storage at 5°C.

* Legends as in Table 74

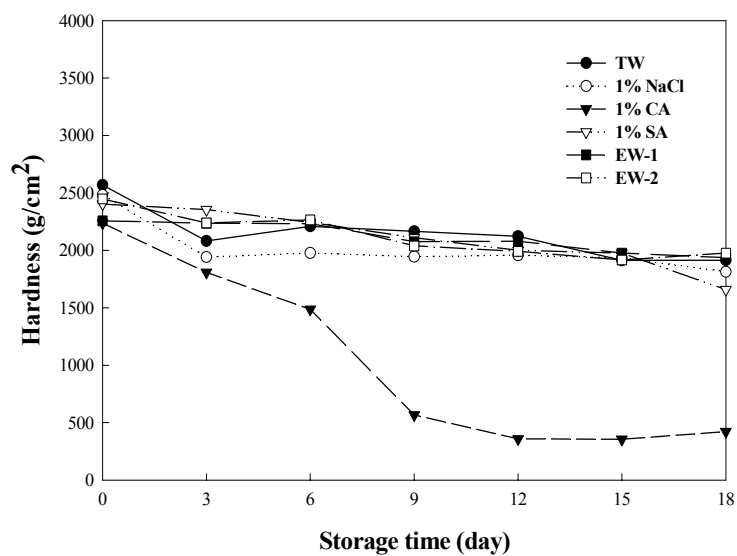


Fig. 54. Change in the hardness of peeled *Doraji* during storage at 5°C
 * Legend as in Table 74

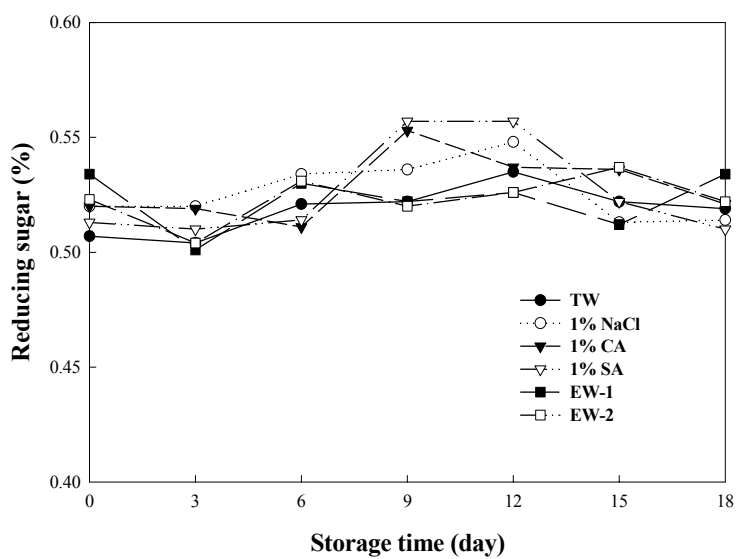


Fig. 55. Changes in reducing sugar of peeled *Doraji* during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 74

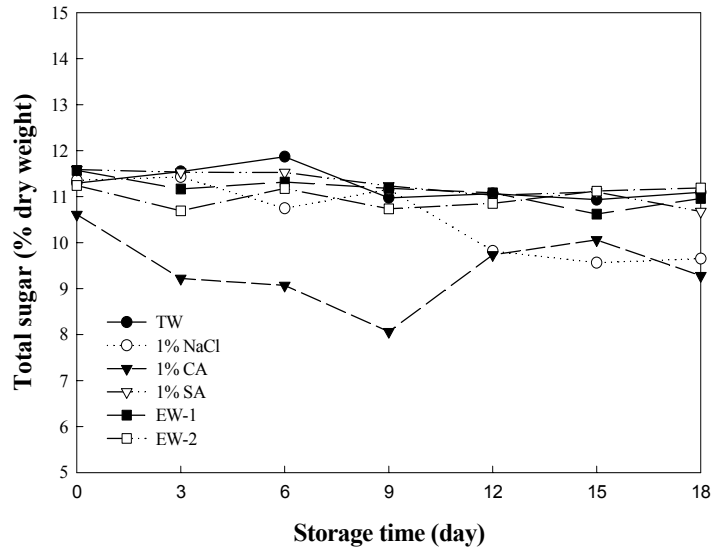


Fig. 56. Changes in total sugar of peeled *Doraji* during storage at 5°C.

* Legends as in Table 74

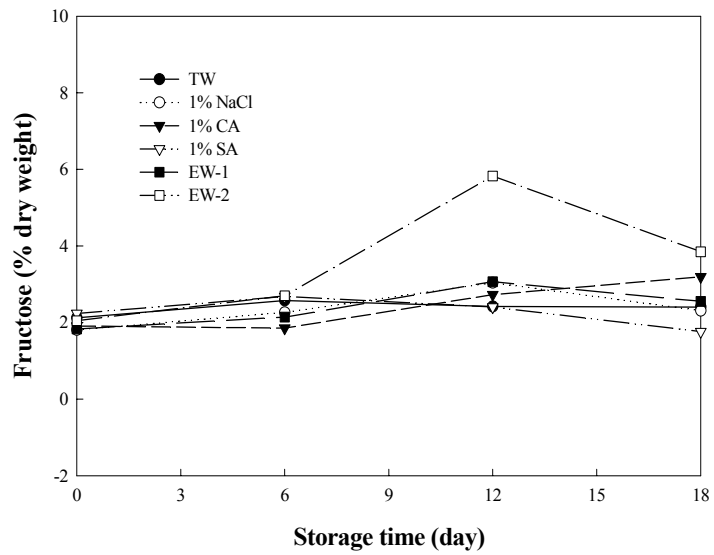


Fig. 57. Changes in fructose of peeled *Doraji* during storage at 5°C.

* Legends as in Table 74

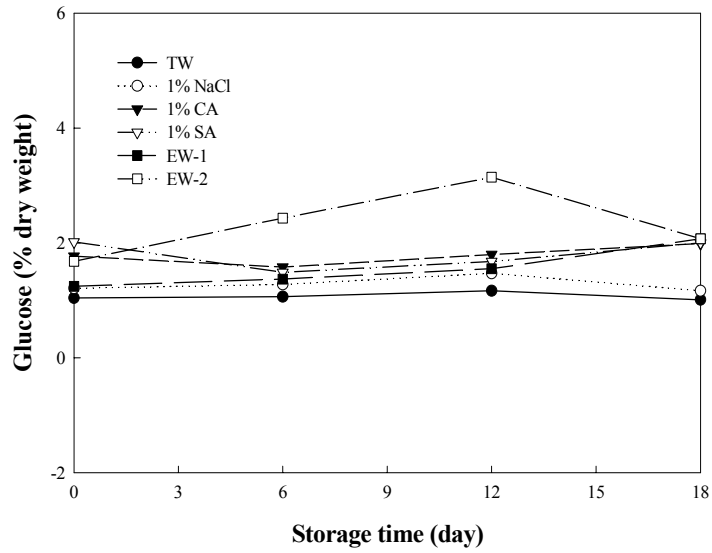


Fig. 58. Changes in glucose of peeled *Doraji* during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 74

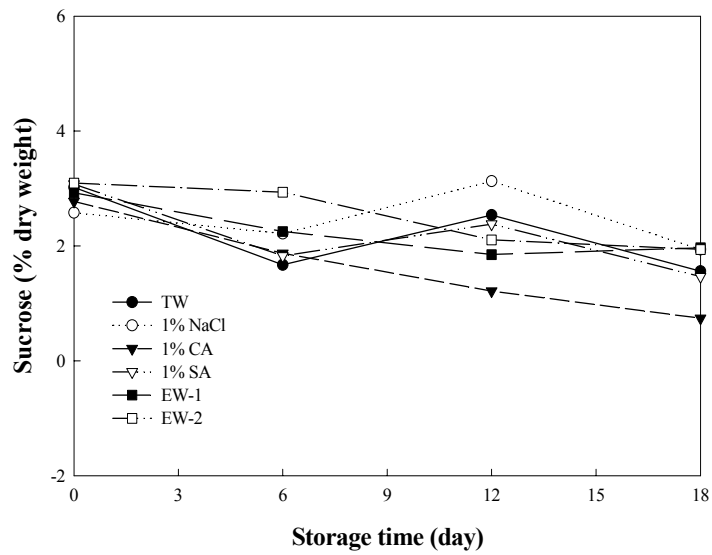


Fig. 59. Changes in sucrose of peeled *Doraji* during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 74

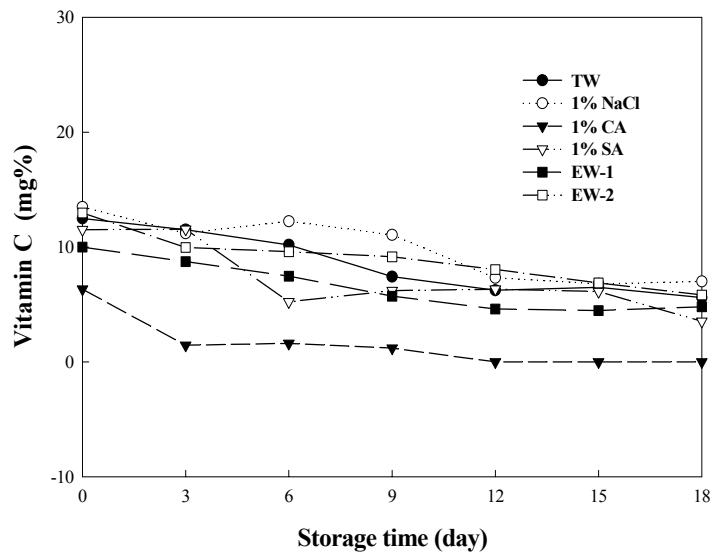


Fig. 60. Changes in vitamin C contents of peeled *Doraji* during storage at 5°C.

* Legends as in Table 74

6. 침지 보관액에 따른 박피 연근의 저장중 품질변화 비교

연근(lotus root; *Nelumbo nucifera*)은 전국각지에서 조금씩 재배되고 있지만 주로 광주, 전남의 나주, 전북의 이리, 경남 함안, 경북 구미, 서울 근교에서 재배되고 있다. 최근 수요 증가에 따라 터널재배 및 하우스 재배 등의 작형이 개발 보급되고 있는 실정이다. 소비는 주로 뿌리를 요리에 사용되며, 전분과 녹말 제조에도 사용되고 있다. 총수요량과 공급량은 장기적으로 증가할 전망이다 재배면적도 증가 추세로 수출은 '91년도부터 일본에 약 1.3톤 정도이며 일본의 수입량은 중국으로부터 주로 9~4월경에 신선 냉장상태('98년 4,831톤 중국으로부터 수입)로 이루어지고 있다. 유통의 문제점은 수확후 세척, 선별 및 포장 등이 미흡하고 일시출하에 의한 경쟁력 약화로 수출에 어려움이 있다. 따라서 품질고급화 및 전처리 가공기술이 시급한 실정이다. 특히 연근은 뿌리를 식용으로 하고 있으며 감자, 고구마, 마늘처럼 갈변이 쉽게 발생하기 때문에 외관상 품질이 떨어지며 저장성이 낮은 문제점을 안고 있다. 뿐만 아니라 연근과 같은 비가열처리 채소들은 유통과정 중 세척에 의해 간단히 제거되지 않는 미생물로 인해 소비자들의 건강적 문제를 야기할 수 있다.

이에 본 연구에서 연근의 초기품질 유지 및 저장성 향상을 위하여 박피 연근의 침지 보관시, 변색 억제 및 저장성 연장을 위해 수도수(TW), 0.6% Acetic acid 수용액(AA), pH 2.5(EW-1) 및 pH 8.5(EW-2)의 전해수를 대상으로 침지 저장중의 품질을 비교하였다.

가. 미생물수의 변화

침지 보관수에 따른 박피 연근의 살균효과는 Table 78과 같다. 처리직후 전해수 처리구의 총균수와 효모 및 곰팡이에서 10^1 CFU/g 수준으로 수도수 처리구에 비해 1 log scale 감소효과를 나타내었다. 전해수 처리구의 총균수는 저장 30일째 10^5 CFU/g 수준으로 수도수 처리구의 저장 10일째 1.79×10^6 CFU/g 보다 낮게 나타났다. 대장균군은 처리직후에는 모든 처리구에서 나타나지 않았으며 0.6% AA 처리구는 저장기간 동안에도 전혀 검출되지 않았다. 전해수 처리구의 경우 저장 10일째 대장균수가 이전에 비해 3 log scale 증가하여 이 시기에 미생물이 급증하는 것을 알 수 있었다. 이런

현상은 수도수 처리구에서도 볼 수 있었다. 효모 및 곰팡이 또한 총균수와 비슷한 경향을 보였으며 저장기간 동안에도 전해수 처리구가 수도수 처리구에 비해 1~3 log scale 정도의 살균효과를 보였다.

Table 78. Changes in microorganism number of peeled lotus root with various treatments during storage at 5°C

(Unit : CFU/g)

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | | | | |
|--------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| TW | Total cell | 3.60×10 ² | 5.35×10 ³ | 1.79×10 ⁶ | 1.41×10 ⁶ | 1.85×10 ⁶ | 5.85×10 ⁶ | 5.35×10 ⁶ |
| | Coliform | N.D. ⁴⁾ | 1.85×10 ³ | 1.36×10 ⁵ | 3.05×10 ⁵ | 9.60×10 ⁵ | 1.39×10 ⁶ | 6.65×10 ⁶ |
| | Yeast & mold | 1.80×10 ² | 4.80×10 ³ | 1.55×10 ⁶ | 7.55×10 ⁵ | 3.10×10 ⁶ | 6.50×10 ⁶ | 3.30×10 ⁶ |
| 0.6% AA | Total cell | 1.70×10 ¹ | 4.00×10 ¹ | 3.50×10 ¹ | 3.00×10 ¹ | 3.86×10 ¹ | 5.00×10 ¹ | 3.50×10 ¹ |
| | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Yeast & mold | 1.30×10 ¹ | 2.00×10 ¹ | 2.00×10 ¹ | 1.50×10 ¹ | 1.70×10 ¹ | 2.50×10 ¹ | 3.00×10 ¹ |
| EW-1 | Total cell | 4.95×10 ¹ | 4.00×10 ¹ | 3.85×10 ⁴ | 4.20×10 ⁴ | 2.06×10 ⁴ | 7.10×10 ⁴ | 3.05×10 ⁵ |
| | Coliform | N.D. | N.D. | 3.60×10 ³ | 1.10×10 ⁴ | 3.21×10 ⁴ | 5.70×10 ⁴ | 3.83×10 ⁵ |
| | Yeast & mold | 4.45×10 ¹ | 2.50×10 ¹ | 4.15×10 ³ | 1.20×10 ⁵ | 5.95×10 ⁴ | 1.60×10 ⁵ | 3.72×10 ⁵ |
| EW-2 | Total cell | 3.25×10 ¹ | 4.10×10 ¹ | 4.15×10 ⁴ | 5.25×10 ⁴ | 8.85×10 ⁴ | 4.62×10 ⁵ | 5.65×10 ⁵ |
| | Coliform | N.D. | 3.65×10 ¹ | 5.00×10 ² | 1.21×10 ³ | 1.19×10 ⁴ | 2.25×10 ⁵ | 3.50×10 ⁵ |
| | Yeast & mold | 2.30×10 ¹ | 4.25×10 ¹ | 3.30×10 ⁴ | 1.55×10 ⁴ | 2.50×10 ⁴ | 1.59×10 ⁵ | 5.50×10 ⁵ |

¹⁾Refer to Table 10

²⁾<10¹ CFU/g

나. 시료 및 침지 보관액의 pH 변화

연근 저장중의 시료와 침지 보관액의 pH 변화는 Fig. 61과 같다. 초기 0.6% acetic acid 처리구의 pH는 4.69 수준으로 처리구들 가운데 가장 낮았으며 저장기간 동안 다소 감소하였다. 침지 보관액의 경우 0.6% AA 처리구와 EW-1 처리구의 pH가 4.50 수준이었으며 0.6% AA 처리구는 저장기간 동안 그대로 유지하였으나 EW-1 처리구는 저장 30일째 pH 5.15로 다소 증가하는 경향을 보였다.

다. 일반성분 변화

침지 보관한 연근의 저장기간에 따른 일반성분의 변화는 Table 79와 같다. 초기 수분 함량은 80.00% 내외로 저장기간 동안 증가 추세를 보였으며 이는 침지에 의한 영향으로 생각된다. 조단백 함량은 2.47~3.03%로 저장기간의 경과에 따라 감소하였으며 0.6% acetic acid 처리구는 다른 처리구에 비해 가장 많이 감소하였으며 저장 30일째 1.08% 수준으로 초기에 비해 70% 이상의 감소율을 보였다. 조지방 함량과 조섬유는 각각 0.10%, 0.80% 수준으로 적은 양이었지만 감소하는 경향을 보였다. 처리직후 조회분 함량은 1.00~1.12% 수준으로 저장기간이 경과함에 따라 0.6% acetic acid 처리구만 감소하였고 다른 처리구는 거의 변화가 없었다.

라. 표면색도

박피 연근의 색도 변화는 Table 80과 같다. 모든 처리구에서 붉은색과 노란색을 나타내는 a, b 값이 증가하였으며 이러한 증가 추세는 0.6% AA 처리구에서 가장 크게 나타났다. 외관상으로도 연근의 색이 초기에 비해 점차 노란색으로 변화하는 것을 관찰할 수 있었다. 처리직후 색차(ΔE) 값은 0.6% AA 처리구가 4.04로 가장 큰 값을 보였으며 EW-2 처리구가 가장 낮은 변화를 보였다. 저장기간에 따른 변화는 0.6% AA 처리구가 가장 크게 증가한 반면 EW-1 처리구는 저장 10일째 3.85 수준이었으며 그 이후에도 3.00~4.00 수준을 유지하였다.

Table 79. Changes in the proximate composition of peeled lotus root with various treatments during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | |
|--------------------------|------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Moisture (%) | TW | 81.48 | 78.34 | 83.28 | 83.72 |
| | 0.6% AA | 76.77 | 83.03 | 84.10 | 80.22 |
| | EW-1 | 80.90 | 81.76 | 82.21 | 79.86 |
| | EW-2 | 78.74 | 80.54 | 80.62 | 79.72 |
| Crude protein (%) | TW | 3.03 | 2.43 | 1.61 | 1.74 |
| | 0.6% AA | 2.63 | 2.38 | 1.03 | 1.08 |
| | EW-1 | 2.46 | 2.24 | 1.50 | 1.70 |
| | EW-2 | 2.47 | 2.08 | 1.84 | 2.11 |
| Crude fat (%) | TW | 0.09 | 0.07 | 0.06 | 0.03 |
| | 0.6% AA | 0.11 | 0.07 | 0.05 | 0.04 |
| | EW-1 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | 0.05 |
| | EW-2 | 0.09 | 0.06 | 0.05 | 0.04 |
| Crude ash (%) | TW ¹⁾ | 1.08 | 1.07 | 1.02 | 1.03 |
| | 0.6% AA | 1.12 | 0.50 | 0.43 | 0.42 |
| | EW-1 | 1.05 | 0.95 | 1.00 | 0.98 |
| | EW-2 | 1.00 | 1.00 | 1.06 | 0.96 |
| Crude fiber (%) | TW | 0.75 | 0.77 | 0.50 | 0.63 |
| | 0.6% AA | 0.83 | 0.68 | 0.63 | 0.64 |
| | EW-1 | 0.67 | 0.55 | 0.51 | 0.56 |
| | EW-2 | 0.83 | 0.70 | 0.62 | 0.67 |

¹⁾Refer to Table 10

Table 80. Changes in color of peeled lotus root during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | value | Storage time (day) | | | | | | |
|--------------------------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| TW | L | 72.94 | 74.83 | 76.03 | 73.46 | 76.70 | 72.40 | 74.87 |
| | a | -0.35 | -0.23 | -0.18 | 0.41 | -0.13 | 0.43 | 0.60 |
| | b | 12.04 | 12.06 | 11.89 | 12.62 | 13.52 | 13.26 | 15.34 |
| | ΔE | 0.00 | 1.89 | 2.29 | 1.09 | 3.99 | 1.50 | 3.94 |
| 0.6% AA | L | 76.57 | 76.62 | 79.75 | 78.78 | 76.04 | 75.35 | 74.00 |
| | a | -0.68 | -0.52 | -1.45 | -0.82 | 0.76 | 1.84 | 2.36 |
| | b | 10.29 | 12.81 | 17.34 | 15.70 | 17.41 | 12.77 | 17.39 |
| | ΔE | 4.04 | 3.76 | 8.70 | 3.91 | 6.30 | 3.34 | 6.09 |
| EW-1 | L | 74.40 | 74.56 | 76.75 | 75.63 | 77.04 | 75.64 | 76.07 |
| | a | -0.83 | -0.99 | -0.89 | 0.00 | -0.10 | 0.10 | -0.46 |
| | b | 11.97 | 11.55 | 12.10 | 10.89 | 12.69 | 14.61 | 14.31 |
| | ΔE | 1.54 | 1.81 | 3.85 | 2.95 | 4.16 | 3.75 | 3.87 |
| EW-2 | L | 72.67 | 75.43 | 73.51 | 73.10 | 69.21 | 70.01 | 71.05 |
| | a | -0.22 | -0.67 | -0.23 | 0.00 | 0.86 | 0.98 | 1.11 |
| | b | 12.01 | 12.80 | 12.74 | 14.13 | 14.79 | 15.17 | 15.67 |
| | ΔE | 0.30 | 2.62 | 0.91 | 2.13 | 4.79 | 4.49 | 4.35 |

¹⁾Refer to Table 10

마. 총페놀성화합물 함량과 Polyphenol oxidase활성

연근과 같은 과채류는 가공 과정에서 발생하는 대표적인 현상 중 박피 절단에 의해 절단면에 공기에 노출되어 갈변이 일어나며 이런 갈변은 외관 등의 품질 저하를 가져올 수 있다. 본 실험에서 갈변에 관여하는 효소인 PPO 와 기질이 되는 phenol 화합물의 함량을 본 결과 저장기간에 따른 박피 연근의 총페놀화합물 함량의 변화는 Fig. 62와 같다. 초기 총페놀화합물의 함량은 57.71~61.09 mg% 수준이었으며 수도수 처리구는 저장 20일째 107.86 mg% 최고 수준으로 증가하였다. 다른 처리구들도 증가하였으며 EW-2 처리구는 저장 30일째 초기에 비해 16.51 mg% 증가하여 처리구들 가운데 가장 낮은 증가를 보였다. PPO 활성은 Fig. 62와 같으며 처리직후 254.90~

411.30 unit 수준이었으며 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였다. EW-2 처리구는 저장 30일째 446.65 unit로 가장 변화가 적었다.

바. 경도 변화

박피 연근의 내·외부 조직의 변화는 Table 81과 같다. 처리직후 내부와 외부의 경도는 각각 3,391.79~3,978.97, 4,511.75~5,699.41 g/cm² 수준이었으며 저장기간이 경과함에 따라 감소하였으며 외부가 더 두드러지게 감소하는 경향을 보였다. 저장기간 동안 변화는 내·외부 모두 TW 처리구가 가장 큰 감소율을 보였다.

Table 81. Changes in hardness of peeled lotus root with various treatments during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Inside | TW | 3978.97 | 3768.62 | 3377.43 | 3680.23 | 3716.60 | 3363.47 | 3365.03 |
| | 0.6% AA | 3654.69 | 3207.71 | 3717.95 | 3786.15 | 3805.03 | 3558.12 | 3585.45 |
| | EW-1 | 3391.79 | 3327.31 | 3558.29 | 3418.06 | 3703.71 | 3578.84 | 3234.01 |
| | EW-2 | 3710.32 | 3670.77 | 3178.57 | 3139.33 | 3418.06 | 3128.84 | 3208.34 |
| Outside | TW | 5699.41 | 5704.95 | 4113.92 | 3915.10 | 4550.19 | 3585.715 | 3326.40 |
| | 0.6% AA | 4562.21 | 5151.10 | 4211.50 | 4189.51 | 3759.92 | 3865.17 | 3836.74 |
| | EW-1 | 4929.05 | 4329.54 | 4016.70 | 3918.65 | 3497.29 | 3373.70 | 3566.17 |
| | EW-2 | 4511.75 | 5032.47 | 4030.27 | 4014.02 | 3435.80 | 4197.80 | 3951.98 |

¹⁾Refer to Table 10

사. 환원당, 총당 및 유리당 함량의 변화

연근의 환원당과 총당 함량의 변화는 Fig. 63 및 64와 같다. 환원당의 초기 함량은 0.32~0.36% 수준이었으며 저장기간이 경과함에 따라 큰 변화없이 초기 수준을 유지하였다. EW-2 처리구의 초기 총당은 15.38% 수준이었으며 저장 30일째 2.69% 감소하여 가장 적은 감소를 보였다. 연근에 함유된 주된 유리당인 sucrose와 fructose의

변화는 Fig. 65와 같다. 초기 sucrose 함량은 1.05~1.20% 수준이었으며 수도수 처리구와 0.6% acetic acid 처리구는 저장기간 동안 감소하여 저장 30일째 0.95% 수준을 보인 반면 전해수 처리구들은 오히려 증가하는 경향을 보였다. Fructose 함량은 저장기간과 처리구에 관계없이 0.45~0.55% 수준을 유지하였다.

아. 지방산 함량의 변화

GC에 의해 시료의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 82와 같다. palmitic acid와 linoleic acid의 비율이 전체 지방산의 70% 정도로 대부분을 차지하였고 그 외에 oleic acid, linolenic acid, stearic acid와 palmitoleic acid 순으로 많았으며 이는 한등의 연구보고와 비슷한 결과를 보였다. 저장기간에 따른 변화를 살펴보면 palmitic acid와 oleic acid는 저장기간 동안 변화가 없었으며 palmitoleic acid, stearic acid와 linolenic acid는 감소경향을 보였으며 그중 stearic acid가 가장 많이 감소하여 30일째 초기의 40~25% 수준이었다. 반면에 linoleic acid는 초기 39.25~43.23%에서 저장 30일째 46.48~50.75% 수준으로 증가하였다.

자. 전분 함량의 변화

전분 함량의 변화는 Fig. 66과 같으며 처리직후 27.58~33.52 % 수준이었다. 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였으며 TW 처리구는 저장 20일째 49.91% 급격하게 증가한 반면에 EW-2 처리구는 초기 33.52% 수준에서 저장 30일째 41.56%로 증가하여 처리구들 중에 증가율이 가장 낮게 나타났다.

차. Vitamin C 함량의 변화

저장에 따른 vitamin C 함량의 변화는 Fig. 67과 같다. 처리직후 33.24~37.65 mg% 수준에서 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 그 중 0.6% AA 처리구가 가장 크게 감소하였으며 10일째 18.42 mg%로 EW-1 처리구의 1/2수준으로 나타났다. 저장 30일째 EW-1 처리구의 Vit C 함량은 26.44 mg% 수준으로 초기에 비해 6.80 mg% 감소하여 처리구 가운데 가장 적은 변화를 보인 반면 0.6% AA 처리구는 26.70 mg% 감소하여 초기의 74% 이상의 감소율을 보였다.

Table 82. Changes in fatty acids of peeled lotus root with various treatments during storage at 5°C

| Storage time (day) | Treatments ¹⁾ | Fatty acid | | | | | |
|--------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Palmitic acid (C _{16:0}) | Palmitoleic acid (C _{16:1}) | Stearic acid (C _{18:0}) | Oleic acid (C _{18:1}) | Linoleic acid (C _{18:2}) | Linolenic acid (C _{18:3}) |
| 0 | TW | 24.64 | 0.69 | 7.55 | 14.59 | 42.72 | 9.80 |
| | 0.6% AA | 29.40 | 0.97 | 7.77 | 13.94 | 39.25 | 8.67 |
| | EW-1 | 26.66 | 0.61 | 7.47 | 13.03 | 43.23 | 9.00 |
| | EW-2 | 25.89 | 0.41 | 7.95 | 13.50 | 43.16 | 9.08 |
| 10 | TW | 24.02 | 0.98 | 4.67 | 14.70 | 46.03 | 9.62 |
| | 0.6% AA | 24.86 | 0.37 | 6.28 | 18.85 | 43.11 | 6.53 |
| | EW-1 | 22.52 | 0.13 | 4.49 | 15.70 | 47.56 | 9.61 |
| | EW-2 | 22.76 | 0.39 | 3.94 | 14.80 | 48.48 | 9.62 |
| 20 | TW | 22.42 | 0.21 | 4.58 | 16.07 | 47.86 | 8.86 |
| | 0.6% AA | 22.25 | 0.25 | 3.66 | 14.88 | 51.05 | 7.90 |
| | EW-1 | 22.28 | 0.87 | 3.79 | 14.71 | 48.69 | 9.67 |
| | EW-2 | 27.76 | 0.91 | 5.67 | 21.40 | 38.01 | 6.24 |
| 30 | TW | 26.93 | 0.08 | 3.06 | 14.70 | 48.92 | 6.31 |
| | 0.6% AA | 32.90 | 0.26 | 3.94 | 10.43 | 46.48 | 6.00 |
| | EW-1 | 25.57 | 0.23 | 2.52 | 14.33 | 50.75 | 6.61 |
| | EW-2 | 25.86 | 0.53 | 2.13 | 13.50 | 50.61 | 7.37 |

¹⁾Refer to Table 10

카. 관능평가

처리수에 따라 침지 보관한 연근의 이취, 외관, 색, 경도 및 전반적인 기호도에 대하여 관능평가를 실시한 결과는 Table 83과 같다. 외관은 저장 15일째까지 TW 처리구가 가장 낮은 평가를 받았으며 20일째 0.6% AA 처리구의 점수가 유의적으로 감소하여 그 이후 가장 낮은 평가를 받았다. 색에 대한 평가도 외관과 비슷하였으며 저장기간 동안 EW-1 처리구가 가장 높은 평가를 받았다. 조직감 평가는 저장 10일째까지 처리구들 간에 큰 차이를 보이지 않았으나 그 이후부터 0.6% AA 처리구가 유의

적으로 낮은 점수를 받아 가장 좋지 않은 평가를 받았다. 전반적인 기호도에서도 EW-1 처리구가 가장 좋은 평가를 받았다.

Table 83. Sensory characteristics of peeled lotus root with various treatments during storage at 5°C

| | Treatments ¹⁾ | Storage time(day) | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Off-flavor | TW | 3.0 ^{A3)} | ^{b2)} 3.2 | 3.7 ^A | 3.2 ^A | 3.3 ^A | ^b 2.0 ^C | 3.0 ^A |
| | 0.6% AA | 3.5 ^{BC} | ^a 6.5 | 5.3 ^{AB} | 2.6 ^{BC} | 2.2 ^C | ^{ab} 3.2 ^{BC} | 2.5 ^C |
| | EW-1 | 3.0 ^{BC} | ^{ab} 4.5 | 5.5 ^{AB} | 3.2 ^{BC} | 3.2 ^A | ^a 5.7 ^A | 2.5 ^C |
| | EW-2 | 4.0 ^A | ^{ab} 3.8 | 3.8 ^A | 4.0 ^A | 4.0 ^A | ^{ab} 4.2 ^A | 3.7 ^A |
| Appearance | TW | 5.3 ^B | ^{ab} 5.7 ^A | ^b 4.0 ^B | ^b 4.0 ^B | ^b 4.0 ^{AB} | ^{ab} 4.0 ^B | ^{ab} 4.5 ^{AB} |
| | 0.6% AA | 6.7 ^A | ^{ab} 4.7 ^{BC} | ^{ab} 5.0 ^{AB} | ^a 5.0 ^{BC} | ^b 3.3 ^C | ^{ab} 4.0 ^{BC} | ^{bc} 3.0 ^{BC} |
| | EW-1 | 6.8 ^A | ^a 7.2 ^A | ^{ab} 5.5 ^{AB} | ^a 6.1 ^{AB} | ^a 5.8 ^A | ^a 5.8 ^{AB} | ^a 6.5 ^{AB} |
| | EW-2 | 6.8 ^A | ^b 4.5 ^{ABC} | ^a 6.0 ^{AB} | ^{ab} 4.1 ^{BCD} | ^b 2.5 ^D | ^b 3.7 ^{CD} | ^c 3.2 ^{CD} |
| Color | TW | 4.8 ^{AB} | 6.3 ^A | 4.0 ^B | ^b 3.0 ^B | ^{ab} 3.8 ^B | ^b 3.7 ^B | ^b 4.5 ^B |
| | 0.6% AA | 6.7 ^A | 4.7 ^{BC} | 5.0 ^{AB} | ^{ab} 5.0 ^{AB} | ^{ab} 3.0 ^C | ^b 3.3 ^{BC} | ^c 3.0 ^C |
| | EW-1 | 6.0 ^{AB} | 7.2 ^A | 5.5 ^{AB} | ^a 4.7 ^{AB} | ^a 4.7 ^B | ^a 5.5 ^{AB} | ^a 6.7 ^{AB} |
| | EW-2 | 6.7 ^A | 4.8 ^{AB} | 5.3 ^{AB} | ^{ab} 4.2 ^{BCD} | ^c 2.3 ^D | ^b 3.0 ^{CD} | ^{bc} 3.8 ^{BCD} |
| Hardness | TW | 6.3 ^A | ^{ab} 6.8 ^A | 5.8 ^A | 5.0 ^{AB} | 3.5 ^B | ^a 5.7 ^A | ^a 5.2 ^{AB} |
| | 0.6% AA | 6.8 ^A | ^b 5.3 ^{AB} | 5.3 ^{AB} | 3.0 ^C | 3.8 ^{BC} | ^b 3.3 ^A | ^b 2.8 ^C |
| | EW-1 | 6.5 ^{AB} | ^a 7.8 ^{AB} | 6.2 ^{AB} | 5.5 ^B | 5.5 ^B | ^{ab} 4.7 ^B | ^a 5.7 ^B |
| | EW-2 | 6.0 ^A | ^{ab} 6.0 ^{AB} | 6.0 ^A | 5.8 ^A | 5.8 ^A | ^{ab} 5.5 ^A | ^a 5.2 ^A |
| Overall acceptance | TW | ^b 4.8 ^{AB} | 5.7 ^A | 4.2 ^{ABC} | ^b 2.5 ^C | 3.3 ^{BC} | 4.7 ^{AB} | ^{ab} 4.7 ^{AB} |
| | 0.6% AA | ^a 7.0 ^A | 5.3 ^B | 4.2 ^{BCD} | ^{ab} 3.0 ^{BC} | 3.0 ^{DE} | 3.2 ^{CDE} | ^c 2.7 ^E |
| | EW-1 | ^{ab} 6.3 ^A | 5.7 ^A | 5.5 ^A | ^a 4.5 ^A | 4.5 ^A | 4.7 ^A | ^a 5.7 ^A |
| | EW-2 | ^{ab} 6.2 ^A | 5.0 ^{AB} | 4.7 ^{ABC} | ^{ab} 3.0 ^{BC} | 3.0 ^A | 3.9 ^{BC} | ^b 3.8 ^{BC} |

¹⁾Refer to Table 10

²⁾Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test

³⁾Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test

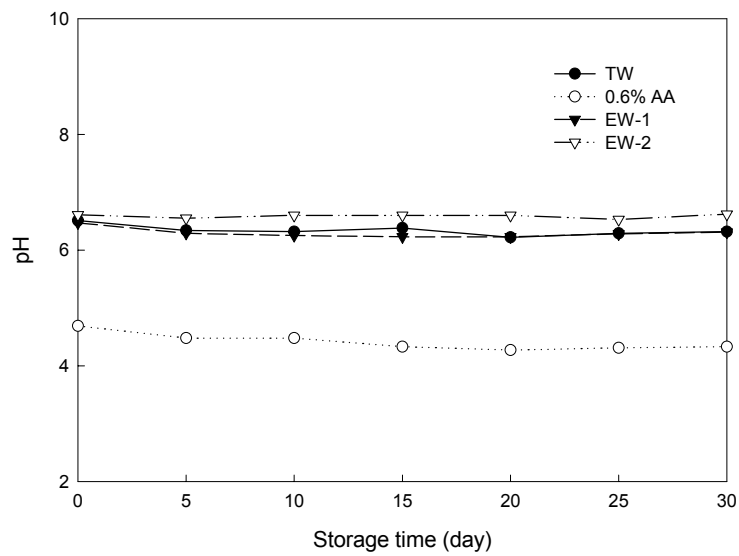
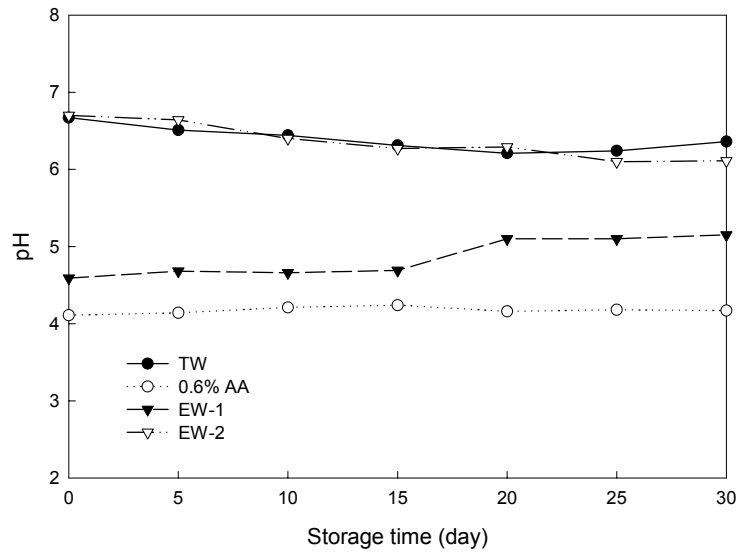


Fig. 61. Changes in pH of immersion liquids(upper) and peeled lotus root(below) during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

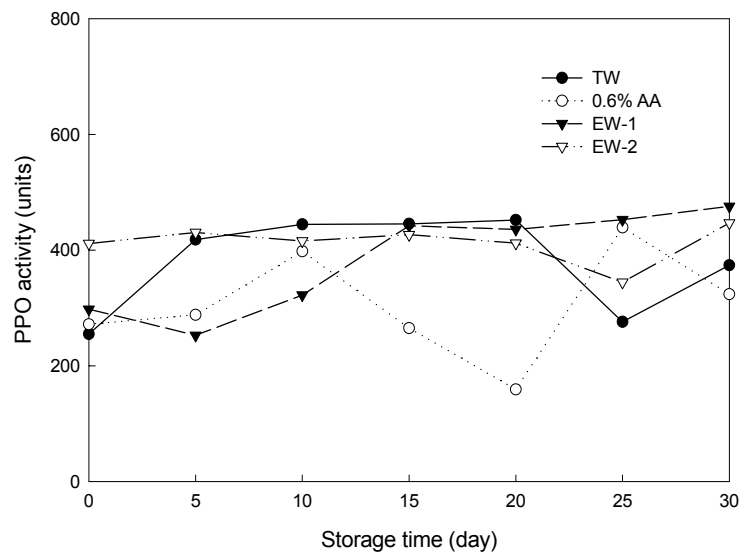
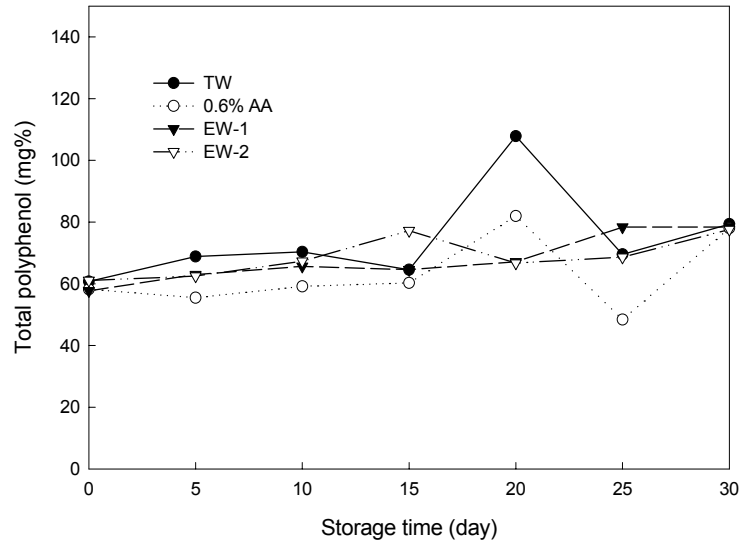


Fig. 62. Changes in total phenolic compounds and PPO activity of peeled lotus root during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

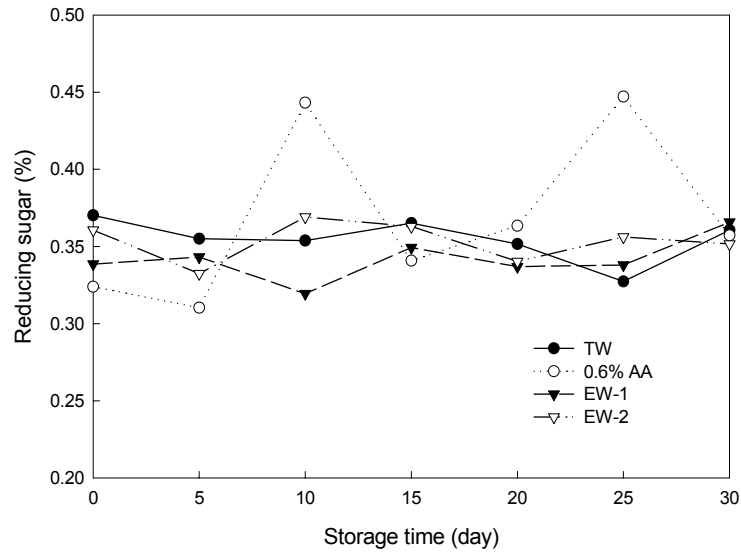


Fig. 63. Changes in reducing sugar contents of peeled lotus root during storage at 5°C.

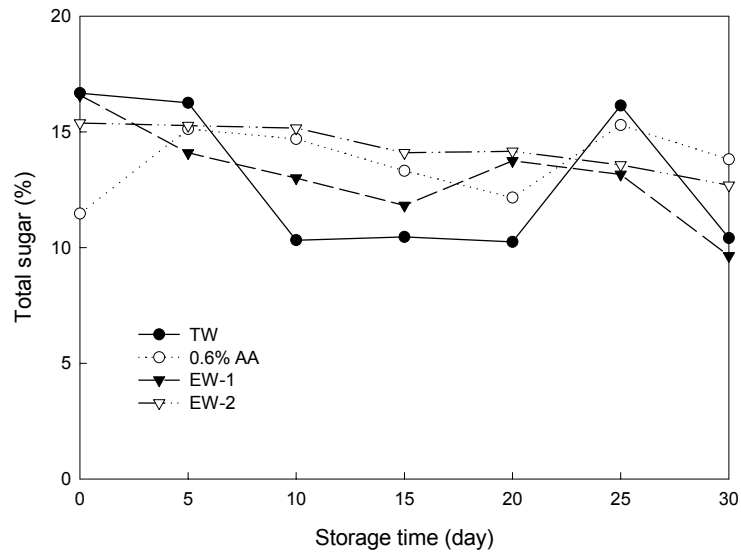


Fig. 64. Changes in total sugar contents of peeled lotus root during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

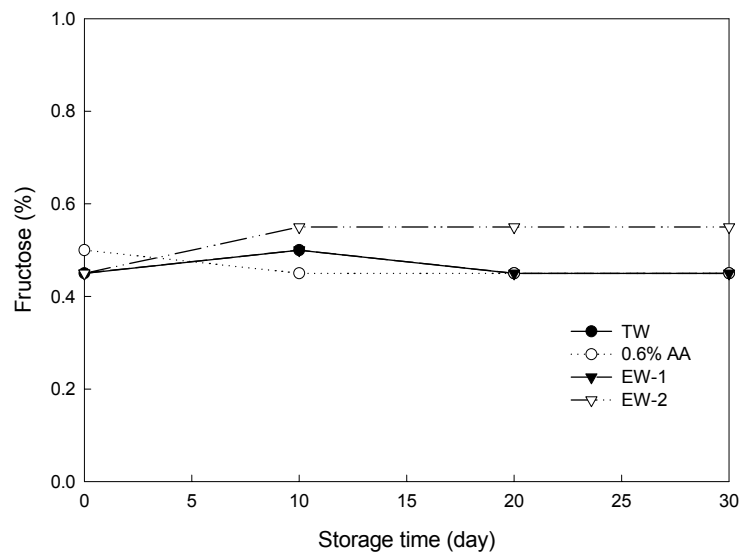
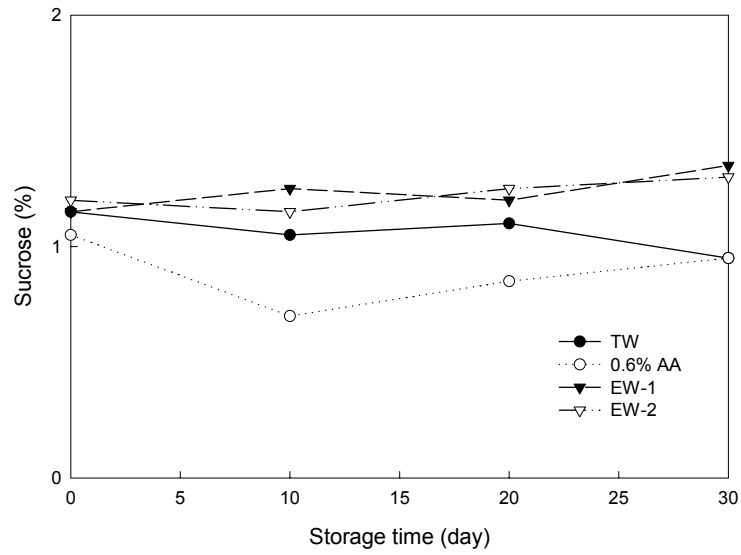


Fig. 65. Changes in free sugar contents of peeled lotus root during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

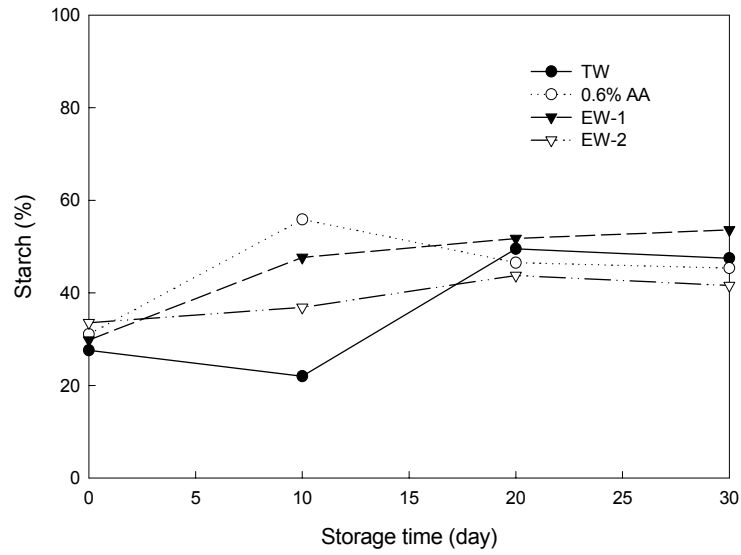


Fig. 66. Changes in starch contents of peeled lotus root during storage.

* Legends as in Table 10

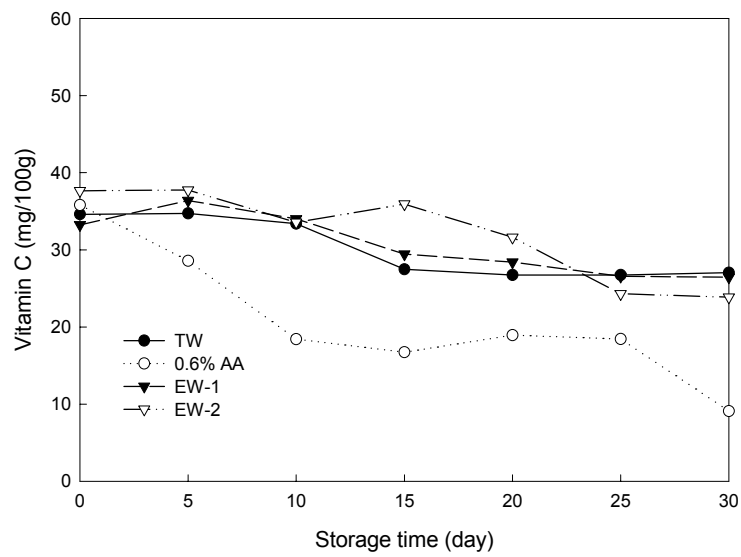


Fig. 67. Changes in vitamin C contents of peeled lotus root during storage.

* Legends as in Table 10

7. 포장조건에 따른 박피 연근의 저장중 품질변화 비교

연근(Nelumbo nucifera G.)은 다년생의 수생식물로 연못이나 늪에서 주로 자라며 비대경(연뿌리)을 식용으로 많이 이용한다. 연근은 주로 정과, 찜, 전, 죽 등의 요리에 주로 쓰이고 생식도 가능하며 혈압강하, 지혈효과, 치매예방, 심장병 예방 등에 효과가 있는 것으로 보고 되고 있다. 최근 편의식 형태의 최소 가공형태로의 수요가 증가하고 있으며 연근도 전처리가 완료된 상태로 많이 유통되고 있지만 갈변과 미생물 증식과 같은 문제가 유통 저장에 장애요인으로 남아있다.

최근에 갈변저해제와 관련해서 연근의 저장성을 높이기 위한 연구가 진행되고 있으며, 이에 본 실험에서도 포장방법 및 전처리에 따른 연근의 품질 개선을 위해 전해수 등 침지액에 시료를 침지 후 wrap 포장 및 진공 포장 후 저온저장하여 미생물 생육 억제 효과, 갈변의 주원인인 PPO 활성의 억제 정도와 환원당, 총당, 유리당, Vit C, 지방산 등의 이화화학적 성분변화를 비교 검토하였다.

가. 미생물 평가

포장조건에 따른 박피 연근의 살균효과 결과는 Table 84와 같다. 총균수 결과 처리직후 수도수는 10^2 CFU/g로 다른 처리구에 비해 1 log scale 높게 나타났다. wrap 포장의 경우 저장 10일째 TW 처리구의 총균수가 10^6 CFU/g 수준이었으며 다른 처리구들은 저장 20일째 이 수준에 도달하였다. 진공포장에서는 EW-1 처리구가 저장 14일째 6.00×10^1 CFU/g 수준으로 살균효과가 가장 뛰어났으며 저장 21일째에 10^2 CFU/g 으로 TW 처리구의 초기균수와 같은 수준을 보였다. 효모 및 곰팡이는 wrap 포장에서 모든 처리구에서 저장 5일과 10일 사이에 급증하는 경향을 보였으며 EW-1 처리구의 경우 저장 5일째 3.75×10^1 CFU/g 수준을 보였고 저장기간동안 TW 처리구보다 $10^1 \sim 10^2$ CFU/g 감균 효과를 보였다. 진공포장에서 EW-2 처리구는 저장 14일까지 10^1 CFU/g 수준으로 초기와 큰 차이를 보이지 않았다. 대장균수의 살균효과는 wrap 포장의 경우 저장 초기에, 진공포장에서는 저장 14일째까지 검출되지 않았다. 진공 포장의 0.5% SMS 처리구가 저장 28일째까지 10^1 CFU/g 수준을 보여 포장조건에 관계없이 감균효과가 가장 높았으며 저장 30일째 wrap 포장의 대장균수는 $10^5 \sim 10^7$

CFU/g수준을 보인 반면 진공포장에서 42일째 TW 처리구를 제외한 모든 처리구에서 $10^2 \sim 10^4$ CFU/g 수준으로 큰 차이를 보였다.

Table 84. Change in microorganism number of peeled lotus with various treatments during storage at 5°C

(Unit : CFU/g)

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------------|----------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Wrap packing | TW | Total cell | 3.60×10^2 | 8.20×10^3 | 3.09×10^6 | 5.55×10^6 | 6.45×10^6 | 9.70×10^6 | 4.55×10^7 |
| | | Coliform | N.D. ²⁾ | 1.30×10^2 | 1.08×10^5 | 6.25×10^5 | 1.65×10^6 | 9.30×10^6 | 3.90×10^7 |
| | | Yeast & mold | 1.80×10^2 | 3.45×10^3 | 8.95×10^5 | 6.85×10^6 | 2.40×10^6 | 1.16×10^7 | 5.65×10^7 |
| | 0.5% SMS | Total cell | 1.50×10^1 | 2.80×10^2 | 6.85×10^4 | 2.15×10^5 | 2.29×10^6 | 5.18×10^6 | 2.95×10^6 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | 2.10×10^2 | 3.33×10^3 | 3.20×10^4 | 4.55×10^5 | 8.35×10^5 |
| | | Yeast & mold | 1.70×10^1 | 2.10×10^2 | 4.55×10^4 | 3.35×10^5 | 2.75×10^6 | 2.76×10^5 | 1.14×10^6 |
| | EW-1 | Total cell | 1.15×10^1 | 5.20×10^2 | 1.54×10^4 | 1.19×10^5 | 1.31×10^6 | 3.05×10^6 | 7.55×10^6 |
| | | Coliform | N.D. | 4.40×10^2 | 1.07×10^3 | 2.70×10^5 | 4.15×10^5 | 1.12×10^6 | 2.04×10^6 |
| | | Yeast & mold | 1.05×10^1 | 1.30×10^3 | 1.61×10^4 | 1.15×10^5 | 1.75×10^6 | 4.60×10^6 | 3.55×10^6 |
| | EW-2 | Total cell | 3.25×10^1 | 6.50×10^1 | 1.25×10^4 | 4.75×10^6 | 2.30×10^6 | 4.35×10^6 | 8.05×10^6 |
| | | Coliform | N.D. | 3.00×10^1 | 1.00×10^3 | 1.90×10^5 | 2.35×10^5 | 1.70×10^6 | 3.10×10^6 |
| | | Yeast & mold | 2.30×10^1 | 3.75×10^1 | 1.14×10^4 | 5.40×10^6 | 6.85×10^6 | 6.00×10^6 | 7.30×10^6 |
| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | | | | | |
| | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | |
| Vacuum packing | TW | Total cell | 3.60×10^2 | 1.30×10^2 | 5.65×10^4 | 2.10×10^5 | 3.45×10^4 | 1.00×10^5 | 9.65×10^6 |
| | | Coliform | N.D. ²⁾ | N.D. | 1.13×10^4 | 2.00×10^5 | 4.65×10^4 | 8.85×10^4 | 4.24×10^6 |
| | | Yeast & mold | 1.80×10^2 | 2.50×10^2 | 4.00×10^4 | 1.57×10^5 | 3.10×10^4 | 7.70×10^4 | 3.10×10^7 |
| | 0.5% SMS | Total cell | 1.70×10^1 | 3.00×10^2 | 9.50×10^1 | 4.00×10^2 | 9.00×10^2 | 1.03×10^3 | 9.95×10^5 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | N.D. | 3.50×10^1 | 5.00×10^1 | 4.50×10^2 | 1.50×10^2 |
| | | Yeast & mold | 1.30×10^1 | 2.00×10^2 | 1.00×10^2 | 4.00×10^2 | 5.70×10^2 | 7.00×10^3 | 9.10×10^5 |
| | EW-1 | Total cell | 4.95×10^1 | 5.55×10^1 | 6.00×10^1 | 2.25×10^2 | 4.50×10^2 | 3.30×10^4 | 2.86×10^6 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | 5.50×10^1 | 3.85×10^1 | 1.00×10^2 | 6.20×10^3 | 4.00×10^4 |
| | | Yeast & mold | 4.45×10^1 | 4.50×10^1 | 7.00×10^1 | 1.35×10^2 | 3.95×10^6 | 3.70×10^3 | 7.00×10^6 |
| | EW-2 | Total cell | 3.25×10^1 | 2.40×10^1 | 4.50×10^2 | 3.75×10^2 | 1.21×10^3 | 1.09×10^5 | 2.89×10^6 |
| | | Coliform | N.D. | N.D. | 1.66×10^2 | 1.85×10^2 | 6.10×10^2 | 2.20×10^3 | 1.07×10^4 |
| | | Yeast & mold | 2.30×10^1 | 3.00×10^1 | 7.90×10^2 | 2.75×10^3 | 4.75×10^3 | 1.55×10^4 | 1.41×10^6 |

¹⁾Refer to Table 10, ²⁾ $<10^1$ CFU/g

나. 일반성분 및 pH 변화

연근의 저장기간에 따른 일반성분의 변화는 Table 85와 같다. 초기 수분함량은 73.05~81.48% 로 생연근 수분함량인 80.20%와 비슷한 수준을 보였다. 포장조건에 관계없이 저장기간 동안 초기수분 함량과 비슷한 수준을 유지하였다. 조단백의 초기함량은 2.14~3.03 %였으며 저장기간 동안 감소하는 경향을 보였다. EW-2 처리구는 wrap 포장 30일째 2.36 %, 진공포장 42일째 2.22 %로 처리구들 중 가장 적은 감소를 보였다. 조섬유는 1.00% 미만 수준을 보였으며 조지방과 조섬유는 각각 0.04~0.12, 0.57~1.03 % 로 저장기간과 포장에 관계없이 큰 변화를 보이지 않았다.

그리고 연근의 저장 중 pH 변화는 Fig. 68과 같다. 처리직후 pH는 6.45~6.61 수준이었으며 저장기간 동안 거의 변화를 보이지 않았다.

다. 표면색도

처리수에 따른 박피 연근의 색도 변화는 Table 86과 같다. 저장기간에 따라 모든 처리구에서 a(redness), b(yellowness) 값이 증가하였으며 증가 경향은 진공포장보다 wrap 포장이 다소 크게 나타났다. 색차(ΔE) 값의 결과 wrap 포장에서는 EW-1 처리구가 저장 20일까지 2~3 수준을 보여 처리구들 중 가장 변화가 적었으며 진공포장의 경우에는 모든 처리구에서 저장기간 동안 1~3 수준으로 wrap 포장에 비해 거의 변화가 없음을 볼 수 있었다.

라. 총 페놀성화합물 함량 및 Polyphenol oxidase 활성

저장기간에 따른 박피 연근의 총페놀 화합물의 함량 변화는 Fig. 69와 같다. 초기 총페놀 화합물의 함량은 57.71~71.23 mg% 수준이었으며 저장기간 동안 서서히 증가하였다. Wrap 포장의 경우 저장 30일째 0.5% SMS 처리구의 총페놀 함량은 77.33 mg%로 초기에 비해 6.10 mg% 증가하여 처리구들 중 가장 낮은 증가율을 보였다. 진공포장의 경우 저장 21일째 모든 처리구에서 최고 함량을 보였으며 그 이후에는 67.53~75.64 mg% 수준을 보였으며 저장 42일째까지 비슷한 수준을 보이거나 다소 증가하는 경향을 보여 주었다. 저장기간에 따른 wrap 과 진공포장 간에 큰 차이를 보이지 않았다. PPO 활성은 Fig. 70과 같으며 처리직후 254.90~411.30 units 수준이었

Table 85. Change in the proximate composition of peeled lotus with various treatments during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 10 | 20 | 30 | |
| Wrap packing | Moisture (%) | TW | 81.48 | 84.25 | 79.21 | 76.56 |
| | | 0.5% SMS | 73.05 | 79.92 | 78.21 | 79.48 |
| | | EW-1 | 80.89 | 86.78 | 85.49 | 82.38 |
| | | EW-2 | 78.74 | 80.36 | 81.98 | 78.58 |
| | Crude protein (%) | TW | 3.03 | 2.45 | 2.11 | 2.13 |
| | | 0.5% SMS | 2.15 | 2.02 | 1.92 | 1.96 |
| | | EW-1 | 2.46 | 2.43 | 1.88 | 1.84 |
| | | EW-2 | 2.47 | 2.64 | 2.42 | 2.36 |
| | Crude fat (%) | TW | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.05 |
| | | 0.5% SMS | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| | | EW-1 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.06 |
| | | EW-2 | 0.09 | 0.05 | 0.06 | 0.08 |
| | Crude ash (%) | TW | 1.08 | 1.08 | 1.10 | 1.10 |
| | | 0.5% SMS | 1.13 | 1.12 | 1.1 | 1.23 |
| | | EW-1 | 1.05 | 1.03 | 1.08 | 1.13 |
| | | EW-2 | 1.00 | 0.98 | 0.99 | 1.21 |
| | Crude fiber (%) | TW | 0.75 | 0.63 | 0.66 | 0.58 |
| | | 0.5% SMS | 0.65 | 0.66 | 0.79 | 0.65 |
| | | EW-1 | 0.67 | 0.66 | 0.63 | 0.60 |
| | | EW-2 | 0.84 | 0.78 | 0.75 | 0.67 |
| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | | |
| | | 0 | 14 | 28 | 42 | |
| Vacuum packing | Moisture (%) | TW | 81.48 | 76.56 | 75.86 | 78.78 |
| | | 0.5% SMS | 73.05 | 79.91 | 77.49 | 79.86 |
| | | EW-1 | 80.89 | 82.37 | 83.85 | 84.24 |
| | | EW-2 | 78.74 | 77.50 | 77.83 | 78.60 |
| | Crude protein (%) | TW | 3.03 | 2.34 | 2.32 | 2.30 |
| | | 0.5% SMS | 2.14 | 2.03 | 1.96 | 2.01 |
| | | EW-1 | 2.46 | 1.86 | 1.81 | 1.46 |
| | | EW-2 | 2.47 | 2.36 | 2.29 | 2.22 |
| | Crude fat (%) | TW | 0.09 | 0.08 | 0.06 | 0.07 |
| | | 0.5% SMS | 0.12 | 0.08 | 0.07 | 0.05 |
| | | EW-1 | 0.08 | 0.07 | 0.04 | 0.05 |
| | | EW-2 | 0.09 | 0.09 | 0.06 | 0.07 |
| | Crude ash (%) | TW | 1.08 | 1.13 | 1.12 | 1.03 |
| | | 0.5% SMS | 1.13 | 1.06 | 1.08 | 1.08 |
| | | EW-1 | 1.05 | 0.98 | 1.00 | 0.95 |
| | | EW-2 | 1.03 | 1.06 | 0.98 | 1.08 |
| | Crude fiber (%) | TW | 0.75 | 0.80 | 0.63 | 0.63 |
| | | 0.5% SMS | 1.03 | 0.81 | 0.61 | 0.59 |
| | | EW-1 | 0.67 | 0.64 | 0.57 | 0.59 |
| | | EW-2 | 0.83 | 0.90 | 0.83 | 0.66 |

¹⁾Refer to Table 10

Table 86. Changes in color of peeled lotus root during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | value | Storage time (day) | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Wrap packing | TW | L | 74.40 | 71.91 | 75.71 | 73.56 | 69.55 | 67.64 | 73.46 |
| | | a | -0.83 | -0.66 | -0.58 | -0.16 | 0.49 | 1.92 | 0.77 |
| | | b | 11.97 | 12.11 | 12.56 | 13.24 | 13.99 | 15.33 | 14.62 |
| | | ΔE | - | 2.50 | 1.46 | 1.66 | 5.42 | 8.03 | 3.24 |
| | 0.6% AA | L | 72.67 | 73.88 | 76.07 | 73.64 | 69.85 | 65.91 | 68.9 |
| | | a | -0.22 | -0.51 | -0.88 | 0.55 | 0.79 | 2.70 | 2.04 |
| | | b | 12.01 | 13.51 | 13.28 | 14.67 | 14.09 | 18.58 | 17.72 |
| | | ΔE | 1.83 | 1.66 | 2.12 | 3.13 | 5.27 | 11.32 | 8.46 |
| | EW-1 | L | 69.85 | 73.20 | 74.34 | 74.55 | 74.72 | 73.69 | 68.75 |
| | | a | -0.01 | 0.23 | 0.05 | 0.09 | -0.01 | 0.21 | -0.29 |
| | | b | 11.89 | 12.70 | 12.95 | 11.48 | 12.50 | 12.20 | 11.48 |
| | | ΔE | 4.62 | 1.76 | 1.32 | 1.05 | 1.03 | 1.28 | 5.70 |
| EW-2 | L | 69.36 | 69.36 | 71.61 | 75.89 | 72.88 | 73.93 | 71.86 | |
| | a | -0.42 | -0.06 | -0.28 | -0.21 | 0.71 | -0.18 | 0.11 | |
| | b | 9.06 | 8.69 | 10.03 | 11.41 | 9.56 | 9.06 | 8.92 | |
| | ΔE | 5.83 | 6.06 | 3.44 | 1.71 | 3.24 | 3.02 | 4.08 | |
| Vacuum packing | Treatments ¹⁾ | value | Storage time (day) | | | | | | |
| | | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
| | TW | L | 74.39 | 72.49 | 72.73 | 74.94 | 73.89 | 74.84 | 72.6 |
| | | a | -0.83 | -0.45 | -0.56 | -0.12 | -0.02 | -0.04 | -0.09 |
| | | b | 11.97 | 11.43 | 11.05 | 10.37 | 10.81 | 12.95 | 11.8 |
| | | ΔE | - | 2.01 | 1.92 | 1.83 | 1.50 | 1.34 | 1.94 |
| | 0.6% AA | L | 72.68 | 74.2 | 72.61 | 69.07 | 70.75 | 71.91 | 72.13 |
| | | a | -0.22 | -0.35 | -0.04 | 0.23 | 0.13 | 0.02 | 0.03 |
| | | b | 12.01 | 12.57 | 12.96 | 12.23 | 12.65 | 11.37 | 12.13 |
| | | ΔE | 1.82 | 0.79 | 2.18 | 5.43 | 3.83 | 2.69 | 2.42 |
| | EW-1 | L | 74.39 | 72.49 | 72.73 | 74.94 | 73.89 | 74.84 | 72.6 |
| | | a | -0.83 | -0.45 | -0.56 | -0.12 | -0.02 | -0.04 | -0.09 |
| | | b | 11.97 | 11.43 | 11.05 | 10.37 | 10.81 | 12.95 | 11.8 |
| | | ΔE | 0.00 | 2.01 | 1.92 | 1.83 | 1.50 | 1.34 | 1.94 |
| | EW-2 | L | 72.68 | 74.2 | 72.61 | 69.07 | 70.75 | 71.91 | 72.13 |
| | | a | -0.22 | -0.35 | -0.04 | 0.23 | 0.13 | 0.02 | 0.03 |
| | | b | 12.01 | 12.57 | 12.96 | 12.23 | 12.65 | 11.37 | 12.13 |
| | | ΔE | 1.82 | 0.79 | 2.18 | 5.43 | 3.83 | 2.69 | 2.42 |

¹⁾Refer to Table 10

으며 EW-2 처리구는 wrap 포장과 진공포장에서 각각 24.09, 35.90 units 증가하여 가장 적은 변화를 보였다. 포장에 따른 변화는 wrap 포장은 저장 30일째 435.35~485.65 units 인데 반해 진공포장의 경우 비슷한 시기인 28일째 292.15~350.60 unit 수준을 보였다.

마. 경도변화

포장에 따른 박피 연근의 내·외부 조직의 변화는 Table 87과 같다. 처리직후 내부와 외부의 경도는 각각 3,391.79~3,978.97, 4,511.75~5,699.41 g/cm² 수준이었으며 저장기간 동안 점차 감소하였으며 외부 변화는 포장조건에 관계없이 EW-2 처리구가 가장 적은 변화를 보였다. 포장에 따른 내부 감소 변화는 wrap 포장 30일째 3,186.15~3,453.76 g/cm² 인데 비해 진공포장은 28일째 3,469.39~3,777.39 g/cm² 수준으로 조직의 변화가 다소 지연됨을 알 수 있었다.

바. 환원당, 총당과 유리당의 함량 변화

연근의 환원당과 총당의 함량의 변화는 Fig. 71 및 72와 같다. 환원당의 초기 함량은 0.32~0.38 % 수준이었으며 저장기간이 경과함에 따라 포장조건에 관계없이 초기 수준을 거의 유지하는 수준을 보였다. 총당의 초기 함량은 9.69~16.67 % 수준이었으며 저장기간 동안 0.5% SMS 처리구는 눈에 띄게 증가하는 경향을 보였으며 이는 초기 함량이 낮게 측정되었기 때문으로 사료된다. 다른 처리구는 증가기간동안 약간 감소하였거나 큰 변화 없이 초기 수준을 유지하였다. 연근에 함유된 sucrose와 fructose의 변화는 Fig. 73과 같다. 초기 sucrose와 fructose 함량은 각각 1.05~1.20, 0.45~0.5 % 수준으로 저장기간에 따른 변화는 거의 없는 것으로 나타났다.

사. 지방산의 변화

시료의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 88과 같다. Oleic acid, linoleic acid와 linolenic acid 같은 불포화지방산이 포화지방산에 비해 높은 비율을 보였다. stearic acid와 linolenic acid는 포장조건에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 감소하였으며 wrap 포장이 진공포장보다 감소폭이 더 크게 나타났다. Palmitic acid와 oleic acid는

큰 변화가 없었으며 palmitoleic acid는 진공포장에서는 저장기간 동안 큰 변화가 없었으나 wrap 포장은 증가하는 경향을 보여 주었다. Linoleic acid는 저장기간에 따라 증가하는 경향을 보였으며 포장조건에 따른 변화는 거의 보이지 않았다.

Table 87. Changes in hardness of peeled lotus with various treatments during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | Storage time(day) | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | |
| Wrap packing | TW | 3978.97 | 2938.52 | 2751.97 | 3242.77 | 3617.62 | 3617.62 | 3200.36 | |
| | Inside | 0.5% SMS | 3363.47 | 3399.64 | 3716.04 | 3933.09 | 3046.36 | 3046.36 | 3186.15 |
| | | EW-1 | 3392.79 | 3434.25 | 3847.50 | 4101.67 | 3516.49 | 3516.49 | 3453.11 |
| | | EW-2 | 3710.32 | 3277.83 | 3345.38 | 3954.59 | 3491.07 | 3271.61 | 3391.76 |
| | Outside | TW | 5699.40 | 4593.13 | 4348.12 | 4365.12 | 4448.46 | 3531.99 | 3755.91 |
| | | 0.5% SMS | 5043.15 | 4882.46 | 4143.80 | 3933.09 | 3514.46 | 3412.84 | 3593.70 |
| EW-1 | | 4929.05 | 4389.23 | 5198.92 | 4143.80 | 4176.57 | 4156.82 | 3751.09 | |
| EW-2 | | 4511.75 | 4454.37 | 4532.98 | 4385.18 | 4188.31 | 3777.67 | 3923.08 | |

| Treatments ¹⁾ | Storage time(day) | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | | |
| Vacuum packing | TW | 3978.97 | 3356.71 | 3935.89 | 3356.81 | 3469.39 | 3374.14 | 3356.71 | |
| | Inside | 0.5% SMS | 3363.47 | 3742.33 | 3781.51 | 3534.58 | 3496.93 | 3336.35 | 3471.97 |
| | | EW-1 | 3392.79 | 3137.43 | 3137.60 | 3663.45 | 3777.39 | 3435.58 | 2929.48 |
| | | EW-2 | 3710.32 | 3661.84 | 3751.10 | 3500.47 | 3668.43 | 3444.85 | 3037.98 |
| | Outside | TW | 5966.41 | 5153.71 | 4845.94 | 4913.74 | 4091.84 | 3115.10 | 3155.13 |
| | | 0.5% SMS | 5043.15 | 4382.86 | 4233.13 | 4574.94 | 4065.93 | 3735.79 | 3312.89 |
| EW-1 | | 4929.05 | 4349.01 | 4364.46 | 4366.28 | 3893.80 | 3335.47 | 3589.51 | |
| EW-2 | | 4511.75 | 5170.90 | 4212.46 | 4427.63 | 4051.02 | 3510.24 | 3943.91 | |

¹⁾Refer to Table 10

Table 88. Change in fatty acids of peeled lotus with various treatments during storage at 5°C (Wrap packing)

| Storage day | Treatments ¹⁾ | Fatty acid | | | | | |
|-------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Palmitic acid (C _{16:0}) | Palmitoleic acid (C _{16:1}) | Stearic acid (C _{18:0}) | Oleic acid (C _{18:1}) | Linoleic acid (C _{18:2}) | Linolenic acid (C _{18:3}) |
| 0 | TW ¹⁾ | 24.64 | 0.69 | 7.55 | 14.59 | 42.72 | 9.80 |
| | 0.5% SMS ²⁾ | 26.65 | 0.67 | 7.69 | 13.77 | 42.09 | 9.14 |
| | EW-1 ³⁾ | 26.66 | 0.61 | 7.47 | 13.03 | 43.23 | 9.00 |
| | EW-2 ⁴⁾ | 25.89 | 0.41 | 7.95 | 13.50 | 43.16 | 9.08 |
| 10 | TW | 26.29 | 0.99 | 4.09 | 15.27 | 45.34 | 8.02 |
| | 0.5% SMS | 26.71 | 1.04 | 4.88 | 15.24 | 44.08 | 8.05 |
| | EW-1 | 28.21 | 1.20 | 4.46 | 16.65 | 40.91 | 8.56 |
| | EW-2 | 23.37 | 0.46 | 3.88 | 16.87 | 45.89 | 9.53 |
| 20 | TW | 20.85 | 0.79 | 4.51 | 18.14 | 47.04 | 8.67 |
| | 0.5% SMS | 23.38 | 0.98 | 5.47 | 17.27 | 42.00 | 10.90 |
| | EW-1 | 28.22 | 2.06 | 1.63 | 13.83 | 46.95 | 7.31 |
| | EW-2 | 25.69 | 1.01 | 3.21 | 12.88 | 49.27 | 7.94 |
| 30 | TW | 24.16 | 0.57 | 1.61 | 12.93 | 53.55 | 7.18 |
| | 0.5% SMS | 25.77 | 0.82 | 3.61 | 16.51 | 44.72 | 8.57 |
| | EW-1 | 27.52 | 1.85 | 2.07 | 13.44 | 47.92 | 7.20 |
| | EW-2 | 25.93 | 1.58 | 1.85 | 12.77 | 51.24 | 6.63 |

(Vaccum packing)

| Storage day | Treatments ¹⁾ | Fatty acid | | | | | |
|-------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Palmitic acid (C _{16:0}) | Palmitoleic acid (C _{16:1}) | Stearic acid (C _{18:0}) | Oleic acid (C _{18:1}) | Linoleic acid (C _{18:2}) | Linolenic acid (C _{18:3}) |
| 0 | TW | 24.64 | 0.69 | 7.55 | 14.59 | 42.72 | 9.80 |
| | 0.5% SMS | 26.65 | 0.67 | 7.69 | 13.77 | 42.09 | 9.14 |
| | EW-1 | 26.66 | 0.61 | 7.47 | 13.03 | 43.23 | 9.00 |
| | EW-2 | 25.89 | 0.41 | 7.95 | 13.50 | 43.16 | 9.08 |
| 14 | TW | 27.01 | 0.83 | 3.64 | 14.59 | 44.89 | 9.04 |
| | 0.5% SMS | 22.27 | 0.43 | 3.13 | 14.90 | 49.22 | 10.05 |
| | EW-1 | 22.60 | 0.66 | 5.31 | 15.83 | 46.17 | 9.44 |
| | EW-2 | 24.75 | 0.37 | 3.23 | 14.68 | 47.78 | 9.19 |
| 28 | TW | 26.42 | 0.70 | 3.38 | 17.20 | 44.88 | 7.41 |
| | 0.5% SMS | 25.71 | 0.33 | 2.33 | 14.90 | 49.41 | 7.32 |
| | EW-1 | 26.13 | 0.42 | 2.77 | 15.34 | 48.24 | 7.74 |
| | EW-2 | 26.54 | 0.26 | 1.99 | 13.29 | 49.62 | 8.30 |
| 42 | TW | 31.74 | 0.98 | 1.81 | 14.52 | 44.31 | 6.64 |
| | 0.5% SMS | 26.33 | 0.21 | 1.89 | 14.50 | 49.10 | 7.97 |
| | EW-1 | 27.93 | 0.55 | 2.93 | 12.53 | 45.20 | 10.86 |
| | EW-2 | 25.47 | 0.32 | 1.74 | 13.69 | 50.79 | 7.98 |

¹⁾Refer to Table 10

아. 전분 함량의 변화

전분 함량은 Fig. 74와 같으며 처리직후 20.58~33.52% 수준이었으나 wrap 포장의 경우 저장 10일째, 진공포장은 저장 14일째 급격하게 증가하였으며 그 이후에는 비슷하게 유지되거나 약간 증가하는 경향을 보여 주었다. 포장조건에 관계없이 TW 처리구가 가장 많이 증가한 반면 진공포장에 있어 전해수 처리구의 경우 저장 42일째 1.33~1.78% 정도 증가하여 거의 초기치와 유사한 수준을 보여 주었다.

자. Vitamin C 함량변화

포장 방법에 따른 vitamin C의 함량 변화는 Fig. 75와 같다. 처리직후 26.94~37.65 mg% 수준으로 0.5% SMS 처리구의 함량이 가장 적었으며 wrap 포장의 0.5% SMS 처리구가 저장 30일째 7.88 mg% 감소하여 가장 큰 감소를 보였다. 저장기간 동안의 변화를 살펴보면 0.5% SMS 처리구를 제외하고 wrap 포장보다 진공포장에서 오히려 더 많이 감소하였으며 저장 42일째 감소율이 3.18~7.12 mg%에 달하였다.

차. 관능 평가

침지 처리별 포장조건에 따라 보관한 박피 연근의 이취, 외관, 색, 경도 및 전반적인 기호도에 대하여 관능평가를 실시한 결과는 Table 89와 같다. 이취 평가 결과 진공포장은 저장기간 동안 큰 변화없이 초기수준을 유지하였다. Wrap 포장의 경우 저장기간 동안 증가하였으며 저장 10일째까지 처리구간에 차이를 보이지 않았으나 10일째부터 0.5% SMS 처리구가 유의적으로 증가하였다. 외관은 wrap 포장의 경우 저장기간 동안 감소하였으며 저장 15일째까지 TW 처리구가 가장 낮은 평가를 받았으며 그 이후 0.5% SMS 처리구가 유의적으로 낮은 평가를 받았다. 색 변화는 wrap 포장에서 저장 10일째까지 처리구들 간에 차이가 없었지만 그 이후 유의적으로 감소하였으며 진공포장은 저장기간 동안 큰 변화를 보이지 않았다. 경도는 저장기간 동안 감소하였으며 wrap 포장이 진공포장 보다 감소율이 컸으며 처리구들 가운데서는 0.5% SMS 처리구의 변화가 가장 크게 나타났다. 전반적인 기호도는 진공포장의 경우 처리구들 간에 큰 변화가 없었으며 저장기간이 지날수록 감소하는 경향을 보였으며 wrap 포장은 저장 15일째까지 TW 처리구가 가장 낮은 평가를 받았으며 그 이후

0.5% SMS 처리구가 가장 낮은 평가를 받았다.

Table 89. Sensory characteristics of peeled lotus with various treatments during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------------|----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| Off-flavor | TW | 3.5 ^{B3)} | 4.0 ^{AB} | 5.2 ^{AB} | a ²⁾ 6.5 ^A | 4.5 ^{BC} | 5.0 ^{BC} | 5.5 ^{BC} | |
| | 0.5% SMS | 3.8 ^A | 4.2 ^A | 5.2 ^A | b ^{4.3} ^A | 4.8 ^A | 6.0 ^A | 5.7 ^A | |
| | EW-1 | 3.0 ^B | 3.7 ^B | 3.7 ^B | b ^{4.3} ^{AB} | 6.0 ^{AB} | 5.2 ^{AB} | 5.0 ^{AB} | |
| | EW-2 | 4.2 ^A | 3.3 ^A | 5.2 ^A | ab ^{5.8} ^A | 4.7 ^A | 5.8 ^A | 5.7 ^A | |
| Appearance | TW | 5.0 ^A | b ^{4.5} ^{AB} | 4.7 ^A | c ^{2.7} ^C | 4.2 ^{ABC} | ab ^{3.5} ^{ABC} | ab ^{3.0} ^{BC} | |
| | 0.5% SMS | 6.5 ^A | a ^{6.2} ^A | 5.8 ^A | a ^{6.3} ^A | 3.5 ^B | b ^{2.5} ^B | b ^{1.7} ^B | |
| | EW-1 | 6.3 ^{AB} | a ^{7.5} ^A | 5.7 ^{ABC} | b ^{4.3} ^{CD} | 3.0 ^D | a ^{5.0} ^{BC} | a ^{3.8} ^{CD} | |
| | EW-2 | 5.7 ^{ABC} | a ^{6.7} ^A | 6.0 ^{AB} | b ^{4.2} ^{CD} | 4.8 ^{BCD} | ab ^{3.2} ^{ABC} | ab ^{3.2} ^D | |
| Wrap packing | Color | TW | a ^{5.0} ^A | b ^{4.2} ^{ABC} | 4.5 ^{AB} | b ^{2.7} ^D | a ^{5.0} ^A | 4.0 ^{ABC} | a ^{2.8} ^{BC} |
| | | 0.5% SMS | a ^{6.7} ^A | a ^{6.2} ^A | 5.0 ^{AB} | a ^{6.0} ^A | b ^{2.7} ^C | 3.3 ^{BC} | b ^{1.3} ^C |
| | | EW-1 | ab ^{6.0} ^{AB} | a ^{7.3} ^A | 5.0 ^{BC} | b ^{4.0} ^{CD} | ab ^{3.7} ^{CD} | 4.8 ^{BC} | ab ^{2.5} ^D |
| | EW-2 | ab ^{5.2} ^{AB} | a ^{6.0} ^A | 5.3 ^{AB} | b ^{3.8} ^{BC} | a ^{4.8} ^{ABC} | 3.2 ^C | a ^{3.0} ^C | |
| Hardness | TW | 7.0 | 5.0 ^{AB} | 5.0 ^{AB} | 6.2 ^{AB} | 5.2 ^{AB} | 3.8 ^B | 5.3 ^{AB} | |
| | 0.5% SMS | 7.7 | 5.5 ^{AB} | 6.7 ^{AB} | 5.5 ^{AB} | 5.3 ^{AB} | 4.3 ^B | 5.0 ^B | |
| | EW-1 | 7.0 | 6.5 ^A | 5.8 ^A | 6.7 ^A | 5.5 ^A | 5.5 ^A | 6.0 ^A | |
| | EW-2 | 7.3 | 6.5 ^{AB} | 6.0 ^{AB} | 5.0 ^B | 5.7 ^B | 4.8 ^B | 5.5 ^{AB} | |
| Overall acceptance | TW | b ^{5.3} ^A | c ^{4.3} ^{ABC} | 4.0 ^{ABC} | c ^{2.7} ^C | 4.5 ^{AB} | ab ^{3.0} ^{AC} | ab ^{3.0} ^{BC} | |
| | 0.5% SMS | a ^{7.5} ^A | b ^{5.7} ^B | 5.0 ^B | a ^{5.7} ^D | 3.2 ^C | b ^{1.8} ^{CD} | b ^{1.7} ^D | |
| | EW-1 | ab ^{6.7} ^{AB} | a ^{7.3} ^A | 5.3 ^{BC} | ab ^{4.3} ^{CD} | 2.8 ^D | a ^{4.3} ^{CD} | ab ^{2.7} ^D | |
| | EW-2 | ab ^{5.8} ^{AB} | ab ^{6.7} ^A | 5.3 ^{AB} | bc ^{3.5} ^{CD} | 4.7 ^{BC} | b ^{2.8} ^D | a ^{3.3} ^{CD} | |

(Continued Table 89)

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------------|----------|-------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | |
| Off-flavor | TW | 3.5 ^A | 2.5 ^B | 2.5 ^B | 6.7 | 3.3 | 3.3 ^B | 3.2 ^B | |
| | 0.5% SMS | 3.7 ^B | 3.0 ^B | 3.3 ^B | 6.3 | 4.8 | 3.2 ^B | 3.7 ^A | |
| | EW-1 | 3.0 ^B | 3.8 ^B | 2.8 ^B | 5.7 | 3.0 | 2.7 ^B | 3.2 ^B | |
| | EW-2 | 4.3 ^A | 3.3 ^A | 3.5 ^A | 4.7 | 4.5 | 2.8 ^A | 3.5 ^A | |
| Appearance | TW | 5.7 ^{AB} | 6.7 | 4.5 ^B | 2.7 ^C | 6.5 ^A | 5.2 ^{AB} | 6.0 ^{AB} | |
| | 0.5% SMS | 6.2 ^A | 7.0 | 6.0 ^{AB} | ab4.2 ^B | ab5.3 ^{AB} | 5.8 ^{AB} | 5.5 ^{AB} | |
| | EW-1 | 6.3 ^A | 6.7 | 5.3 ^A | a5.0 ^A | a6.8 ^A | 5.8 ^A | 4.8 ^A | |
| | EW-2 | 6.0 ^A | 5.8 | 6.2 ^A | ab3.5 ^B | b4.3 ^B | 5.7 ^A | 5.0 ^{AB} | |
| Vacuum packing | Color | TW | 5.7 ^{AB} | 6.7 | 4.5 ^B | 2.0 ^C | ab5.8 ^{AB} | 5.7 ^{AB} | 5.7 ^{AB} |
| | | 0.5% SMS | 6.7 ^A | 6.8 | 5.8 ^A | 4.8 ^{AB} | c3.2 ^B | 5.2 ^{AB} | 5.8 ^A |
| | | EW-1 | 5.0 ^A | 6.7 | 5.7 ^A | 5.3 ^A | a6.7 ^A | 5.5 ^A | 5.3 ^A |
| | | EW-2 | 5.3 ^{AB} | 5.8 | 6.2 ^A | 2.8 ^C | bc4.0 ^B | 5.7 ^A | 5.3 ^{AB} |
| Hardness | TW | 6.7 | 6.0 ^A | b4.5 ^A | 5.2 ^A | b4.5 ^A | 5.0 ^A | 6.0 ^A | |
| | 0.5% SMS | 7.8 | 6.3 ^{ABC} | a7.0 ^{AB} | 5.0 ^C | a6.5 ^{ABC} | 6.5 ^{ABC} | 6.0 ^{BC} | |
| | EW-1 | 7.2 | 6.2 ^{ABC} | ab5.7 ^{ABC} | 4.3 ^C | ab4.8 ^{BC} | 5.8 ^{ABC} | 6.7 ^{AB} | |
| | EW-2 | 7.0 | 6.3 ^{AB} | ab5.5 ^{AB} | 4.7 ^D | ab5.0 ^{AB} | 5.0 ^{AB} | 6.5 ^{AB} | |
| Overall acceptance | TW | 6.0 ^{AB} | a6.5 ^A | 4.7 ^B | b2.5 ^C | a5.7 ^{AB} | 5.2 ^{AB} | 5.7 ^{AB} | |
| | 0.5% SMS | 7.5 ^A | a6.3 ^{AB} | 5.5 ^{BC} | a4.0 ^{CD} | b3.3 ^D | 5.3 ^{BC} | 5.8 ^{AB} | |
| | EW-1 | 6.5 ^A | a6.2 ^A | 5.0 ^A | a4.7 ^A | a6.0 ^A | 4.7 ^A | 5.3 ^A | |
| | EW-2 | 5.7 ^{AB} | b4.7 ^{ABC} | 6.0 ^A | ab3.3 ^C | b3.7 ^C | 4.3 ^{BC} | 5.8 ^A | |

¹⁾ Refer to Table 10

²⁾ Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

³⁾ Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

^{NS} not significant, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

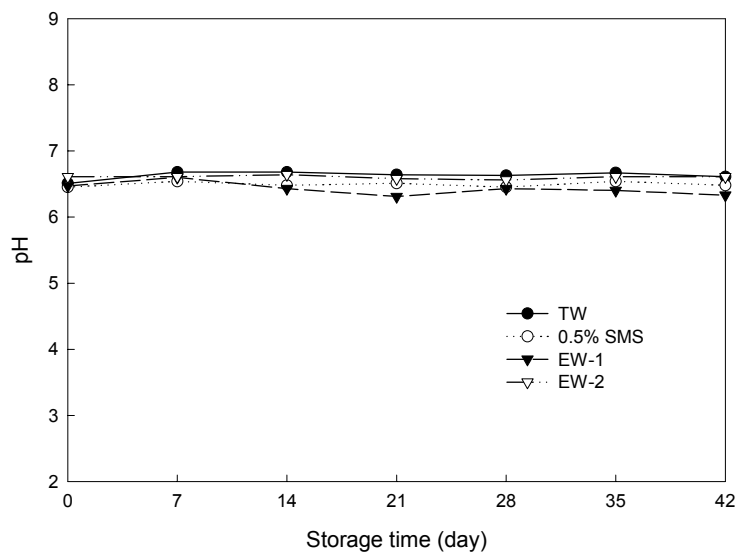
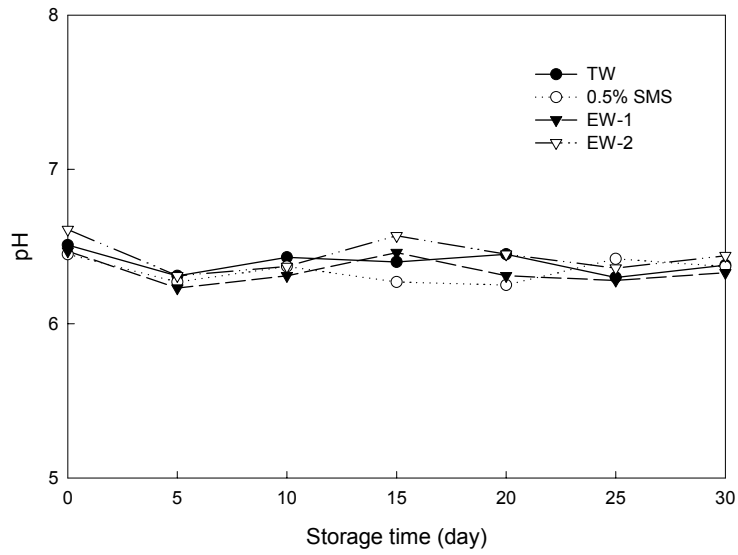


Fig. 68. Changes in pH of peeled lotus root with wrap packing(upper) and peeled lotus root with vacuum packing(below) during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

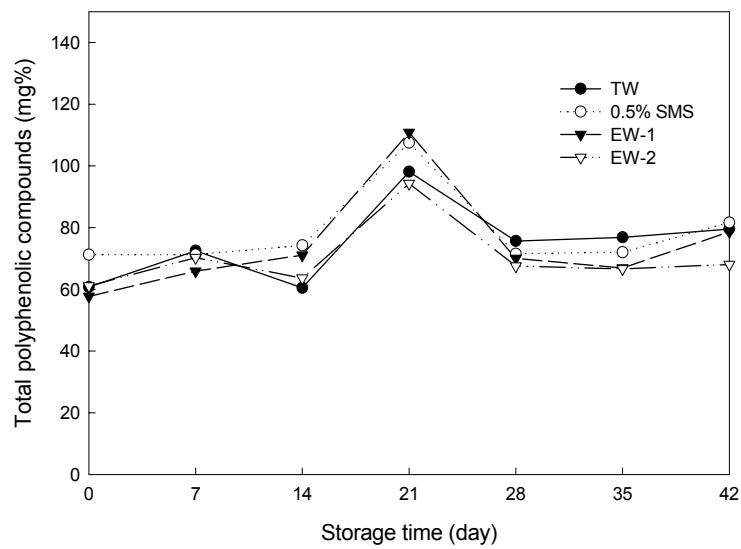
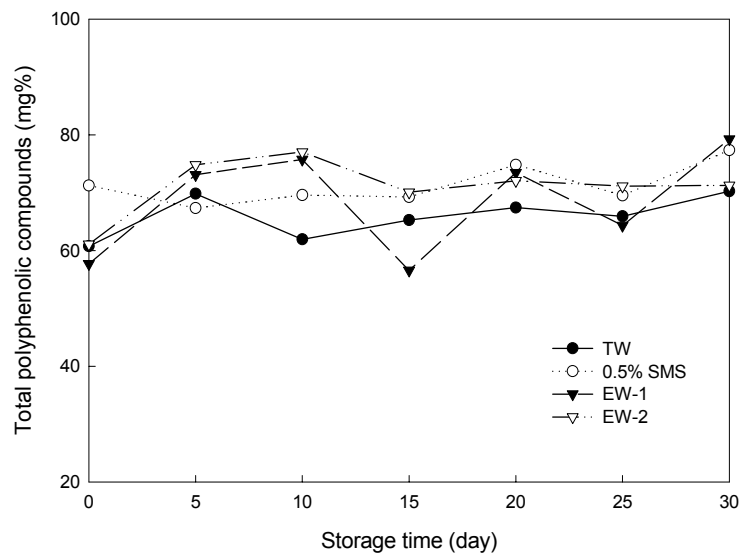


Fig. 69. Changes in total phenolic compounds of peeled lotus root with wrap packing(upper) and peeled lotus root with vacuum packing(below) during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

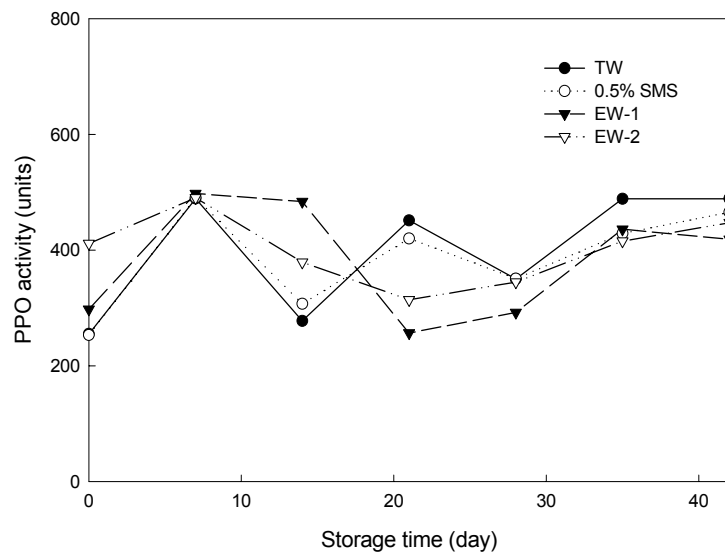
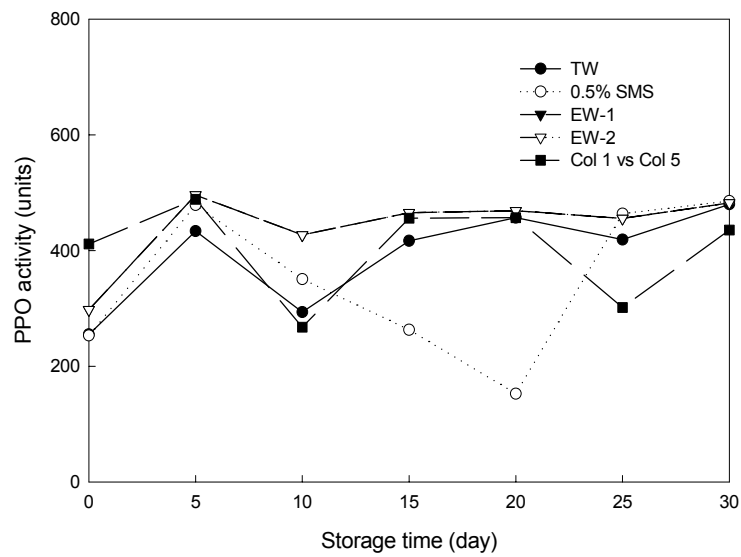


Fig. 70. Changes in total PPO activity of peeled lotus root with wrap packing(upper) and peeled lotus root with vacuum packing(below) during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

* Unit : $0.001 \Delta A_{725} \text{ min}^{-1} \text{ ml}^{-1}$

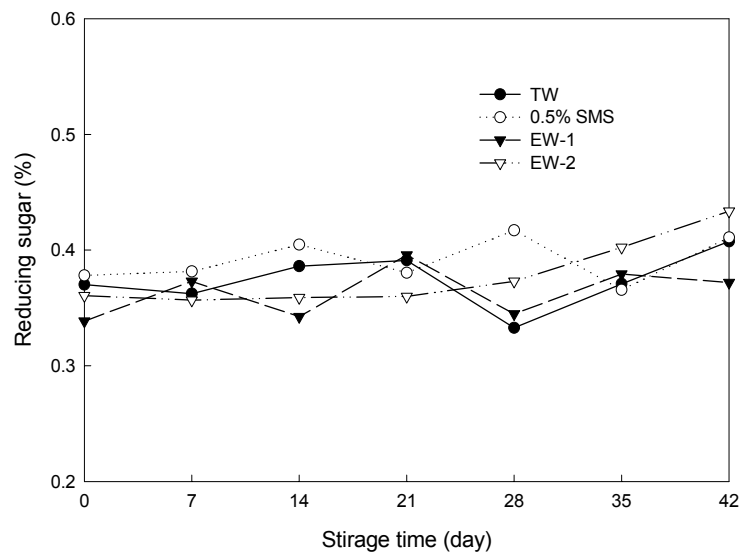
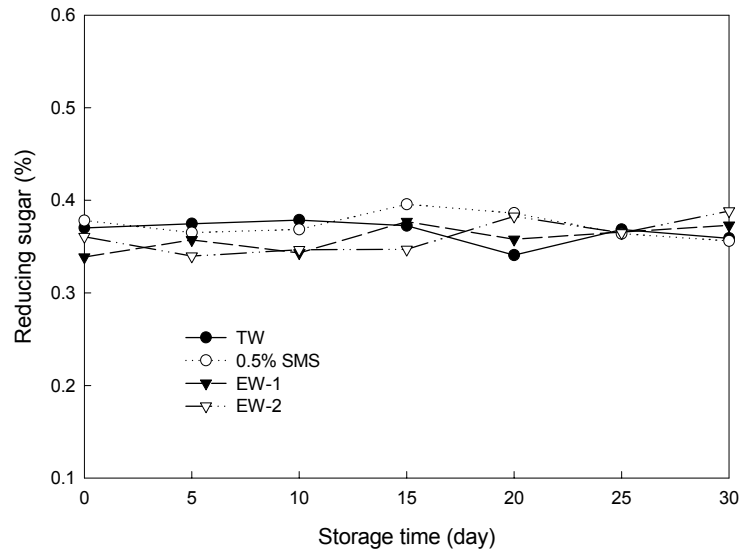


Fig. 71. Changes in reducing sugar contents of peeled lotus root with wrap packing(upper) and peeled lotus root with vacuum packing(below) during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

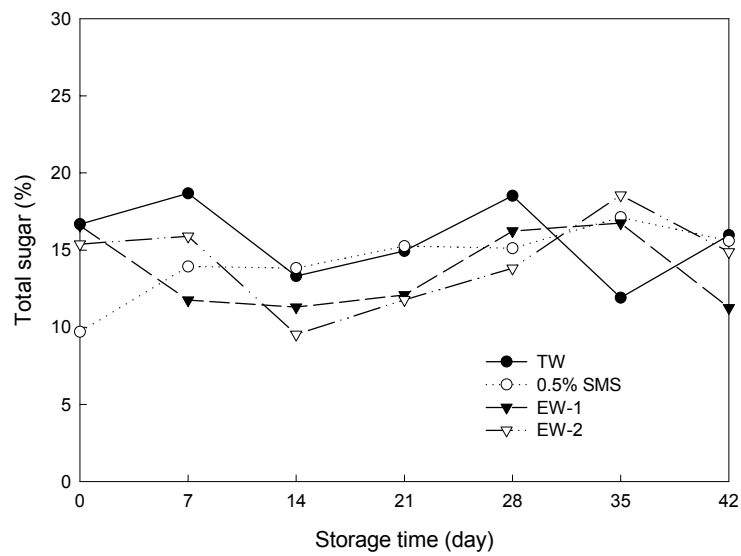
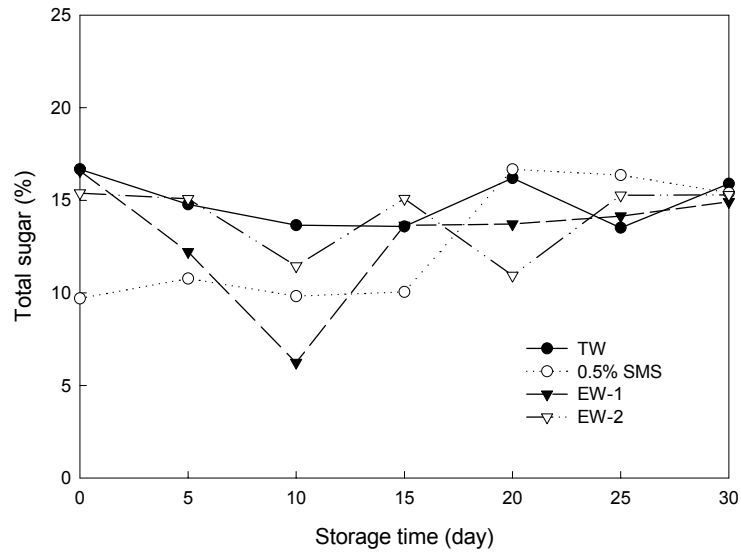


Fig. 72. Changes in total sugar contents of peeled lotus root with wrap packing(upper) and peeled lotus root with vacuum packing(below) during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

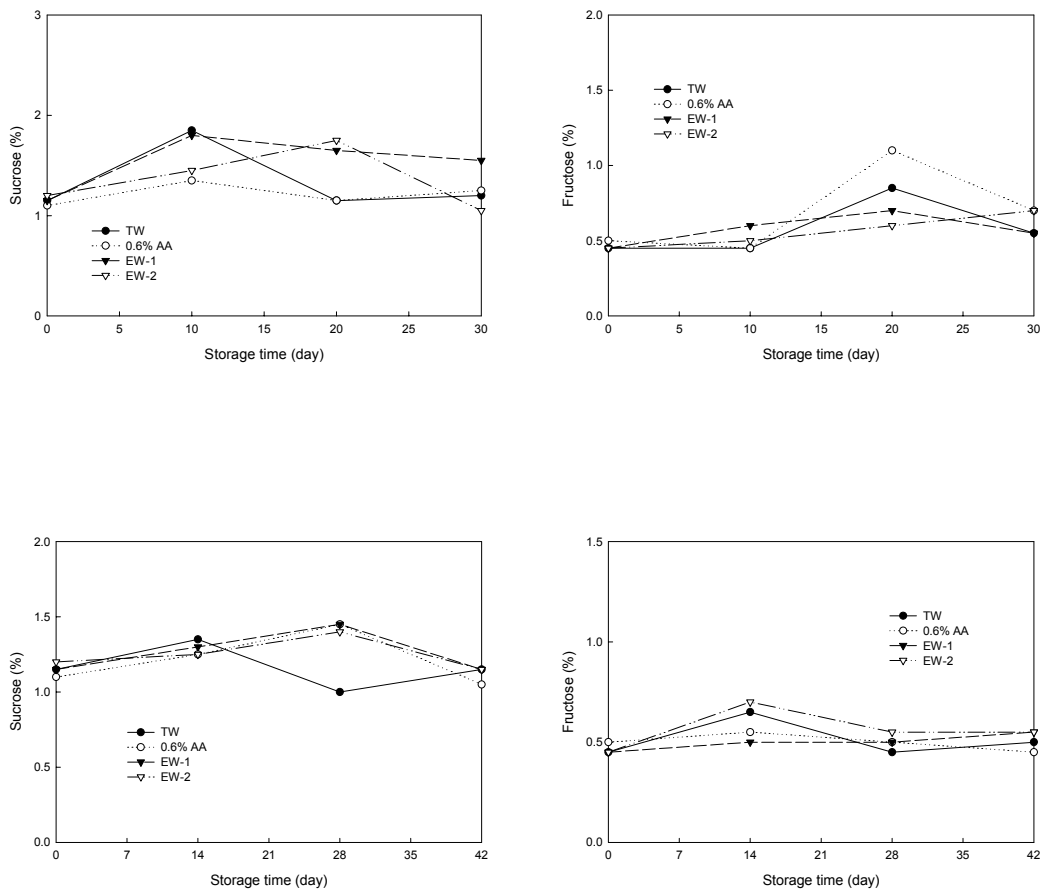


Fig. 73. Changes in free sugar contents of peeled lotus root with wrap packing(upper) and peeled lotus root with vacuum packing(below) during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

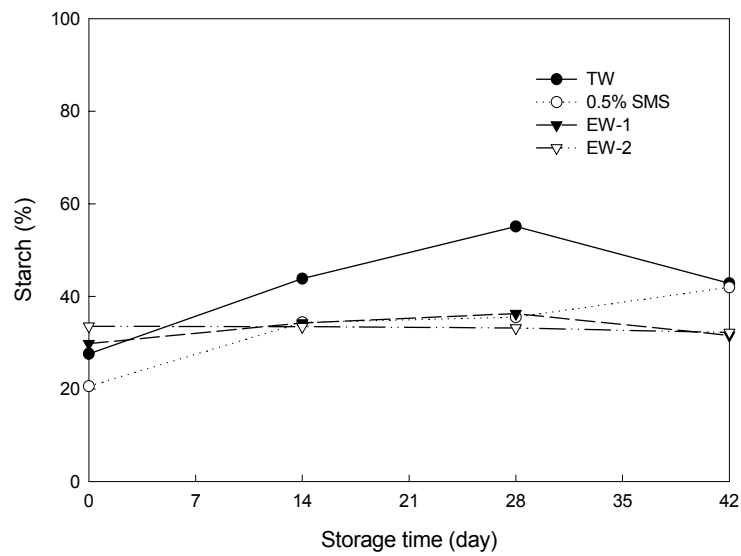
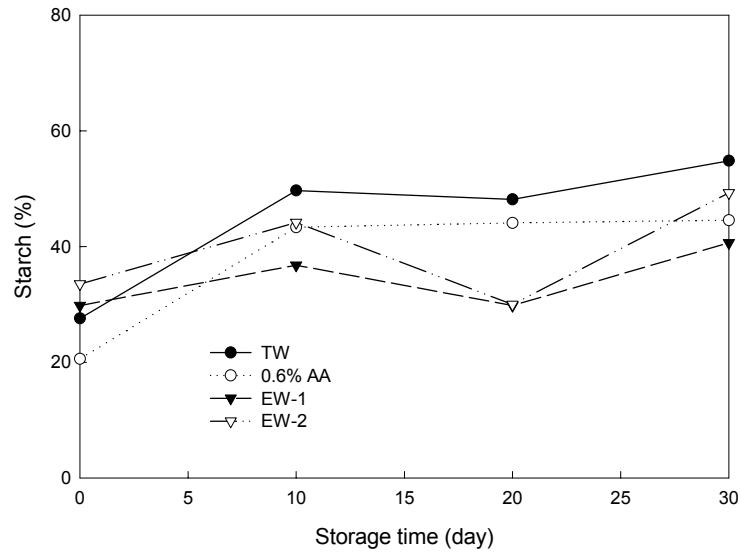


Fig. 74. Changes in starch contents of peeled lotus root with wrap packing(upper) and peeled lotus root with vacuum packing(below) during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

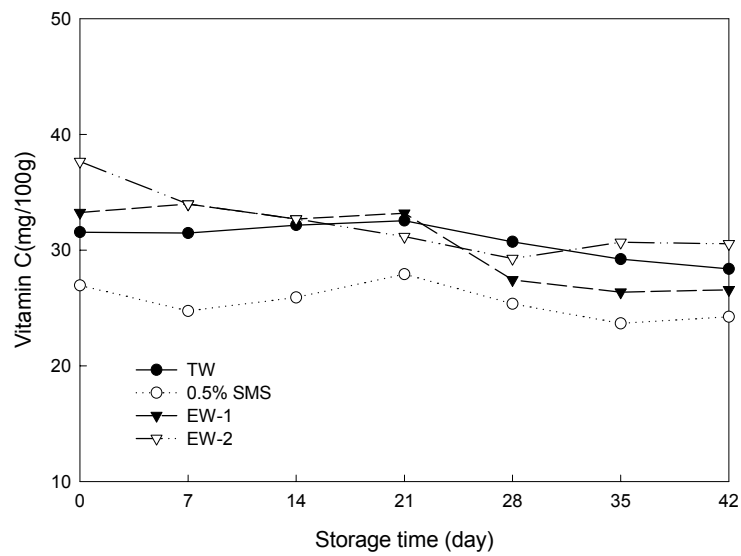
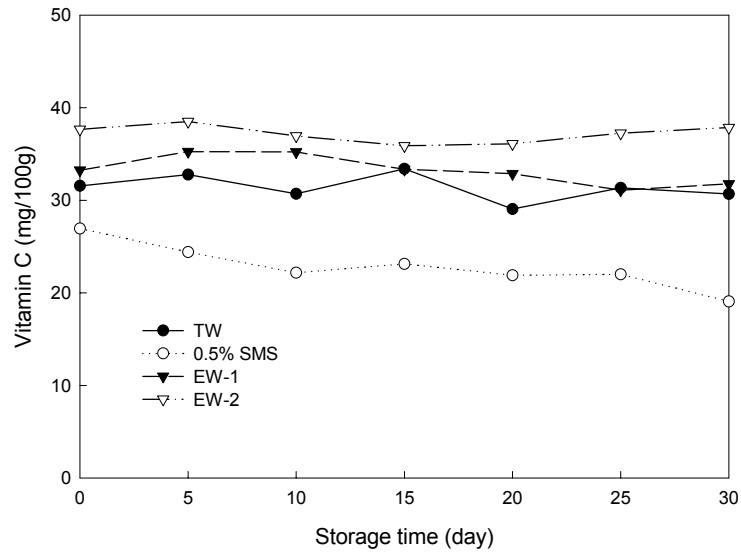


Fig. 75. Changes in vitamin C contents of peeled lotus root with wrap packing(upper) and peeled lotus root with vacuum packing(below) during storage at 5°C.

* Legends as in Table 10

8. 침지 보관액에 따른 박피 감자의 저장중 품질변화 비교

감자는 가지과에 속하는 1년생 식물로 지하에 덩이줄기를 이루고 그 내부에는 전분이 많이 전분질 식품으로 이용된다. 우리나라에서는 산간부에서 많이 재배되며 면적당 생산량이 많고 생육기간이 짧아 식량자원으로 가치가 있는 작물이다. 하지만 감자는 수확 직후 표피층의 발달이 불완전하고 유통 저장 중에 물리적, 생리적 및 병리적 요인으로 수분 증발과 미생물의 증식과 같은 손실을 야기할 수 있다. 그러므로 감자의 유통 저장기술은 중요한 과제이다. 최근에는 식생활의 패턴 변화로 이용의 편리성을 더해 감자 소비를 촉진하기 위한 최소가공이 증가하고 있다. 최소 가공 형태는 껍질을 벗겨 포장하여 유통시키는 방법으로 최소 가공 후 일어날 수 있는 조직감 및 외관의 변화, 영양성분의 변화, 색의 변화, 미생물의 증식의 문제를 해결해야 할 필요성이 있다.

특히 박피 감자는 포장제품의 유통시 유통 온도, 미생물학적 안전성 및 환경에 대한 연구가 일부 진행되고 있으나 구체적이지 못할 뿐만아니라 박피 감자의 진공포장 제품이 일부 판매되나 미생물학적 안전성 검증 및 갈변이 가장 심각한 문제이다. 국내의 감자가공 기술은 그 동안 주로 품종개발에 역점을 두었기 때문에 매우 미흡한 편으로 신선 박피 절단 과채류의 저장 및 유통중 품질변화에 관한 연구는 별로 없는 실정이다. 외국의 경우에도 박피한 생감자의 갈변억제를 위한 방법중 진공포장시 발생하는 혐기성 미생물의 독소 문제와 대장균(O-157)감염 문제 등에 우려되고 있다. 이와같이 빠른 속도로 선진국화 되어가고 있는 국내 식품소비 실태에 비추어 박피 절편 감자의 저장성 향상 및 위생안전성 강화는 시급한 당면과제이다.

이에 본 실험에서는 유통 중 최소 가공 형태의 감자의 품질을 향상시키기 위해 박피한 후 일정한 두께로 슬라이스하여 수도수, 0.85% NaCl, 0.5% SMS 및 전해수에 침지한 다음 진공포장 하여 저온저장하면서 저장에 따른 품질 변화를 살펴보았다.

가. 미생물수의 변화

저장기간에 따른 미생물을 총균수, 곰팡이와 효모, 대장균군수로 나누어 측정된 결과는 Table 90과 같다.

Table 90. Changes in microorganism number of peeled potato with various treatments during storage at 5°C

(Unit : CFU/g)

| Treatments ¹⁾ | | Storage time (day) | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 |
| TW | Total cell Count | 3.10×10 ³ | 4.40×10 ³ | 2.75×10 ³ | 8.45×10 ⁴ | 4.05×10 ⁴ | 8.65×10 ⁵ | 4.40×10 ⁵ |
| | Yeast & mold count | 2.00×10 ³ | 5.50×10 ³ | 3.80×10 ³ | 5.95×10 ⁴ | 8.10×10 ⁴ | 8.65×10 ⁵ | 4.40×10 ⁵ |
| | Coliform count | 4.50×10 ¹ | 3.00×10 ² | 3.95×10 ² | 8.30×10 ³ | 3.70×10 ⁴ | 5.10×10 ⁴ | 6.70×10 ⁴ |
| 0.85% NaCl | Total cell Count | 1.05×10 ³ | 3.15×10 ³ | 5.05×10 ³ | 4.25×10 ⁵ | 1.70×10 ⁵ | 4.25×10 ⁶ | 7.55×10 ⁶ |
| | Yeast & mold count | 7.50×10 ² | 2.80×10 ³ | 1.45×10 ⁴ | 4.65×10 ⁵ | 1.15×10 ⁵ | 4.25×10 ⁶ | 9.00×10 ⁶ |
| | Coliform count | 2.50×10 ¹ | 4.00×10 ² | 1.01×10 ³ | 3.60×10 ⁴ | 5.00×10 ⁵ | 2.65×10 ⁶ | 4.25×10 ⁵ |
| 0.5% SMS | Total cell Count | 1.08×10 ³ | 2.05×10 ³ | 1.35×10 ³ | 3.10×10 ³ | 1.20×10 ³ | 1.90×10 ³ | 4.50×10 ³ |
| | Yeast & mold count | 1.30×10 ³ | 3.20×10 ³ | 1.85×10 ³ | 3.10×10 ³ | 1.80×10 ³ | 2.90×10 ³ | 3.75×10 ³ |
| | Coliform count | N.D. ²⁾ | N.D. | N.D. | 1.00×10 ¹ | 2.50×10 ¹ | 7.90×10 ¹ | 7.65×10 ² |
| EW-1 | Total cell Count | 2.95×10 ² | 2.30×10 ² | 1.05×10 ³ | 4.50×10 ³ | 1.85×10 ³ | 3.00×10 ⁴ | 3.50×10 ⁵ |
| | Yeast & mold count | 3.90×10 ² | 3.15×10 ² | 1.25×10 ³ | 9.50×10 ² | 1.25×10 ³ | 1.11×10 ⁵ | 2.60×10 ⁵ |
| | Coliform count | N.D. | N.D. | 2.00×10 ¹ | 1.20×10 ² | 2.80×10 ² | 6.65×10 ³ | 7.00×10 ³ |
| EW-2 | Total cell Count | 7.90×10 ² | 9.50×10 ³ | 2.50×10 ³ | 3.15×10 ³ | 2.15×10 ⁴ | 3.15×10 ⁴ | 6.35×10 ⁵ |
| | Yeast & mold count | 8.30×10 ² | 1.55×10 ³ | 2.50×10 ³ | 3.70×10 ³ | 2.15×10 ⁴ | 3.15×10 ⁵ | 3.35×10 ⁶ |
| | Coliform count | N.D. | N.D. | 1.20×10 ² | 9.50×10 ² | 8.20×10 ³ | 1.17×10 ⁵ | 4.75×10 ⁵ |

¹⁾ Refer to Table 11

²⁾ <10¹ CFU/g

처리직후 전해수 처리구들의 총균수와 효모·곰팡이는 10² CFU/g 수준을 보여 다른 처리구들에 비해 1 log scale 감소 효과를 보였으며 대장균군은 검출되지 않았다. 저장기간에 따른 총균수의 변화는 TW 처리구와 0.85% NaCl 처리구에 있어서 6일째까지 10³ CFU/g 수준을 유지하였으며 EW-1 처리구는 저장 12일째까지 그 수준을 유지하였다. 곰팡이 효모균수의 경우도 총균수와 비슷한 경향을 보였으며 EW-2 처리구의 경우 저장 12일째까지 TW 처리구에 비해 1~2 log scale 감소됨을 알 수 있었다.

대장균수는 전해수 처리구에서 저장 3일째까지 나타나지 않았으며 0.5% SMS 처리구의 경우 저장 15일째까지 10^1 CFU/g 수준으로 처리구들 가운데 가장 살균 효과가 높았다. EW-2 처리구 또한 저장 12일째까지 10^2 CFU/g 수준으로 TW 처리구에 비해 $10^1 \sim 10^2$ CFU/g 정도 감소효과를 보였다.

나. pH 변화

감자의 저장 중의 시료의 pH 변화는 Fig. 76과 같다. 초기 pH는 6.10~6.25 수준이었으며 0.5% SMS 처리구를 제외하고 18일째 급격하게 감소하였다. 0.5% SMS 처리구의 경우 저장 18일째 pH 6.17로 초기와 큰 변화가 없는 반면 0.85% NaCl 처리구와 EW-2 처리구는 각각 pH 4.91, 4.67로 크게 감소함을 알 수 있었다.

다. 일반성분 변화

감자의 저장기간에 따른 수분함량의 변화는 Fig. 77과 같다. 초기 수분함량은 85.00% 내외 수준이었으며 이는 생감자 수분함량 84.40 %와 비슷한 수준을 보였다. 저장기간 동안 전해수 처리구는 증가추세를 보였으나 0.85% NaCl 처리구와 0.5% SMS 처리구는 저장 18일째 5.68, 5.91% 감소경향을 보였다. 감자의 일반성분 변화는 Table 91과 같으며 이는 건조된 시료에 대한 함량이다. 초기의 조단백 함량은 12.70~13.26% 수준이었으며 저장 기간이 지남에 따라 감소하였다. 저장 18일째 EW-1 처리구의 조단백 함량은 12.36%로 가장 낮은 수준의 감소를 보인 반면 TW 처리구는 11.49%로 가장 많이 감소하였다. 조지방 함량은 처리구와 저장기간에 관계없이 0.23~0.34% 수준으로 보였다. 조섬유의 초기 함량은 0.90% 내외였으며 저장 6일째 가장 크게 감소하는 경향을 보였으며 저장기간 동안 전해수 처리구는 30% 수준 감소하였으며 TW 처리구는 40% 감소율을 보여 처리구들 가운데 가장 큰 감소율을 보였다.

라. 표면색도 변화

감자의 저장중 표면 색도를 측정된 결과는 Table 92와 같다. 식품의 밝기를 나타내는 L값 저장 초기 70.00 수준이었으며 저장기간 동안 감소하는 경향을 보였다. TW 처리구의 색차(ΔE) 값은 저장 3일째 4.02로 크게 증가하였으며 저장 18일째 9.08로 처

리구들 중 가장 많이 증가하였다. EW-2 처리구 또한 저장 3일째 4.54로 크게 증가하는 경향을 보였으나 그 이후에도 3~4 수준을 유지하였다.

Table 91. Changes in proximate composition of peeled potato with various treatments during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | |
|--------------------------|------------|-------------------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 6 | 12 | 18 |
| Crude protein (%) | TW | 13.04 | 13.42 | 12.12 | 11.49 |
| | 0.85% NaCl | 12.70 | 12.83 | 12.71 | 11.67 |
| | 0.5% SMS | 13.02 | 12.88 | 11.76 | 11.99 |
| | EW-1 | 13.26 | 12.75 | 12.44 | 12.36 |
| | EW-2 | 13.00 | 12.64 | 12.40 | 11.47 |
| Crude fat (%) | TW | 0.28 | 0.26 | 0.27 | 0.29 |
| | 0.85% NaCl | 0.34 | 0.29 | 0.24 | 0.28 |
| | 0.5% SMS | 0.35 | 0.26 | 0.23 | 0.22 |
| | EW-1 | 0.29 | 0.28 | 0.26 | 0.27 |
| | EW-2 | 0.25 | 0.25 | 0.27 | 0.28 |
| Crude ash (%) | TW | 0.95 | 0.67 | 0.66 | 0.58 |
| | 0.85% NaCl | 0.85 | 0.49 | 0.66 | 0.65 |
| | 0.5% SMS | 0.98 | 0.73 | 0.67 | 0.66 |
| | EW-1 | 0.92 | 0.72 | 0.62 | 0.64 |
| | EW-2 | 0.94 | 0.79 | 0.61 | 0.67 |

¹⁾Refer to Table 11

Table 92. Changes in color of peeled potato during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | Storage time(day) | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | |
| TW | L | 69.46 | 65.54 | 65.92 | 65.09 | 62.61 | 62.55 | 60.47 |
| | a | -3.34 | -3.07 | -2.80 | -2.43 | -2.47 | -2.48 | -2.32 |
| | b | 15.89 | 15.04 | 15.96 | 15.91 | 15.02 | 15.64 | 15.18 |
| | ΔE | 0.00 | 4.02 | 3.58 | 4.46 | 6.96 | 6.97 | 9.08 |
| 0.85% NaCl | L | 67.76 | 64.97 | 66.38 | 64.24 | 63.58 | 59.16 | 64.97 |
| | a | -3.26 | -3.18 | -3.11 | -3.02 | -3.04 | -2.43 | -2.99 |
| | b | 15.37 | 15.23 | 15.32 | 14.23 | 15.41 | 14.27 | 15.06 |
| | ΔE | 1.78 | 4.54 | 3.14 | 5.49 | 5.91 | 10.47 | 4.58 |
| 0.5% SMS | L | 69.05 | 66.36 | 63.64 | 63.05 | 64.69 | 66.17 | 64.93 |
| | a | -3.29 | -3.03 | -3.00 | -2.84 | -3.12 | -3.08 | -3.07 |
| | b | 16.08 | 15.14 | 15.07 | 13.52 | 14.84 | 14.42 | 14.26 |
| | ΔE | 0.45 | 3.20 | 5.89 | 6.85 | 4.89 | 3.61 | 4.82 |
| EW-1 | L | 67.68 | 64.74 | 66.24 | 65.02 | 63.29 | 61.03 | 60.85 |
| | a | -3.13 | -2.94 | -2.79 | -2.40 | -2.09 | -2.01 | -2.59 |
| | b | 15.53 | 14.53 | 15.95 | 15.16 | 15.65 | 15.46 | 15.34 |
| | ΔE | 1.83 | 4.93 | 3.27 | 4.60 | 6.30 | 8.55 | 8.66 |
| EW-2 | L | 70.01 | 64.94 | 66.14 | 66.00 | 67.71 | 65.80 | 65.56 |
| | a | -3.45 | -3.12 | -3.11 | -2.94 | -2.98 | -2.74 | -2.75 |
| | b | 16.19 | 15.53 | 15.60 | 15.37 | 15.73 | 15.31 | 14.49 |
| | ΔE | 0.64 | 4.54 | 3.34 | 3.52 | 1.79 | 3.75 | 4.19 |

¹⁾Refer to Table 11

마. 총페놀성화합물 함량과 Polyphenol oxidase 활성

과일과 채소의 갈변은 PPO와 페놀 함량과 관련된 것으로 알려져 있다. 특히 절단 박피한 최소 가공된 제품은 조작 과정 중에 세포의 파괴에 의해 촉진되며 이를 최소화하기 위해 용액에 침지하였다가 냉장 저장하는 방법을 많이 이용하였다. 본 실험에서도 감자를 박피하여 여러 가지 침지액을 처리하여 저온 저장하였으며 저장기간에 따른 박피 감자의 총페놀화합물의 함량 변화는 Fig. 78과 같다. 초기 총페놀화합물의 함량은 46.62~50.94 mg% 수준이었으며 TW 처리구는 저장 3일째 53.34 mg%로

0.5% SMS 처리구는 저장 7일째 55.74 mg% 수준으로 크게 증가하였으며 EW-1 처리구의 경우 저장 18일째 54.57 mg% 수준으로 가장 큰 증가를 보였다. PPO 활성은 Fig. 79와 같으며 처리직후 287.92~387.28 unit 수준이었으며 EW-1 처리구가 가장 낮은 함량을 나타냈다. 저장기간에 따른 변화는 저장 18일째까지 감소하다가 21일째 다시 증가하는 경향을 보였다. 감자의 냉장저장 중 총페놀함량과 phenol 화합물의 성분조성은 Oszmianski 등은 chlorogenic acid, caffeic acid, catechol, DOPA, p-cresol 등이라고 보고하였다. 저장기간에 따른 변화는 Mondy 등이 20℃에서 저장한 것이 5℃에 저장한 것보다 페놀함량이 낮았다고 하였다.

바. 경도 변화

감자의 저장중 조직변화는 Fig. 80과 같다. 처리직후 경도는 576.01~676.78 g/cm² 수준이었으며 저장기간이 지남에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. 0.5% SMS 처리구의 경우 초기에 비해 저장 9일째 112.43g/cm² 감소한 것에 비해 EW-1처리구의 경우 저장 15일째 97.71 g/cm² 수준으로 감소되었다. 저장기간 동안 0.5% SMS 처리구가 가장 크게 감소하여 조직이 가장 빠른 속도로 파괴됨을 알 수 있었다.

사. 환원당, 총당 및 유리당 함량의 변화

감자의 환원당과 총당의 함량의 변화는 Fig. 81 및 82와 같다. 환원당의 초기 함량은 1.41~1.69 % 수준이었으며 저장기간 동안 감소하였다. TW 처리구와 0.85% NaCl 처리구의 경우 저장 12일째 급격하게 감소하였으나 EW-1 처리구는 18일째 가장 크게 감소하였다. 0.5% SMS 처리구는 초기에 비해 저장 15일째 0.64% 감소한 반면 EW-1 처리구는 저장 18일째 0.32% 감소 수준을 보였다. 총당은 저장기간 동안 증가하였으며 TW 처리구가 초기 8.32% 수준에서 저장 18일째 19.78% 로 11.78% 증가하여 가장 크게 증가하였다. 그 외 처리구들은 처리직후 10.42~13.65% 수준이었으며 저장기간 동안 3.49~8.49% 수준 정도 증가하였다. 감자에 함유된 유리당은 fructose, glucose, sucrose이었으며 저장기간에 따른 함량 변화는 Fig. 83, 84 및 85에 나타나 있다. Fructose의 초기 함량은 5.99~6.65% 수준이었으며 저장 12일째까지 큰 변화를 보이지 않았으며 저장 18일째 0.5% SMS 처리구를 제외하고 그 외 처리구에서 크게

감소하여 초기에 비해 1.92~3.56% 수준 감소 경향을 보였다. Glucose 함량은 처리구와 저장기간에 관계없이 2.32~4.12% 수준으로 큰 변화가 없었다. 처리직후 sucrose 함량은 1.09~1.20 % 수준으로 저장 18일째 0.21~0.33% 수준으로 감소하였으며 초기 함량에 비해 70% 이상 감소하였음을 알 수 있다.

아. 전분 함량의 변화

저장중 전분 함량의 변화는 Fig. 86과 같으며 처리직후 25.33~29.56% 수준으로 나타났다. TW 처리구는 저장 18일째 29.09%로 증가하였으나 전해수 처리구는 27.01~28.74 %로 다소 감소하거나 거의 변화가 없는 수준으로 나타났다.

자. Vitamin C 함량 변화

저장기간에 따른 vitamin C의 함량 변화는 Fig. 87과 같다. 처리직후 6.40~8.14 mg% 수준이었으며 EW-1 처리구가 가장 낮게 나타났다. 저장 18일 동안 0.85% NaCl 처리구가 6.56 mg% 수준으로 함량 변화율이 가장 낮았으나 처리구간의 차이는 매우 미미한 수준을 보였다.

차. 관능평가

감자의 이취, 외관, 색, 경도 및 전반적인 기호도에 대하여 관능평가를 실시한 결과는 Table 93과 같다. 이취 평가 결과 EW-2 처리구는 저장 9일째까지 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 평가를 받았으며 그 이후 비슷한 수준으로 보였다. 처리직후 외관과 색 평가 결과 0.5% SMS 처리구가 가장 높은 평가를 받았다. 반면에 경도 평가에서는 0.5% SMS 처리구가 가장 낮은 평가를 받았다. 전반적인 기호도는 처리직후 TW 처리구는 가장 낮은 평가를 보였으며 다른 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장 6일째부터 유의적인 감소를 보였으며 TW 처리구를 제외한 다른 처리구들은 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 93. Sensory characteristics of peeled potato with various treatments during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | | | | | F-value |
|--------------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| | | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | |
| Off-flavor | TW | 1.8 ^{D3)} | 1.8 ^D | ab ²⁾ 2.8 ^D | ab4.7 ^D | 5.5 ^{BC} | ^a 6.8 ^{AB} | 7.5 ^A | 21.97 ^{***} |
| | 0.85% NaCl | 1.5 ^D | 1.5 ^D | b1.8 ^D | b4.0 ^C | 5.5 ^B | b ^{5.0} BC | 7.5 ^A | 25.37 ^{***} |
| | 0.5% SMS | 2.0 ^B | 1.5 ^B | ^a 4.7 ^A | ^a 6.17 ^A | 5.5 ^A | b ^{4.3} A | 5.7 ^A | 7.32 ^{***} |
| | EW-1 | 2.3 ^C | 2.8 ^C | ab ^{3.2} BC | b ^{4.2} BC | 5.0 ^{AB} | b ^{3.8} BC | 6.8 ^A | 5.57 ^{***} |
| | EW-2 | 2.0 ^C | 2.0 ^C | b ^{2.2} C | b ^{3.5} BC | 5.0 ^{AB} | b ^{5.0} AB | 6.5 ^A | 12.60 ^{***} |
| | F-value | 0.70 | 1.69 | 2.58 | 2.98* | 0.18 | 4.73** | 1.46 | |
| Appearance | TW | ^c 4.2 ^{AB} | ^b 4.7 ^A | ^c 2.3c | ^c 2.7 ^{BC} | ab ^{2.8} BC | b ^{2.7} BC | b ^{2.2} C | 3.71** |
| | 0.85% NaCl | ^b 6.0 ^A | ^b 5.0 ^{AB} | ab ^{5.2} AB | ab ^{5.0} AB | ab ^{3.8} BC | ab ^{3.5} BC | b ^{3.0} C | 3.69** |
| | 0.5% SMS | ^a 7.5 ^{AB} | ^a 7.8 ^A | ^a 6.3 ^{BC} | ^a 5.8 ^C | ^a 4.2 ^D | ab ^{3.5} D | ^a 4.3 ^D | 13.07 ^{***} |
| | EW-1 | bc ^{4.8} A | ^b 5.5 ^A | b ^{4.0} A | ab ^{4.3} A | b ^{2.3} B | ^a 4.3 ^A | b ^{2.0} B | 5.59 ^{***} |
| | EW-2 | bc ^{5.1} A | ^b 5.2 ^A | ab ^{4.8} ab | bc ^{3.5} BC | ab ^{3.3} C | b ^{2.7} C | b ^{2.2} C | 6.94 ^{***} |
| | F-value | 7.04 ^{***} | 3.41 | 7.49 ^{***} | 5.17 ^{**} | 2.02 | 3.17* | 6.21 ^{**} | |
| Color | TW | ^c 3.5 ^A | ^b 3.5 ^A | ^c 1.7 ^{BC} | ^c 2.3 ^{BC} | ^c 1.5 ^C | ^c 2.5 ^B | b ^{1.8} BC | 7.60 ^{***} |
| | 0.85% NaCl | ab ^{5.8} A | b ^{3.3} BC | b ^{3.5} BC | b ^{4.5} B | b ^{3.3} BC | ^c 3.3 ^{BC} | b ^{2.5} C | 5.69 ^{***} |
| | 0.5% SMS | ^a 7.3 ^A | ^a 6.8 ^{AB} | ^a 6.8 ^{AB} | ^a 6.5 ^{AB} | ^a 5.5 ^{BC} | ^a 6.7 ^{AB} | ^a 4.5 ^C | 3.77 ^{**} |
| | EW-1 | bc ^{4.7} A | ^b 4.3 ^A | b ^{4.0} A | b ^{4.7} A | ^c 4.0 ^A | ^b 4.5 ^A | b ^{2.3} B | 2.30 |
| | EW-2 | ^b 5.2 ^A | ^b 4.0 ^B | b ^{3.8} B | bc ^{3.3} BC | b ^{3.2} BC | ^c 2.7 ^C | b ^{2.5} C | 8.41 ^{***} |
| | F-value | 7.60 ^{***} | 13.10 ^{***} | 19.45 ^{***} | 9.94 ^{***} | 8.03 ^{***} | 34.07 ^{***} | 8.44 ^{***} | |
| Hardness | TW | ab ^{6.3} A | 6.3 ^A | 5.8 ^{AB} | ^c 4.5 ^C | ^a 4.3 ^C | ^a 4.8 ^{BC} | 2.8 ^D | 8.42 ^{***} |
| | 0.85% NaCl | ab ^{6.3} A | 6.5 ^A | 5.0 ^B | b ^{4.8} B | 4.7 ^B | ab ^{3.8} BC | 2.7 ^C | 10.15 ^{***} |
| | 0.5% SMS | ^b 5.3 ^A | 5.8 ^A | 4.5 ^{AB} | ^a 3.2 ^{BC} | b ^{2.5} C | b ^{2.7} C | 2.5 ^C | 5.95 ^{***} |
| | EW-1 | ab ^{6.2} A | 5.7 ^{AB} | 5.8 ^{AB} | b ^{5.0} ABC | ^a 4.3 ^{BC} | ^a 4.8 ^{ABC} | 3.5 ^C | 3.60 ^{**} |
| | EW-2 | ^a 7.2 ^A | 6.0 ^{AB} | 5.8 ^{AB} | bc ^{5.3} B | ^a 4.8 ^B | ^a 4.5 ^{BC} | 3.0 ^C | 5.74 ^{***} |
| | F-value | 3.61 | 0.42 | 0.96 | 1.87 | 3.85* | 4.24 ^{**} | 0.95 | |
| Overall acceptance | TW | b ^{3.8} AB | 4.2 ^A | ^c 2.0 ^C | ^c 2.7 ^{BC} | b ^{2.3} C | b ^{1.8} C | b ^{1.8} C | 4.05* |
| | 0.85% NaCl | ^a 5.8 ^A | 4.3 ^B | ab ^{4.7} AB | ^c 4.5 ^{AB} | ab ^{3.5} BC | ab ^{3.2} BC | ab ^{2.3} C | 5.90 ^{***} |
| | 0.5% SMS | ^a 6.2 ^A | 6.3 ^A | ^a 5.2 ^{AB} | ^a 4.2 ^B | ^a 4.2 ^B | ^a 3.7 ^B | 3.3 ^B | 3.77 ^{**} |
| | EW-1 | ab ^{5.0} A | 4.8 ^A | ab ^{4.2} AB | b ^{4.0} AB | ^a 3.8 ^{AB} | ^a 3.8 ^{AB} | ab ^{2.7} B | 2.35 |
| | EW-2 | ^a 5.5 ^A | 4.2 ^A | b ^{3.8} B | ^c 3.3 ^{BC} | ab ^{3.3} BC | ^a 3.7 ^B | ab ^{2.3} C | 7.40 ^{***} |
| | F-value | 3.10 | 1.73 | 9.21 ^{***} | 2.30 | 2.79* | 3.05* | 2.07 | |

¹⁾Refer to Table 11

⁶⁾Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

⁷⁾Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

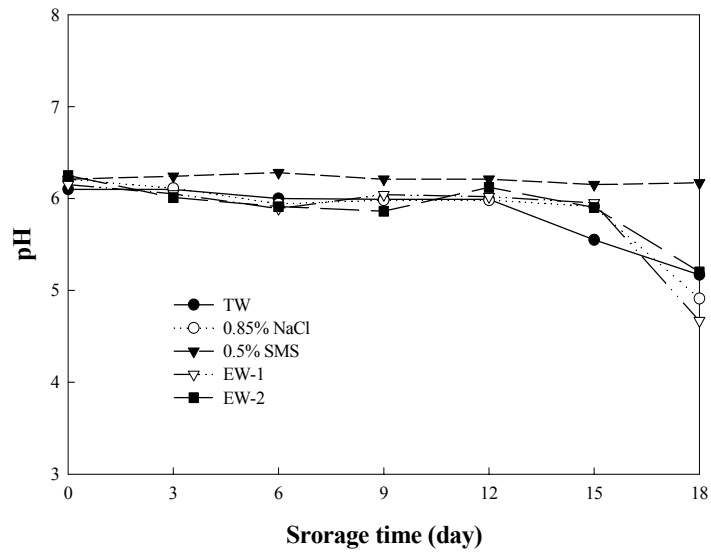


Fig. 76. Changes in pH of peeled potato during storage at 5°C.
* Legends as in Table 11

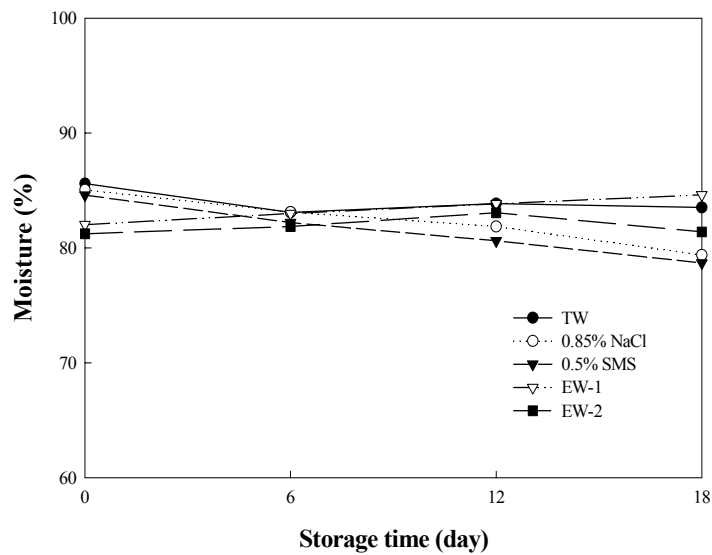


Fig. 77. Change in moisture contents of peeled potato during storage at 5°C.
* Legends as in Table 11

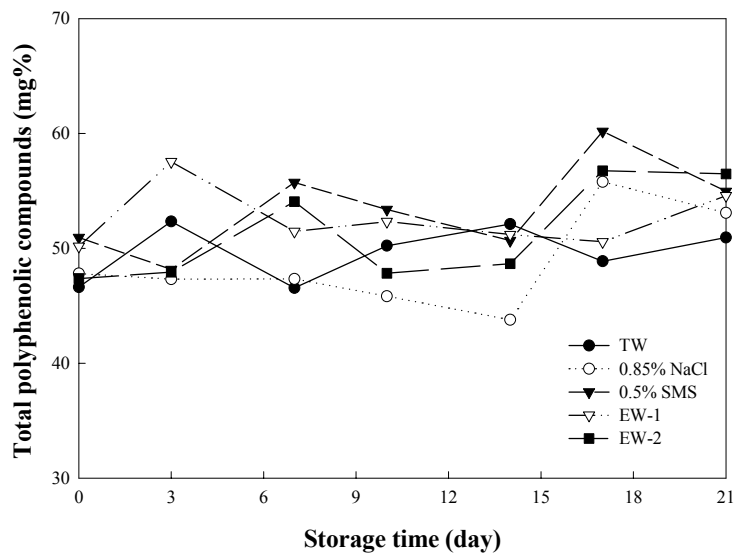


Fig. 78. Changes in total phenolic compounds of peeled potato during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

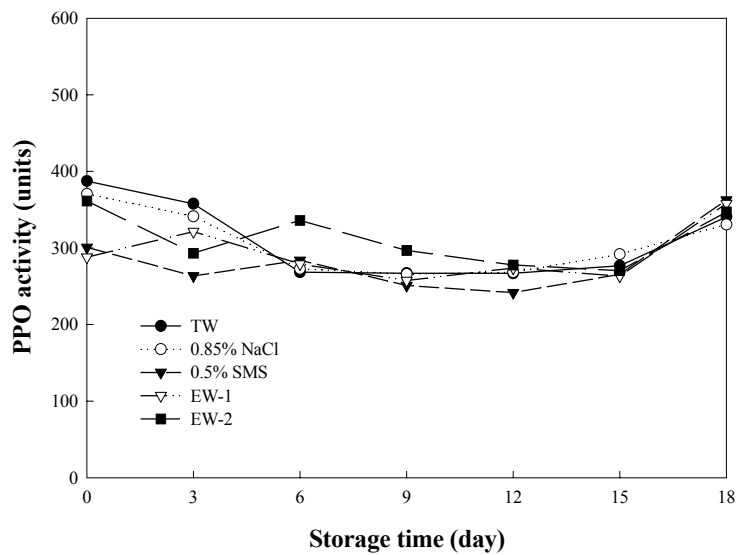


Fig. 79. Changes in PPO activity of peeled potato during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

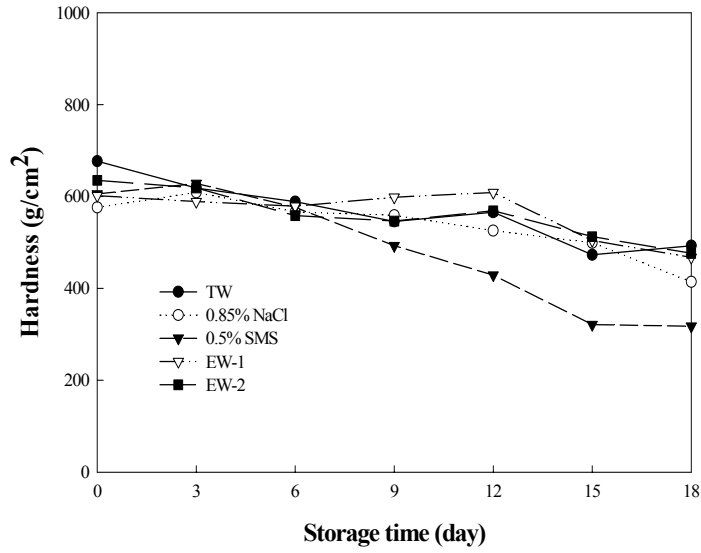


Fig. 80. Changes in hardness of peeled potato during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

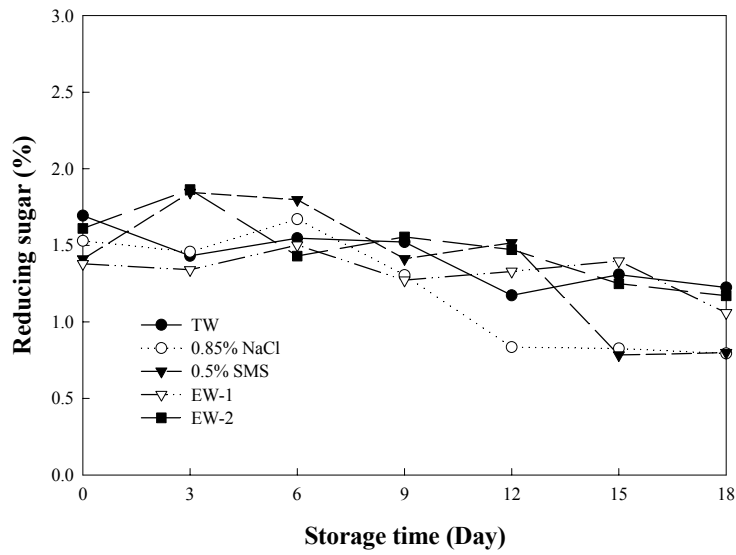


Fig. 81. Changes in reducing sugar contents of peeled potato during storage.

* Legends as in Table 11

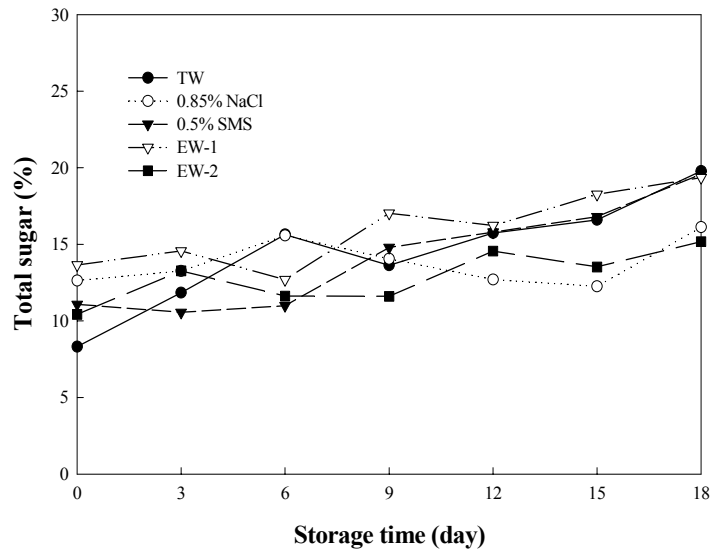


Fig. 82. Changes in total sugar contents of peeled potato during storage.

* Legends as in Table 11

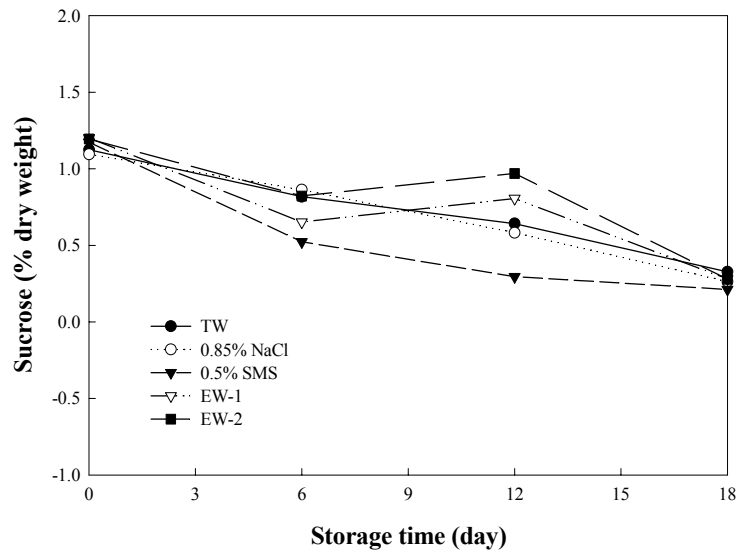


Fig. 83. Changes in sucrose contents of peeled potato during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

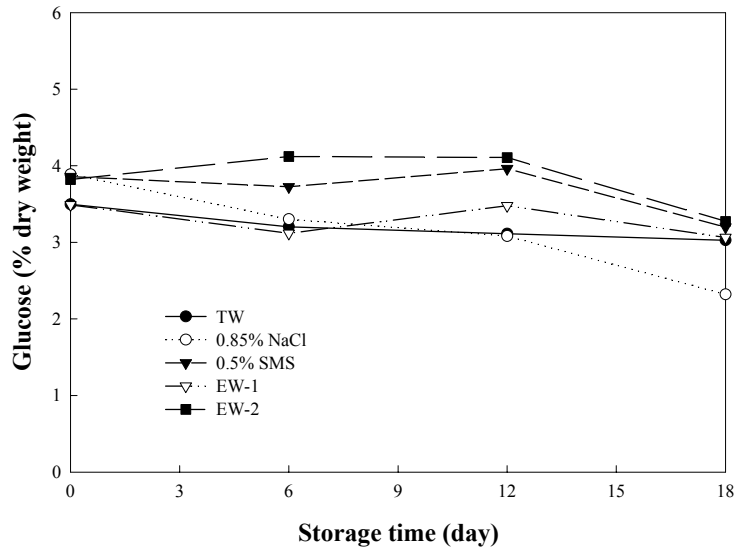


Fig. 84. Changes in glucose contents of peeled potato during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 11

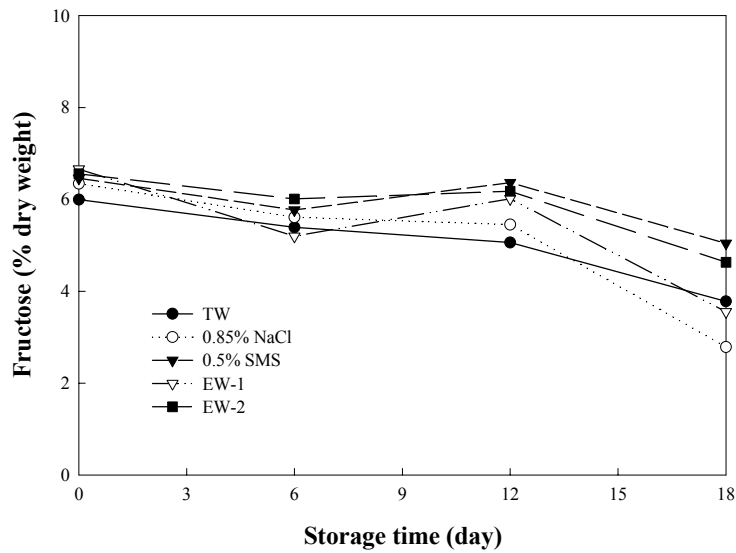


Fig. 85. Changes in fructose contents of peeled potato during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 11

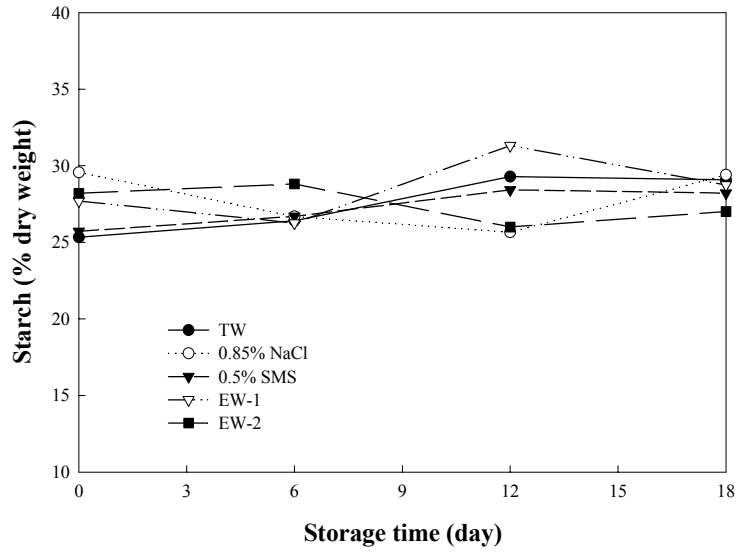


Fig. 86. Changes in starch contents of peeled potato during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 11

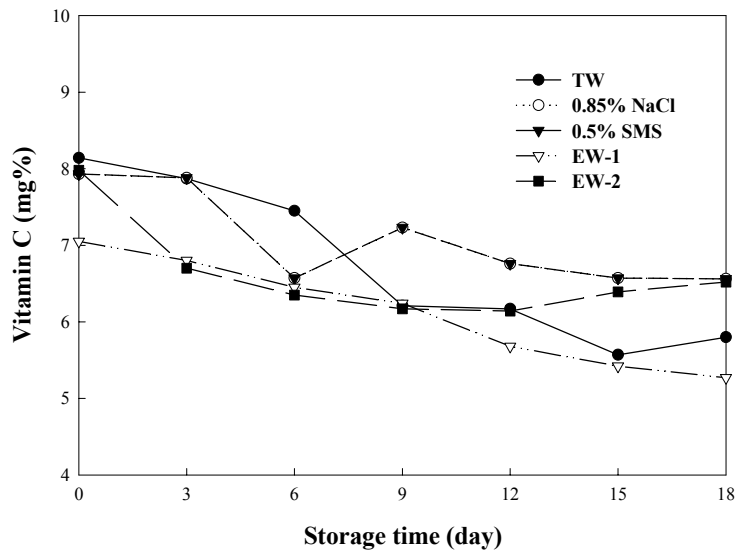


Fig. 87. Changes in vitamin C contents of peeled potato during storage.
 * Legends as in Table 11

9. 침지 보관액에 따른 박피 고구마의 저장중 품질변화 비교

고구마는 메꽃과에 속하며 열대 및 아열대 지방에서 재배되는 작물로 재배가 용이하고 대용식으로 많이 이용하고 있다. 고구마는 뿌리 식품으로 수분을 제외한 대부분이 전분으로서 우수한 열량원으로 곡류와 함께 주요 식량자원으로 이용되어 왔으며 구황작물로서 중요한 역할을 한다.

고구마는 수확 후 다른 전분 작물에 비해 까다로워 생산에서 수확후 관리까지 많은 어려움이 따른다. 고구마 뿌리는 수분함량이 많고 표피가 연하여 상처받기 쉬우며 추위에 약해 병에 걸리기 쉽고 수확 후 호흡에 따른 저장에 어려움이 있다. 고품질의 고구마 재배에도 불구하고 수확 후 저장과 포장방법 등에 따라 상품성이 저하되기 쉽다. 현재 고구마의 저장성 향상시키기 위한 연구는 제한되어 있으며 박피·절단형태의 최소 가공된 제품의 품질향상에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 고구마를 박피·절단하여 수도수, 0.85% NaCl, 0.5% Sodium metabisulfite, 격막방식의 강산성 전해수(EW-1) 및 무격막 방식의 약알칼리성 전해수(EW-2)에 침지처리한 후 진공 포장하여 5℃에 저장하면서 품질특성을 비교 검토하였다.

가. 미생물수의 변화

저장기간에 따른 미생물을 총균수, 곰팡이와 효모, 대장균군수로 나누어 측정된 결과는 Table 94와 같다. 처리직후 EW-2 처리구의 총균수와 효모, 곰팡이균수는 10^1 CFU/g 수준으로 다른 처리구에 비해 1 log scale 감소 효과를 보였으며 대장균군 또한 나타나지 않았다. 저장기간에 따른 총균수의 변화는 TW 처리구와 0.85% NaCl 처리구의 경우 10일 째 10^6 CFU/g 수준에 달하였으나 EW-1 처리구는 저장기간 동안 최대 10^5 CFU/g 수준에 달하였다. 곰팡이 효모균수의 경우 TW 처리구와 0.85% NaCl 처리구의 경우 10일째 10^6 CFU/g 수준으로 증가하였으나 0.5% SMS 처리구와 EW-1 처리구의 경우 저장 14일째 각각 1.45×10^3 , 2.25×10^3 CFU/g 수준이었으며 저장기간동안 TW 처리구에 비해 1~2 log scale 낮은 수준을 보였다.

Table 94. Changes in microorganism number of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C

(Unit : CFU/g)

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 0 | 3 | 7 | 10 | 14 | 17 | 21 |
| TW | Total cell Count | 4.60×10 ² | 1.11×10 ³ | 3.35×10 ⁴ | 6.84×10 ⁶ | 1.11×10 ⁶ | 8.25×10 ⁶ | 4.40×10 ⁵ |
| | Yeast & mold count | 2.50×10 ² | 5.35×10 ³ | 1.07×10 ⁵ | 7.04×10 ⁶ | 5.35×10 ⁶ | 1.73×10 ⁶ | 9.40×10 ⁶ |
| | Coliform count | 1.20×10 ² | 4.60×10 ² | 8.50×10 ³ | 2.80×10 ⁴ | 4.60×10 ⁴ | 2.15×10 ⁵ | 5.60×10 ⁵ |
| 0.85% NaCl | Total cell Count | 2.95×10 ³ | 8.05×10 ³ | 3.40×10 ⁴ | 1.38×10 ⁶ | 8.05×10 ⁶ | 4.65×10 ⁶ | 7.55×10 ⁶ |
| | Yeast & mold count | 2.05×10 ³ | 3.15×10 ³ | 1.30×10 ⁵ | 4.12×10 ⁶ | 3.15×10 ⁶ | 1.54×10 ⁶ | 8.90×10 ⁶ |
| | Coliform count | 3.75×10 ² | 2.85×10 ³ | 2.55×10 ⁴ | 3.10×10 ⁴ | 2.85×10 ⁵ | 3.45×10 ⁵ | 1.80×10 ⁵ |
| 0.5% SMS | Total cell Count | 7.20×10 ² | 2.40×10 ² | 1.46×10 ³ | 5.50×10 ³ | 2.40×10 ³ | 4.25×10 ⁴ | 2.20×10 ⁴ |
| | Yeast & mold count | 6.00×10 ² | 1.45×10 ² | 1.06×10 ³ | 1.15×10 ³ | 1.45×10 ³ | 7.75×10 ³ | 2.60×10 ⁴ |
| | Coliform count | 3.00×10 ¹ | 3.00×10 ¹ | 2.00×10 ¹ | 1.00×10 ¹ | 3.00×10 ¹ | 7.90×10 ² | 2.90×10 ³ |
| EW-1 | Total cell Count | 1.65×10 ² | 4.25×10 ² | 8.20×10 ³ | 2.40×10 ⁴ | 4.25×10 ³ | 8.05×10 ⁴ | 2.65×10 ⁵ |
| | Yeast & mold count | 1.00×10 ² | 2.25×10 ² | 6.30×10 ³ | 4.30×10 ³ | 2.25×10 ³ | 1.28×10 ⁵ | 1.08×10 ⁶ |
| | Coliform count | N.D. ²⁾ | 5.00×10 ¹ | 6.15×10 ² | 4.15×10 ² | 5.50×10 ² | 1.05×10 ⁴ | 1.05×10 ⁵ |
| EW-2 | Total cell Count | 4.00×10 ¹ | 2.50×10 ² | 6.50×10 ³ | 2.50×10 ⁴ | 2.50×10 ⁴ | 4.35×10 ⁵ | 1.42×10 ⁶ |
| | Yeast & mold count | 4.50×10 ¹ | 1.15×10 ² | 3.10×10 ⁴ | 2.25×10 ⁵ | 1.15×10 ⁴ | 1.07×10 ⁵ | 1.51×10 ⁶ |
| | Coliform count | N.D. | 5.50×10 ¹ | 6.30×10 ³ | 9.05×10 ² | 5.50×10 ³ | 1.22×10 ⁴ | 1.00×10 ⁵ |

¹⁾ Refer to Table 11

²⁾ <10¹ CFU/g

대장균군 또한 총균수와 비슷한 경향을 보였으며 TW 처리구와 0.85% NaCl 처리구는 처리직후 10² CFU/g 수준에서 21일째 10⁵ CFU/g 수준으로 증가한 반면 0.5% SMS 처리구는 저장 14일째까지 10¹ CFU/g 수준에 머물렀다.

나. pH 변화

박피 고구마의 저장 중의 시료의 pH 변화는 Fig. 88과 같다. 처리직후 pH 6.00~6.24 수준이었으며 0.5% SMS 처리구를 제외하고 17일째부터 급격하게 증가하였다. TW 처리구는 초기 pH 6.19에서 저장 17일째 pH 4.71로 낮아졌으며 0.85% NaCl, EW-1, EW-2 처리구도 같은 경향을 보였으나 0.5% SMS 처리구의 경우 저장 21일째 pH 6.09 수준으로 초기와 큰 변화를 보이지 않았다.

다. 일반 성분의 변화

고구마의 저장기간에 따른 수분함량의 변화는 Fig. 89와 같다. 초기 수분함량은 70.0% 내외 수준이었으며 저장기간에 따라 큰 변화를 보이지 않았다. 일반성분은 Table 95와 같으며 이는 동결건조된 시료에 대한 함량이다. 초기의 조단백 함량은 3.03~3.53% 수준이었으며 0.5% SMS 처리구를 제외하고 저장기간이 지남에 따라 감소하였다. TW 처리구의 경우 초기 3.27%에서 저장 21일째 2.87%로 0.4% 정도 감소하였으나 0.5% SMS 처리구의 경우 오히려 21일째 0.16% 정도 증가하였다. 초기 조지방 함량은 0.42~0.60%였으며 저장기간 동안 처리구들에 관계없이 감소 경향을 보였다. EW-1 처리구는 초기 0.43%에서 21일째 0.37%로 가장 적은 감소를 보인 반면 0.5% SMS 처리구는 저장기간 동안 0.24% 감소하여 가장 큰 변화를 보였다. 조회분은 초기 1.0~1.5% 수준이었으며 저장 14일째까지 감소하다가 21일째 다시 증가하는 경향을 보였다. 고구마의 조섬유는 2.24~2.43%로 다른 근채류에 비해 높은 수준을 보였으며 저장기간이 지나감에 따라 감소경향을 보였고 저장 21일째 1.7~1.8% 수준으로 0.46~0.60% 정도 감소하였다.

라. 표면색도

저장기간 동안 박피 고구마의 표면 색도를 측정된 결과는 Table 96과 같다. 식품의 밝기를 나타내는 L값 저장 초기 84.37~86.81 수준이었으며 저장기간 동안 큰 변화를 보이지 않았다. 초기 색차(ΔE) 값은 0.85% NaCl 처리구가 2.44로 가장 낮은 변화를 보였으며 저장기간 동안 2.03~8.08 수준으로 차이를 보였으며 저장기간과 처리구간에 유의적인 변화는 보이지 않았다.

Table 95. Changes in proximate composition of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | | Storage time(day) | | | |
|--------------------------|------------|-------------------|------|------|------|
| | | 0 | 7 | 14 | 21 |
| Crude protein (%) | TW | 3.27 | 3.02 | 2.75 | 2.87 |
| | 0.85% NaCl | 3.08 | 2.95 | 2.81 | 2.93 |
| | 0.5% SMS | 3.03 | 3.16 | 3.07 | 3.19 |
| | EW-1 | 3.53 | 3.11 | 3.10 | 3.15 |
| | EW-2 | 3.02 | 3.09 | 2.92 | 2.99 |
| Crude fat (%) | TW | 0.49 | 0.41 | 0.41 | 0.29 |
| | 0.85% NaCl | 0.56 | 0.45 | 0.46 | 0.33 |
| | 0.5% SMS | 0.60 | 0.40 | 0.39 | 0.36 |
| | EW-1 | 0.43 | 0.40 | 0.38 | 0.37 |
| | EW-2 | 0.42 | 0.39 | 0.32 | 0.34 |
| Crude ash (%) | TW | 1.11 | 1.02 | 0.95 | 1.40 |
| | 0.85% NaCl | 1.21 | 1.21 | 0.95 | 0.95 |
| | 0.5% SMS | 1.41 | 0.92 | 0.92 | 1.37 |
| | EW-1 | 1.18 | 1.15 | 0.90 | 1.38 |
| | EW-2 | 1.36 | 1.33 | 0.89 | 1.25 |
| Crude fiber (%) | TW | 2.43 | 2.34 | 2.41 | 1.71 |
| | 0.85% NaCl | 2.26 | 2.08 | 1.98 | 1.80 |
| | 0.5% SMS | 2.24 | 2.04 | 1.90 | 1.72 |
| | EW-1 | 2.40 | 2.28 | 2.04 | 1.70 |
| | EW-2 | 2.30 | 2.14 | 1.96 | 1.72 |

¹⁾Refer to Table 11

마. 총페놀성화합물 함량과 Polyphenol oxidase활성 측정

고구마에 다량 함유된 phenolase는 과일이나 채소 갈변의 원인이 되는 효소이다. 갈변은 효소의 작용에 의해 생성된 quinone이 비효소적 산화나 산화생성물의 중합에 의한 것이다. 본 실험에서는 식품의 효소적 갈변을 억제하기 위한 방법으로 산소를 제거하는 진공포장을 하여 보관하면서 품질변화를 살펴보았다. 전해수 처리한 고구마의 초기 총페놀화합물의 함량은 30.03~30.72 mg%로 다른 처리구 33.49~34.36 mg%에 비해 낮은 수준을 보였다. 저장기간에 따른 변화는 초기에 증가하여 저장 7~10일째 가장 높은 수준을 보였으며 그 이후는 다소 감소하는 경향을 보였으나 초기 수준

에 비해 증가하였음을 알 수 있다(Fig. 90). 초기 PPO 활성은 268.44~369.84 units 수준이었으며 저장기간이 증가할수록 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보였다. 0.85% NaCl 처리구의 경우 저장 3일째 101.36 unit로 증가하여 가장 큰 변화를 보였으며 0.5% SMS 처리구의 경우 저장 21일째 초기에 비해 3.72 unit 증가하여 처리구들 가운데 PPO 활성이 가장 적게 증가하여 총페놀함량 증가와 유사한 결과를 볼 수 있었다(Fig. 91).

Table 96. Changes in color of peeled sweet potato during storage at 5°C

| Treatments ¹⁾ | | Storage time (day) | | | | | | |
|--------------------------|----|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 3 | 7 | 10 | 14 | 18 | 21 |
| TW | L | 84.37 | 86.99 | 83.63 | 86.93 | 84.72 | 88.07 | 86.45 |
| | a | -4.89 | -4.12 | -5.45 | -4.88 | -5.29 | -4.08 | -5.89 |
| | b | 29.52 | 25.70 | 32.33 | 26.83 | 26.93 | 24.82 | 28.83 |
| | ΔE | 0.00 | 4.70 | 2.95 | 3.72 | 2.65 | 6.04 | 2.41 |
| 0.85% NaCl | L | 84.23 | 86.19 | 84.63 | 86.66 | 85.34 | 87.71 | 85.05 |
| | a | -5.21 | -3.79 | -4.70 | -4.16 | -5.38 | -4.25 | -5.39 |
| | b | 27.11 | 21.72 | 27.52 | 24.22 | 27.05 | 25.25 | 26.57 |
| | ΔE | 2.44 | 8.08 | 2.03 | 5.82 | 2.71 | 5.47 | 3.07 |
| 0.5% SMS | L | 86.81 | 87.51 | 84.06 | 85.69 | 82.34 | 84.28 | 82.79 |
| | a | -5.19 | -3.49 | -5.20 | -4.38 | -5.08 | -3.72 | -5.18 |
| | b | 25.65 | 23.22 | 27.29 | 23.94 | 25.34 | 22.62 | 24.00 |
| | ΔE | 4.59 | 7.18 | 2.27 | 5.76 | 4.65 | 7.01 | 5.75 |
| EW-1 | L | 84.50 | 85.61 | 82.50 | 84.66 | 81.84 | 87.04 | 85.57 |
| | a | -4.53 | -3.80 | -3.95 | -3.65 | -4.17 | -3.82 | -5.10 |
| | b | 24.77 | 22.27 | 23.78 | 22.42 | 26.99 | 22.80 | 25.09 |
| | ΔE | 4.77 | 7.44 | 6.11 | 7.21 | 3.65 | 7.31 | 4.59 |
| EW-2 | L | 84.93 | 85.62 | 83.48 | 87.03 | 83.18 | 87.04 | 84.75 |
| | a | -4.54 | -3.97 | -4.94 | -2.67 | -4.56 | -3.16 | -4.96 |
| | b | 24.54 | 23.41 | 27.13 | 22.13 | 26.21 | 23.28 | 24.65 |
| | ΔE | 5.02 | 6.31 | 2.55 | 8.16 | 3.54 | 7.01 | 4.89 |

¹⁾Refer to Table 11

바. 조직감 변화

고구마의 조직감 변화는 Fig. 92와 같다. 처리직후 경도는 2,563.57~2,944.45 g/cm² 수준을 보였으며 저장기간이 지남에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. TW 처리구는 저장 7일째 680.41 g/cm² 감소로 저장중 가장 크게 감소하였으며 그 외 다른 처리구들은 저장 10일째 감소폭이 크게 나타났다. 21일째 TW 처리구는 감소변화는 803.01 g/cm² 수준으로 저장기간 중 가장 큰 감소를 보였으며 0.5% SMS 처리구와 EW-2 처리구는 각각 337.50, 584.41 g/cm² 감소 수준을 보였다.

사. 환원당, 총당 및 유리당 함량의 변화

다양한 침지처리 조건에 의한 고구마의 환원당 및 총당의 함량 변화는 Fig. 93 및 94와 같다. 환원당의 초기 함량은 1.14~1.76 % 수준이었으며 저장기간 동안 증가와 감소를 보이면서 저장 21일째 1.23~1.34 % 수준으로 처리구들 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 총당은 30.00% 내외 수준으로 대부분은 전분함량에 기인한 것으로 보여진다. 총당은 저장기간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보였으며 저장 17일째 TW 처리구의 총당 함량은 22.89%로 6.14% 감소하여 처리구들 중 가장 큰 감소를 보인 반면에 0.5% SMS 처리구는 1.87% 수준 감소하여 가장 낮은 감소율을 보였다. 저장기간 동안 조사된 유리당은 sucrose, fructose, glucose 이었으며 Fig. 95, 96 및 97에 나타나 있다. Sucrose 함량은 9.42~13.33% 수준을 보였으며 저장 14일째까지 큰 변화를 보이지 않았으나 저장 21일째 0.5% SMS 처리구를 제외하고 3.57~4.89 % 수준으로 급감하였다. 처리직후 fructose와 glucose는 각각 2.73~4.49, 1.78~2.63% 로 저장기간 동안 큰 변화는 보이지 않았다.

아. 전분 함량의 변화

고구마의 starch 함량변화는 Fig. 98과 같다. 처리직후 13.97~17.16% 수준으로 보였으며 저장기간동안 증가하는 경향을 보였다. TW 처리구는 저장 7일째 18.51%로 저장 기간중 최고 수준에 나타났으며 EW-1 처리구는 저장 14일째 14.97%로 0.18% 수준 증가하다가 21일째 감소하여 처리직후보다 낮은 함량을 보였다. 그 외의 처리구들은 저장 21일째 0.96~3.69% 정도 증가하였다.

자. Vitamin C 함량의 변화

저장에 따른 vitamin C의 함량 변화는 Fig. 99와 같다. 처리직후 18.97~27.74 mg%로 생고구마의 Vit C 함량 25.00 mg%와 비슷한 수준을 보였다. 모든 처리구에서 저장 17일까지 서서히 감소하다가 저장 21일째 급격히 떨어졌다. 0.5% SMS 처리구의 경우 초기 27.74 mg% 수준에서 21일째 17.06 mg%로 10.74 mg% 감소한 반면 EW-2 처리구는 저장 21일째 4.08 mg% 감소하여 처리구들 가운데 가장 감소율이 낮았다.

차. 관능평가

박피 고구마의 저장기간에 따라 이취, 외관, 색, 경도 및 전반적인 기호도에 대하여 관능평가를 실시한 결과는 Table 97과 같다. 이취 평가 결과 처리직후 0.5% SMS 처리구의 점수가 가장 높아 SMS 특유의 냄새가 불쾌취로 느껴진 것으로 생각된다. 저장기간 동안 증가하는 경향을 보였으며 TW 처리구와 0.85% NaCl 처리구의 경우 저장 7일째까지 서서히 증가하다가 저장 10일째 급증하여 7.0 이상의 평가를 받았으며 EW-1 처리구는 저장 17일째 그 수준에 달하였다. 외관은 7일째까지 처리구들 간에 유의적인 차이는 보이지 않았으며 저장 10일째 EW-2 처리구가 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 0.5% SMS 처리구는 저장 10일째까지 다른 처리구들과 비슷한 수준을 보였으나 그 이후부터는 가장 높은 평가를 받았다. 색에 대한 관능 평가 또한 저장 7일째까지 처리구들 간에 큰 차이를 보이지 않았으며 TW 처리구는 저장 14일째 유의적으로 감소하였고 0.5% SMS 처리구는 저장 14일째부터 처리구들 가운데 가장 높은 평가를 받아 가장 색의 변화가 낮은 것으로 나타났다. 경도는 조직의 파괴와 관련이 있는 항목으로 실험 결과 1% NaCl 처리구는 저장 14일째부터 크게 떨어져 그 이후에는 처리구들 가운데 가장 낮은 평가를 받았다. 처리직후의 전반적인 기호도 평가는 0.5% SMS 처리구가 가장 낮은 점수를 받았으나 저장기간 동안 큰 차이를 보이지 않아 저장 14일 이후에는 처리구들 가운데 가장 기호도가 높았다. EW-2 처리구는 저장 10일째까지 처리구들 중 가장 기호도가 높았으나 저장 14일째 유의적으로 감소하여 0.5% SMS 처리구를 제외한 다른 처리구들과 비슷한 수준을 보였다.

Table 97. Sensory characteristics of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C

| | Treatments ¹⁾ | Storage time(day) | | | | | | | F-value |
|--------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| | | 0 | 3 | 7 | 10 | 14 | 17 | 21 | |
| Off-flavor | TW | b ²⁾ 1.2 ^{C3)} | 3.7 ^B | b ²⁾ 2.5 ^{BC} | a ²⁾ 7.0 ^A | a ²⁾ 6.7 ^A | a ²⁾ 7.7 ^A | a ²⁾ 8.0 ^A | 30.24 ^{***} |
| | 0.85% NaCl | b ²⁾ 1.8 ^B | 3.5 ^B | b ²⁾ 3.0 ^B | a ²⁾ 7.3 ^A | a ²⁾ 6.8 ^A | ab ²⁾ 7.0 ^A | a ²⁾ 7.7 ^A | 17.31 ^{***} |
| | 0.5% SMS | a ²⁾ 6.2 ^A | 5.5 ^{AB} | a ²⁾ 5.8 ^A | a ²⁾ 6.8 ^A | b ²⁾ 3.7 ^{BC} | c ²⁾ 2.8 ^C | b ²⁾ 5.0 ^{AB} | 4.38 ^{**} |
| | EW-1 | b ²⁾ 1.5 ^C | 3.0 ^{BC} | b ²⁾ 2.5 ^{BC} | b ²⁾ 3.3 ^{BC} | b ²⁾ 4.0 ^B | a ²⁾ 7.8 ^A | ab ²⁾ 6.7 ^A | 14.11 ^{***} |
| | EW-2 | b ²⁾ 1.5 ^D | 3.2 ^C | b ²⁾ 2.2 ^D | b ²⁾ 2.8 ^C | ab ²⁾ 5.7 ^B | b ²⁾ 6.5 ^B | a ²⁾ 8.2 ^A | 40.16 ^{***} |
| | F-value | 59.49 ^{***} | 1.66 | 10.36 ^{***} | 14.3 ^{***} | 3.84 [*] | 50.23 ^{***} | 5.2 ^{**} | |
| Appearance | TW | 6.7 ^A | 6.0 ^{AB} | 5.3 ^{AB} | a ²⁾ 6.2 ^A | b ²⁾ 4.0 ^{BC} | b ²⁾ 4.0 ^{BC} | b ²⁾ 2.8 ^C | 5.49 ^{***} |
| | 0.85% NaCl | 8.0 ^A | 6.7 ^{AB} | 6.8 ^{AB} | a ²⁾ 5.7 ^B | ab ²⁾ 5.2 ^B | ab ²⁾ 5.2 ^C | b ²⁾ 2.7 ^B | 9.71 ^{***} |
| | 0.5% SMS | 7.2 ^A | 6.2 ^{AB} | 6.7 ^{AB} | ab ²⁾ 5.0 ^B | a ²⁾ 6.3 ^{AB} | a ²⁾ 6.3 ^{AB} | a ²⁾ 5.5 ^{AB} | 1.93 |
| | EW-1 | 7.0 ^A | 6.2 ^{AB} | 5.5 ^B | b ²⁾ 3.7 ^C | b ²⁾ 3.5 ^C | b ²⁾ 3.0 ^C | b ²⁾ 2.8 ^C | 12.21 ^{***} |
| | EW-2 | 7.2 ^A | 6.8 ^A | 6.8 ^A | a ²⁾ 5.8 ^A | b ²⁾ 3.8 ^B | b ²⁾ 3.7 ^B | ab ²⁾ 3.8 ^B | 11.38 ^{***} |
| | F-value | 0.68 | 0.35 | 1.63 | 4.05 [*] | 4.42 ^{**} | 8.82 ^{***} | 3.01 [*] | |
| Color | TW | 7.3 ^A | 5.2 ^{BC} | b ²⁾ 4.5 ^B | a ²⁾ 6.5 ^{AB} | b ²⁾ 4.5 ^C | c ²⁾ 2.7 ^D | b ²⁾ 2.5 ^D | 12.26 ^{***} |
| | 0.85% NaCl | 7.0 ^A | 6.5 ^{ABC} | a ²⁾ 7.0 ^{AB} | a ²⁾ 5.8 ^{BC} | b ²⁾ 4.8 ^C | c ²⁾ 2.5 ^D | b ²⁾ 2.3 ^D | 12.28 ^{***} |
| | 0.5% SMS | 7.0 ^A | 6.3 ^{AB} | ab ²⁾ 6.3 ^{AB} | b ²⁾ 4.2 ^C | a ²⁾ 6.8 ^A | a ²⁾ 5.0 ^{BC} | a ²⁾ 5.2 ^{BC} | 4.46 [*] |
| | EW-1 | 6.8 ^A | 6.3 ^{AB} | bc ²⁾ 5.3 ^{BC} | b ²⁾ 4.2 ^{CD} | b ²⁾ 3.2 ^{DE} | c ²⁾ 2.7 ^E | ab ²⁾ 3.3 ^{DE} | 13.47 ^{***} |
| | EW-2 | 6.8 ^A | 6.5 ^A | ab ²⁾ 5.8 ^A | a ²⁾ 6.2 ^A | b ²⁾ 4.0 ^B | b ²⁾ 3.8 ^B | b ²⁾ 3.0 ^B | 9.52 ^{***} |
| | F-value | 1.10 | 0.99 | 5.92 ^{**} | 4.85 ^{**} | 5.82 ^{**} | 9.10 ^{***} | 2.64 [*] | |
| Hardness | TW | 6.5 ^A | 6.0 ^A | 5.7 ^A | ab ²⁾ 5.0 ^A | a ²⁾ 6.0 ^A | a ²⁾ 5.0 ^A | 2.8 ^B | 3.44 ^{**} |
| | 0.85% NaCl | 7.3 ^A | 6.8 ^{AB} | 5.5 ^{BC} | a ²⁾ 6.5 ^{AB} | b ²⁾ 4.0 ^{cd} | b ²⁾ 2.7 ^D | 3.8 ^D | 10.34 ^{***} |
| | 0.5% SMS | 7.3 ^A | 5.7 ^{ABC} | 6.3 ^{AB} | bc ²⁾ 4.5 ^{BC} | ab ²⁾ 5.3 ^{ABC} | ab ²⁾ 3.7 ^C | 5.0 ^{ABC} | 2.52 [*] |
| | EW-1 | 8.5 ^A | 6.0 ^B | 5.3 ^{BC} | b ²⁾ 3.3 ^{CD} | b ²⁾ 2.5 ^D | ab ²⁾ 4.5 ^{BCD} | 4.0 ^{BCD} | 8.66 ^{**} |
| | EW-2 | 8.3 ^A | 6.3 ^B | 6.5 ^B | a ²⁾ 6.3 ^B | b ²⁾ 4.2 ^{CD} | a ²⁾ 5.7 ^{BC} | 3.2 ^D | 9.57 ^{***} |
| | F-value | 1.51 | 0.32 | 0.64 | 6.27 ^{**} | 8.08 ^{***} | 3.13 [*] | 1.54 | |
| Overall acceptance | TW | a ²⁾ 7.3 ^A | 5.3 ^B | 4.8 ^B | b ²⁾ 3.8 ^{BC} | bc ²⁾ 3.0 ^C | b ²⁾ 2.7 ^C | b ²⁾ 2.5 ^C | 12.06 ^{***} |
| | 0.85% NaCl | a ²⁾ 8.0 ^A | 6.0 ^B | 6.3 ^{AB} | b ²⁾ 3.5 ^C | b ²⁾ 3.7 ^C | ab ²⁾ 3.5 ^C | b ²⁾ 3.2 ^C | 9.27 ^{***} |
| | 0.5% SMS | b ²⁾ 5.5 ^{AB} | 5.3 ^{AB} | 5.3 ^{AB} | b ²⁾ 3.8 ^B | a ²⁾ 6.0 ^A | a ²⁾ 5.2 ^{BC} | a ²⁾ 4.8 ^{BC} | 1.36 |
| | EW-1 | ab ²⁾ 6.7 ^A | 5.3 ^{AB} | 5.5 ^{AB} | b ²⁾ 4.3 ^B | b ²⁾ 2.3 ^B | ab ²⁾ 3.0 ^C | b ²⁾ 2.7 ^C | 12.94 ^{***} |
| | EW-2 | ab ²⁾ 7.2 ^A | 6.5 ^A | 6.0 ^A | a ²⁾ 6.0 ^A | b ²⁾ 3.3 ^B | ab ²⁾ 3.3 ^B | b ²⁾ 3.0 ^B | 13.20 ^{***} |
| | F-value | 2.90 [*] | 0.79 | 1.39 | 5.22 ^{**} | 18.23 ^{***} | 1.82 | 3.22 [*] | |

¹⁾Refer to Table 11

²⁾Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

³⁾Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at a=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

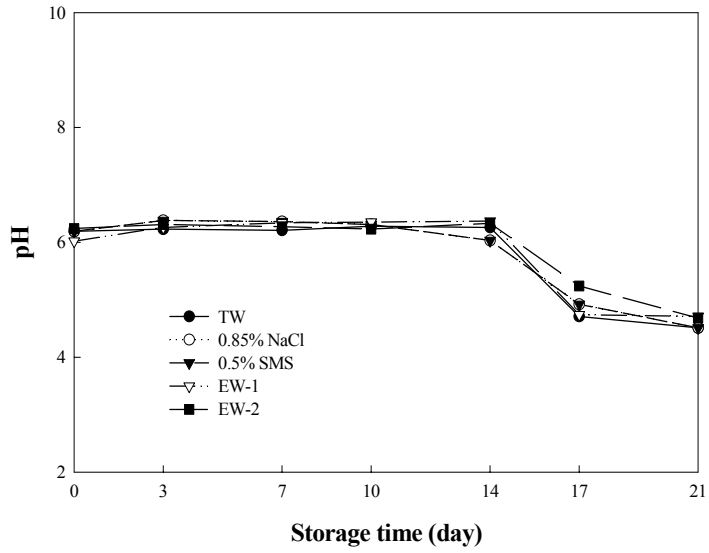


Fig. 88. Changes in pH of peeled sweet potato during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 11

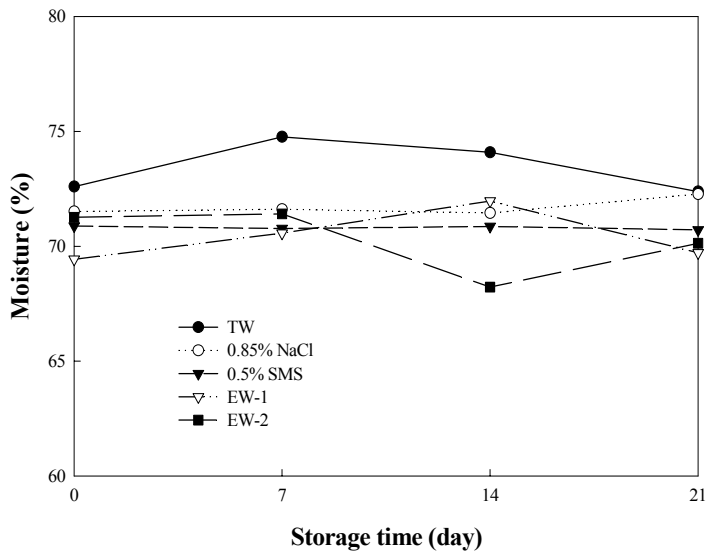


Fig. 89. Changes in moisture contents of peeled sweet potato during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 11

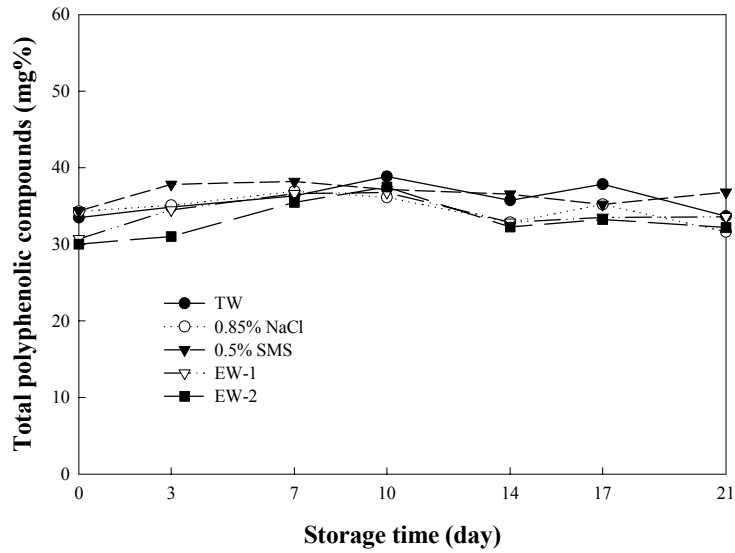


Fig. 90. Changes in total phenolic compounds of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

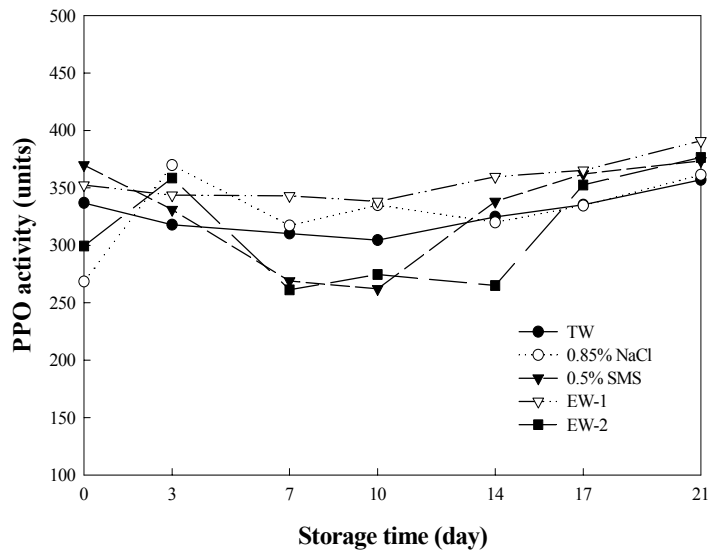


Fig. 91. Changes in polyphenol oxidase activity of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

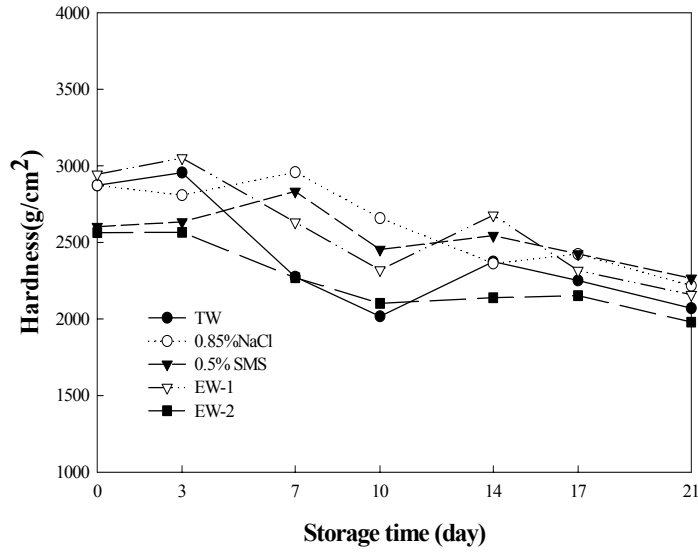


Fig. 92. Changes in hardness of peeled sweet potato during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 11

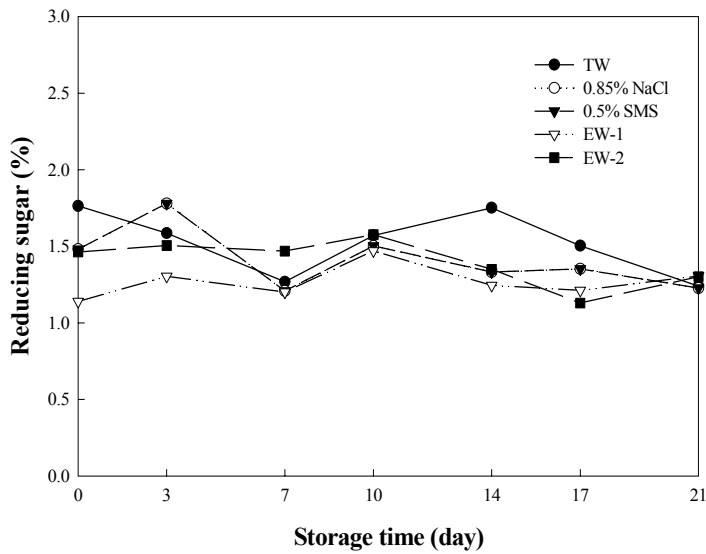


Fig. 93. Changes in reducing sugar contents of peeled sweet potato during storage at 5°C.
 * Legends as in Table 11

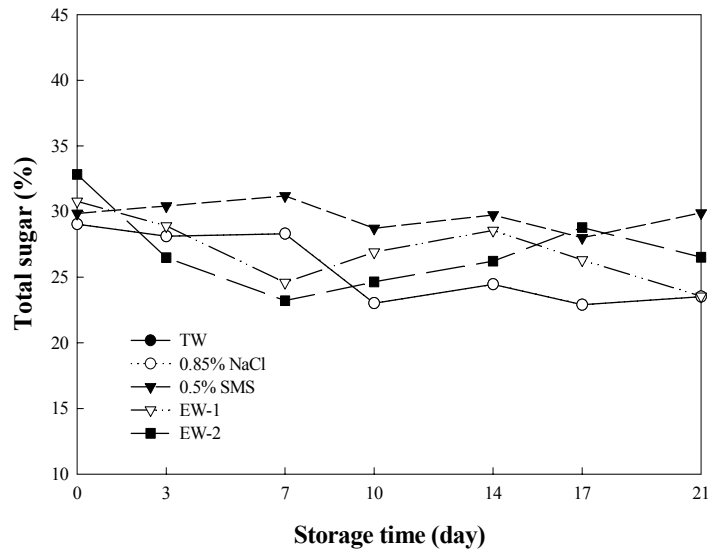


Fig. 94. Changes in total sugar contents of peeled sweet potato during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

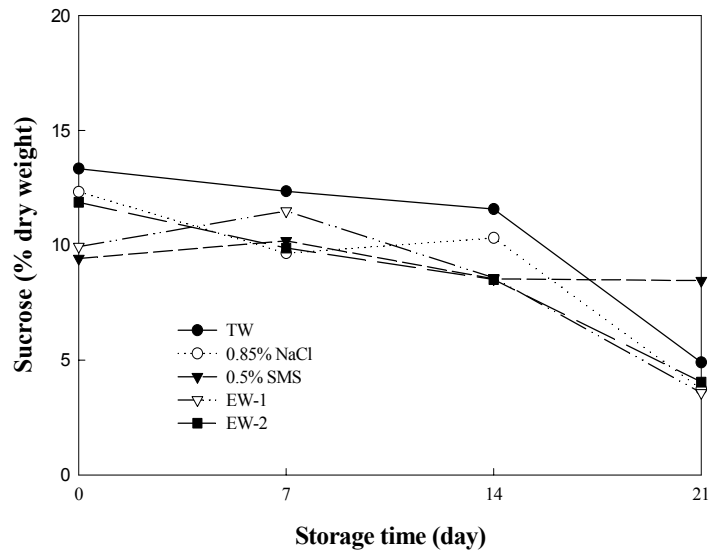


Fig. 95. Changes in sucrose contents of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

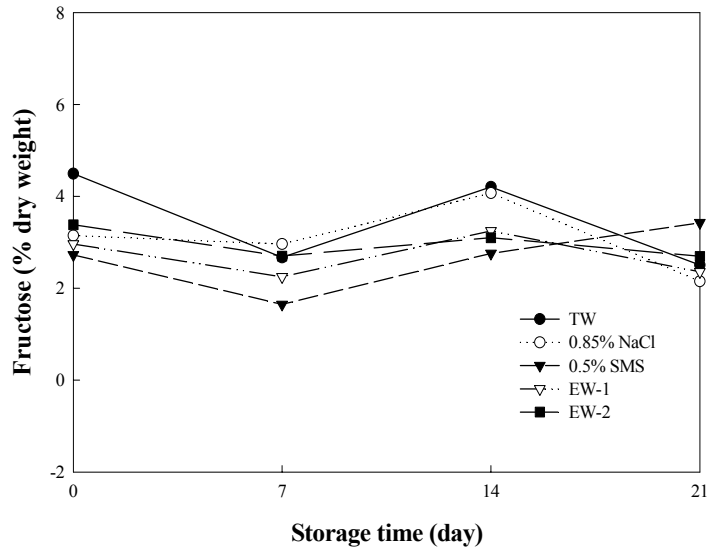


Fig. 96. Changes in fructose contents of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

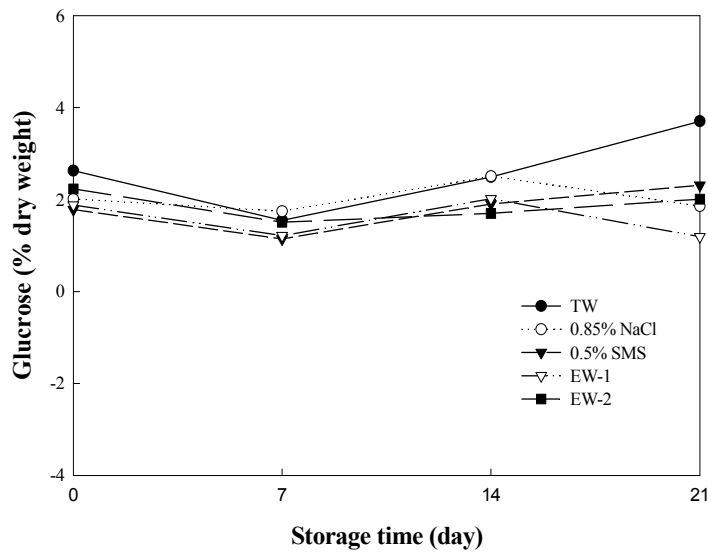


Fig. 97. Changes in glucose contents of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

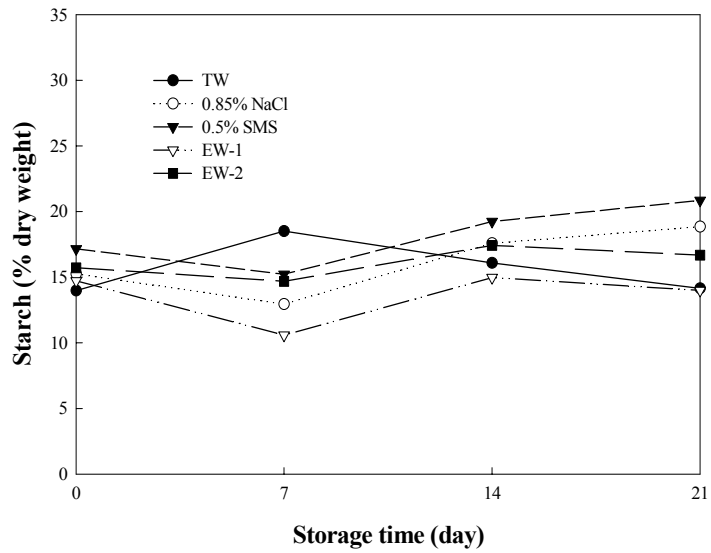


Fig. 98. Changes in starch contents of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C.

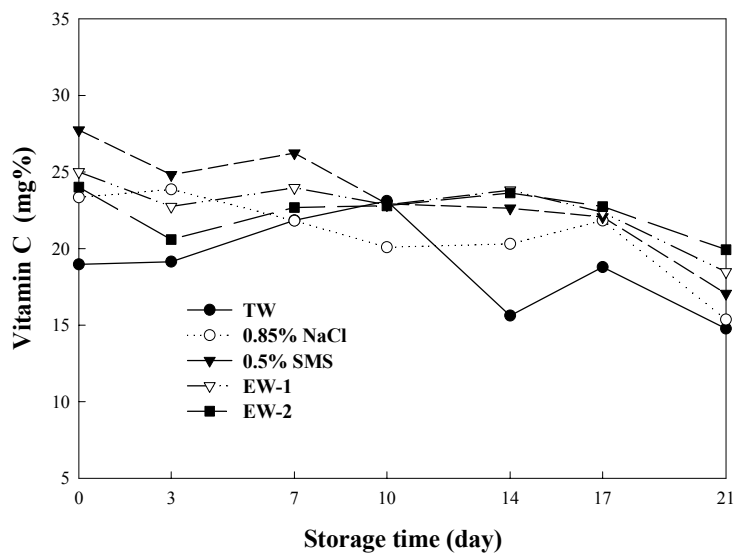


Fig. 99. Changes in vitamin C contents of peeled sweet potato with various treatments during storage at 5°C.

* Legends as in Table 11

제 5 절 목표 달성도 및 관련 분야의 기여도

본 연구는 최소 가공기술을 이용한 신선편이 박피 근채류(토란, 감자, 고구마, 연근, 우엉, 도라지, 마 등) 및 간밤에 있어 미생물 증식 및 위해 미생물로부터의 안전성 확보, 수출 및 장거리 수송시 품질유지용 보관수 및 용기의 부피 증대로 인한 운송비 부담 해소, 변색 등의 초기품질 저하를 최대한 억제시켜 유통기한의 연장 등을 충족시킬 수 있는 효율적인 박피·세정 등의 전처리 방법 및 침지 저장·유통 기술을 개발코자 수행하였다.

이를 위해 1, 2차 년도에는 연구개발 목표를 최소가공 박피용 근채류의 박피 및 세정처리 조건별 효과 검토에 따른 최적조건 설정에 초점을 맞추어 다음과 같은 사항을 수행하였다.

1) 박피용 근채류(감자, 고구마, 토란 등 8품목)의 국내외 유통 및 소비실태 조사

박피용 근채류의 국내 유통 및 소비 실태를 파악하고자, 서울, 경기지역을 중심으로 구근류 전처리 업체(채소가공 전문 자영업체 및 산지의 영농조합 등) 및 대형 유통 매장 20곳을 대상으로 취급 품목, 박피처리 품목, 박피 방법, 수세 및 세정을 위한 사용 처리수, 박피 처리 후의 갈변 방지 처리법, 과채류의 최소가공(박피, 수세 및 포장)시 개선점 및 애로사항을 조사 분석하였다.

2) 근채류 대상품목별 박피처리 방법에 따른 품질특성 시험

i) 근채류 대상품목별 적정 박피처리 방안 설정시험

감자, 고구마, 마, 도라지, 우엉, 연근 등의 6개 품목에 대해 수작업에 의한 박피(일반과도, 박피 전용도구 및 공업용 sandpaper 등), 기계적 박피는 시료의 외형에 따라 구근류 박피기(Potato & Roots-Crops Peeler FM-20. CHUO BOKEI GOSHI KAISHA Japan), 칼날 부착 내피제거기(한국식품개발연구원 자체제작), 근채류 전용 브러쉬 type 박피기((주)타프기계 제작) 및 무 전용 세척 브러쉬 type 박피기(한국식품연구원 자체제작)등의 4종을 사용하였으며, 화학적 박피는 NaOH를 농도별로 희석하여 처리 시간 및 온도를 달리하여 박피 처리한 결과, 품목별로 수작업과 기계적 방법에서 최적의 박피처리 방법을 결정할 수 있었다.

ii) 박피 근채류의 적정 위생적 세정처리 방안 설정시험

감자, 고구마, 마, 도라지, 우엉, 연근 등의 6개 품목에 대해 처리용수별에 따른 세정도 시험을 위하여 수돗물, 전기분해수 및 염소수 등을 제조하여 박피 처리후의 색도 변화를 비교 조사한 결과, 수돗물 처리구에서는 박피 처리후 3시간이내에 모든 품목에서 갈변이 일어남을 확인하였다.

iii) 박피 처리 근채류의 전처리 최적조건 설정을 위한 저장중 품질변화 확인시험

박피 처리하여 수돗물로 세정한 감자, 고구마, 마, 도라지, 우엉, 연근 등의 6개 품목에 대해 상온에 방치된 상태에서 시간 경과에 따른 시료별 품질변화 즉, 경도, 색도 및 갈변도, pH, 수분함량 등을 비교 분석하였다.

이와 같은 결과를 기초로 2차 연도에서는 1차 년도에서 도출한 품목별 적정 박피 및 세정처리 방법 등에 대하여 확인시험을 계속 진행하였으며, 또한, 그 연구 결과를 토대로 박피 근채류의 대량 처리가 가능한 박피, 세정 겸용시스템을 구상함으로써 당초 계획 이상의 실험결과를 달성하였다.

이어 2, 3차 년도에는 1차 년도의 연구결과를 기반으로 최소가공 박피용 근채류의 박피 최적조건 설정과 박피 근채류의 초기품질 및 안전성 유지를 위한 저온처리침지 저장용 제조수 개발을 위한 연구개발 목표 달성을 위하여 다음과 같은 사항을 수행하였다.

3) 근채류 대상품목별(토란, 우엉 등 7품목) 박피 최적 처리 방법 설정

1차 연도에서 수행한 감자, 고구마, 마, 도라지, 우엉, 연근 및 토란 등 7개 품목에 대해 수작업 및 기계적 박피 방법별에 따른 시험한 결과, 품목별로 박피 손실을 및 관능검사를 통하여 수작업 및 기계적 처리에서의 최적 박피 방법을 확인하였다.

4) 저온처리 침지저장용 제조수 개발시험

최적 박피 방법에 의해 박피한 감자, 고구마, 마, 도라지, 우엉, 연근 및 토란 등 7개 품목을 대상으로 염소수, 격막 및 무격막 방식으로 제조한 전기분해수(산성 및 알

칼리성)와 전기분해수(산성 및 알칼리성)에 다양한 식품첨가물(0.5% 유자주스 등 5종)을 첨가한 제조수(식품첨가물의 첨가비율은 관능평가에 따라 첨가물의 맛과 향을 거의 느낄 수 없고, 산화환원전위는 초기치의 90% 이상을 유지시킬 수 있는 수준으로 결정)를 사용하여 박피 과채류의 세정 및 침지 보관에 따른 미생물 제균 및 갈변억제 효과를 조사한 결과, 전기분해수에 유자과즙 등을 첨가하여 세정 처리한 경우에는 기존의 갈변억제제와 같은 높은 갈변효소 억제능과 더불어 과육의 표면 살균까지 동시에 처리할 수 있음을 확인하였다.

5) 침지저장용 제조수 및 처리조건별 박피 근채류의 저장중 품질변화 확인시험

선정한 최적 박피 방법(수작업 및 기계적)과 침지저장용 제조수에 의해 저장온도별, 포장조건별에 따른 깐밤, 토란, 우엉, 마, 연근, 도라지, 고구마 및 감자 등의 8개 품목에 대해 저장기간별에 따른 품질변화(일반성분: 수분, 조지방, 조단백, 조섬유, 조회분 등, pH, 색도 및 갈변도, 탁도, 중량감소율, 경도, 비타민C, 총페놀성화합물, polyphenol oxidase activity, 총균수, 대장균수, 효모 및 곰팡이, 총당, 환원당 및 유리당, 지방산, 관능평가 등)을 비교 분석하였다.

그리고 깐밤의 경우, (주)정안농산 및 (주)푸드웰을 대상으로 실용화를 위한 현장 적용시험을 실시함으로써 미생물 증식 및 위해 미생물로부터의 안전성 확보, 수출 및 장거리 수송시 품질유지용 보관수 및 용기의 부피 증대로 인한 운송비 부담 해소, 변색 등의 초기품질 저하를 최대한 억제시켜 유통기한의 연장 등을 충족시킬 수 있음을 확인함으로써 당초 계획에 따른 연구목표를 달성하였다.

그 밖에도 본 기술의 활용분야는 최소가공을 요하는 신선 채소류의 선도연장 및 제균 효과를 통하여 미생물학적 위해인자를 최소화시키고 전처리 공정으로 수처리를 반드시 요하는 원료농산물에 확대 적용 가능할 것이다. 이에 국내의 과채류 산지 집하장 및 전처리 시설, 농산물 유통센터, 세척 및 냉수처리 시스템 제작 및 설계업체, Minimal Processing을 이용한 외식산업 분야 등에도 확대 보급될 것으로 여겨진다.

제 6 절 연구 결과 활용 계획

본 연구는 최소 가공기술을 이용한 신선편이 박피 근채류(토란, 감자, 고구마, 연근, 우엉, 도라지, 마 등) 및 간밤에 있어 미생물 증식 및 위해 미생물로부터의 안전성 확보, 수출 및 장거리 수송시 품질유지용 보관수 및 용기의 부피 증대로 인한 운송비 부담 해소, 변색 등의 초기품질 저하를 최대한 억제시켜 유통기한의 연장 등을 충족시킬 수 있는 효율적인 박피·세정 등의 전처리 방법 및 침지 저장·유통 기술을 개발코자 수행하였다.

연구수행 결과, 간밤 및 박피 토란 등 박피 근채류에 있어 박피처리후의 세정 및 보관용 침지수정에 특성에 적합한 물성을 지닌 전기분해수 또는 전기분해수에 식품첨가물을 각각 적용 처리함으로써 초기 미생물학적 살균에 의한 위생적 안전성 확보, 공정의 동시 처리에 따른 공정 간소화 및 비용 절감, 보관용 침지수 제조시 보존제 무첨가에 따른 보존성 확보와 아울러 기존 박피 근채류의 품질개선 등에 이바지할 수 있음을 확인 할 수 있었다.

그 밖에도 본 연구는 비가열 식품에 있어 비위생적 처리에 의한 위해 미생물 오염시, 심각한 식품 안전성 문제를 야기시킬 수 있으나 적정 전기분해수의 사용이 기존의 제조과정을 충분히 개선할 수 있는 매우 효과적인 새로운 위생 제조 방안으로 생각되며 또한, 김치, 단무지와 같은 다양한 절임식품 개발, 인삼, 도라지 및 쑥 등의 약용식물의 위생적 추출공정에도 적용 가능할 것으로 여겨져 향후 전해수 적용에 관한 연구는 상당히 광범히 분야로 여겨진다.

이에, 본 기술의 활용을 위해

- i) 국내산 주요 근채류의 신선 편의식품 생산시 공정관리 지침 제공
- ii) 최소가공처리 공정의 표준화 및 메뉴얼화로 소포장 센터의 자동화 공정 유도
- iii) 최소가공식품의 선도유지를 위한 살균, 제균 및 포장기술개발로 산지 소포장 사업의 활성화 유도

: 1일 1만5천 톤에 달하는 음식물쓰레기 발생량을 산지의 소포장 센터에서 전처리 공급함으로써 10% 이상 절감 가능

- iv) 농산물 소포장 센터의 HACCP 관리를 위한 기초자료 제공

등을 추진할 계획이다. 그 밖에도 단무지를 비롯한 절임업체 및 전해수 제작용업체 등에서 큰 관심을 보이고 있어 본 연구결과와 관련된 기술을 이전할 계획이며, 아울러 관련기술의 적극적인 홍보를 위해 국내외 전문 학술지 게재 및 특허 출원 등을 준비 중이다. 그리고 매년 실시되는 농민, 생산자 단체 및 협회의 유통가공 기술교육의 정규과목으로 설정할 수 있도록 추진할 것이다.

제 4 장 결론 및 요약

본 연구는 최소 가공기술을 이용한 신선편이 박피 근채류(토란, 감자, 고구마, 연근, 우엉, 도라지, 마 등) 및 깎밤에 있어 미생물 증식 및 위해 미생물로부터의 안전성 확보, 수출 및 장거리 수송시 품질유지용 보관수 및 용기의 부피 증대로 인한 운송비 부담 해소, 변색 등의 초기품질 저하를 최대한 억제시켜 유통기한의 연장 등을 충족시킬 수 있는 효율적인 박피·세정 등의 전처리 방법 및 침지 저장·유통 기술을 개발코자 수행하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 본 연구에서는 전기분해 격막 및 전해액에 따른 전해수의 물리적 특성 및 미생물의 표면살균 효과를 검토하였다. 격막 방식의 전기분해수 제조 시스템의 최적조건은 간극이 1.0 mm, 20% NaCl 첨가량이 6 mL/min 일 때 제조된 전해산화수의 물성치가 ORP 1,170 mV 수준, HClO 함량 100 ppm 수준, pH 2.5 수준으로 가장 우수하게 나타났으며, 1단 방식보다는 2단의 전기분해 방식이 물성 측면에서 우수함을 알 수 있었다. 무격막 방식의 전해수는 간극이 1.0 mm, 20% NaCl 첨가량이 4 mL/min 일 때 격막 방식의 최적조건과 가장 유사하게 나타났으나 차아염소산 함량은 132~266 ppm 수준, pH는 9 수준으로 격막 방식과는 크게 달라지는 것을 알 수 있었다. 전해수는 실온에서 밀폐 용기에 보관한 경우에 있어 격막 및 무격막 방식에서 각각 1,150 및 750 mV 수준, 100 ppm 수준을 1개월 이상 유지할 수 있었다. 격막 및 무격막 방식으로 제조한 전해수는 *Salmonella typhimurium* 등 12 균주가 초기 $10^5 \sim 10^6$ CFU/mL에서 30초 이내에 모두 사멸되는 것으로 나타났다. 전해액으로 NaCl 및 CaCl₂, KCl을 사용하여 제조한 전해수의 ORP 및 HClO 함량은 NaCl, KCl, CaCl₂ 순으로 높게 나타났으나 큰 차이는 없었으며, 미생물 사멸효과는 동일하게 나타났다.
2. 신선편이 최소가공 근채류의 초기 품질 유지 및 유통기간의 연장을 위한 기초연구로 박피처리 조건별에 따른 품질특성을 조사하였다. 감자의 경우 sandpaper를 이용한 구근류 박피기로 박피된 감자의 감모율이 8%이하로 가장 낮게 나타났으며, 화학적 방

법에 의한 박피가 8.9~9.8% 수준으로 NaOH의 농도가 높아질수록 감모율이 높아 17% NaOH용액으로 처리한 박피 감자의 감모율이 가장 높게 나타났다. 박피후의 수분함량 변화는 수작업과 15% NaOH 80℃에서 2분간 침지 후 박피된 처리구에서 박피 3시간 후 급격하게 감소되었다. pH는 화학적 박피 처리구는 5.78~6.33으로 수작업 박피의 6.53~6.81과 기계적 박피 처리구의 5.89~6.61에 비해 비교적 낮게 나타났다. 갈변도는 80℃, 15%-NaOH에 2분간 침지 후 박피된 처리구는 0.87로서 수작업 박피 직후의 갈변도 0.19에 비해 무려 4.5배 가량 높게 나타났다. 한편, 박피처리한 고구마는 감자에 비하여 갈변이 적게 일어났으며 감모율도 비교적 낮아 sandpaper를 이용한 구근류 박피기로 처리된 고구마가 7.3% 수준으로 가장 낮은 감모율을 나타내었고 10 0℃, 10%-NaOH에서 1분간 침지하여 박피한 처리구가 13.6%로 가장 높은 감모율을 보였다. pH는 시간 경과에 따라 6.51~5.94 수준으로 낮아지는 경향을 보였으며, 갈변도는 박피도구를 이용한 수작업에 있어 박피 3시간 경과 후에도 0.98 수준으로 가장 낮게 나타났다.

3. 일반 근채류와는 달리 기계적, 화학적 박피방법이 불가능한 도라지는 수작업에 의한 박피만이 가능하여 다양한 수작업에 의한 박피 처리후의 품질을 비교한 결과, 감모율에 있어 박피 도구를 사용한 수작업시 15.93%로 박피 도중 제거되는 측근의 수가 많아 높게 나타났다. 박피 처리후의 수분함량 변화는 칼을 이용한 수작업 처리구에서 초기치 88.26%에서 3시간후 71.55%로 16.71%의 감소율을 보였으며, 박피 도구를 사용한 수작업 처리구에서는 14.38%, sandpaper에 의한 수작업 처리구는 16%의 수분함량 감소율을 보였다. 한편, 우영의 박피 감모율은 다른 품목과는 달리 칼을 이용한 수작업 박피에서 18.20%로 가장 크게 나타났으며, brushing에 의한 박피가 8.05%로 가장 적은 감모율을 나타내었다. 박피 처리후의 수분함량 변화는 박피 도구를 이용한 수작업 처리구가 80.50~71.30% 범위로, 70℃, 12%-NaOH 에서 30초간 처리한 우영의 80.56~69.54% 보다 다소 높게 유지되었다. pH 변화도 6.58~5.67 수준으로 다른 근채류와 마찬가지로 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 또한, brushing에 의한 방법은 박피 직후에 갈변도가 0.85로 다소 높게 나타났으나 시간이 경과함에 따라서는 갈변정도가 더디게 진행되는 특징을 보여 주었다.

4. 연근의 박피에 따른 감모율은 10%를 넘지 않는 낮은 수준으로 우영과 마찬가지로 brushing에 의한 박피가 가장 효과적이어서 감모율이 5.1% 수준으로 가장 낮게 나타났다. 박피 처리후의 수분함량 변화도 근채류 전용박피기가 89.24~87.27% 수준으로 차이가 가장 적게 나타났으며 박피 처리후의 갈변도도 0.02~0.09 수준이었다. pH 변화도 근채류 전용 박피기에서 6.0~6.5 수준이었으나 그 밖의 처리구에서는 거의 변화가 없었다. 한편, 마에 있어 박피 감모율은 우영 및 연근과 비슷한 경향을 보여 brushing 처리에 있어 3.28% 수준, 근채류 전용 박피기에서도 5.23%로 낮은 감모율을 나타내었다. 또한, 수작업에 의한 박피 시료는 brushing과 근채류 전용 박피기로 처리한 시료와 비교하여도 처리후의 수분함량 변화, 갈변정도, pH 변화 등의 품질적으로 크게 차이가 없었으나 감모율은 9% 수준으로 높게 나타났다. 그리고 실험에 사용한 6가지 근채류 중에서 화학적 박피가 가장 효과적인 품목으로 가열 온도 및 시간의 영향을 크게 받지 않는 것으로 나타났다.

5. 기계적 박피와 수작업 박피로 처리된 감자와 우영을 수도수, 염소수, 전해수A(pH 2.6), 전해수B(pH 8.5) 등의 4가지 세정수로 세정 횟수를 달리하여 최소가공의 초기 단계인 박피와 세정처리에 따른 품질특성을 조사하였다. 감자 박피에 최적 조건은 박피도구를 이용한 수작업 박피로 감모율 8.40%, 우영은 brushing에 의한 박피 방법으로 감모율이 8.05%로 타 처리에 비하여 현저히 낮게 나타났다. 세정에 의한 미생물 살균효과는 수작업 박피 감자의 수도수 세정시 총균수는 처리 직후 4.5×10^4 CFU/g으로 무처리시의 4.8×10^4 CFU/g와 거의 차이가 없는 반면에 전해수A에 의한 세정은 1.5×10^2 CFU/g으로 나타나 뛰어난 살균효과를 나타내었고, 염소수와 전해수B로 세정된 시료도 각각 3.0×10^2 CFU/g 및 2.5×10^2 CFU/g로 나타나 전해수 처리구가 수도수 처리구에 비하여 전반적으로 2 log cycle 정도 낮은 수준으로 감소하였다. 이와같은 살균효과는 대장균수의 경우에도 마찬가지로 나타났다. 염소수 세정은 수도수와 동일한 방법으로 세정후 시간 경과에 따라 건조에 의한 표면색도가 점차 밝게 변하는 특징을 보였다. 마찬가지로 박피 우영의 세정처리에 있어서도 전체적으로 전해수가 타 세정수보다 미생물 살균효과를 나타내었으며 특히, 감자에서와는 달리 1회 세정보다 2회 세정시 더 우수한 살균효과를 보여주었다.

6. 간밤 유통시, 변색 발생 및 저장액의 백탁 현상 등을 해결하기 위해 보관액으로 전해수(pH 8.5, 2.5) 및 유자과즙을 첨가한 전해수, 0.2% 명반수의 5가지 침지 보관액에 저장하여 품질을 비교하였다. 침지액의 pH는 전해산화수에 0.5% 유자과즙을 첨가한 처리구가 초기에는 3.46으로 가장 낮고 전해알칼리수에 0.5% 유자과즙을 첨가한 처리구가 5.95로 가장 높게 나타났으나 저장기간이 경과할수록 4.52~4.92 수준으로 거의 유사한 pH를 보여주었다. 침지액의 탁도 저장 기간이 길어질수록 0.2% 명반수에서 가장 크게 상승하였고 전해산화수 처리구에서는 거의 변화가 없었다. 간밤의 표면 색도는 저장기간에 따라 모든 처리구의 L값, b값은 감소하고, a값은 증가하는 경향을 보였으며 ΔE 는 전해알칼리수에 0.5% 유자과즙을 첨가한 처리구에서 가장 낮게 나타났다. 전해수 처리구의 간밤 초기 미생물수는 처리 직후 크게 감소하여 저장 10일까지는 큰 변화를 보이지 않았으나 저장 15일부터는 증가하는 추세를 보였다. Vitamin C 함량의 변화는 초기 24.88mg%에서 전해알칼리수에 0.5% 유자과즙을 첨가한 처리구에 보관한 간밤이 저장 30일 후에 20.08mg%로 가장 높은 값을 유지하였다.

7. 수 및 기계 박피(감모율: 13.58% 및 10.02%)에 의한 토란을 전해수(pH 8.5, 2.5)에 0.5% 유자과즙을 첨가, 0.85% NaCl 용액, 0.2% 명반수의 4가지 침지 보관액에 저장하여 품질특성을 비교하였다. 총당은 박피방법과 관계없이 저장기간이 경과할수록 감소하였고, 환원당은 전반적으로 저장 5일째 급격히 증가하여 저장기간의 경과에 따라 증가 경향을 보였다. Vit. C함량은 수 박피에 의한 토란에서 기계 박피보다 전반적으로 높은 수준을 보였으며, 전해수 처리구의 경우는 저장 초기에 다소 증가하였다가 점차 감소한 반면, 그 밖의 보관액에서는 지속적인 감소를 보였다. Hardness는 저장기간이 경과할수록 모든 처리구에서 감소 추세를 보였는데 기계박피의 경우 침지 보관액에 따른 차이는 그다지 크게 나타나지 않았다. 색도는 수 박피의 저장 5일째 NaCl용액과 명반수 처리구에서 전해수 처리구의 30일째 수준과 유사하였고, 기계작업의 저장 30일째 NaCl용액과 명반수 처리구는 전해수 처리구보다 2배 높은 색차값을 나타냈었다. PPO활성과 총페놀함량의 변화는 모든 처리구에서 저장 15일째까지 증가하다가 점차 감소하는 경향으로 전해수, NaCl용액, 명반수 처리구 순으로 낮게 나타났으며, 박피 초기에는 수 박피가 다소 낮게 나타났으나 저장기간 경과에 따라 기계

박피보다 오히려 더 높은 수준을 보여 주었다. 미생물의 변화는 전해수 처리구에서 저장 초기에 타 처리구보다 2 log scale 감소한 살균효과를 보였으며 저장기간이 경과할수록 균 증식도 적게 나타났다.

8. 박피 우영의 유통시, 변색 발생 및 저장액의 백탁 현상 등을 해결하기 위해 보관액으로 전해수(pH 8.5, 2.5) 및 유자과즙을 첨가한 전해수, 0.6% acetic acid의 5가지 침지 보관액에 저장하면서 품질을 비교하였다. 전해수를 처리한 우영의 초기 pH는 5.9~6.15로 저장 30일 후에도 큰 차이 없이 비슷한 수준을 유지하였다. 침지액의 탁도는 저장기간이 경과할수록 상승하였고 0.6% acetic acid 처리구에서 가장 큰 증가를 보였다. 표면색도는 저장기간에 따라 모든 처리구의 L값은 감소하는 경향을 보였으며 ΔE 는 0.6% acetic acid를 첨가한 처리구에서 가장 높게 나타났다. 전해수 처리군의 총당은 15일째 가장 높은 수치를 보였으며 그 이후 감소하였다. 환원당의 초기 함량 0.83~1.23%였으며 저장중 2.87~3.37% 수준으로 증가하였다. 불포화 지방산인 linoleic acid는 전해수 처리구에 비해 0.6% acetic acid 처리구에서 낮은 수치를 보였다. 전해수 처리구의 박피 우영의 초기 미생물수는 저장 10일부터 급격하게 증가하는 추세를 보였으며 0.5% citron juice를 첨가한 전해알칼리수의 경우 다른 전해수 처리구에 비해 1 log scale 정도 낮은 수준을 보였다. Hardness는 저장시간에 경과할수록 감소하였으며 0.6% acetic acid 첨가군이 저장 초기 3,171 g/cm²에서 30일 경과 후 2,112 g/cm²로 가장 크게 감소하였다. Total phenol 함량은 전반적으로 저장 10일째 급격하게 감소하였고 PPO activity는 0.6% acetic acid 첨가군이 10일째 가장 낮은 수준을 보였으나 30일 경과한 후 490~561 units로 처리군들 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 관능검사 결과 0.6% acetic acid 처리군의 선호도가 가장 낮았으며 전해수 처리군들 간에는 유의적으로 큰 차이를 보이지 않았다.

9. 박피처리한 마의 유통시, 갈변 억제 및 초기품질 유지를 위해 전해수(pH 8.5, 2.5) 침지보관액 및 0.6% acetic acid 수용액에 포장한 것(유수포장)과 전해수 세정처리 후 자연 탈수하여 포장한 것(무수포장)을 30일간 0℃에서 저장하면서 품질을 비교하였다. 중량변화율은 전해수 유수포장의 경우 저장 20일 이후에 급격히 감소하였고 특히, 전

해산성수 유수처리는 저장 30일째 1.6%로 가장 적은 중량감소를 보였다. 전분함량은 유수처리구에서는 저장중 거의 변화가 없었던 반면에 무수처리구에서는 저장 10일 이후 서서히 감소하며, 특히 전해알칼리수처리 무수포장한 것이 가장 낮게 나타났다. 점도는 전해알칼리수 무수포장 처리에 있어 저장 15일째 가장 급격히 증가한 반면에 전해알칼리수 유수포장 처리가 가장 낮았다. PPO 활성은 저장 초기에 다소 증가하다가 저장 5일 이후에는 거의 일정하게 유지하는 반면에 총페놀함량은 0.6% acetic acid 처리구를 제외한 모든 처리구에서 저장 15일째에 초기치의 1.5배 수준으로 급격한 증가 경향을 보였고, 표면색도의 색차값(ΔE)은 전해알칼리수 유수처리구가 저장 30일째 4 수준으로 가장 낮았다. 미생물 제균효과는 전해산성수 유수포장의 경우 저장 5일째까지 $<10^1$ CFU/g수준을 유지하였고, 관능평가지 전반적인 기호도는 전해산성수 유수포장한 것이 가장 높고 0.6% acetic acid 처리가 가장 낮았으며 전해수 처리구별에 따른 유의차는 없었다.

10. 박피 연근의 침지 보관시, 변색 억제 및 저장성 연장을 위해 수도수(TW), 0.6% Acetic acid 수용액(AA), pH 2.5(EW-1) 및 pH 8.5(EW-2)의 전해수를 대상으로 침지 저장중의 품질을 비교하였다. 침지수에 따른 미생물 제균효과는 AA처리구가 가장 우수하였고 전해수 처리구는 저장 5일째 10^1 수준으로 TW처리에 비해 2 log scale 수준 감소하였다. 저장초기 pH는 AA처리구가 4.69로 타 처리구보다 낮았으나 모든 처리구에서 저장기간에 따른 pH변화는 거의 없었다. 색차(ΔE)는 AA처리구가 처리 직후 4.04인 반면에 전해수처리구는 저장 30일째 3.87~4.35수준을 보였다. Total polyphenol 함량은 초기 57.71~61.09 mg%에서 저장 30일째 77.60~79.35 mg%로 다소 증가하였으나 처리구에 따른 큰 차이는 없었다. PPO 활성은 AA처리구가 저장 30일째 323.85 unit로 가장 낮았다. Hardness는 저장기간에 따른 내부변화는 없으나 외부가 점차 감소하였으며 그중 EW-2처리구가 저장 30일째 3951.98 g/cm²로 변화가 가장 적게 나타났다. 저장중 환원당은 처리구에 따른 큰 차이가 없었으나 총당은 저장 30일째 AA처리구는 증가한 반면 타 처리구는 감소하였다. Sucrose와 fructose의 함량은 각각 0.95~1.35%, 0.45~0.55%수준으로 처리구와 저장기간에 따른 큰 차이를 보이지 않았다. 저장중 지방산의 변화는 처리구에 관계없이 stearic acid와 linolenic acid가

감소하는 경향을 보였고, 전분은 모든 처리구에서 증가하여 30일째 41.56~53.6% 수준을 나타내었다. Vit C는 EW-2 처리구에서 저장 30일째 26.44 mg%로 가장 적게 감소하였다. 관능 평가시 전반적인 기호도는 저장10일째까지는 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았으나 그 이후부터 EW-1처리구가 가장 높게 평가되었다.

11. 박피 연근의 포장조건에 따른 품질을 평가하기 위해 수도수(TW), 0.5% sodium metabisulfite (SMS)수용액, pH 2.5(EW-1) 및 pH 8.5(EW-2)의 전해수를 대상으로 침지 후 wrap 포장과 vacuum 포장하여 저장시험한 결과, 미생물 평가에서 전해수 처리구의 초기 총균수는 10^1 CFU/g 수준으로 TW처리에 비해 1 log scale 수준 감소를 보였으며 저장기간 동안 1~3 log scale 감소효과를 보였다. 색차(ΔE)는 vacuum 포장의 EW-1 처리구의 경우 저장기간 동안 0.22~2.62수준으로 거의 변화를 보이지 않았다. 수분함량은 초기 73.05~81.48% 수준으로 모든 처리구에서 저장기간 동안 감소하였으나 조단백, 조지방, 조회분과 조섬유의 함량변화는 저장기간 동안 큰 변화가 없었다. Total polyphenol 함량은 초기 57.71~71.23 mg% 수준으로 큰 변화가 없었으며 PPO 활성은 처리직후 253.10~411.30 unit로 wrap 포장은 저장 5일째부터 크게 증가하였으며 vacuum 포장은 저장 35일째까지 유사한 경향을 보였다. Hardness는 포장조건에 관계없이 EW-2 처리구의 변화가 가장 적었다. 환원당 변화는 처리구에 따른 큰 차이가 없었으며 총당은 0.5% SMS 처리구에서 저장중 증가한 반면 타 처리구는 감소하였다. 지방산은 linolenic acid가 전체 지방산의 40% 이상을 차지했으며 저장기간중 변화는 linoleic acid와 linolenic acid에서 감소경향을 보였으며 wrap포장이 더 많이 감소하였다. 전분은 모든 처리구에서 증가하여 30일째 41.56~53.6% 수준을 나타내었다. Vit C는 wrap 포장의 경우 0.5% SMS 처리구가 가장 크게 감소하였으며 vacuum 포장이 wrap 포장에 비해 감소율이 높았다.

12. 박피 도라지의 침지 보관시, 변색 억제 및 저장성 연장을 위해 수도수(TW), 1% NaCl, 1% citric acid(CA), 1% sodium acetate(SA) 및 pH2.5(EW-1), pH8.5 (EW-2)의 전해수로 처리하여 침지 저장 중 품질을 비교하였다. 침지처리에 따른 미생물 살균효과는 CA 처리구에서 저장 9일째까지 TW 처리구에 비해 총균수가 2 log scale

수준 감소하였다. 저장초기 pH는 CA 처리구를 제외하고 5.81~6.09 수준이었으나 저장 18일째 SA 처리구가 pH 5.01로 가장 큰 감소를 보였고, 탁도에 있어서도 SA 처리구의 경우 초기 0.10 수준에서 저장 18일째 2.50으로 EW-2의 0.60 수준보다 가장 크게 증가하였다. 색차(ΔE)는 EW-1 처리구가 처리직후 7.33에서 저장 18일째 10.89로 가장 낮은 변화를 보였다. Total polyphenol 함량은 TW와 NaCl 처리구의 경우 약간 증가한 반면 EW-1 처리구는 29.78 mg%에서 저장 18일째 23.76 mg%로 감소하였다. PPO activity는 모든 처리구에서 저장기간동안 감소하는 경향을 보였으며 CA 처리구에서 초기 314.00 unit에서 저장 18일째 206.04 unit로 가장 큰 감소를 보였다. 초기 hardness는 2256.31~2568.31 g/cm²에서 저장 18일째 EW-1 처리구에서 1935.85 g/cm² 수준으로 가장 적게 감소한 반면 CA 처리구에서 420.88 g/cm²로 가장 많이 감소하였다. 저장중 환원당은 처리구에 따른 큰 변화가 없었으나 총당은 NaCl 처리구가 가장 큰 감소폭을 보였다. Vit C 함량 변화는 CA 처리구가 초기 6.35 mg% 수준으로 타처리구 9.99~13.48 mg% 수준에 비해 낮은 수치를 보였으며 EW-1 처리구가 저장 동안 가장 적은 변화를 보였다. 관능평가 결과 외관, 색, 경도, 전반적인 기호도의 경우 저장 6일째까지 처리구들 간에 큰 차이가 없었으나 그 이후부터 EW-2 처리구가 가장 높게 평가되었다.

13. 고구마를 박피·절단하여 수도수, 0.85% NaCl, 0.5% Sodium metabisulfite, 전해수(pH 2.5: EW-1, pH 8.5: EW-2)에 침지한 후 진공포장하여 저장중 품질특성을 비교한 결과, 미생물 살균효과는 처리직후 EW-2 처리구에서 총균수와 효모, 곰팡이균수는 10¹ CFU/g 수준으로 다른 처리구에 비해 1 log scale 감소 효과를 보였으며 대장균균수는 검출되지 않았다. 처리직후 pH는 6.00~6.24 수준이었으며 0.5% SMS 처리구를 제외하고 17일째부터 급격하게 증가하였다. 초기 수분함량, 조단백, 조지방, 조회분, 조섬유 함량은 각각 70% 내외, 3.03~3.53%, 0.42~0.60%, 1.0~1.5%, 2.24~2.43%였으며 조단백과 조섬유는 저장기간 동안 감소경향을 보였으나 그 밖의 성분들은 거의 변화를 보이지 않았다. 초기 색차(ΔE) 값은 0.85% NaCl 처리구가 2.44로 가장 낮은 변화를 보였으며 저장기간 동안 2.03~8.08 수준의 차이를 보였으며 저장기간과 처리구간에 유의적인 변화는 보이지 않았다. 전해수 처리한 고구마의 초기 총페놀

화합물 함량은 30.03~30.72 mg%로 타 처리구의 33.49~34.36 mg%에 비해 낮은 수준을 보였으며 0.5% SMS 처리구는 저장기간 동안 큰 차이를 보이지 않았다. 초기 PPO 활성은 268.44~369.84 unit 수준으로 저장기간이 경과할수록 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보였다. 0.5% SMS 처리구가 저장 21일째 초기에 비해 3.72 unit 증가하여 가장 낮은 PPO 활성을 보였다. 처리직후 경도는 2,563.57~2,944.45 g/cm² 수준으로 TW 처리구는 21일째 803.01 g/cm²로 저장기간 중 가장 큰 감소를 보였다. 환원당은 저장기간과 처리구에 관계없이 유의적인 차이를 보이지 않았다. 총당은 저장 21일째 0.5% SMS 처리구에서 1.87% 수준 감소하여 가장 낮은 감소율을 보였다. 유리당은 sucrose, fructose, glucose를 함유하였으며 sucrose는 저장 21일째 급격히 감소하였으나 그 외의 유리당은 큰 변화를 보이지 않았다. Vit C 함량은 처리직후 18.97~27.74 mg%로 EW-2 처리구에서 저장 21일째 4.08 mg% 감소하여 가장 낮은 감소율을 보였다. 처리직후의 전반적인 기호도는 EW-2 처리구는 저장 10일째까지 처리구들 중 가장 기호도가 높았다.

14. 감자를 박피후 3mm 두께로 절단하여 수도수, 0.85% NaCl, 0.5% Sodium metabisulfite, 전해수(pH 2.5: EW-1, pH 8.5: EW-2)에 침지한 후 진공포장하여 저장 중 품질특성을 비교한 결과, 처리수에 따른 제균효과는 처리직후 전해수 처리구의 총균수와 효모·곰팡이는 10² CFU/g 수준을 보여 타 처리구들에 비해 1 log scale 감소효과를 보였으며 대장균군은 검출되지 않았다. 초기 pH는 6.10~ 6.25 수준으로 0.5% SMS 처리구를 제외하고 18일째 급격하게 감소하였다. 초기 수분함량은 85.00%로 저장기간이 경과함에 따라 전해수 처리구는 증가추세를 보였으나 0.85% NaCl 처리구와 0.5% SMS 처리구는 저장 18일째부터 감소하였다. 초기의 조단백 함량은 12.70~13.26% 수준으로 저장기간이 경과함에 따라 감소하였으며 수도수 처리구가 11.49%로 가장 많이 감소하였다. 색도는 저장기간에 따라 L값과 b값은 감소하는 경향을 보였으며, 색차(ΔE) 값은 TW 처리구에서 저장 18일째 9.08로 가장 높았고 EW-2 처리구는 저장기간 동안 3~4 수준을 유지하였다. 초기 총페놀화합물 함량은 46.62~50.94 mg% 수준이며 0.5% SMS 처리구에서 저장 7일째 55.74 mg% 수준으로 크게 증가하였다. OPP 활성은 EW-1 처리구가 가장 낮은 값을 나타내었으며 저장 18일째

까지 감소하다가 21일째 다시 증가하는 경향을 보였다. 경도는 0.5% SMS 처리구의 경우 초기에 비해 저장 9일째 $112.43\text{g}/\text{cm}^2$ 감소한 것에 비해 EW-1처리구의 경우 저장 15일째 $97.71\text{ g}/\text{cm}^2$ 수준으로 감소되었다. 전분 함량은 저장기간 동안 계적적인 증가 경향을 보였으며 Vit C 함량은 TW 처리구가 2.34 mg% 감소하여 가장 큰 감소율을 보였다. 전반적인 기호도는 TW 처리구는 가장 낮은 평가를 보였으며 다른 처리구 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

제 5 장 참고문헌

1. 内藤茂三 (1991) 食品保存へのオゾンの利用に関する研究. 日本食品工業學會誌, **38** (4) 360-365
2. 内藤茂三 (1995) 食品加工によるオゾン殺菌の効果と使用. 食品と科學, **5**, 101-107
3. 식품산업 (1998) 유화제를 이용한 식품용 제균·세정제. 식품산업, 98년 9월호, 112
- 4.鈴木鐵也 (1999) 電解水の食品分野での利用. 食品と開發, **33**(3), 10-15
5. 堀田國元 (1999) 强酸性電解水の殺菌機構と應用. 食品と開發, **33**(3), 5-9
6. 酒井重男 (1995) 機能水の開發と應用的現況. 食品工業, **4**(30), 35-43
7. 小宮山 寬機 (1998) Toxicological studies of electrolyzed water. 食品と開發, **33**, 8-9
8. 米安 實 (1994) 食品加工における電解處理水 應用. 食品加工技術, **14**(4), 332-339
9. 松尾昌樹 (1999) 電解水の基礎と利用技術. 技報堂出版, 47-67
10. Jeong, J.W., Jung, S.W. and Kim, M.H. (2000) Applicable properties of electrolyzed acid water as cleaning water. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, **7**(4), 395-402
11. 농림부 (1995) 청과물의 표면 살균 처리기술 개발. 농림수산특정연구사업보고서, G1108-0684
12. Venkitanarayanan, K.S., Ezeike, G.O. Hung, Y.C. and Doyle, M.P. (1999) Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes*. *Applied and environmental microbiology*, **65**, 4276-4279
13. Smooth, L. A. and Pierson, M. D. (1979) Effect of oxidation-reduction potential on the growth and chemical inhibition of *Clostridium botulinum* 10755A spores. *J. Food Sci.*, **44**, 700-707
14. Yim, H., Kim, C.O., Shin, D.W. and Suh, K.B. (1980) Study on the storage of chestnut. *Korean J. Food Sci. Technol.* 12:170-175
15. Shin, D.H., Bae, J.S. and Bae, K.W. (1982) Studies on the preservation of korean chestnut. *Korean J. Nutrition & Food* 11:41-46
16. Hayashi, T., Ohta, H. Hayakawa, A. and Kawashima, K. (1983) Effect of

- gamma-irradiation and cold-storage on the sucrose content of chestnuts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 30:557-561
17. Lee, B.Y., Yoon, I.H., Kim, Y.B., Han, P.J. and Lee, C.M. (1985) Studies on storing chestnut(*Castanea crenata* var. *dulcis* Nakai) sealing with polyethylene film. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17:331-335
 18. Park, N.P., Kim, Y.J., Kim, S.K. and Rhee, C.O. (1977) Studies on the preservation of korean chestnut by gamma irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 9:36-40
 19. Cho, H.O., Yang, H.S., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Kim, J.G. (1983) Batch scale storage of sprouting foods by irradiation combined with natural low temperature. IV. Storage of chestnuts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 15:231-237
 20. Rhee, C.O. and Kim, Z.U. (1982) Analysis of the lipid components in chestnut(*Castanea crenata*) Part I. Composition of lipid fraction of inner and outer chestnut. *J. Kor. Agri. Chem.* 25:239-247
 21. Rhee, C.O., Kim, E.S. and Kim, D.Y. (1983) Analysis of the lipid components in chestnut(*Castanea crenata*) II. Lipid and fatty acid composition of neutral lipid, glycolipid and phospholipid. *J. Kor. Agri. Chem.* 26:19-27
 22. Na, Y.A. and Yang, C.B. (1997) Changes of lipids in chestnut during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29:437-445
 23. Na, Y.A. and Yang, C.B. (1996) Changes of constituent components in chestnut during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28:1164-170
 24. Desmaison, A.M., Marcher, M.H. and Tixier, M. (1984) Changes in the free and total amino acid composition of ripening chestnut seeds. *Phytochem.* 23:2453-2456
 25. Ha, B.S., Bae, M.S., Jeong, T.M., Sung, N.J. and Son, Y.O. (1982) Studies on constituent variation during storage after freeze-drying of chestnut. *Korean J. Food Sci. Technol.* 14:97-105
 26. Park, S., Kang, J.Y. and Kang, S.C. (1998) Improvement in storage stability of export peeled chestnuts using electrolyzed acid-water. *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.* 41:545-549
 27. AOAC. (1990) Official methods of analysis. 15th ed. The association of official

- analytical chemistry. Washington D.C.
28. Waters AccQ-Tag (1993) Amino acid analysis system; Operator's manual, manual number 154-02TP REV 0 June, U.S.A
 29. Li, X.W., Sun, S.H. and Li, T. (1996) Preliminary study of microbiocide effect and its mechanism of electrolyzed oxidizing water. *Chung Hua Liu Hsing Ding Hsueh Tsa Chih.* 17:95-98
 30. 高田邦輔 (1993) 煮沸前後に於けるシ栗の果實成分の變化. 農業と開発. 8:103-109
 31. Shin, D.H., Oh, M.J. and Kim, S.Y. (1981) Effect of heat treatments on the chemical compositions of flesh in chestnut processing. *Res. Rep. Agri. Sci. Tech. Chungnam Univ. Korea* 8:117-125
 32. Park, I.S., Kim, S.K. and Kim, C.S. (1985) Physicochemical properties of chestnut starch. *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.*, **25**, 218-223
 33. Kuroki, M. and Uritani, I. (1966) Isolation and identification of two coumarin derivatives from Japanese chestnut. *Agri. Biol. Chem.*, 30, 78-82
 34. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 278-282
 35. Whitaker, J.R. and Lee, C.Y. (1995) (Recent advances in chemistry of enzymatic browning) Enzymatic browning and its prevention. ACS symposium series 600:2-7. American Chemical Society, Washington, D.C.
 36. Oh, S.H., Kim, Y.H. and Lee, S.N. (1987) Purification and properties of the peroxidase in *Castanea Semen*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 506-514
 37. Pizzocaro, F., Torreggiani, D. and Gilardi, G. (1993) Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *J. Food Proc. Pres.*, **17**, 21-30
 38. Sapers, G.M., Hicks, K.B., Phillips, J.G., Garzarella, L. Pondish, D.L., Matulaitis, R.M., McCormack, T.J. Sondey, S.M. Seib. P.A. and Ei-Atawy, Y.S. (1989) Control of enzymatic browning in apple with ascorbic acid, derivatives, polyphenol oxidase inhibitors, and complexing agents. *J. Food Sci.*, **54**, 997-1002
 39. Saper, G.M. and Miller, R.L. (1992) Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphates. *J. Food Sci.*, **57**, 1132-1135
 40. Hotta, K. (1997) Acidic electrolyzed saline solution : Its antimicrobial activity

- and factors, and practical applications. International symposium on biotechnology current status & prospects (Korea university). 3-9
41. Brecht, J.K., Sabaa-Srur, A.U.O., Sargent, S.A. and Bender, R.J. (1993) Hypochlorite inhibition of enzyme browning of cut vegetables and fruit. *Acta-Horticulturae*, **343**, 341-344
 42. 김종훈 (2000) 국내산 밤호박을 이용한 가공제품개발 및 깎밤의 활용도 증진을 위한 동결처리 연구. 농림부보고서. G1324-0003
 43. 식품첨가물공전 I (1997) 508.
 44. SAS institute, Inc. SAS User's Guide(1985) Statistical Analysis System Institute, 5th ed., Cary, NC, USA
 45. 김광옥, 이영춘(1998) 식품의 관능검사. 학연사, 서울, 149~155
 46. Yamaguchi, M. (1993) World vegetables, AVI publishing company, INC.
 47. 박원기 (1991) 한국 식품학 사전. 신광출판사, p420.
 48. 허준 (1966) 동의보감. 남산당 p 714.
 49. 이시진 (1985) 목초강목. 고문사. p956-958.
 50. 이선미 (1995) 토란 및 토란 복합제의 외용이 관절염에 미치는 영향. 대전대학교 대학원 석사논문.
 51. 조영환 (1996) 토란과 토란복합제의 외용이 MSU로 유발된 통풍에 미치는 영향. 대전대학교 대학원 석사논문.
 52. Maga, J.A. (1992) Taro composition and food uses. *Food Revs. Inter.*, 8(3), 443-473.
 53. Hwang, S.H., Seong, J.J. and Kim, J.I. (1995) Aanalysis of dietary fiber content of common Korean foods. *J.Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 24(3), 396-403.
 54. 김은경, 김철재 (1998) 토란과 토란 전분의 이화학적 성질과 가공적성. *식품산업과 영양*. 3(1), 55-64.
 55. Gollifer, D.E. and Booth, R.H. (1973) Storage losses of taro in the British Solomons Island Protectorate. *Am. Appl. Biol.*, 73, 349-356.
 56. Maduewesi, J.N.C. and Onyike Rose, C.I. (1980) Fungal rotting of cocoyams in storage in Nigeria./ In: Terry, Oduro and Caveness (eds), *Proc. 1st Trienn. Root Crops Symp. of the INSTRC-AB*. Sept. 1990. Ibadan, Nigeria. 235-238.
 57. Passam, H.C. (1982) Experiments on the storage of oddoes and tannias under

- tropical ambient conditions. *Trop. Sci.*, 24, 39-45
58. Brackett, R.E. (1992) Shelf stability and safety of fresh produce as influenced by sanitation and disinfection. *J. Food Prot.* 55, 808-814.
59. Nguyen C. (1994) The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 34, 371-401.
60. Adams, M.R., Hartley, A.D., Cox, L.J. (1989) Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. *Food Microbiol.* 6, 69-77.
61. Beuchat, L.R., Nail, B.V., Adler, B.B., Clavero, M.R.S. (1998) Efficacy of spray application of chlorinated water in killing pathogenic bacteria on raw apples, tomatoes, and lettuce. *J. Food Prot.* 61, 1305-1311.
62. Jaquette, C.B., Beuchat, L.R., Mahon, B.E., (1996) Efficacy of chlorine and heat treatment in killing *Salmonella stanley* inoculated onto alfalfa seeds and growth and survival of the pathogen during sprouting and storage. *Appl. Environ. Microbiol.* 62, 2212-2215.
63. Park, C.M., Moon, S.S., Doyle, M.P., Ezeike, G.O.I., Kim, C. (2001) Pathogen reduction and quality of lettuce treated with electrolyzed oxidizing and acidified chlorinated water. *J. Food Sci.* 66, 1368-1372.
64. Bari, M.L., Kusunoki, H., Furukawa, H., Ikeda, H., Isshiki, K., Uemura, T., (1999) Inhibition of growth of *Escherichia coli* O157:H7 in fresh radish (*Raphanus sativus L.*) sprout production by calcinated calcium. *J. Food Prot.* 62, 128-132.
65. Han, Y., Sherman, D.M., Linton, R.H., Nielsen, S.S., Nelson, P.E. (2000) The effects of washing and chlorine dioxide gas on survival and attachment of *Escherichia coli* O157:H7 to green pepper surfaces. *Food Microbiol.* 17, 521-533.
66. Kim, J.G., Yousef, A.E., Chism, G.W. (1999) Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. *J. Food Safe.* 19, 17-34.
67. Lin, C.M., Moon, S.S., Doyle, M.P., McWatters, K.H. (2002) Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica serotype Enteritidis*, and *Listeria monocytogenes* on lettuce by hydrogen peroxide and lactic acid and by hydrogen peroxide with mild heat. *J. Food Prot.* 65; 1215-1220.

68. 한국식품영양과학회편 (2000) 식품영양실험핸드북. 효일출판사, 서울, 347-348
69. Hong, S.I., Kim, Y.J. and Park, N.H. (1995) Modified atmosphere packaging of leaf lettuce. Korean J. Food Sci. Technol., 25(3), 270-276
70. Nip, W.K. and Wei, P.S. (1991) Preliminary study on the grouping of taro by isoelectricfocusing. Food Chem., 41, 117-122.
71. 정지현, 김관 (1983) 토란 전분의 이화학적 특성에 관한 연구, 농어촌 개발 연구, 18(1), 23-28.
72. Yemencioğlu, A., Özkan, M. and Cemeroglu, B. (1999) Some characteristics of Polyphenol oxidase and peroxidase from taro. Tr. J. Agriculture and forrestry. 23, 425-430.
73. Bradbury, J.H. and Singh, U. (1986) Ascorbic acid and dehydroascobic acid content of tropical root crops from the south pacific. J. Food Sci., 51, 975-978.
74. Wills, R.B.H., Lim, J.S.K., Greenfield, H. and Bayliss-Smith, T. (1983) Nutrient composition of taro(*Colocasia esculenta*) cultivars from the Papua New Guinea Highlands. J. Sci. Food Agric., 34, 1137-1142.
75. Rivas N.D.J. and Whiaker J.R. (1973) Purification and properties of two polyphenol oxidase from bartlett pears. Plant Physiol. 52, 501-507.
76. Folch, J.M., Lee, M., and Sloan, G.H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol Chem. 226, 497-509
77. Han, S.J. and Koo, S.J. (1993) Study on the chemical composition in bamboo shoot, Lotus root and Burdock. Korean J. Soc. Food Sci. 9(2), 82-87
78. Fennema, O.R. (1995) Food Chemistry, Mrcel Dekker, INC. New York.,
79. 한용란, 한승혜, 이인란 (1990) 산약 점액성분에 정제와 함량 분석에 관한 연구. 한국 생약학회지, 21(4), 274-230.
80. 윤국병, 장준근. (1989) 몸에 좋은 산야초. 석오출판사, 334.
81. Miklus, M.B., and Beelman, R.B. (1996) CaCl₂ treated irrigation water applied to mushroom crops (*Agaricus bisporus*) increases Ca concentration and improves postharvest quality and shelf-life. Mycologia, 88, 403-409.
82. Bolin, H.R., Stafford, A.E., King, A.D.Jr., Huxsoll, C.C. (1977) Factors affecting the storage stability of shredded lettuce. J. Food Sci. 42, 1319-1321.
83. Zhang, S., Farber, J.M. (1996) The effects of various disinfectants against

- Listeria monocytogenes on fresh-cut vegetables. Food Microbiol., 13, 311-321.
84. Chung, H.Y. (1995) Carbohydrates analysis of korean yam. Korean J. Food Sci. Technol., 27(1), 36-40.
85. Lee, W.H. and Lee, M.J. (1974) Study on Change in Ca, Mg, K, Na and P contents of the *Platycodon Graucum Nakai* by Water Immersion and Boiling. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 3(1) 35-41
86. Jung, O. H., Lee, M. J., Han, J. S. (1975) Studies on the Lipid Component in Root of *Platycodon Glaucum N.* J. Korean Soc. Food Nutr. 4(1) 35-44
87. Chung, J. H., Shin, J.C., Jang D.S. and Cho S.H. (1987) Chemical Compositions of *Platycodon grandiflorus* (jacquin) A. Dw Candle.. J. Agricultural Cheministry and Biotechnology 40(2) 148-151
88. Jeong, B.C., Ahn Y.S., Lee, J.S. And Oh Y.H. (2002) Current Status and Propect Quality Evaluation in Sweet potato, *Korean J. Crop Sci.*, 47(S), 124-134
89. Suh, H.S., Chung, S.H., Choi, Y.M., Bae, S.H. and Kim, T.S. (1998) Changes in Sugar Content of Sweet Potato by Different Cooking Methods, *Korean J. Soc. Food*, 14(2) 89-92
90. Baek, M.H., Cha, H.J., Park, H.J. and Lim, S.T. (2000) Physicochemical Properties of Commercial Sweet Potato Starches, *Korean J. Food Sci.*, 32(4) 755-762
91. Kim, J.S. (1995) Preparation of sweet potato drinks and its quality characteristic, *Korean J. Soc. Food Nutr.*, 124(6), 943
92. Park, S.Y., Hwang, J.H., Kim, J.H. and Moon, K.D. (2001) Quality Changes of Minimally Processed Lotus Root(*Nelumbo nucifera*) with Browning Inhibitors, *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8(2) 164-168
93. Yang, H.C., Kim Y.H., Lee, T.K. and Cha, Y.S. (1985) Phsicochemical Properties of Lotus root(*Nelumbo nucifera G.*) Starch, *J. Korean Agriculture Chemical Society*, 28(4)

Appendix I. 박피 및 세정 설비 관련 자료

1. 구근류(감자) 박피기 설계 및 제작

현행 사용되고 있는 기존의 브러시식 감자박피 방법은 박피효율이 매우 낮으며 감자 표면에 거친 브러시로 인한 흠집이 많이 발생하고 많은 물소모량에 의하여 박피 감자의 품질저하와 가공공장의 생산비용이 증가되는 원인이 되고 있다. 또한 감자 눈은 박피가 되지 않아 다시 한 번 수작업으로 이루어지고 있으며 이로 인한 생산시간이 증가되면서 생산효율이 매우 낮은 상태이다 감자 박피기 제조업체의 영세성과 기술력 부족으로 박피효율 개선에 관한 연구가 체계적으로 이루어지지 않고 있는 실정이며 단위설비별 공정해석을 통한 생산 공정이 이루어져야 함에도 불구하고 현장에서는 전무한 상태이다. 따라서 본 연구에서 제시한 연속식 수압 감자박피 장치 개발은 수압 및 공기 분사노즐과 이동 브러시 조합을 이용하여 감자 박피시 박피효율을 극대화하였으며 작업시 감자표면의 손상을 최소화 시키고 연속식 공정처리를 함으로서 현행 감자박피 장치의 문제점을 개선할 수 있었다.

1) 연속식 수압 박피기

연속식 수압박피기 설계를 위해 기존 박피 방식인 연마식 박피기(그림 3-6)과 배치식 브러시 박피기(그림 3-7)를 병행하여 실험을 수행하였다. 기존 방식은 대부분 배치식을 기본으로 하되 박피장치의 재료를 달리하여 제조 되고 있다. 즉, 연마숫돌을 이용하여 원심력으로 감자를 회전시켜 박피하는 방식과 브러시를 이용하여 계속적으로 자기마찰 및 브러시 마찰을 동시에 수십 분간 박피하는 방식 등이다.

따라서 연속식 박피방식은 기존의 두 가지 방식의 박피원리와 연속성을 접목시켜 설계하였으며 기존방식에서 제기되고 있는 생산량, 생산효율, 원물의 상처율 등을 고려하여 개발하였다. 연속식 수압 박피기의 설계는 원재료인 감자의 이송을 위해 전진스크류식 브러시, 감자 수압 박피시 박피 효율 증대와 감자 표면에 부착되는 껍질 및 이물질 제거를 위해 양쪽 벽면에 브러시를 설치하였다. 이때 설치된 브러시는 두께 2 mm, 길이 20 mm로 제작하였으며 속도는 10단계로 나누어 제어 할 수 있도록 설계하

였다. 감자 박피 방법은 플레이트형의 수압 및 공기압 노즐을 설치하였으며 고압 순환펌프를 이용하여 수압은 5~10 kg/cm²로 제어하였으며, 스크류형 콤퓨레샤를 이용하여 공기압을 3~5 kg/cm²로 제어하면서 반복하여 통과시켰다. 통과 횟수는 3~8 회로 이를 기초로 하여 박피기의 Lay-out을 설계하였다. 또한 설비 제조를 위해 박피 상태는 관능 및 기계적인 분석으로 구명하였다. 그림 3-8은 감자 연속식 수압박피기 실험용 시작기를 나타낸 것이다. 표 3-2, 3-3은 연속식 수압 박피기 개발에 사용된 부속품의 사양서를 보여주고 있다.

표 1. 분사 펌프 사양서

| 구 분 | 모델명 | 양수량 | 양정 거리 | 전원 |
|----------|--------------|-----------|-------|----------|
| 순환 펌프 | PU-S600M | 9.6ton/hr | 5m | 220V(3Ø) |
| 급수 펌프(1) | KP-40-16 | 20ton/hr | 35m | 220V(3Ø) |
| 급수 펌프(2) | MULTI-VE 212 | 40ton/hr | 50m | 380V(3Ø) |

표 2. 분사노즐 사양서

| 구 분 | Air nozzle | Water nozzle | |
|-------|---------------|---------------|---------------|
| | | Flat Type | Hole Type |
| 재 질 | Brass, SUS 계열 | Brass, SUS 계열 | Brass, SUS 계열 |
| 분사 각도 | 40° | 25° | 25° |
| 유 량 | 9.6L/min | 9.6L/min | 9.6L/min |

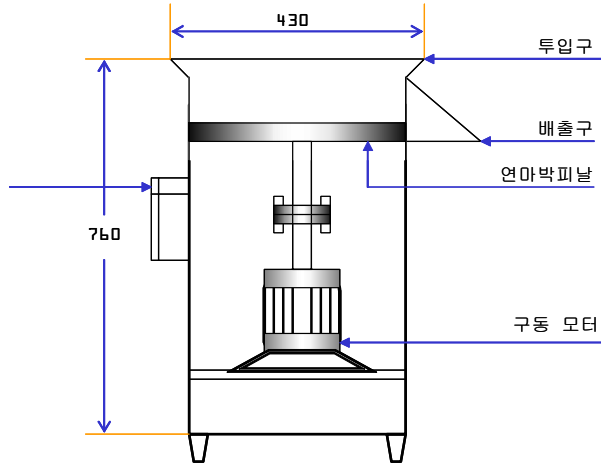


그림 1. 연마식 박피기

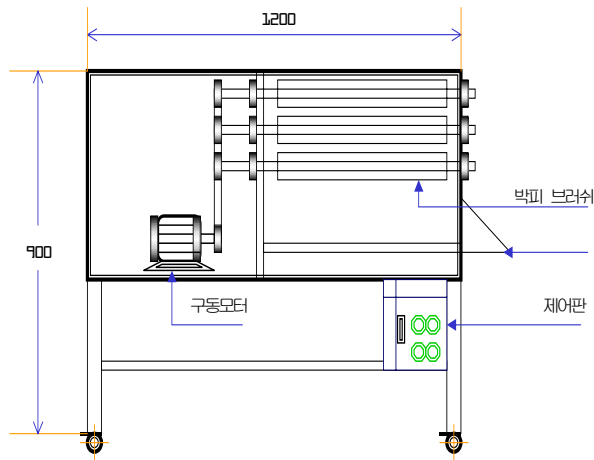


그림 2. 배치식 브러시 박피기

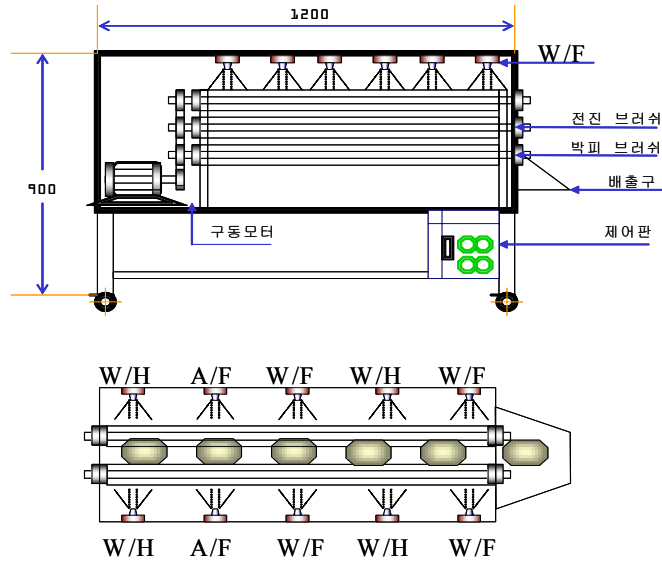


그림 3. 연속식 구근류 박피기 제작도

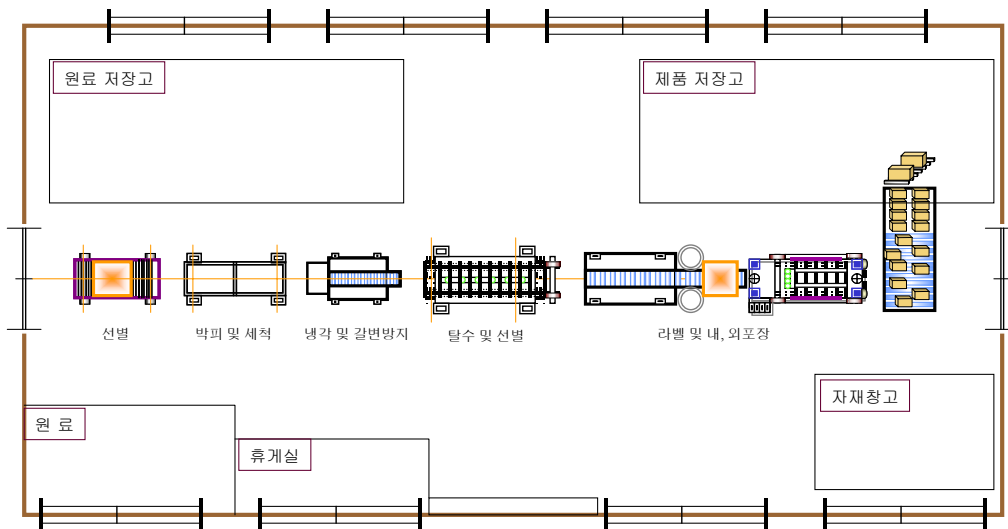
2) 연속식 수압박피기 적정 가공 모델

감자 연속식 수압박피기 실험용 시작기를 이용하여 상용화에 필요한 연속식 구근류 박피기를 제작하기 위해 감자 박피의 적정 가공공정을 분석하고 이를 다시 단위설비에 적용시켜 제어조건을 선정한 결과, 감자의 연속식 수압박피기 적정 가공조건 실험결과에서 수압은 8~10 kg/cm², 전진 브러시 속도는 50 rpm, 공기압은 5 kg/cm², 브러시 길이는 3 m, 형식은 3 단, 연속식 처리수는 재이용수로 설계하는 것이 적정한 것으로 나타났다.

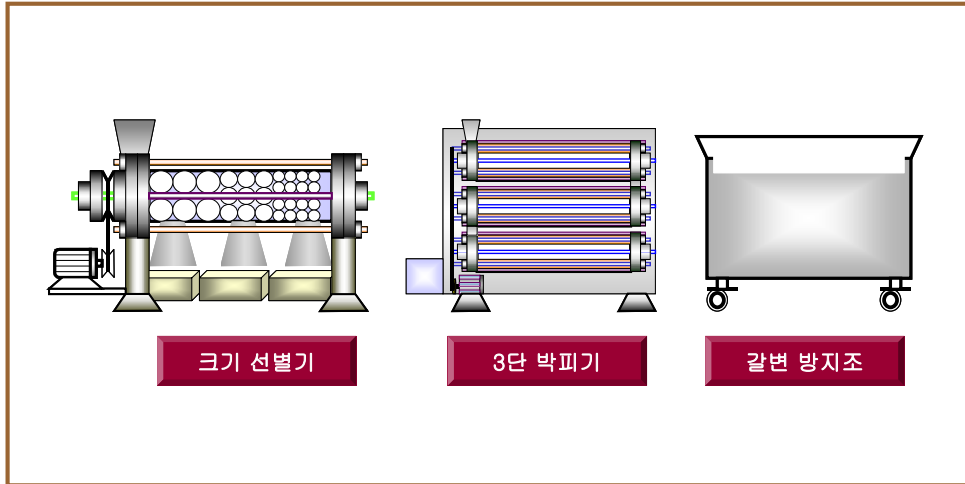
그 밖에도 대량처리를 위한 기계적 박피에 있어 시료의 외형에 따라 아래와 같은 3종의 박피 전용 단위기계를 구상하였다. 구근류 부러쉬 연속 박피시스템은 여섯 개의 브러시가 서로 회전하며 상층부로부터 동시에 급수가 되어지는 형태의 기계로서, 본 실험에서는 박피의 효율을 돕기 위해서 상층부에서 고압 세척기로 살수하여 기계를 회전시켰다. 이 박피시스템은 도라지를 제외한 모든 근채류에 적용 가능한 것으로 나타났다. 그리고 구근류 연마식 박피시스템은 커다란 둥근 통에 바닥표면에 석면이 부

착되어있는 형태로서 통 내부가 300 rpm의 속도로 회전하여 석면에 의해 시료가 박피되는 형태이다. 주로 외형이 둥근 시료에 적합한 기계이다. 구근류 브리쉬 배치식 박피시스템은 콘베어 벨트를 따라 시료가 전진하면서 brushing되는 형태로서, 본 실험에서는 물리적 힘을 증가시켜 박피 효율을 향상시키고자 시료를 고정하여 사용하였다. 우엉, 연근, 마 등 직선형 근채류에 적용 가능하다.

구근류 박피 제조공정 설비 배치도



구근류 수압 연속식 박피 단위 설비



구근류 수압 연속식 박피기 모형도



2. 세정 및 침지용 보관수 제조 관련 전해수 시스템
(격막 및 무격막 방식 비교)

| 구 분 | 무격막 방식(약알칼리수) | | 격막 방식(강산성수) |
|-----------------------------|--|-----------------|---------------------------------|
| 부식성 | 약하거나 거의 없음 | | 금속성에 다소 강한 편임. |
| 전력소비량 | AC 220V 250W | | AC 220V 1000W |
| 살균수 생성량 | 소규모용 : 1~10 ℓ /분 산업용 : 20 ℓ /분 이상(주문생산) | | |
| 유효염소 농도 | 50~200 ppm 이상(조절가능) | | |
| 경제성 평가 1,000 ℓ 생산시 | 첨가제 | 식염 2.2kg : 352원 | 좌 등 |
| | 전력소비량 (kw/61원) | 800W : 48.8원 | 4.1kw : 250원 |
| | 소요시간 | 3.2시간 | 4.1시간 |
| | 기타 비용 | 0원 | 알칼리수 손실 : 1000 ℓ 당 470원(업무용) |
| | 총 비용 | 404원 | 1,343원 |

* 약품(차아염소산나트륨) 300배 희석하여 1t(1,000 ℓ)의 소독수를 만드는
비용은 4,500원 정도

Appendix II. 박피 근채류 및 간밤의 경제성 평가

■ 전처리하지 않은 근채류 및 밤의 판매가격 (Farm Product Prices Received by Farmers)

(단위 : 원)

| 연도 | 고구마 | 감자 | 연근 | 우영 | 마 | 도라지 | 밤 | 토란 |
|----------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| | 15kg | 20kg | 30kg | 4kg | 20kg | 4kg | 40kg | 4kg |
| 2000 | 5,829 | 5,154 | 44,038 | 8,423 | 74,231 | 7,500 | 79,231 | - |
| 2001 | 6356 | 6,902 | - | - | - | - | 44,460 | - |
| 2002 | 8,361 | 6,231 | 45,000 | 5,500 | 75,000 | 9,481 | 100,463 | 2,857 |
| 2003 | 11,832 | 17,491 | 60,185 | 15,204 | 83,519 | 10,667 | 99,630 | 3,000 |
| Kg 당(B) | 790 | 880 | 2,000 | 3,800 | 4,200 | 2,700 | 2,500 | 750 |

* 출처 : 농림통계연보(Agricultural & Forestry Statistical Yearbook)
2004. 농림부(행정간행물 등록번호 31000-51023-26-01)

* 등급 : 중품 (Medium Quality)

■ 박피 처리후 포장한 제품의 판매가격

(단위 : 원/kg)

| | 고구마 | 감자 | 연근 | 우영 | 마 | 도라지 | 밤 | 토란 |
|------------------------|-------------|------------------|------------------|------------|------------|------------|------------------|------------|
| 무박피처리(A) | 1,300 | 1,500 | - | 5,600 | 6,300 | - | - | - |
| 박피처리(A') | - | 2,500 | 11,960 | - | - | 4,500 | 10,000 | 2,000 |
| 슬라이스(A'') (진공포장) | - | - | 15,900 | - | - | - | 19,600 | - |
| A (A' or A'')/B | 1.65 | 1.7 ~ 2.8 | 6.0 ~ 8.0 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 4.0 ~ 7.8 | 2.7 |

* 시장조사 : 농협하나로 및 백화점 등(2005. 9. ~10.)