

초저온수 제조 및 처리에 의한 신선 과채류의 초기 품질유지 기술개발

Development for preservation technology keeping
initial quality of fresh fruits and vegetables
using ultra low temperature water

연 구 기 관
한 국 식 품 개 발 연 구 원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “초저온수 제조 및 처리에 의한 신선 과채류의 초기 품질유지 기술개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001 년 11 월 10일

주관연구기관 : 한국식품개발연구원
총괄연구책임자 : 정 진웅(책임연구원)
세부연구책임자 : 김 종훈(선임연구원)
연 구 원 : 정 승원(선임연구원)
 이 호준(연구원)
 권 기현(기술원)
 이 선민(위축연구원)
 김 은미(위축연구원)

요 약 문

I. 제 목

초저온수 제조 및 처리에 의한 신선 과채류의 초기 품질유지 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

○ 산지에서 수확한 신선 과실·채소류의 초기 품질보존을 위한 방안으로 0℃이하의 미동결 상태를 유지하는 초저온수의 제조 및 처리 기술을 활용함으로써 초기미생물, 시듦 및 갈변 등을 품질 손실을 최대한 억제하고자 함.

○ 본 기술의 개발기술을 과실·채소류 가공 및 유통업체, 식품기계 제작업체 등에 보급·활용하도록 하므로써 국내산 과채류의 품질 고급화에 기여하고자함.

III. 연구개발의 내용 및 범위

○ 초저온수 제조조건 설정시험

- 제조조건별 세정처리수의 냉각특성 및 물성조사

○ 과실·채소류의 초저온수 처리에 따른 효과 검토

- 적정처리 조건별에 따른 초기 미생물 살균효과

- 적정처리 조건별에 따른 갈변억제 효과

○ 초저온수 활용에 따른 품질특성 조사를 위한 품목별 적용시험

- 마늘, 생강 등 8개 품목에 대한 살균 및 갈변억제 효과 검토

○ 초저온수 제조조건 및 처리조건별에 따른 품질특성과 초기 선도유지 효과에 대한 실증시험

- 저장조건 및 전처리 조건별에 따른 품질변화

; 무처리 및 냉수 세정에 의한 기존 방법과의 품질비교 (이화학적, 미생물학적, 생리적 특성)

- 현장 실증시험: 셀러드용 절단 과채류(품목별 및 혼합별), 수출용 간밤

등 다수 품목

○ 처리조건별 초저온수에 의한 산업화 방안 강구

- 초기 미생물 혼입 및 처리 공정중의 오염 실태조사
- 초저온수 제조 및 세척/냉각조건 설정에 따른 표준처리 조건 설정: 기술 이전 실시

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

산지에서 수확한 신선 과일·채소류의 초기 품질보존을 위한 방안으로 0℃ 이하의 미동결 상태를 유지하는 초저온수의 제조하고자 전기분해수에 빙점강화제를 첨가하여 냉각시켜 과채류를 세정 처리하므로써 초기품질 유지 및 저장성 연장, 식품가공 현장의 미생물 제균처리 등의 실용화에 대한 가능성을 검토하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

○ 전해산화수에 빙점강화제를 첨가하여 제조한 0℃ 이하의 초저온수를 제조·처리하여 신선 과채류의 세정처리에 의한 미생물 제균 및 갈변억제 효과를 조사하였다. 빙점강화제 첨가비율은 NaCl 0.85%(w/v), ethanol 0.5%(v/v), 레몬과즙 0.5%(v/v), 유자과즙 0.5%(v/v), polysorbate 80 1ppm으로 결정하였다.

○ 미생물 사멸효과는 초기 8.82 Log CFU/mL인, *Escherichia coli* KCTC 1039가 전해산화수 및 빙점강화제 첨가구 모두 15~30초 처리로 전부 사멸하였으며, *Bacillus cereus* KCTC 1012는 전해산화수, polysorbate 80 및 ethanol 첨가구에서 2분, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108은 전해산화수, polysorbate 80, NaCl ethanol 첨가구에서 30초만에 균이 사멸되었고, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* KCTC 2776은 전해산화수, polysorbate 80 첨가구 및 레몬과즙 첨가구에서 30초만에 모두 사멸하는 효과를 나타내었다.

○ 초저온수 세정처리 결과, 깎마늘은 20℃에서 처리한 것보다는 0℃에서 처

리하였을 때 1 Log scale의 미생물 제균효과를 보였으며, 감자는 4~5배의 초저온수에 침지하였을 때 대부분 대장균수는 1.0 Log CFU/g 이하로 감소되었으며, 총균수 또한 60~70%이상의 감소율을 보였다. 양배추와 양상치는 5분간 2단 침지하였을 때 제균효과가 상승되었으며, 치커리는 다단 침지시 에탄올 첨가구만이 세정력이 증대되어 한번의 침지로 사멸되지 않았던 대장균과 총균수가 $<10^1$ CFU/g와 1.15×10^3 CFU/g으로 감소되는 결과를 얻었다.

○ 갈변억제효과는 polyphenol oxidase의 활성을 측정하여 비교한 결과, 갈변방지제인 0.5% ascorbic acid에 5분간 침지하였을 때 57%의 활성저해를 보인 반면, 각각 12%, 25%의 저해능을 보인 전해산화수와 polysorbate 80 첨가구를 제외한 모든 시험구에서 62~84%의 높은 갈변억제 효과를 보였으며, 사과와 감자즙의 색도 변화는 NaCl 첨가구에서 명도가 높게, 적색도가 낮게 나타났으며, 색차값도 5.28~14.99로 무처리와는 현저한 차이를 보여 초저온 전해산화수의 갈변방지능이 뛰어난 것으로 나타났다. 절단 감자의 색도 및 PPO 활성을 측정해 본 결과에서도 NaCl 첨가구와 유자과즙 첨가시 갈변 억제능이 뛰어나 NaCl 첨가구에서 30분, 유자과즙 첨가구에서 30분 침지시 각각 64, 91 unit로 낮은 활성을 나타내었다.

○ 혼합 샐러드의 품질변화를 측정한 결과, vitamin C는 초기에 11.5 mg/100g에서 저장 10일 쯤 0.5% ascorbic acid 첨가구에서 8.04mg/100g으로 가장 적게 감소되었으며, 클로로필의 함량은 무처리를 제외하고는 저장 2일까지는 큰 변화가 없었으나, 저장 2일부터 0.85% NaCl 첨가구에서 급격한 감소를 보였고, 이외의 처리구는 소폭 감소하는 추세를 나타내었다. 저장기간 중의 부패에 가장 큰 영향을 미치는 초기 미생물수는 1~2 Log scale 정도 감균처리 되었기 때문에 저장기간 연장에 효과가 있는 것으로 판단되었다.

○ 다양한 침지 저장액에 의한 간밤의 갈변억제에 따른 저장 효과를 비교한 결과, 총 폴리페놀의 함량은 저장 초기에 13.36 mg%로 매우 낮게 나타났으나, 무처리구는 저장 17일까지 59.12 mg%로 증가 후 다시 감소하였다. 그 외의 처

리구에서는 저장 초기에 미세한 변화를 보이다가 저장 11일에 갑작스럽게 증가하는 경향을 나타내었다. Polyphenol oxidase 활성의 변화는 무처리구가 저장 11일에 1,152 units로 가장 높은 활성을 나타내었다. 그리고 명반수 처리구가 저장 8일에 1,117 units로 다른 처리구에 비하여 높은 활성을 나타내었다. 4주 저장시, 유자과즙과 레몬과즙 첨가구가 각각 143.3 units와 180.22 units를 나타내어 타 처리구에 비하여 갈변이 억제되는 것으로 나타났다. 색도 및 관능검사를 통하여 저장기간을 예측하여 본 결과, 무처리구의 경우는 14일, 명반수, 전해산화수 및 NaCl 첨가구의 경우는 21일, 유자과즙과 레몬과즙 첨가구는 28일까지도 저장이 가능한 것으로 나타났다.

○ 유자과즙을 첨가한 전해산화수를 침지보관액으로 사용하여 수출용 깻밤의 저장성 향상에 미치는 효과를 확인하고자 저장기간별 깻밤의 성분변화를 조사하였다. 대일 수출용 깻밤에 사용하고 있는 명반수는 변색 억제에는 효과적이었으나 수분함량이 15일 이후 75%가 넘어 상품가치를 잃는 것으로 나타났다. Vitamin C 함량은 저장기간에 따라 대체적으로 감소하였으나 유자과즙 첨가구에 침지한 경우 저장 5일에 17.05 mg%로 증가한 후 소폭 감소하여 처리구 중 손실율이 가장 적은 것으로 나타났다. 침지 처리한 깻밤의 주 유리당은 sucrose이며, 주 아미노산은 aspartic acid와 glutamic acid로 각각 736.8 mg/100g, 439.2 mg/100g으로 나타났으며, 유자과즙과 얼음을 동시에 첨가하여 침지한 경우에는 aspartic acid 함량이 초기보다 27%나 증가하였다. 필수아미노산 총량은 유자과즙과 얼음을 동시에 첨가한 침지액에 저장하였을 때 감소율이 가장 적어 장기간 저장에 유리한 것으로 나타났으며, 관능평가 결과에서도 유자과즙 첨가구 및 얼음을 첨가한 침지 저장액이 저장 효과가 우수한 것으로 평가되었다.

○ 박피 토란의 저장성을 향상시키기 위한 방안으로 빙점강하제를 첨가하여 제조된 침지액에 의한 저장 효과를 살펴본 결과, 토란의 수분함량은 80.55에서 저장 25일째 수분의 흡수로 인해 82.12~84.24%로 다소 증가하였으나 처리구들 간의 크게 차이는 없었으며 저장 25일 이후에 명반수나 빙점강하제를 첨가구에서 일부 갈변현상이 나타나기 시작했다. 색도는 전반적으로 L값은 감소하였으

며 a, b값이 증가되는 현상을 보여주었으며, 조직감은 초기 $4,520 \pm 75\text{g}$ 에서 점차로 감소하여 저장 말기에는 ice를 첨가한 0.1%명반수에서 $3,930 \pm 100\text{g}$ 으로 가장 낮았고, 0.85%NaCl 첨가구에서 $4,055 \pm 103\text{g}$ 으로 가장 높은 결과를 보여주었다. 총 vitamin함량은 0.5%유자과즙 첨가구에서 25일째 6.99mg%로 약 57%의 보존율을 보여 가장 손실이 적었다. 총당은 대부분의 처리구에서 저장 15일째까지 급격히 하강하다가 저장 15일 이후에는 감소속도가 완만한 것을 볼 수 있었으며, 저장 중의 유리당의 함량은 0℃의 낮은 온도에서 저장하여 저장 기간이 진행되어도 눈에 띄는 감소나 증가는 관찰할 수 없었다. 조성 중 가장 많은 양을 차지하는 sucrose는 제조된 침지액을 사용한 경우 대체적으로 조금 높은 함량을 가지는 것으로 나타났으며, fructose, glucose, maltose는 저장기간별 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

○ 양송이 버섯의 초저온수 처리에 의한 저장중의 품질변화를 측정한 결과, 0.5% 유자과즙 첨가구에서의 total phenolic compounds는 다른 처리구보다 기질로서 가장 적게 소모된 것으로 측정되었고, 저장중 절단된 양송이 버섯의 색도 L값은 저장기간동안 감소되는 추세를 보였으며, 경도의 변화는 저장초기부터 시간이 경과됨에 따라 점차적으로 감소하는 경향으로 1% NaCl과 1% ascorbic acid를 처리한 시료에서 조직 연화가 가장 느리게 일어났으며, 그 다음으로는 0.4% $\text{MgCl}_2 + 0.1\%$ CaCl_2 를 첨가시킨 처리구 순이었다. Total phenolic compounds의 양은 전반적으로 모든 처리구에서 감소하는 경향을 보여주었으며, 저장 12일경을 기준으로 살펴보면 1% $\text{NaCl} + 1\%$ ascorbic acid를 처리한 시료에서 가장 적은 양의 total phenolic compounds가 측정되었다. PPO activity는 저장기간동안 각 처리구 모두 증가하는 경향을 나타내었는데 3일에서 6일 사이에서 급격한 증가가 일어났으며, 1% ascorbic acid로 처리한 시료에서 가장 낮은 결과를 보여주었다.

○ 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 유통센터, 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 종료후의 활용과 관련한 연구비 지원 등의 정책적인 지원이 마련되었으면 한다.

SUMMARY

To extend the shelf-life by sterilization of initial microorganism and maintenance of initial quality on fresh fruit and vegetables, possible usage of ultra low temperature water, maintained below 0°C, manufactured by adding freezing point depressing agents to electrolyzed oxidizing water was investigated.

The results obtained from this study are summarized as follows;

○ Ultra low temperature water, maintained below 0°C, was manufactured by addition of electrolyzed oxidizing water and freezing point depressing agents. The effects of ultra low temperature water on microbial count reduction and browning inhibition of fruits and vegetables were investigated. The ratio of freezing point depressing agents were NaCl 0.85%(w/v), ethanol 0.5%(v/v), lemon juice 0.5%(v/v), citron juice 0.5%(v/v) and polysorbate 80 1ppm, respectively.

○ *Escherichia coli* KCTC 1039 with initial count of 8.82 Log CFU/ml was reduced to $<10^1$ CFU/ml after 15~30 sec when it was treated by electrolyzed oxidizing water or electrolyzed oxidizing water with freezing point depressing agents. *Bacillus cereus* KCTC 1012 was reduced to $<10^1$ CFU/ml after 2 minute treatment with electrolyzed oxidizing water or electrolyzed oxidizing water with polysorbate 80 or electrolyzed oxidizing water with ethanol. *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108 was reduced to $<10^1$ CFU/ml after 30 sec treatment with electrolyzed oxidizing water or electrolyzed oxidizing water with polysorbate 80, NaCl and ethanol, respectively. *Erwinia carovora* subsp. *carovora* KCTC 2776 were reduced to $<10^1$ CFU/ml after 30 sec treatment with electrolyzed oxidizing water or

electrolyzed oxidizing water with polysorbate 80 or lemon juice.

○ In case of peeled garlic treated with ultra low temperature water at 0°C showed around 1 Log scale reduction of microbial reduction than treated at 20°C. *Escherichia coli* was lessened to 1 Log CFU/g and more than 60~70% of total microbial account was reduced when potato was dipped in ultra low temperature water(4~5 times amount by weight). Dipping for 5 minute with 2 step method was more effective in case of cabbage and lettuce. Unlike other samples, *Escherichia coli* and total microbial account of chicory were reduced to $<10^1$ CFU/g and 1.15×10^3 CFU/g respectively, only when adding ethanol to multi-step method.

○ Browning inhibition effect was determined by comparison of polyphenol oxidase activity. Polyphenol oxidase activities showed inhibition effect approximately 62~84% in most treatments with the exception of 57%, 12%, and 25% inhibition by 0.5% ascorbic acid, electrolyzed oxidizing water and polysorbate 80 respectively. Electrolyzed oxidizing water with NaCl was very effective to inhibit browning of apple juice and potato juice, with results of high lightness, low redness and 5.28~14.99 chromaticity value differences. Sliced potato dipped in electrolyzed oxidizing water with NaCl or citron juice for 60 minute showed significantly low PPO activity, 64 units in treatment with NaCl and 91 units in treatment with citron juice.

○ In case of mixed salad, treatment with 0.5% ascorbic acid showed the least vitamin C content change during 10 days storage, reduced from 11.5 mg /100g only to 8.04 mg/100g. And chlorophyll content did not changed much for 2 days and reduced a little after that time except mixed salad treated with ultra low temperature water containing 0.85% NaCl. Initial microbial account of samples were reduced 1~2 Log scale by electrolyzed oxidizing

water, it will be very effective to extend the shelf life.

○ The inhibition effects of electrolyzed oxidizing water with various freezing point depressing agents on the browning activity of peeled chestnut were tested. The contents of total phenolic compounds were 13.36 mg% at the earlier stage of storage, and then suddenly increased after 11 days storage for most treatments. But, in the case of untreated chestnut, total phenolics increased to 59.12 mg% until 17 days of storage, and then decreased slowly. At the 11th day, PPO activity of untreated chestnut was 1,152 units, that was higher than any others. Electrolyzed oxidizing water with lemon juice and citron juice showed synergistic effects on the enzyme inhibition, and their PPO activities were 143.3 and 180.22 units after 4 weeks, respectively. Sensory analysis showed that acceptance of peeled chestnut was dependent on color and taste, which was related to PPO activity and sweetness. The peeled chestnut treated by electrolyzed oxidizing water with citron or lemon juice tended to show the highest score for acceptance. The shelf-life was estimated to 14 days with untreatment, 21 days in treatments with NaCl, 0.1% APS solution and electrolyzed oxidizing water, and 28 days in treatments with lemon juice and citron juice, by sensory evaluation, respectively.

○ The treatment effects of electrolyzed oxidizing water with citron juice on the compound changes of peeled chestnut were tested. Though commercially used 0.1% APS(Aluminum Potassium Sulfate) solution was effective on color change, peeled chestnut lost its quality due to the content of moisture increased to more than 75% after 15 days of storage. The other treatments, changes of moisture content were no significant. And in all treatments, the contents of vitamin C were decreased slowly. But, in the treatment of electrolyzed oxidizing water added with citron juice, vitamin C increased to

17.05 mg% at the 5th day of storage and then decreased a little. The major sugar was sucrose and the major amino acids were aspartic acid(736.8 mg/100g) and glutamic acid(439.2 mg/100g). When peeled chestnut was treated with the mixture of ice and electrolyzed oxidizing water with citron juice, the content of aspartic acid increased around 27% compared to the initial stage of storage. The peeled chestnut treated with the mixture of ice and electrolyzed oxidizing water with 0.5% citron juice was excellent in the respects of the contents of total essential amino acids and sensory analysis.

○ To improve storability of peeled taro, shelf-life extension effect of ultra low temperature water(eletrolyzed oxidizing water with freezing point depressing agent) was examined. Water content of taro was increased from 80.55% to 82.12~84.24% after 25days storage due to moisture absorption. However, there were no significant difference between treatments. Also, treatments with 0.1% APS(Aluminum Potassium Sulfate) solution or eletrolyzed oxidizing water showed browning after 25days storage. In case of color of peeled taro(Hunter L, a, b value), L value was slowly decreased and a, b value was generally increased. Texture of peeled taro was decrease from $4,520 \pm 75\text{g}$ to $3,930 \pm 100\text{g}$ for 0.1% APS solution with ice, and to $4,055 \pm 103\text{g}$ for eletrolyzed oxidizing water with 0.85% NaCl. Treatment of eletrolyzed oxidizing water with 0.5% citron juice maintained 6.99mg%(57%) of total vitamin after 25days storage, which showed highest total vitamin content between treatments. In most treatments, total acid was decreased in fast rate for 15 days storage and slowly decreased after 15 days storage. Initial content of reducing sugar was decreased after continuos increase for 10~15 days storage. Free sugar content was not changed significantly during storage due to low storage temperature. In case of sucrose content which are major portion of free sugar, treatment of eletrolyzed oxidizing water with ice generally showed higher sucrose content than treatment of

electrolyzed oxidizing water. However, there was no differences between treatments and storage days in content of fructose, glucose and maltose.

○ Quality change of mushroom with treatment of ultra low temperature water was investigated. Total phenolic compounds were least consumed as substrate with treatment of electrolyzed oxidizing water with 0.5% citron juice than other treatments. Color of cut mushroom(L value) was reduced during storage and firmness also gradually reduced during storage. Softening of mushroom was happened slowly in order of treatment of electrolyzed oxidizing water with 1% NaCl, 1% ascorbic acid, 0.4% $MgCl_2$ + 0.1% $CaCl_2$. Total phenolic compounds were generally reduced to all treatments and least amount of total phenolic compounds were measured in treatment with 1% NaCl + 1% ascorbic acid after 12day storage. PPO activity was increased to all treatments during storage, especially rapid rise was found during 3~6 day storage. Also, treatment of electrolyzed oxidizing water with 1% ascorbic acid showed the lowest PPO activity among other treatments.

여 백

CONTENTS

Chapter I	Introduction	21
Section 1	Needs of research	21
Section 2	Status of research	23
Chapter II	Test on effects and manufacture of ultra low temperature water	26
Section 1	Introduction	26
Section 2	Materials and methods	28
Section 3	Results and discussion	31
Section 4	Conclusion	67
Section 5	Reference	68
Chapter III	Quality changes and initial freshness maintenance during storage of fruit and vegetables treated by ultra low temperature water (Electrolyzed oxidizing water with freezing point depressing agents)	71
Section 1	Quality changes of fresh cut-vegetables treated by ultra low temperature water during storage	71
1.	Introduction	71
2.	Materials and methods	73
3.	Results and discussion	75
4.	Conclusion	81
5.	Reference	82

Section 2	Antibrowning effects of ultra low temperature water on peeled chestnut during storage	84
1.	Introduction	84
2.	Materials and methods	85
3.	Results and discussion	87
4.	Conclusion	102
5.	Reference	103
Section 3	Comparison of shelf-life on export peeled chestnut treated by various immersion liquid	105
1.	Introduction	105
2.	Materials and methods	106
3.	Results and discussion	108
4.	Conclusion	124
5.	Reference	125
Section 4	Quality changes of peeled taro treated by various immersion liquids during storage	127
1.	Introduction	127
2.	Materials and methods	128
3.	Results and discussion	130
4.	Conclusion	144
5.	Reference	145
Section 5	Quality changes of mushroom treated by ultra low temperature water during storage	146
1.	Introduction	146
2.	Materials and methods	147
3.	Results and discussion	149
4.	Conclusion	163

5. Reference	164
Chapter IV Application test for utilization of ultra low temperature water	165
1. Comparison of sterilization effect by chlorinated water and electrolyzed oxidizing water	166
2. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water manufactured by various electrolyzation method	170
3. Application Results on process and working area	177

여 백

목 차

제 1 장 서 론	21
제 1 절 연구개발의 필요성	21
제 2 절 국내외 관련기술 현황	23
제 2 장 초저온수 제조 및 처리 효과 시험	26
제 1 절 서 론	26
제 2 절 재료 및 방법	28
제 3 절 결과 및 고찰	31
제 4 절 요약	67
제 5 절 참고문헌	68
제 3 장 초저온수 처리에 따른 초기 선도유지 및 저장중 품질변화	71
제 1 절 초저온수 처리에 따른 절단 채소류의 선도유지 효과	71
1. 서 론	71
2. 재료 및 방법	73
3. 결과 및 고찰	75
4. 요약	81
5. 참고문헌	82
제 2 절 초저온수 처리에 의한 간밤의 저장 중 갈변 억제효과	84
1. 서 론	84
2. 재료 및 방법	85
3. 결과 및 고찰	87
4. 요약	102
5. 참고문헌	103

제 3 절 수출용 간밤의 침지 보관액에 따른 저장효과	105
1. 서 론	105
2. 재료 및 방법	106
3. 결과 및 고찰	108
4. 요 약	124
5. 참고문헌	125
제 4 절 박피 토란의 침지 보관액에 따른 저장중 품질변화	127
1. 서 론	127
2. 재료 및 방법	128
3. 결과 및 고찰	130
4. 요 약	144
5. 참고문헌	145
제 5 절 초저온수 처리에 의한 양송이의 저장 중 품질특성	146
1. 서 론	146
2. 재료 및 방법	147
3. 결과 및 고찰	149
4. 요 약	163
5. 참고문헌	164
제 4 장 초저온수 처리의 실용화를 위한 현장 적용시험	165
1. 염소수와 전해산화수 처리에 의한 살균력 비교	166
2. 전해방법을 달리하여 제조한 전해수의 살균효과	170
3. 작업장 및 공정에서의 적용시험 결과	177

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 필요성

일반적으로 채소 및 과일 등의 신선 청과물은 육류 및 수산물과 마찬가지로 신선도가 중요하므로 생산지에서 집하장, 집하장에서 판매점에 이르는 유통의 모든 과정에 있어 지속적으로 고선도를 유지시키는 것이 필수적이다. 또한 채소, 과실 및 육류 등의 신선식품은 많은 지역에서 수확되거나 처리되어 대부분의 경우 시장 및 판매점을 거쳐 소비자에게 공급되는 것으로 각 신선식품의 보존기술이 고도화한 현재에 있어서도 수확직후와 같은 신선도를 장기간 유지시키는 것은 상당히 어려운 실정이다.

청과물은 수확 후에도 생명활동을 지속하기 때문에 호흡작용 등에 의한 변색, 시들음 및 부패 등의 각종 품질저하가 나타나게 되어 결국에는 상품성과 식품학적 가치를 잃게 된다. 이러한 청과물의 호흡작용에는 온도, 습도, 가스환경, 빛, 바람, 미생물과 같은 여러 요인이 작용하지만 그 중에서도 온도에 의한 영향이 지배적으로 온도조절만 잘하면 선도유지는 80% 이상 목적을 달성할 수 있으므로 현재 널리 사용되고 있는 저온저장고나 냉장창고의 기능이 바로 이 목적을 위한 것이다.

이와 같이 고선도, 고품질 등을 유지하기 위해서는 수확 장소인 생산단계에서 소비단계에 이르기까지 일정한 저온조건으로 콜드체인에 의한 유통이 이상적이지만 실제로는 유통 비용 및 저온유지 기술 등의 이유로 보존상태가 충실하지 않은 것이 현실이다. 이러한 실정을 개선하기 위하여 이전부터 유통과정에서 저온 보존방법 및 시설, 저온 수송기술 등과 같은 다양한 관점에서 검토가 이루어져 CA저장 및 MA포장법 등 다양한 방법이 개발 또는 개선되어지고 있다.

한편, 신선식품의 선도는 유통과정에서의 선도저하와 마찬가지로 수확직후에 있어서의 급격한 선도저하, 즉 과채류에서는 비타민C 등의 영양성분, 엽록소 등의 유용성분의 급속한 분해 등에 따른 품질저하를 확실히 억제할 수 있는 방안

을 강구하지 않고서는 수확직후에 가까운 고선도 상태를 유지하는 것은 불가능하다.

또한, 채소류는 산지 재배 및 수확 시까지 미생물을 비롯한 각종 오염원에 의해 다양한 표면오염의 기회를 지니게 되며, 특히 미생물은 수확 후 오염과 부패를 일으켜 품질저하를 일으키게 된다. 채소류의 품질저하는 주로 저장·유통중 자가호흡과 관련된 생리적인 변화와 더불어 미생물에 의한 영향을 받게 되는데, 주로 재배 시 오염된 미생물에 의한 부패와 결점 등이 품질저하의 주 요인으로 초래된다. 그러나 채소류와 같은 생체식품은 제품 특성상 가열살균을 비롯한 가혹조건에서의 살균처리가 어렵고, 기존의 살균제 이용은 소비자의 기피 및 인체유해성 등으로 사용범위에 많은 제한을 안고 있다. 이에 근래에 들어 선진 외국에서도 선도에 영향을 미치지 않고 인체에 무해한 살균효과를 가지는 기술개발에 주력하고 있는 실정이다.

뿐만아니라 상치, 썩갯 및 딸기 등 대부분의 청과물은 세정 후 그대로 식용하는 기회가 증가하며, 또한 건강문제가 대두되면서 샐러리, 신선초 등을 착즙하여 음용하는 가정이 증가함에 따라 최소가공(minimal processing)된 야채의 유통이 콜드체인 형태로 일반화되고 있으나 청과물 표면에 오염되어 있는 대부분의 위해 요소들은 세척과정에서 거의 제거되지 않기 때문에 식용시 국민건강 측면에서 문제를 야기시킬 수 있어 가시적인 살균효과를 부여할 수 있는 방법의 필요성이 점차 고조되고 있다.

따라서 이와 같은 문제를 해결하기 위한 방안으로 수확 현장에서 가장 간편하고 신속하게 처리할 수 있고, 아울러 과채류와 같은 신선한 식품을 수확직후의 고선도 상태를 유지시켜 과채류의 저장성과 부가가치를 향상시킬 수 있는 새로운 기술의 개발 및 응용은 필수적으로 해결되어야 할 과제이다.

제 2절 국내외 관련 기술 현황

1. 냉수냉각 처리기술

농산물에 있어서의 저온유통시스템은 미국의 경우 1923년 플로리다에서 냉수냉각에 의한 채소류의 예냉이 실용화되고 이어 1933년부터 캘리포니아에 도입되었으며, 일본의 경우는 1962년에 냉수냉각 장치가 도입되기 시작하여 1965년 과학기술청 자원조사회가 식생활의 체계적 개선에 관한 식량 유통 체계의 근대화에 관한 보고서가 나오면서 대규모 콜드체인의 실험이 시작되고 저온유통이 화제가 되면서 확산되기 시작하여 현재에는 많은 청과물에 대하여 예냉처리를 하며 양상치와 같은 채소류는 수확하면 전처리하여 예냉하는 것이 관례화 되어 있다. 일반적으로 냉수냉각은 3~5℃의 냉수를 냉각매체로 사용하며 통풍식 냉각법과 마찬가지로 전도 및 대류열에 의해 주로 과채류의 열을 제거하는 방법이다. 지금까지는 일부 품목을 제외하고는 거의 실용화되지 않고 있으나 열전달 계수가 공기에 비하여 매우 크기 때문에 통풍식 냉각보다 냉각속도가 빠르며 소요경비도 비교적 저렴할 뿐아니라 세척도 겸할 수 있는 등 여러가지 잇점을 지니고 있다. 따라서 미국에서는 대량 수확하는 복숭아, 옥수수, 셀러리, 당근 및 고구마 등을 중심으로 예냉에 활용하고 있다. 미국에서는 일찍이 아스파라거스, 셀러리 등에 이를 실용화한 바가 있고, 현재는 당근, 셀러리, 옥수수, 복숭아 등의 많은 농산물에 널리 활용되고 있다. 또한, 일본은 냉수냉각에 관한 연구 보고가 다소 있으나 실용화에는 이르지 못하고 있는 실정이다. 이에 대한 연구는 이미 松田이 옥수수와 당근을 이용하여 살수·침지겸용식 냉각장치와 분사식 냉각장치에 의한 냉수냉각을, Zahradnik와 Reinhart는 사과와 예냉을 위해 In-stack hydrocooling기법에 대해, Hackert 등은 공기식 및 냉수냉각을 이용하여 broccoli의 냉각속도와 수분손실 함량에 대해 해석한 바 있고, Henry 등은 냉수냉각시 손상조절제를 사용하여 bell pepper의 저장시험을, Mohammed와 Sealy는 수확직후 수냉처리한 메론과 무처리한 메론을 대상으로 5~30℃ 범위에서 저장 후 품질변화를 조사한 것 등이 고작으로 냉수처리에 의한 예냉 연구는 그다지 수행한 바가 없는 형편이다. 그러나 최근 들어 예냉 경비의 절감 및 세척효과 면에서 중요성이 재인식되고 있어 냉수냉각의 문제점 개선을 위한 연

구가 활발히 진행되고 있는 추세이다.

2. 청과물의 살균과 오염 방지기술

청과물은 수확 시부터 표면에 토양미생물을 비롯한 각종 오염원에 의하여 오염되어 수확시 입은 상처부분 또는 연약한 표면조직에서 쉽게 연화 및 부패를 촉진시켜 유통 또는 저장중 막대한 손실을 초래하고 있으며, 미생물에 의한 청과물의 품질저하는 미생물의 번식에 의한 오염과 부패로서 지금까지 과일류는 약 100여종, 야채류는 약 150종 이상의 부패 미생물이 관여하고 있는 것으로 밝혀져 있다. 이러한 미생물에 의한 변패 및 부패와 청과물 자체의 생리현상으로 인해 유통중 양적, 질적 손실은 20~30%에 달하고 있으나 기존의 수확후 유통방법으로는 미생물에 의한 품질손상 및 저장성 제고에 한계가 있다. 특히 양파, 생강 등 비축 농산물의 저장시 토양미생물은 저온저장만으로는 단지 생육활동을 억제시키는 효과 밖에 없는 실정이다.

수확 직후의 청과물의 표면에는 정상적인 미생물과 토양, 수중의 미생물, 인간에 부착되어 있는 미생물 이외에 식물병원 미생물 등이 부착되어 있지만 이들의 비율, 총균수 등은 부위나 환경조건에 따라 다르며, 특히 야채류는 계절, 산지에 따라 변화가 크다는 것을 경험적으로 알 수 있다. 그리고, 과실에서는 숙성도에 따라 균수가 증가하는 것을 알 수 있는데 이는 숙성이 진행되면서 표면이 약해져 미생물의 증식이 용이해지고, 곤충이나 조류 등에 의하여 오염이 증가하기 때문이다. 內藤에 의하면 과일 및 야채의 미생물수는 과일의 경우 $10^6 \sim 10^8$ cfu/g, 야채는 $10^4 \sim 10^8$ cfu/g으로 상당히 많이 존재하고 있으며, 종래에는 건전한 청과물의 내부에는 미생물이 거의 없다고 알려져 있었으나 중심부에도 약 $10^2 \sim 10^4$ cfu/g정도가 검출된 바 있고, 이들은 수확후 저장기간이 길어질수록 통도조직을 통하여 내부로 침입하여 증가하는 것이라고 보고하였다. 또한, 일반적으로 청과물에 가장 많은 미생물은 Micrococcus속으로 통상 $10^4 \sim 10^7$ cfu/g이 검출되었으며, 대장균군도 $10 \sim 10^4$ cfu/g정도가 검출되었다고 하였다. 또한, 국내산 청과물의 오염실태를 조사하기 위하여 8개 품목을 대상으로 하여 각각 수확단계, 도매단계, 소매단계 등 유통단계별로 총균수, 효모 및 곰팡이, 대장균군의 오염실태를 측정한 결과, 국내산 청과물의 오염실태를 조사하기 위하여 상치 등

8개 품목을 내상으로 수확단계, 도매단계, 소매단계 등의 유통단계별로 각각 총균수, 효모 및 곰팡이, 대장균의 오염실태를 측정한 결과, 각 품목별 및 유통단계에 따라 다소 차이는 있지만 공시한 시료의 오염정도는 총균수가 $10^3 \sim 10^9$ cfu/g, 효모 및 곰팡이가 $10^3 \sim 10^8$ cfu/g 수준이었으며, 오염지표로 활용되고 있는 대장균군도 표고버섯을 제외하고 $10^3 \sim 10^7$ cfu/g에 달하여 생육기의 시비 및 토양균에 의한 오염 및 2차 오염이 상당히 심하였고, 양파, 및 마늘 등 근채류를 제외한 청과물은 수확단계에서 소매단계까지 유통기간은 대략 1~3일 내외가 소요되고 있었으며, 상추, 표고버섯, 딸기 등은 타 품목에 비하여 유통단계별 미생물의 증가가 비교적 높았으며, 미생물의 오염 정도는 동일 품목의 생산지별로는 편차가 그다지 크지 않았으나 시료의 상태, 채취부위에 따라 편차가 비교적 크게 나타났다고 보고한 바 있다.

이와같은 청과물은 위에서 언급한 바와 같이 수확과 소비 단계에 있어 30%이상이 손실되며, 손실은 취급하는 모든 단계에서 발생하는데 산지에서 가공업자에게 수송되는 동안과 가공 후 운송, 저장, 그리고 소비자의 보관 중에도 계속 발생한다. 오랫동안 알려진 부패균으로는 박테리아, 곰팡이, 효모와 더불어 종종 *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridia* 등의 병원균이 있다. 냉장 온도에서 보관중인 청과물에서 독성을 일으키는 미생물에 대하여서는 지금까지 별로 중요시되지 못하였으나 *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* 그리고 *Aeromonas* 종들이 모두가 4℃에서 생육할 수 있으며 사람에게 위장염을 유발시키는데 이들이 모두 농축수산물의 평범한 오염원이라는 사실은 오염방지법의 효율과 실용성에 의문을 야기시킨다.

한편, 청과물의 살균과 오염 방지를 위해 현재 사용하고 있는 방법에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

- ① 수확후 살균제 처리
- ② 세정수 처리
- ③ 염소처리
- ④ 천연항생시스템
- ⑥ 전기분해수 처리
- ⑦ 기타 : 오존의 이용, 방사선 조사, modified atmosphere packaging 등

제 2 장 초저온수 제조 및 처리 효과 시험

제 1 절 서 론

전해산화수는 소량의 식염을 수도수에 첨가하여 전기분해하는 것으로 얻어지는데 산화-환원전위(Oxidation-Reduction potential : ORP)가 1,000mV 이상이며, pH 2.7이하이다. 전해산화수는 일본의 과학자들에 의해 많은 병원성균의 살균에 강한 효능을 가진 것으로 알려졌으며, 살균에 전해산화수를 사용하는 잇점은 순수한 물을 사용하며, NaCl 이외에는 다른 화학물질이 사용되지 않아 환경에 어떠한 해도 입히지 않는다는 데에 있다. 전해산화수가 갖는 살균력은 NaCl이 분해되어 생성되는 Cl⁻의 산화력에 의한다는 주장과 이 외에도 높은 산화환원전위, 용존산소, 낮은 pH등에 영향을 받는다는 보고가 있으나 정확한 기작은 밝혀지지 않았다.

지금까지 진행되어 온 전해산화수에 관한 연구는 대부분 미생물 살균에 초점이 맞춰져 있으며, 특히 식중독에 관여하는 *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*의 살균을 중심으로 연구되어졌다. 하지만 이와 같은 모든 전해수에 관한 연구는 전해수 제조장치의 양극에서 얻어지는 전해산화수에 관해 국한되어 있으며, 전해산화수의 효과를 높이기 위하여 다른 화학물질을 첨가하여 특성을 변화시킨 전해산화수에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

한편, *Escherichia coli* O157:H7은 식품에서 발생하는 병원성 미생물로, 축산물, 계란, 육류, 우유, 과일 및 채소를 포함하는 많은 종류의 식품에서 발견되어 식중독을 일으키는 병원성 미생물이다. *Bacillus cereus*는 포자생성균으로 보통의 살균과정이 끝나더라도 포자상태로 살아 남아 생육환경이 조성되면 다시 균 증식을 일으켜 식품의 부패를 일으키는 원인이 되는 미생물이며, *Lactobacillus plantarum*은 대표적인 유산균으로 최근 들어 probiotics로 각광받고는 있으나 엽채류와 같은 채소에 과대 증식하게 되면 식물체의 조직을 파괴하며, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*는 채소류 연부병의 주요 원인균으로 알려져 있다.

신선 편의 채소류 제조시 위와 같은 미생물에 오염되었을 경우 저장일수가 급격히 감소하며, 그 병원성균에 의하여 식중독에 감염될 가능성이 내재되어 있어 세정과 같은 전처리 작업은 필수적이라 여겨진다.

또한, 수확 후 가공 처리되는 최소가공 채소류의 경우 가공과정에서 과채류 조직의 손상으로부터 오는 갈변은 품질손실의 주 요인이 되고 있다. 식품의 갈변은 polyphenol oxidase, peroxidase, lipoxygenase, chlorophyllase 등에 의한 효소적 갈변과 maillard 반응, 카라멜화, ascorbic acid 산화 등에 의한 비효소적 갈변으로 구분된다. 효소적 갈변은 식품가공 과정에서 주로 polyphenol oxidase, peroxidase에 의하여 phenol성 화합물이 산화되어서 o-quinone과 같은 화합물을 만들며, 짙은 갈색 또는 적색의 quinone 중합체를 형성하기 때문으로 알려져 있다. 이 효소들은 과일과 채소의 갈변 및 이취 생성 등에 관련하여 가공제품의 품질특성에 큰 영향을 주므로 매우 중요시되고 있다. 갈변의 정도는 사과와 감자의 경우, 품종에 따라 polyphenol oxidase 역가와 비례하기도 하고 내생 기질인 polyphenol 화합물의 농도에 비례하기도 하는데, 감자는 품종에 관계없이 polyphenol 화합물의 농도에만 비례한다. Sulfite의 사용이 제한된 감자의 경우는 유해하지 않은 갈변 억제 방법에 대한 연구는 매우 중요하다고 하겠다. 사과에 대한 연구로는 국내에서 많이 식용되어 왔던 국광, 홍옥, 골덴 등으로부터 얻은 조효소액의 일반적인 특성과 저해제의 영향 및 열처리 온도에 따라 isozyme의 열안정성의 차이가 보고되었고, Janovitz-Klapp등은 12가지 품종의 사과에서 껍질과 과육의 PPO 활성을 조사하여 이 중 red delicious 품종이 가장 활성이 높고 elster가 가장 낮으며 껍질과 과육의 총 PPO 활성은 품종에 따라 그 분포가 달랐음을 보고한 바 있다.

따라서 본 실험에서는 최소가공 채소류의 초기품질 유지 및 저장성 향상을 위하여 전해산화수 generator로 20% NaCl을 첨가한 수도수를 전기분해하여 가장 높은 산화환원전위를 가지는 전해산화수를 생성시킨 다음, 이를 원수로 사용하여 살균효과, 갈변방지효과 및 빙점강하에 효과가 있다고 이미 알려져 있는 식품첨가물인 ethanol, vitamin C, polysorbate 80, NaCl 등을 각각 첨가하여 제조한 0℃이하의 저온수로써 세정처리에 의한 미생물 제균효과와 갈변억제 효과에 대하여 살펴보았다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 재료 및 전처리

실험에 사용한 마늘, 생강, 감자, 양배추, 양상치, 치커리 및 사과는 당일 수송되어 포장한 것을 경기도 성남의 대형 유통점에서 당일 오전에 구입하여 저온저장하면서 사용하였다. 초저온수 제조를 위한 빙점강하제는 NaCl (Junsei, Japan), polysorbate 80(Sigma, USA), ethanol(hayman, USA)을 사용하였고, 레몬과즙은 (주)정안농산(대구)에서 공급받아 사용하였으며, 유자과즙은 1999년 11월 완도에서 수확한 유자를 외피 및 내피를 제거한 후 착즙·2차 여과한 것을 사용하였다. 그리고 사과 및 감자의 polyphenol oxidase activity는 각각의 시료를 1cm의 정방형으로 잘라 시료 무게의 2배에 해당하는 처리용액에 일정 시간을 침지한 후 물기를 제거하여 사용하였으며, 사과 및 감자의 갈변억제 효과시험에서는 시료와 같은 중량의 처리수와 함께 Ultra-turex mixer를 이용하여 1분간 blending 한 후에 색도를 측정하였다.

2. 제조수의 빙결점 측정

다양하게 제조한 처리수의 빙결점은 시료가 담긴 3mL vial 중심부에 thermocouple를 사용하여 Beckman법에 의하여 빙결점을 결정하였으며, 온도측정은 Hackert 등의 방법에 따라 0.3mm ϕ copper-constantan 열전대를 시료의 기하학적 중심부에 부착하여 일정온도에 도달할 때까지 Hydra data acquisition (2625A, Fluke, USA)을 사용하여 연속 측정하였다. 본 실험에 사용한 열전대의 표준편차는 $\pm 0.12^{\circ}\text{C}$ 이다.

3. 제조수의 물성 측정

pH는 pH meter(Suntex 2000A, USA)를 사용하였고, 산화환원전위(oxidation-reduction Potential; ORP)의 측정은 ORP meter(RM-12P, TOA Electronics, Japan)로 실온에서 측정하였으며, 차아염소산(HClO)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.

4. 사용 균주 및 배지

제조수의 미생물 살균효과를 살펴보기 위하여 *Escherichia coli* KCTC 1039, *Bacillus cereus* KCTC 1012, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* KCTC 2776은 유전공학연구소 유전자은행에서 분양 받아 사용하였으며, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108은 MRS broth 및 agar(Difco 사)를, 이외의 균주는 TSB(Difco 사) 및 TSA(Difco 사)를 사용하였다.

5. 미생물 살균시험

미생물 살균 효과 시험은 대상 균주를 20mL의 배지에 접종하여 30~37℃에서 24~48시간동안 배양한 후 원심분리(3000rpm, 15분)하여 얻은 균체에 20mL 인산완충용액(pH 7.2, 10mM)을 넣어 현탁하였다. 현탁균액 1mL씩을 미리 멸균 해놓은 시험관에 분주하고, 제조해 둔 0℃이하의 초저온수를 가하여 10mL로 한 다음 0℃ 수조에 넣어 진탕하면서 노출시간에 맞추어 1mL씩 취하여 멸균생리식염수로 단계 희석한 다음 배지에 pour plating 한 후 배양하였다. 대조구는 초저온수 대신 멸균 증류수를 사용하였다. 과채류의 표면 미생물 살균 효과는 세절한 과채류를 일정량 취한 후 10배의 멸균 생리식염수에 넣고 10분간 진탕한 후 1mL씩 취하여 멸균생리식염수로 단계 희석한 다음 plate count agar (Difco 사)와 Chromocult agar(Merck 사)에 pour plating 한 후 배양하였다. PCA를 사용한 총균은 30℃에서 72시간 배양하였으며, 대장균균수는 37℃ incubator에서 24시간 배양한 후 계수하였다.

6. 색도

색도는 색도계(Macbeth spectrophotometer color eye 310, USA)를 사용하였으며, Hunter 색차계의 밝은 정도를 나타내는 L값(Lightness), 붉은 색의 정도를 나타내는 a값(redness) 및 노란색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 측정하였으며, 각 처리구간의 색도의 차이는 색차(color difference, ΔE)를 이용

하여 분석하였다. 색차(ΔE)값은 두 색의 비교시 매우 유용하게 사용되는데, 색차 값의 방정식은 다음과 같다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

이 식에서 색차 값이 0~0.5이면 색차가 거의 없으며, 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 감지할 수 있을 정도의 차이, 3.0~6.0은 현저한 차이, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이, 12 이상이면 다른 계통의 색으로 결정한다.

7. Polyphenol oxidase 역가 측정

시료 10 g에 10 mM 인산 완충용액 (pH 7.2) 40 mL를 붓고 polyvinylpyrrolidone 0.5 g을 넣고 빙냉하면서 마쇄한 후 거즈로 거른 다음, 12.000×g로 10분간 원심분리하여 상등액을 조효소액으로 하였다. PPO의 역가를 측정하기 위해서는 pH 6.0의 0.1M 인산 완충용액 1 mL에 0.1M catechol 1.9 mL를 가한 다음 조효소액 0.1 mL를 넣고 반응을 진행시키면서 420 nm에서 흡광도의 증가를 측정하고, 조효소액 1 mL가 1분당 흡광도를 0.001변화시키는 것을 1 unit로 하여 PPO의 역가로 표시하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 초저온수 제조조건별 특성시험

가. 빙점강하를 위한 첨가물의 종류 및 농도별에 따른 냉각특성

일반적으로 전해산화수는 물에 소량의 NaCl을 첨가하여 전기분해하였을 때 얻어지는 산화환원전위(Oxidation-reduction potential: ORP)가 +1000mV 이상, pH 2.7이하의 강산화수로써 살균력 및 세정효과가 뛰어난 기능수를 말한다. 전해수는 강한 살균력과 함께 적용범위가 넓고, 미생물, 유기물과 접촉하여 살균효과를 발휘한 다음 염소, 산소 등 휘발성 기체와 물로 바로 무독화되어 일반 화학약품과는 달리 유해한 잔유물이 생기지 않고 인체에 전혀 해를 미치지 않는다는 장점이 있다. 이에 과채류의 수압식 예냉에 온도를 낮춘 전해산화수를 이용하고자 빙점이 0℃인 전해산화수의 빙점을 0~-5℃ 범위로 낮출 수 있는 빙점강하제를 첨가하여 초저온수를 제조하였다. 첨가한 빙점강하제의 종류는 NaCl, ethanol, ascorbic acid, 유자과즙, 레몬과즙, polysorbate 80이며, 첨가비용은 관능평가에 따라 빙점강하제의 맛과 향을 거의 느낄 수 없고, 산화환원전위(ORP: Oxidation-Reduction Potential)를 1,000mV 이상으로 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, 간마늘을 침지하여 초기미생물수의 감소율을 살펴보았을 때 타 첨가구와 비슷한 미생물 살균효과를 나타내었기에 제조한 비율 중 대장균균수와 총균수가 가장 많이 감소한 0.5%(v/v)를 선택하였다. 제조된 초저온수의 빙점은 대부분 $-1.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 수준이었다(Table 2-1).

Table 2-1. Initial freezing point by addition concentration of cryoprotectants to electrolyzed oxidizing water

Sample	Initial freezing point(℃)	Sample	Initial freezing point(℃)
EOW ¹⁾	0.0±0.1	+ Citron juice 0.3 %	-0.1
+ ²⁾ Polysorbate 80 1ppm	-0.4	+ Citron " 0.5 %	-0.1
+ NaCl 0.85 %	-0.5	+ Citron " 1.0 %	-0.1±0.1
+ NaCl 1 %	-1.5	+ Lemon juice 0.3 %	-0.1
+ NaCl 5 %	-4.1	+ Lemon " 0.5 %	-0.1±0.1
+ Ethanol 0.5 %	-0.6	+ Lemon " 1.0 %	-0.2
+ Ethanol 1 %	-0.5	+ Ascorbic acid 0.3 %	-0.1
+ Ethanol 5 %	-1.7±0.1	+ Ascorbic acid 0.5 %	-0.2
+ Citron juice 0.1 % + NaCl 1 %	-0.8	+ Ascorbic acid 1 %	-0.2
+ Citron " 0.1 % + NaCl 2 %	-1.2	+ Citron juice 0.2 % + NaCl 1 %	-0.6
+ Citron " 0.1 % + NaCl 3 %	-1.8	+ Citron " 0.2 % + NaCl 2 %	-1.6±0.1
+ Citron " 0.3 % + NaCl 1 %	-0.7±0.2	+ Citron " 0.2 % + NaCl 3 %	-1.9
+ Citron " 0.3 % + NaCl 2 %	-1.3	+ Citron " 0.3 % + NaCl 3 %	-1.6±0.1

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water.

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

나. 제조조건 및 보관기간에 따른 제조수의 특성 변화

전해산화수가 강한 살균력을 지니고 있음은 알려져 있으나, 그 살균 기작에 대해서는 명확히 밝혀지지 않고 단지 차아염소산이 주요한 역할을 하며 전기분해로 생성된 hydroxy radical 및 H_2O_2 , 낮은 pH, 높은 산화환원전위, 용존산소 및 염소 등이 관여하고 있다고 생각되어진다. 이에 빙점강하제를 첨가하여 제조한 세정수를 0℃ 저온으로 저장하면서 살균력과 관계되는 pH와 ORP, 차아염소산 함량을 살펴본 결과, pH는 모든 제조수가 초기 pH 2.45~2.52로 거의 비슷하고 저장 30일이 지나도 그 값이 크게 변화하지 않았으며, 제조 직후 측정된 산화환원전위는 전해산화수와 polysorbate 80 첨가구에서 각각 1,143 mV, 1,145 mV로 가장 높게 나타났고, 그 다음 에탄올 첨가구가 1,137 mV, 레몬과즙 첨가구가 1,122 mV, NaCl 첨가구가 1,119 mV, 유자과즙 첨가구가 1,002 mV 순으로 나타났다. 이 중 전해산화수, polysorbate 80 첨가구와 NaCl 첨가구는 33일의 저장기간 동안에 ORP의 변화가 거의 없었으며, ethanol 첨가구는 저장 8일 동안 초기 ORP 값을 유지하다가 8일 이후에 서서히 감소하기 시작하여 저장 31일에 1,070 mV까지 감소하였고, 레몬과즙 첨가구와 유자과즙 첨가구는 제조 직후부터 시간이 경과할수록 지속적으로 감소하여 저장 33일에 각각 1,000 mV, 879 mV를 나타내었다. 제조 직후 최고 43.62ppm에서 최저 14.18ppm이던 차아염소산 함량은 전체적으로 제조 1일 내지 2일 후 5 ppm이상씩 급격히 감소한 다음, 저장 30일 후에 polysorbate 80 첨가구가 20.57 ppm으로 52.06%의 감소율을 보였고, 전해산화수가 19.50 ppm으로 약 55%, NaCl 첨가구는 16.31 ppm으로 56.79% 감소되었으며, 유자과즙 첨가구가 4.61 ppm으로 67.5%, 레몬과즙첨가구가 3.19 ppm으로 82.7%, ethanol 첨가구가 3.19 ppm으로 초기 차아염소산 함량에 비해 91.18%라는 급격한 감소율을 나타냈다. 그러나 이와 같은 차아염소산의 함량 감소에도 불구하고, 산화환원전위가 1,000 mV 이상을 유지하고 있기 때문에 그 살균력에는 크게 영향을 미치지 못하였으며, 5℃로 저장시 저장 7일째에 12.83 ppm으로 차아염소산 함량이 저하되었다는 정 등의 보고와 비교하였을 때 전해산화수의 저장온도를 0℃로 전환하게 되면 30일 이후에도 이보다 높은 차아염소산 함량을 유지시킬 수 있어, 수예냉(hydrocooling)에 사용할 경우

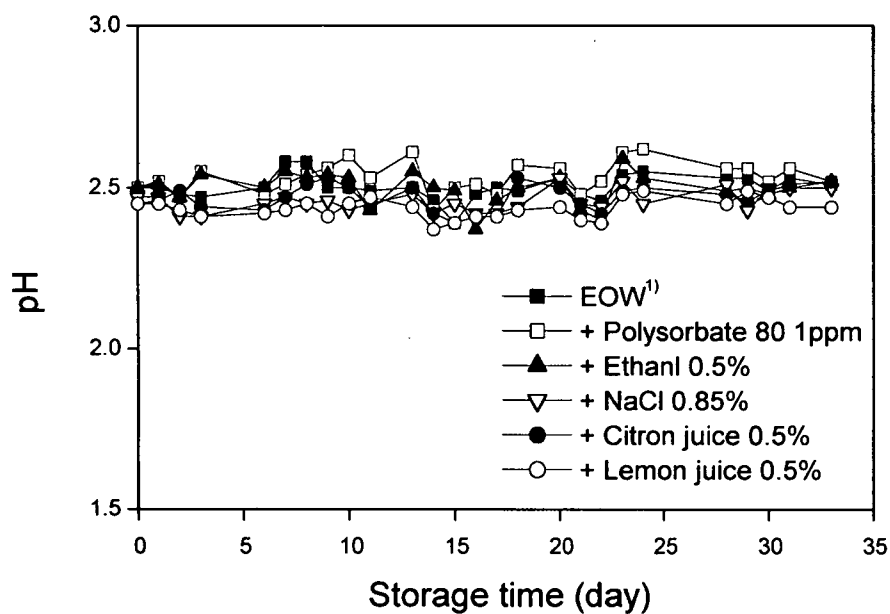


Fig. 2-1. Changes in pH of electrolyzed oxidizing water with/without cryoprotectant during storage

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water.

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

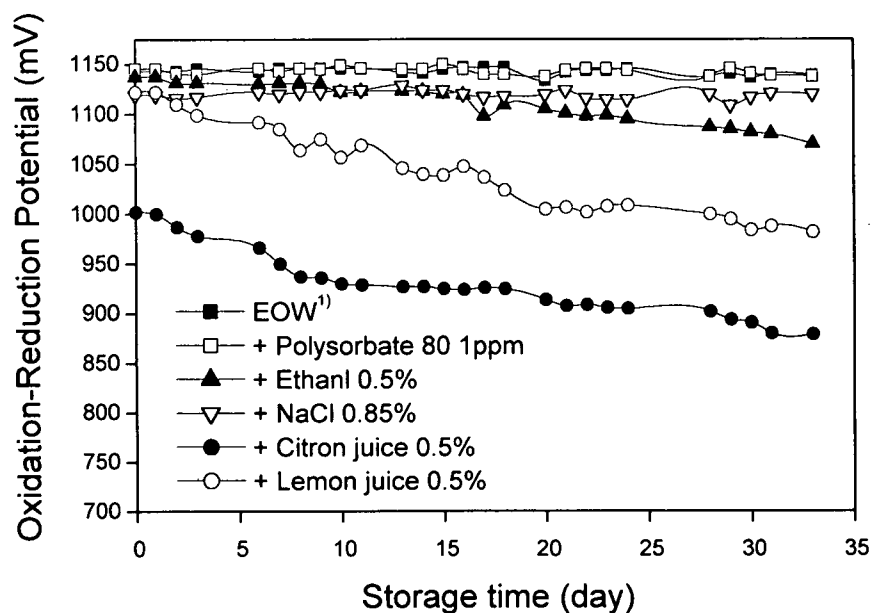


Fig. 2-2. Changes in Oxidation-Reduction Potential of electrolyzed oxidizing water with/without cryoprotectant during storage

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water.

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

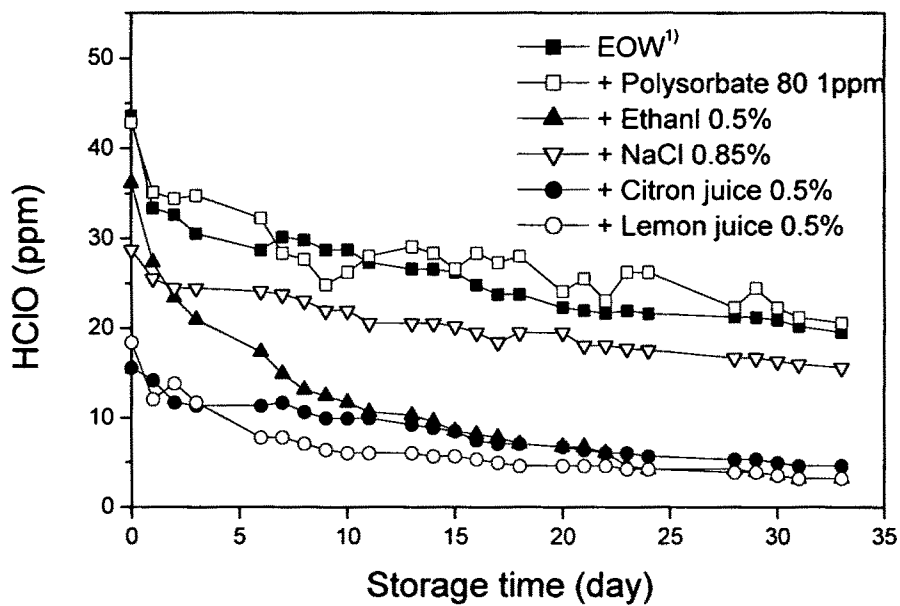


Fig. 2-3. Changes in HClO of electrolyzed acid water with/without cryoprotectant during storage

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water.

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

살균 효과 증대 및 호흡률의 급격한 감소로 인해 과채류의 선도 연장에 유용하게 이용될 수 있어 상업적 이용가치가 매우 높다고 판단되어 진다.(Fig. 2-1, 2-2, 2-3).

2. 초저온수 제조조건에 따른 효과 검토

가. 첨가 농도별에 따른 미생물 살균효과

1) 에탄올을 첨가에 따른 초기 미생물 재균효과

에탄올은 기구나 손 소독에 사용되는 소독제로 70%의 용액으로 실험용 유리기구살균에 사용하고 있다. 에탄올은 유기물에 닿았을 때 탈수작용을 일으켜 강한 살균효과를 나타내나 세균 포자에는 크게 영향을 미치지 못하고, 휘발성이 높아 알콜 냄새가 강하게 나는 단점이 있다. 따라서 패넬요원이 관능적으로 알콜 냄새를 느끼지 못하는 농도인 1% 이하의 에탄올을 전해산화수에 첨가하여 전해산화수의 살균력을 상승시키고자 하였다. 시중에 유통되고 있는 최소가공 채소류 중 그 수요가 많은 간마늘에 살균효과를 적용하여 본 결과, 0.1~1%의 농도에서 전해산화수의 물성은 pH가 2.57~2.60, ORP가 1,132~1,125 mV, 차아염소산 함량이 3.55~11.70 ppm으로 전해산화수의 특성을 그대로 지니고 있었으며, 초기 1.66×10^4 CFU/mL 였던 대장균균수가 전해산화수에 첨가한 에탄올의 농도가 0.5%일 때 2.00×10^1 CFU/mL 으로, 총균수가 5.70×10^4 CFU/mL에서 3.45×10^2 CFU/mL 으로 나타나 그 밖의 농도에 비하여 살균력이 우수함을 알 수 있었다(Table 2-2).

2) 비타민C 첨가에 따른 초기 미생물 재균효과

과채류의 세정에서 0.5~1%의 비타민C는 식품의 품질을 떨어뜨리는 갈변현상을 억제시킬 수 있는 갈변방지제의 역할을 한다. 보통의 과채류의 전처리에 주로 ascorbic acid나 citric acid를 사용하고 있으나 과잉의 비타민 C는 갈변을 억제하기보다는 스스로 산화되어 식품의 색을 변화시키는 요인이 된다. 이 실험에서는 ascorbic acid와 천연과즙인 유자 및 레몬 착즙액을 전해산화수에

Table 2-2. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water containing different concentration of ethanol on garlic

Treatments	Cell number(CFU/g)		Physicochemical property		
	Coliform	Total viable	pH	ORP ¹⁾ (mV)	HClO(ppm)
Untreated	1.66×10^4	5.70×10^4			
+ ²⁾ Ethanol 0.1%	2.05×10^2	4.10×10^2	2.60	1,130	11.70
+ Ethanol 0.3%	4.81×10^2	4.52×10^3	2.57	1,132	6.74
+ Ethanol 0.5%	2.00×10^1	3.45×10^2	2.59	1,125	4.26
+ Ethanol 1%	6.50×10^1	9.35×10^3	2.59	1,128	3.55

¹⁾ Oxidation reduction potential.

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

첨가하여 전해산화수의 높은 살균력과 비타민C의 갈변방지능을 동시에 획득하고자 하였다. Ascorbic acid는 0.1%, 0.3%를 첨가하였을 때 전해산화수의 중요한 성질인 ORP와 차아염소산 함량을 급격히 감소시켜 실험의 목적에 부합되지 않았다. 레몬과즙과 유자과즙은 0.45 μ m membrane으로 2차 여과시켜 첨가시켰을 때, 레몬과즙은 전해산화수에 첨가하였을 때 별다른 반응을 보이지 않았으나 유자 과즙을 첨가한 경우에는 약간의 연기와 강한 향이 발생되었다. 코를 자극하는 강한 향은 유자의 향과 전해산화수의 염소의 작용이라고 생각되어지며 이를 뒷받침하는 결과로 다른 첨가제에 비하여 유자과즙의 첨가시 ORP와 차아염소산 함량이 낮은 것을 관찰할 수 있었다. 하지만 그 물성치가 전해산화수의 특성을 나타내기에 충분하여 간마늘의 세정에 적용하여본 결과 레몬과즙 첨가구는 0.5% 첨가시 대장균균과 총균수 모두 2 log cycle 정도의 감소율을 보였으며, 유자과즙 첨가구 또한 0.5% 첨가시 대장균균은 2 log cycle의 감소를, 총균수는 1 log cycle의 세정효과를 나타내었다. 이와 같이 미생물의 안전성을 확보하기 위하여 하나의 소독제를 사용하기보다는 식품의 품질을 변화시키는 미생물에게 여러 개의 장애물을 제공하여 미생물로부터 안전한 식품을 만드는 “Hurdle Concept”을 적용하는 것이 더 효율적임을 알 수 있다(Table 2-3).

3) Polysorbate 80 첨가에 따른 초기 미생물 계군의 상승효과

계면활성제는 일반적으로 물에 혼합되지 않는 액체를 물에 균일하게 분산시키는 분산제의 역할을 가지고 있으며 한 개의 분자 안에 친수성기와 친유성기를 모두 가지고 있는 이중성 화합물로 시판하는 세정제의 구성 성분이다. 따라서 세정력이 우수한 polysorbate 80 1 ppm을 빙점강하제의 농도를 달리하여 제조한 각각의 제조수에 첨가하여 마늘의 초기 미생물을 제어하는 효과를 살펴본 결과, 우수한 살균력을 나타내었던 유자과즙 0.5% 첨가구와 ethanol 0.1% 및 0.3% 농도의 첨가구에 polysorbate 80을 1 ppm씩 첨가하였을 때 대장균균이 1 log scale 이상씩 감소하는 상승효과를 확인할 수 있었다(Table 2-4).

Table 2-3. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water containing different concentration of various treatments on garlic

Treatments	Cell number(CFU/g)		Physicochemical property		
	Coliform	Total viable	pH	ORP ¹⁾ (mV)	HClO(ppm)
Untreated	1.66×10^4	5.70×10^4			
+ ²⁾ Ascorbic acid 0.1%	3.30×10^2	3.77×10^3	2.59	307	0
+ Ascorbic acid 0.3%	6.55×10^3	1.45×10^5	2.55	241	0
+ Lemon juice 0.1%	2.34×10^3	1.90×10^3	2.67	1,122	11.70
+ Lemon juice 0.3%	5.80×10^2	2.28×10^3	2.60	1,112	6.80
+ Lemon juice 0.5%	2.80×10^2	3.32×10^2	2.57	1,110	6.24
+ Citron juice 0.1%	4.90×10^2	1.83×10^3	2.60	1,120	8.16
+ Citron juice 0.3%	1.14×10^3	2.11×10^4	2.58	1,067	8.16
+ Citron juice 0.5%	1.60×10^2	3.53×10^3	2.56	1,003	6.38

¹⁾ Oxidation reduction potential.

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

Table 2-4. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water containing different mixed ratio of various treatments and polysorbate 80 1ppm on garlic

Treatments	Cell number(CFU/g)		Physicochemical property		
	Coliform	Total viable	pH	ORP ¹⁾ (mV)	HClO(ppm)
Untreated	1.66×10^4	5.70×10^4			
+ ²⁾ Lemon juice 0.1% + PS ³⁾ 80 1ppm	6.10×10^2	1.39×10^4	2.63	1,117	5.32
+ Citron " 0.1% + PS 80 1ppm	5.10×10^2	3.28×10^3	2.62	1,119	7.80
+ Citron " 0.3% + PS 80 1ppm	4.45×10^2	7.27×10^4	2.60	978	7.62
+ Citron " 0.5% + PS 80 1ppm	8.60×10^2	2.04×10^4	2.58	746	7.09
+ EtOH 0.1% + PS 80 1ppm	2.00×10^1	1.15×10^2	2.57	1,126	3.55
+ EtOH 0.3% + PS 80 1ppm	4.00×10^1	5.20×10^3	2.60	1,120	4.25
+ EtOH 0.5% + PS 80 1ppm	1.33×10^2	1.58×10^3	2.61	1,116	6.62
+ EtOH 1.0% + PS 80 1ppm	N.D. ⁴⁾	5.00×10^1	2.68	1,105	10.28

¹⁾ Oxidation reduction potential.

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Polysorbate

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/g.

나. 미생물 살균시험

제조한 초저온수의 미생물 살균효과를 살펴보기 위해 멸균 증류수를 대조구로 하여 HCl 용액(pH 2.65), 전해산화수 및 빙점강하제를 첨가한 제조수를 0℃ 냉각수조 내에서 비교 실험한 결과, 초기 군수가 8.82 Log CFU/mL인 *Escherichia coli* KCTC 1039는 멸균 증류수에서 1시간 침지 후에도 8.66 Log CFU/mL로, pH 2.65 HCl 용액에서도 8.31 Log CFU/mL로 거의 변화가 없었던 반면에, polysorbate 80 첨가구, NaCl 첨가구, ethanol 첨가구와 레몬과즙 첨가구는 15초만에 사멸하였으며, 나머지 시험구도 처리 30초만에 모두 사멸하는 결과를 나타내어, 생식하는 과채류의 세정 및 주방기구의 세척에 제조수를 사용하였을 때 식품 위생에서 가장 문제시되고 있는 *Escherichia coli* O157:H7을 단시간에 효과적으로 살균할 수 있음이 입증되었다.

포자를 형성하여 살균이 어려운 *Bacillus cereus* KCTC 1012는 초기 군수가 8.30 Log CFU/mL에서 처리 30초 후 모든 시험구에서 2.33~3.07 Log CFU/mL로 NaCl 첨가구에서 최고 68%, 유자과즙 첨가구에서 58% 감소하여 처리직후 50% 이상이 사멸되는 효과를 보였으며, 전해산화수와 polysorbate 80 1ppm 첨가구, ethanol 첨가구에서 처리 2분만에, NaCl 첨가구는 처리 5분, 레몬 과즙 첨가구는 처리 30분만에 1.0 Log CFU/mL 이하로 감소하였다.

Lactobacillus plantarum KCTC 3108은 전해산화수, polysorbate 80, 유자과즙 및 레몬과즙 첨가구에서 처리 30초만에 더 이상 군이 검출되지 않는 뛰어난 효과를 나타내었다.

채소류 연부병의 주원인균인 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* KCTC 2776은 전해산화수, polysorbate 80 첨가구 및 레몬과즙 첨가구에 30초 침지하였을 때 군이 모두 사멸하였으며, NaCl에서는 1분만에, 에탄올과 유자과즙 첨가구에서는 처리 2분만에 1.0 Log CFU/mL 이하로 감소되는 결과를 나타내었다. 이와같은 결과로 볼 때, 일반적으로 살균효과 시험에 사용되는 *Salmonella typhi*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Aspergillus niger* 등의 균주에도 적용하여 살균효과를 검증할 필요가 있으나 현재의 결과만으로도 실온의 전해산화수 사용시 *Escherichia coli*

의 살균에 5분의 처리 시간을 필요로 한 반면, $-1.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 의 저온처리한 제조수를 사용하였을 때에는 15초 정도의 처리만으로도 높은 살균효과를 나타내어, 과채류의 수확 및 유통과정 중 초저온수 세정을 통하여 초기 오염 미생물을 감소시켜 선도를 연장시키거나, 비타민C 처리로 인한 갈변 억제에 이용할 수 있는 가능성을 보여주었다(Table 2-5, 2-6, 2-7, 2-8).

다. 초저온수 처리에 따른 품목별 미생물학적 세정효과

1) 마늘

생산단계에서 세척, 박피 및 절단 등의 과정을 거쳐 소비자에게 제공되는 최소가공채소류(minimal processed vegetables) 중 마늘을 대상으로 빙점강하제를 첨가하여 제조한 세정수의 초기 오염미생물 감균 효과를 살펴보았다. 시중에 유통되고 있는 간마늘은 총균수 및 대장균균수가 각각 평균 1.0×10^4 CFU/g, 1.6×10^5 CFU/g 정도로 인체에 위해를 끼칠 수 있는 대장균균의 오염율이 높았다. 선행된 실험에서 최적 조건으로 선정한 1차 수도수 세정, 2차 마늘 중량의 5배수의 전해산화수에 5분 침지하는 방법을 따라 세정하였을 때, 대장균균의 수는 실온에서 전해산화수 처리시 5.1×10^2 CFU/g였던 반면, 0°C 냉동고에서 처리하였을 때에는 7.5×10^1 CFU/g으로 1 Log cycle정도 더 감소되는 효과를 보여 냉수냉각 방식이 미생물 세정 효과를 상승시킴을 알 수 있었으며, 빙점강하제 첨가로 ORP가 감소된 유자과즙 첨가구, 레몬과즙 첨가구, NaCl 첨가구와 1ppm의 polysorbate 80 첨가구는 각각 1.5×10^2 CFU/g, 5.8×10^2 CFU/g, 6.7×10^2 CFU/g, 5.93×10^2 CFU/g로 약 30.5~46.4% 감소되었고, ethanol 0.5% 첨가구에서 2×10^1 CFU/g로 약 68.1%의 높은 감소율을 나타내었다. 총균수의 변화는 대장균균과는 다른 양상을 띄어 저온처리가 감균 효과에 크게 영향을 미치지 않았으며 빙점강하제의 특성에 따라 일반세균에 대한 살균력이 높은 ethanol을 첨가하여 제조한 처리구가 초기 균수의 1/2 수준인 3.45×10^2 CFU/g으로 가장 많이 감소하였고, 실온의 전해산화수와 polysorbate 80 첨가구, 레몬과즙 첨가구는 Log CFU/g이 3.28~3.35로 비슷한 감소율을 나타내었으며, 전해산화수 처리구와 유자과즙 첨가구, NaCl 첨가구는 4.16~4.44 Log CFU/g으로 감균 효과가 그다

Table 2-5. Changes in number of *Escherichia coli* KCTC 1039 in various treatment conditions
(Unit : CFU/mL)

Treatments	Exposure time (min)								
	0	0.25	0.5	1	2	5	10	30	60
SDW ¹⁾	5.63×10^8	5.5×10^8	4.7×10^8	5.4×10^8	5.3×10^8	4.3×10^8	6.2×10^8	4.4×10^8	4.6×10^8
HCl (pH 2.65)	5.63×10^8	5.25×10^8	3.5×10^8	4.15×10^8	3.15×10^8	2.13×10^8	1.22×10^8	1.71×10^8	2.04×10^8
EOW ²⁾	5.63×10^8	4.5×10^1	N.D. ⁴⁾	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	5.63×10^8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ NaCl 0.85%	5.63×10^8	1×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Ethanol 0.5%	5.63×10^8	1×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Citron juice 0.5%	5.63×10^8	2.5×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Lemon juice 0.5%	5.63×10^8	1×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/mL.

Table 2-6. Changes in number of *Bacillus cereus* KCTC 1012 in various treatment conditions
(Unit : CFU/mL)

Treatments	Exposure time (min)							
	0	0.5	1	2	5	10	30	60
SDW ¹⁾	1.71×10^8	1.63×10^8	1.67×10^8	1.90×10^8	1.74×10^8	1.83×10^8	1.68×10^8	1.84×10^8
HCl (pH 2.65)	1.71×10^8	1.21×10^8	1.11×10^8	9.77×10^7	7.1×10^7	7.95×10^7	8.65×10^7	6.85×10^7
EOW ²⁾	1.71×10^8	3.0×10^2	1.1×10^2	1.5×10^1	N.D. ⁴⁾	N.D.	N.D.	N.D.
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	1.71×10^8	2.25×10^2	5×10^1	1×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ NaCl 0.85%	1.71×10^8	2.15×10^2	9.5×10^1	3.5×10^1	1×10^1	N.D.	N.D.	N.D.
+ Ethanol 0.5%	9.43×10^8	3.3×10^2	1.15×10^2	1×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Citron juice 0.5%	1.71×10^8	1.19×10^3	7.45×10^2	4.2×10^2	2.85×10^2	1.55×10^2	7.5×10^1	3×10^1
+ Lemon juice 0.5%	1.71×10^8	5.5×10^2	3.45×10^2	1.1×10^2	6×10^1	5×10^1	N.D.	N.D.

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Eelectrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/mL.

Table 2-7. Changes in number of *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108 in various treatment conditions (Unit : CFU/mL)

Treatments	Exposure time (min)							
	0	0.5	1	2	5	10	30	60
SDW ¹⁾	9.43×10^8	1.06×10^9	8.7×10^8	8.9×10^8	8.35×10^8	8.3×10^8	8.8×10^8	1.03×10^9
HCl (pH 2.65)	9.43×10^8	7.8×10^8	6.0×10^8	8.4×10^8	8.4×10^8	7.2×10^8	8.2×10^8	6.46×10^8
EOW ²⁾	9.43×10^8	N.D. ⁴⁾	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	9.43×10^8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ NaCl 0.85%	9.43×10^8	3.5×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Ethanol 0.5%	9.43×10^8	2.3×10^1	1×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Citron juice 0.5%	9.43×10^8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Lemon juice 0.5%	9.43×10^8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/mL.

Table 2-8. Changes in number of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* KCTC 2776 in various treatment conditions

(Unit : CFU /mL)

Treatments	Expousure time (min)							
	0	0.5	1	2	5	10	30	60
SDW ¹⁾	1.97×10^7	1.06×10^9	8.7×10^8	8.9×10^8	8.35×10^8	8.3×10^8	8.8×10^8	1.03×10^9
EOW ²⁾	1.97×10^7	N.D. ⁴⁾	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	1.97×10^7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ NaCl 0.85%	1.97×10^7	1.0×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Ethanol 0.5%	1.97×10^7	2.3×10^1	1×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Citron juice 0.5%	1.97×10^7	2.1×10^2	1.2×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
+ Lemon juice 0.5%	1.97×10^7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Eelectrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/mL.

지 크게 나타나지 않았다. 빙점강하제를 첨가한 전해산화수는 이러한 세정처리를 거치면서 초기 1,140~1,110 mV이던 ORP가 710~800 mV로 감소하면서 일반의 수도수와 비슷한 ORP를 갖게 되어 환경오염에 대한 문제가 없는 것으로 판명되었다(Table 2-9).

2) 생강

생강은 생강과에 속하는 다년생 초본으로 우리나라에는 고려 초 이전에 도입된 것으로 보이며, 충남과 전북지역에서 많이 재배된다. 좋은 생강은 황토 흙에서 재배된 재래종으로 수확한 후 동절기의 한파에 의한 저온장해를 받지 않기 위하여 전처리를 하지 않고 곧바로 토굴 속에서 저장되어 진다. 저장 적온은 12~16℃이고, 18℃이상이 오래 계속되면 발아가 되며, 20℃이상에서는 부패하기 쉽고, 10℃이하에서는 저온장해로 부패하게 되는 열악한 저장성으로 현재까지는 생체 유통이 매우 어려운 실정이다. 따라서 생강의 부패율을 억제시키기 위하여 많은 화학제 처리 및 방사선 조사에 대하여 연구가 계속되어지고는 있으나 생체보다는 건조생강에 대한 연구가 더욱 원활히 이루어지고 있다. 따라서 이 실험을 통하여 전해산화수의 강력한 살균력 및 첨가물의 특성을 살려 생강의 초기 미생물수를 제어하여 부패율을 감소시키고, 생강의 가공품인 다진 생강의 보존성을 높이고, 갈변현상을 억제시키는 데 적용하고자 하였다. 생강은 껍질을 제거하고 증류수로 1회 세척하였을 때 표면에 잔존하는 미생물 수가 대장균이 7.05×10^3 CFU/g, 총균수가 1.77×10^4 CFU/g의 수준이었으며, 재차 증류수로 세척하는 방법으로는 더 이상의 균수의 감소는 보이지 않았다. 한편, 전해산화수 및 빙점강하제를 첨가하여 제조한 전해산화수의 10분 침지처리로 대장균은 polysorbate 80 첨가구 및 유자 첨가구 처리시 적은 수의 대장균이 검출된 것을 제외하고는 모두 사멸하는 효과를 가져왔으며, 총균수는 전해산화수와 polysorbate 80 첨가구 및 NaCl 첨가구 처리시 2 log cycle 정도의 감소율을 보였으며, ethannol, 유자 및 레몬 첨가구 처리 시에는 10^1 CFU/g 수준까지 감소하는 세정효과를 나타내었다(Table 2-10).

Table 2-9. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water with various treatments on peeled garlic

Treatments	Cell number(CFU/g)		Physicochemical property		
	Coilform	Total viable	pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
SDW ¹⁾	1.17×10^4	5.65×10^4			
EOW ²⁾ at 20℃	5.1×10^2	2.26×10^3	2.65	1138	15.25
EOW at 0℃	7.5×10^1	1.46×10^4	2.66	1142	13.83
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	5.93×10^2	1.9×10^3	2.61	1140	12.06
+ NaCl 0.85%	6.7×10^2	2.45×10^4	2.60	1114	11.35
+ Ethanol 0.5%	2.0×10^1	3.45×10^2	2.59	1134	13.30
+ Citron juice 0.5%	1.5×10^2	2.76×10^4	2.56	1109	7.45
+ Lemon juice 0.5%	5.8×10^2	1.9×10^3	2.58	1112	11.70

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

Table 2-10. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water with various treatments on peeled ginger

Treatments	Cell number(CFU/g)		Physicochemical property		
	Coilform	Total viable	pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
Untreated	1.08×10^3	2.12×10^4			
SDW ¹⁾	7.05×10^3	1.77×10^4			
EOW ²⁾	N.D. ⁴⁾	2.30×10^2	2.73	1136	33.33
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	4.00×10^1	1.60×10^2	2.75	1144	31.91
+ NaCl 0.85%	N.D.	1.55×10^2	2.82	1118	29.79
+ Ethanol 0.5%	N.D.	9.00×10^1	2.73	1121	35.46
+ Citron juice 0.5%	1.50×10^1	1.50×10^1	2.74	1004	12.06
+ Lemon juice 0.5%	N.D.	9.00×10^1	2.65	1121	26.95

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ N.D.: $< 10^1$ CFU/g.

3) 감자

소비자의 소비형태와 식습관의 변화로 인하여 패스트푸드점이 증가하고 이에 맞춰 감자의 소비가 급증하는데 따라 소비되어지는 대량의 감자 박피는 기계적인 방법이나 화학적인 방법 또는 스팀 박피기를 통하여 이루어진다. 기계적인 박피를 한 감자의 경우는 손으로 박피한 감자보다 갈변이 훨씬 심하며, 이 때문에 갈변억제제를 처리해 주어야 한다. 또한 흙 속에서 생산되는 감자는 수확하기까지 많은 분변 미생물의 오염에 노출되어 있어 섭취 전 충분히 수세하지 않으면 위생에 위협을 받을 수가 있다. 이러한 오염원을 제거시키기 위하여 전해산화수를 사용하여 침지액의 용량 및 침지시간을 달리하여 세척하였을 때 미생물의 살균효과를 살펴보았다. 먼저 시료 중량과 동일한 양의 침지액에 침지시간을 달리하면서 미생물을 측정해본 결과, 증류수에 침지하였을 때는 침지시간에 크게 영향을 받지 않았으나 5분의 침지후 총균수가 1 log cycle정도 감소되었기에 적정 침지시간을 5분으로 결정하였으며, 전해산화수와 polysorbate 80 첨가구는 3분 처리로 각각 대장균수가 5.50×10^1 CFU/g, 5.50×10^1 CFU/g으로, 총균수가 5.20×10^2 CFU/g, 4.32×10^2 CFU/g으로 가장 많이 감소되었으며, NaCl 첨가구와 ethanol 첨가구는 1분이 적정 침지시간으로 대장균수가 7.00×10^1 CFU/g, 1.30×10^2 CFU/g, 총균수가 3.70×10^2 CFU/g, 2.96×10^2 CFU/g으로 균수의 감소를 보였다. 유자와 레몬과즙 첨가구는 그 살균력이 가장 뛰어나 처리 3분에 대장균은 모두 사멸하는 효과를 나타내었다(Table 2-11). 이러한 결과에 따라 결정되어진 침지시간에 맞춰 용액의 부피를 달리하면서 세척액의 용량을 결정하였다. 용액의 부피가 커질수록 대체적으로 살균효과가 증가하여 시료중량의 5배의 용액에 침지하였을 때 대체적으로 가장 많은 감소율을 보였고, 특히 전해산화수 처리구와 레몬과즙 첨가구 처리에서는 대장균이 모두 사멸함을 알 수 있었다(Table 2-12).

4) 양배추

양배추는 절단하여 생식하는 형태로 소비되는 채소류로 보통 절단과정을 거친 후 반드시 세척하여 섭취해야 한다. 이러한 절단 후의 세척 과정은 미생물 및 세포 조직액을 제거하여 가공 이후의 저장 과정 중에서 미생물 생육과 효소

Table 2-11. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water with various treatments by immersion time on peeled potato

Treatments	Immersion time(min)	Cell number(CFU/g)		Physicochemical property		
		Coilform	Total viable	pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
Untreated		1.82×10^3	8.90×10^4			
SDW ¹⁾	1	6.50×10^2	1.70×10^3			
	2	5.50×10^2	2.50×10^3			
	3	9.00×10^2	1.08×10^3			
	4	6.50×10^2	1.07×10^3			
	5	6.00×10^2	6.65×10^2			
EOW ²⁾	1	3.00×10^2	1.42×10^3	2.40	1142	29.08
	2	2.80×10^2	1.47×10^3			
	3	5.50×10^1	5.20×10^2			
	4	9.50×10^1	8.08×10^2			
	5	1.40×10^2	7.90×10^2			
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	1	6.00×10^1	4.20×10^2	2.40	1143	28.72
	2	1.25×10^2	5.95×10^2			
	3	5.50×10^1	4.32×10^2			
	4	2.10×10^2	1.16×10^3			
	5	1.35×10^2	4.90×10^2			
+ NaCl 0.85%	1	7.00×10^1	3.70×10^2	2.39	1121	24.11
	2	1.00×10^2	3.15×10^2			
	3	4.75×10^2	3.45×10^2			
	4	6.50×10^2	1.85×10^2			
	5	2.00×10^1	3.21×10^3			
+ Ethanol 0.5%	1	1.30×10^2	2.96×10^2	2.47	1138	30.14
	2	2.13×10^2	9.55×10^2			
	3	5.77×10^2	2.30×10^3			
	4	6.85×10^2	3.72×10^3			
	5	2.20×10^2	1.70×10^3			
+ Citron juice 0.5%	1	3.00×10^1	5.45×10^2	2.39	980	14.54
	2	2.00×10^1	3.55×10^2			
	3	N.D. ⁴⁾	3.00×10^2			
	4	1.50×10^1	3.40×10^2			
	5	1.00×10^1	2.63×10^2			
+ Lemon juice 0.5%	1	1.05×10^2	3.70×10^2	2.36	1122	14.54
	2	2.50×10^1	2.60×10^2			
	3	N.D.	2.35×10^2			
	4	N.D.	1.75×10^2			
	5	N.D.	1.40×10^2			

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/g.

Table 2-12. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water with various treatments by immersion volume on peeled potato

Treatments	Immersion time(min)	Immersion Volume (times)	Cell number(CFU/g)		Physicochemical property		
			Coilform	Total viable	pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
Untreated			1.82×10^3	8.90×10^4			
SDW ¹⁾	5	2	1.60×10^2	2.34×10^3			
		4	2.85×10^2	3.70×10^3			
		5	2.25×10^2	2.21×10^3			
EOW ²⁾	3	2	3.50×10^1	1.17×10^3	2.40	1142	29.08
		4	2.00×10^1	1.18×10^3			
		5	N.D.	1.18×10^3			
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	3	2	4.50×10^1	2.62×10^3	2.40	1143	28.72
		4	4.50×10^1	2.50×10^3			
		5	1.50×10^1	1.76×10^3			
+ NaCl 0.85%	1	2	1.70×10^2	1.71×10^3	2.39	1121	24.11
		4	1.05×10^2	1.79×10^3			
		5	7.00×10^1	9.75×10^2			
+ Ethanol 0.5%	1	2	9.00×10^1	1.34×10^3	2.47	1138	30.14
		4	5.00×10^1	1.21×10^3			
		5	4.50×10^1	1.38×10^3			
+ Citron juice 0.5%	3	2	4.00×10^1	2.88×10^3	2.39	980	14.54
		4	3.00×10^1	1.24×10^3			
		5	3.50×10^1	1.51×10^3			
+ Lemon juice 0.5%	5	2	2.00×10^1	1.20×10^3	2.36	1122	14.54
		4	7.00×10^1	1.19×10^2			
		5	N.D. ⁴⁾	1.55×10^3			

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/g.

적 산화를 감소시키는 역할을 할 수 있다. 증류수에 침지하였을 때에는 미생물의 제균효과를 크게 기대할 수 없었으며, 대장균군과 총균수를 비교하였을 때 전반적으로 총균수보다 대장균군에 대한 영향이 큰 것으로 나타났다. 전해산화수에 침지하였을 때에는 10배수의 용액에 5분간 침지하였을 때 대장균군과 총균수가 각각 2.50×10^1 CFU/g, 6.00×10^1 CFU/g으로 감소하였으며, polysorbate 80첨가구는 5배수의 용액에 10분간 침지하였을 때 6.00×10^1 CFU/g, 1.10×10^2 CFU/g으로 나타났다. NaCl 첨가구와 ethanol 첨가구에서는 5배수의 침지액에 10분간 침지하였을 때 비교적 높은 감소를 보인 반면에, 유자과즙 첨가구에서는 10배수의 용액에 5분간 침지하였을 때 대장균이 모두 사멸하였으며, 레몬첨가구는 10배수에 10분간 침지하였을 때 가장 많은 감소율을 보였다. 또한 전체 시험구에서 5배수의 용액에 5분간 2번씩 다단 침지하였을 때 살균효과가 상승됨을 알 수 있었는 바, 대부분의 처리구에서 짧은 시간에 적은 용액을 가지고 대장균이 모두 사멸하는 효과를 얻을 수 있었다(Table 2-13).

5) 양상치

현재 당근, 부추, 허브, 샐러리들이 포함되어 있는 다양한 종류의 샐러드 제품이 생산 소비되고 있으나 그 소비량에 있어서는 양상치와 치커리가 대부분을 차지하고 있다. 양상치는 잎을 모두 떼어낸 다음 물에 행구는 방식으로 세척하게 되는데 잎과 잎 사이가 헐겁게 짜여져 있어 균의 오염율이 높은 채소이다. 본 실험에서 측정해본 결과 양상치를 증류수에 1차 세척하였을 때 대장균군수가 6.73×10^5 CFU/g으로 매우 높게 나타났으며, 총균수 또한 1.21×10^6 CFU/g으로 미생물 오염에 노출되어 있었다. NaCl 첨가구를 제외하고는 모든 첨가구에서 10배수의 세척액에 5분간 침지하였을 때 가장 높은 세정력을 나타내었으며, NaCl 첨가구는 10배수에 10분간 침지하였을 때 가장 세정효과가 뛰어났다. 전해산화수에 침지하는 경우 유기물에 닿는 순간에 ORP가 떨어지고 HClO 함량이 감소하므로 침지시간이 길다고 하여 반드시 세정력이 좋아진다고 할 수 없는 것으로 판단되며, 이러한 특성을 살려 적은 양의 세정액에 여러 번 침지하였을 경우 그 미생물 살균효과는 더 한층 상승할 수 있게 된다. 이 실험에서도 마찬가지로 5배수의 용액에 5분씩 2회 침지하였을 경우 유자과즙 및 레몬과즙

Table 2-13. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water with various treatments on cabbage

Treatments	Immersion time(min)	Immersion Volume (times)	Cell number(CFU/g)	
			Coilform	Total viable
Untreated			1.96×10^4	4.03×10^4
SDW ¹⁾	10	5	1.50×10^3	3.15×10^3
	10	10	4.26×10^4	2.89×10^4
	5	10	1.48×10^3	7.40×10^3
	5+5	5+5	1.93×10^3	6.60×10^3
EOW ²⁾	10	5	1.10×10^2	1.45×10^2
	10	10	1.28×10^4	2.47×10^4
	5	10	2.50×10^1	6.00×10^1
	5+5	5+5	2.00×10^1	7.00×10^1
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	10	5	6.00×10^1	1.10×10^2
	10	10	1.30×10^2	1.50×10^1
	5	10	5.85×10^2	2.24×10^3
	5+5	5+5	N.D. ⁴⁾	1.00×10^1
+ NaCl 0.85%	10	5	6.00×10^1	7.50×10^1
	10	10	1.10×10^2	2.00×10^1
	5	10	1.00×10^1	3.15×10^2
	5+5	5+5	N.D.	9.50×10^1
+ Ethanol 0.5%	10	5	2.00×10^1	1.10×10^2
	10	10	2.95×10^2	7.00×10^1
	5	10	2.35×10^2	1.74×10^3
	5+5	5+5	N.D.	2.50×10^1
+ Citron juice 0.5%	10	5	6.00×10^1	7.50×10^1
	10	10	1.35×10^3	3.90×10^1
	5	10	N.D.	9.00×10^1
	5+5	5+5	N.D.	6.00×10^1
+ Lemon juice 0.5%	10	5	9.00×10^1	1.00×10^2
	10	10	2.50×10^1	2.50×10^1
	5	10	3.50×10^1	5.30×10^2
	5+5	5+5	N.D.	7.00×10^1

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/g.

첨가구를 제외하고는 대부분의 처리구에서 뛰어난 살균효과가 있음이 확인되었다(Table 2-14).

6) 치커리

치커리는 식습관이 서구화되면서부터 치커리 잎을 샐러드나 쌈 야채로 이용하는 경우가 많아졌다. 판매되고 있는 최고가공 신선 채소류에서 발견되는 미생물의 종류를 살펴보면, 치커리는 8℃에서 1일간 저장하였을 때 중온균이 10^6 CFU/g 정도, 젖산균이 10^3 CFU/g, 대장균군이 $10^4 \sim 10^5$ CFU/g, deoxycholate media에서 자라는 분변 대장균은 $<10^1 \sim 10^3$ CFU/g, 곰팡이와 효모가 $10^4 \sim 10^5$ CFU/g 정도로 많은 수의 미생물들이 검출되었고, 이를 포장하여 유통하는 경우 이보다 3 log cycle 정도 증가되어 검출되는 것으로 보고되고 있다. 전해산화수를 사용하여 치커리를 세척하였을 때 치커리의 모양으로 인하여 세척액의 용량이 최소 15배 이상이 되어야 시료가 완전히 잠길 수 있었으며, 세척액의 용량이 많아지거나 침지시간이 증가한다고 하여도 세척효과가 눈에 띄게 좋아지지 않았고, polysorbate 80, 유자과즙 첨가구 및 레몬과즙 첨가구에서 15배의 세척액에 5분간 침지하였을 때 대장균군이 거의 사멸하는 효과를 나타내었다. 타 시료와는 달리 치커리의 경우에는 다단 침지하였을 때의 효과가 그다지 크지는 않았으며, 에탄올 첨가구만이 세정력이 증대되어 대장균군과 총균수가 $<10^1$ CFU/g와 1.15×10^3 CFU/g으로 감소되는 결과를 얻었다(Table 2-15).

다. 초저온수 처리에 따른 갈변억제 효과

1) Polyphenol oxidase에 대한 활성억제 효과

식품의 갈변현상은 polyphenol oxidase, peroxidase, lipoxygenase, chlorophyllase 등에 의한 효소적 갈변과 maillard 반응, 카라멜화, ascorbic acid 산화 등에 의한 비효소적 갈변으로 구분된다. 효소적 갈변은 식품가공 과정에서 polyphenol oxidase, peroxidase 등의 효소에 의한 산화반응의 결과이며, 이 효소들은 과일과 채소의 갈변 및 이취 생성 등에 관련하여 가공 제품의 품질특성에 큰 영향을 주므로 매우 중요시되고 있다. 전해산화수의 갈변억제 효과는 사

Table 2-14. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water with various treatments on lettuce

Treatments	Immersion time (min)	Immersion Volume (times)	Cell number(CFU/g)	
			Coilform	Total viable
Untreated			6.73×10^9	1.21×10^9
SDW ¹⁾	10	5	7.64×10^9	8.05×10^9
	10	10	8.15×10^4	8.40×10^4
	5	10	1.90×10^4	2.36×10^4
	5+5	5+5	1.21×10^4	1.40×10^4
EOW ²⁾	10	5	8.24×10^4	8.85×10^4
	10	10	1.22×10^4	1.58×10^4
	5	10	9.25×10^2	1.98×10^3
	5+5	5+5	9.15×10^2	4.35×10^2
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	10	5	3.65×10^3	9.50×10^3
	10	10	5.80×10^2	6.65×10^2
	5	10	6.00×10^1	1.35×10^3
	5+5	5+5	5.50×10^1	1.50×10^2
+ NaCl 0.85%	10	5	2.20×10^3	4.66×10^3
	10	10	5.70×10^2	5.00×10^2
	5	10	3.80×10^3	4.50×10^3
	5+5	5+5	N.D. ⁴⁾	1.10×10^2
+ Ethanol 0.5%	10	5	3.48×10^4	6.10×10^4
	10	10	1.10×10^3	9.25×10^2
	5	10	1.60×10^2	3.25×10^2
	5+5	5+5	1.55×10^2	2.30×10^2
+ Citron juice 0.5%	10	5	4.37×10^4	3.70×10^4
	10	10	4.00×10^2	5.15×10^2
	5	10	6.50×10^1	3.40×10^2
	5+5	5+5	5.50×10^2	5.00×10^2
+ Lemon juice 0.5%	10	5	6.15×10^3	7.45×10^2
	10	10	2.57×10^4	4.82×10^4
	5	10	6.55×10^2	6.05×10^2
	5+5	5+5	4.64×10^4	6.75×10^4

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/g.

Table 2-15. Sterilization effect of electrolyzed oxidizing water with various treatments on chicory

Treatments	Immersion time(min)	Immersion Volume (times)	Cell number(CFU/g)	
			Coilform	Total viable
Untreated			1.96×10^4	4.03×10^4
SDW ¹⁾	10	15	3.75×10^4	4.76×10^5
	10	30	1.17×10^5	4.60×10^5
	5	15	1.91×10^5	4.35×10^5
	5	30	1.76×10^4	1.08×10^5
	5+5	15+15	1.24×10^4	1.29×10^5
EOW ²⁾	10	15	1.65×10^2	1.24×10^4
	10	30	1.27×10^3	2.43×10^4
	5	15	2.00×10^1	1.22×10^4
	5	30	4.40×10^2	2.09×10^4
	5+5	15+15	3.00×10^1	1.45×10^3
+ ³⁾ Polysorbate 80 1ppm	10	15	3.55×10^2	2.46×10^4
	10	30	3.45×10^3	2.44×10^4
	5	15	N.D. ⁴⁾	1.15×10^3
	5	30	5.00×10^1	1.45×10^3
	5+5	15+15	N.D.	3.85×10^3
+ NaCl 0.85%	10	15	3.00×10^2	5.00×10^4
	10	30	3.05×10^2	6.24×10^4
	5	15	5.90×10^3	3.05×10^4
	5	30	N.D.	1.69×10^4
	5+5	15+15	4.00×10^1	3.55×10^3
+ Ethanol 0.5%	10	15	9.30×10^2	5.55×10^4
	10	30	4.65×10^2	6.24×10^4
	5	15	6.20×10^3	2.93×10^4
	5	30	2.45×10^2	8.50×10^4
	5+5	15+15	N.D.	1.15×10^3
+ Citron juice 0.5%	10	15	1.30×10^2	3.27×10^4
	10	30	5.60×10^2	6.39×10^3
	5	15	N.D.	3.45×10^4
	5	30	3.13×10^4	1.91×10^4
	5+5	15+15	2.00×10^1	1.80×10^3
+ Lemon juice 0.5%	10	15	9.90×10^3	1.11×10^5
	10	30	4.50×10^2	3.72×10^4
	5	15	N.D.	1.24×10^4
	5	30	4.90×10^4	3.75×10^4
	5+5	15+15	2.00×10^1	1.15×10^3

¹⁾ Sterilized distilled water.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/g.

과를 대상으로 사과 중량 2배의 저온처리한 전해산화수에 각기 5, 10, 20, 30분을 침지한 후 PPO의 기질을 제거시키는 phenol scavenger인 불용성 polyvinyl polypyrrolidone을 첨가하여 조효소액을 추출하고 polyphenol oxidase (PPO)의 역가를 측정하여 살펴본 결과, PPO의 활성은 용액의 침지시간에 크게 영향을 받지 않았으며, 106 units인 신선한 사과를 공기 중에 방치하면 5분 동안 활성이 244 units로 증가하는 반면, 현재 갈변억제제로 사용하고 있는 0.5% ascorbic acid 첨가구는 105 units로 신선한 사과가 가지는 PPO의 활성이 그대로 유지되었으며, 전해산화수와 1ppm의 polysorbate 80 첨가구만을 제외한 모든 시험구에서 PPO의 활성이 급격히 감소하는 현상이 나타났다. 이 중 갈변억제효과가 입증된 NaCl과 비타민 C(유자과즙, 레몬과즙) 첨가구에서는 그 효과가 탁월하여, 레몬과즙 첨가구가 40 units로 최고 83.6%, NaCl 첨가구는 75.8%, 유자과즙 첨가구는 70.9%의 PPO 활성을 억제시키는 것으로 나타났다(Table 2-16). 갈변의 정도는 사과의 경우, 품종에 따라 PPO 역가와 비례하기도 하지만 내생 기질인 polyphenol 화합물의 농도에 비례하기도 하여 단지 PPO의 역가로 갈변억제현상이 일어났다고 판단하기는 어려울 것이다. 따라서 색도계와 관능검사를 통하여 실제의 갈색화 정도를 살펴보았다.

2) 사과 및 감자 주스의 갈변억제 효과 검토

초저온수로 처리하여 제조한 사과 및 감자주스의 시간 경과에 따른 색도 변화를 측정한 결과, 사과주스의 경우 명도를 나타내는 L값이 감소하는 비율은 비슷하나 대부분의 처리구에서 처리시간에 관계없이 증류수로 만든 주스보다 명도가 높았으며, 특히 NaCl 첨가구에서는 30분 후의 명도가 60.26으로 타 시험구에 비해 비교적 높았으며, 적색도를 나타내는 a값은 ascorbic acid 첨가구에서는 거의 변화가 없었고, 이와 유사하게 NaCl 첨가구의 적색도 변화율이 가장 적어, PPO 역가와 비교하였을 때 NaCl 0.85% 첨가구가 가장 갈변 억제 효과가 뛰어남을 알 수 있었다. 또한 감자에서도 전해산화수를 첨가한 주스가 증류수를 첨가한 주스보다 명도가 높게 유지되었고, 유자과즙 첨가구가 20분 후 급격한 갈변현상을 일으키는 것을 제외하고는 모든 첨가구에서 갈색도가 크게 증가되지 않았으며, 색차를 나타내는 ΔE가 20분 경과시 증류수 첨가구에서는 16.78인 반면, polysorbate 80 첨가구가 6.81, ethanol 첨가구가 6.69로 대부분 5.28~

Table 2-16. Change in polyphenol oxidase activity of apple in different treatment conditions
(Unit : $0.001 \Delta A_{420} \text{ min}^{-1} \text{ mL}^{-1}$)

Treatment	Immersion time(min)			
	5	10	20	30
Untreated control	244	231	230	244
Distilled water	140	156	165	122
0.5%(w/v) Ascorbic acid	105	119	109	100
Electrolyzed oxidizing water	215	212	200	187
+ Polysorbate 80 1ppm	184	157	145	152
+ NaCl 0.85%	59	61	57	68
+ Ethanol 0.5%	93	93	69	51
+ Citron juice 0.5%	71	64	84	88
+ Lemon juice 0.5%	40	47	37	36

+: Added to electrolyzed oxidizing water.

14.99로 현저한 차이를 보여 저온처리한 전해산화수의 갈변방지 효과가 뚜렷함을 알 수 있었다(Table 2-17, 2-18).

3) 초저온수 처리에 따른 절단 감자의 갈변억제 및 polyphenol oxidase 활성억제 효과

절단한 감자를 침지시간을 달리하여 초저온수에 침지한 다음 색도계를 이용하여 색차를 측정하고, polyphenol oxidase(PPO) 활성과 비교하였다. 침지처리 30초 후 탈수하여 측정한 색도에서는 모든 처리구가 유사한 결과를 나타내었으나 PPO 활성은 무처리구가 297 unit을 나타내는 반면 NaCl이 123 unit으로 가장 많은 활성 억제를 보였으며, polysorbate 80 첨가구가 196 unit로 갈변억제제 처리 후에 가장 낮은 활성 저해를 받은 것으로 나타났다. 침지시간이 길어질수록 밝기를 나타내는 L값은 아주 적은 폭이지만 대부분 증가하는 추세를 보였으며, 30분간 침지한 다음에도 색차(ΔE)가 3 이하를 나타내어 침지시간에 따라 눈으로 확인할 수 있는 색도는 크게 영향을 받지 않음을 알 수 있었다. 하지만 침지 후에 탈수하여 공기 중에 방치하였을 때 초기 PPO의 활성이 가장 적은 시험구가 갈변현상 또한 느리게 일어나기 때문에 초기 PPO의 활성을 낮추는 것이 중요하다. 기존의 과육의 갈변억제제로 가장 많이 사용되어지고 있는 ascorbic acid는 침지 5, 10, 20, 30분의 침지시에 polyphenol oxidase의 활성이 각각 78, 112, 83, 115 unit로 처리 10분에 효소활성을 가장 크게 억제하는 것으로 나타났다. 첨가제의 특성에 따라 갈변 억제능을 가지는 NaCl을 첨가하였거나 유자과즙을 첨가한 경우에는 갈변 억제능이 뛰어나 NaCl 첨가구에 30분, 유자과즙 첨가구에 30분 침지시 각각 64, 91 unit로 낮은 활성을 나타내었다. 이같은 결과로 보아 전해산화수에 유자과즙을 첨가하여 세척한 경우에는 기존의 갈변억제제와 같은 높은 갈변효소 억제능과 더불어 표면 살균까지 동시에 처리할 수 있어 최소가공 채소류의 전처리에 필요한 시간 및 경비를 줄여 경제적으로 유용하게 이용될 수 있을 것으로 생각되어 진다(Table 2-19, Fig. 2-4).

Table 2-17. Change in L, a, b and color difference values of apple juice with various treatment conditions

Treatment	Hunter Lab	Immersion time (min)				
		0	5	10	20	30
Distilled water	L	56.41	42.75	41.66	40.58	37.68
	a	1.16	9.56	10.16	10.77	11.90
	b	21.10	27.05	26.20	27.64	28.65
	ΔE	-	17.10	18.02	19.64	22.87
Ascorbic acid 0.5%	L	58.74	54.72	54.48	49.33	49.20
	a	-0.97	-1.04	-1.20	-1.04	-0.85
	b	19.22	18.51	17.75	17.06	16.64
	ΔE	-	4.08	4.51	9.65	9.88
EOW ¹⁾	L	54.67	50.69	46.34	41.62	43.14
	a	-0.45	5.42	7.66	9.07	9.24
	b	16.12	23.40	24.00	23.14	24.58
	ΔE	-	10.16	14.04	17.61	17.27
+ ²⁾ Polysorbate 80 1ppm	L	61.82	57.41	52.94	46.10	44.77
	a	-0.80	2.99	7.04	8.05	8.37
	b	17.69	22.05	23.73	21.89	23.21
	ΔE	-	7.27	13.30	18.52	20.13
+ NaCl 0.85%	L	69.07	68.95	66.45	63.16	60.26
	a	-0.13	-0.12	-0.08	0.19	1.92
	b	20.94	21.09	21.61	20.40	24.84
	ΔE	-	0.19	2.70	5.95	9.85
+ Ethanol 0.5%	L	60.02	54.70	41.80	41.97	41.91
	a	-0.61	3.66	8.97	8.27	9.41
	b	20.20	20.62	24.89	22.21	24.19
	ΔE	-	6.83	21.11	20.22	21.08
+ Citron 0.5%	L	65.04	51.79	47.51	47.47	43.58
	a	-1.28	4.72	7.39	8.21	10.07
	b	18.12	23.36	20.53	24.90	26.93
	ΔE	-	15.46	19.70	21.09	25.83
+ Lemon 0.5%	L	61.46	59.65	49.27	42.63	39.02
	a	0.06	1.33	5.70	8.32	9.32
	b	20.49	19.42	24.49	26.29	24.66
	ΔE	-	2.46	14.01	21.36	24.63

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water.

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

Table 2-18. Change in L, a, b and color difference values of potato juice with various treatment conditions

Treatment	Hunter	Immersion time (min)				
	Lab	0	5	10	20	30
Distilled water	L	74.40	75.06	73.54	59.12	58.78
	a	-3.30	-3.05	-0.96	3.29	2.29
	b	10.49	11.11	10.52	12.62	13.58
	ΔE	-	0.94	2.49	16.78	16.88
Ascorbic acid 0.5%	L	72.34	72.26	70.27	69.16	64.76
	a	-2.56	-3.71	-3.77	-2.79	-2.01
	b	12.23	12.24	12.11	8.02	4.95
	ΔE	-	1.15	2.40	5.28	10.52
EOW ¹⁾	L	77.59	74.23	69.62	66.37	60.65
	a	-3.21	-3.04	-0.37	3.41	1.68
	b	10.93	12.15	12.25	14.31	13.35
	ΔE	-	3.58	8.56	13.46	17.80
+ ²⁾ Polysorbate 80 1ppm	L	74.65	72.42	68.12	69.24	64.21
	a	-3.35	-3.17	-1.93	-2.49	0.11
	b	11.50	9.05	5.77	7.45	9.24
	ΔE	-	3.32	8.80	6.81	11.23
+ NaCl 0.85%	L	75.83	74.40	71.50	64.71	63.11
	a	-2.43	-1.89	-1.71	-1.68	-0.08
	b	5.92	9.74	6.17	9.12	9.07
	ΔE	-	4.11	4.40	11.60	13.31
+ Ethanol 0.5%	L	85.86	81.17	80.10	79.72	79.37
	a	-2.19	-1.87	-1.77	-1.02	-0.55
	b	8.21	7.12	6.77	5.82	3.99
	ΔE	-	4.83	5.95	6.69	7.91
+ Citron 0.5%	L	78.76	72.46	66.38	65.42	59.35
	a	-2.34	-2.82	-1.28	3.45	5.96
	b	7.86	10.31	12.39	11.50	10.42
	ΔE	-	6.78	13.23	14.99	21.26
+ Lemon 0.5%	L	84.35	80.05	79.54	80.35	77.75
	a	-2.08	-1.76	-1.57	-0.84	-0.19
	b	7.91	6.64	6.27	3.25	5.95
	ΔE	-	4.50	5.11	6.27	7.14

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water.

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

Table 2-19. Changes in color of peeled potato treated with antibrowning reagent and electrolyzed oxidizing water with/without cryoprotectant by immersion time

Treatment	Hunter value	Treatment time(min)				
		0	5	10	20	30
Untreated	L	66.22	66.58	66.30	66.23	67.23
	a	1.99	2.03	2.15	1.75	2.27
	b	10.50	10.98	10.88	10.60	10.77
	ΔE	-	0.59	0.41	0.26	1.08
0.5%(w/v) Citric acid	L	65.48	67.27	68.69	65.98	68.43
	a	1.89	1.94	1.93	1.89	1.83
	b	9.94	9.78	9.92	9.47	9.86
	ΔE	-	1.80	3.21	0.69	3.53
0.5%(w/v) Ascorbic acid	L	66.34	66.36	64.94	67.09	68.31
	a	1.88	2.00	2.09	1.86	2.07
	b	9.79	9.56	9.31	9.70	10.07
	ΔE	-	0.26	1.80	0.76	1.60
Electrolyzed oxidizing water	L	65.98	66.36	64.94	67.09	67.86
	a	2.06	2.00	2.09	1.86	2.10
	b	10.04	9.56	9.31	9.70	10.25
	ΔE	-	0.26	1.80	0.76	1.60
+ ¹⁾ Polysorbate 80 1ppm	L	64.23	68.68	68.87	68.81	68.38
	a	2.20	2.16	1.9	1.91	1.57
	b	10.37	11.11	11.04	10.90	10.46
	ΔE	-	2.70	2.82	2.71	2.17
+ NaCl 0.85%	L	66.38	65.62	66.73	67.13	67.12
	a	1.70	1.72	1.72	1.93	1.95
	b	9.52	9.58	9.70	10.12	10.33
	ΔE	-	0.76	0.39	0.99	1.13
+ Ethanol 0.5%	L	68.56	68.64	70.98	70.51	70.65
	a	1.88	1.53	1.92	1.92	1.66
	b	10.04	9.89	10.14	10.14	10.02
	ΔE	-	0.76	0.39	0.99	1.13
+ Citron juice 0.5%	L	66.28	66.08	66.28	66.56	64.39
	a	1.51	1.83	1.67	1.71	1.63
	b	9.39	9.64	9.42	9.45	8.67
	ΔE	-	0.30	0.43	0.44	2.26
+ Lemon juice 0.5%	L	67.79	67.56	70.05	69.83	70.13
	a	2.08	1.80	1.67	1.72	1.79
	b	10.38	8.70	9.65	9.76	10.19
	ΔE	-	1.72	2.40	2.16	2.36

¹⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

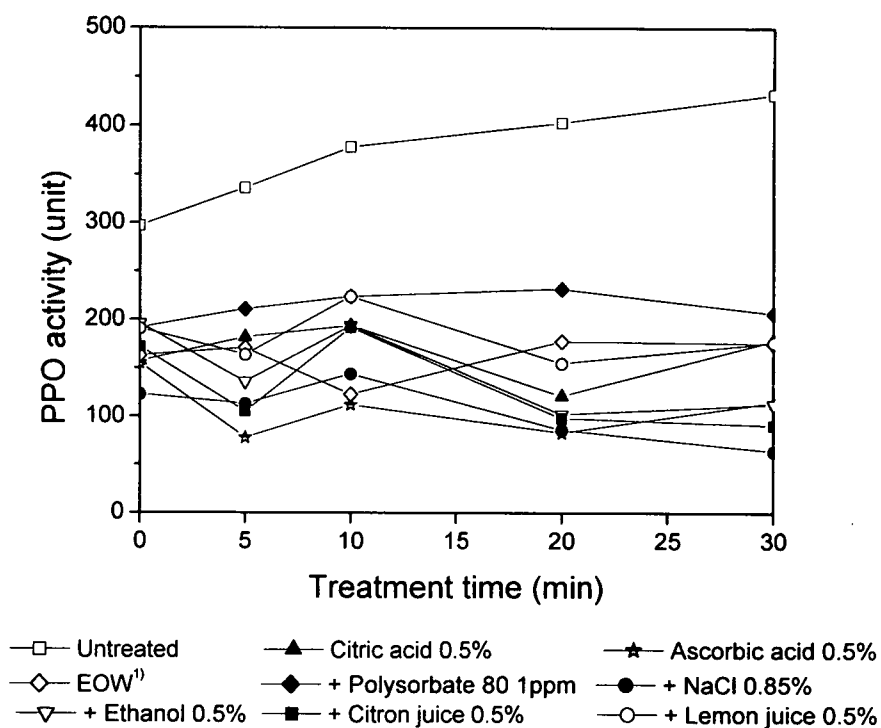


Fig. 2-4. Changes in polyphenol oxidase activity of peeled potato treated with antibrowning reagent and electrolyzed oxidizing water with/without cryoprotectant by immersion time

은 결과로 보아 유자과즙 등 다양한 빙점강하제를 첨가하여 제조한 초저온수로 세정하였을 경우 오염 미생물의 감균 및 갈변억제에 상당한 효과를 얻을 수 있어 최소가공 채소류의 전처리에 필요한 시간 및 경비를 줄여 경제적으로 유용하게 이용될 수 있을 것으로 생각되어진다.

제 4 절 요약

전해산화수에 빙점강하제를 첨가하여 제조한 0℃ 이하의 초저온수를 사용하여 신선 과채류의 세정처리에 의한 미생물 살균 및 갈변억제 효과를 조사하였다. 빙점강하제 첨가비율은 NaCl 0.85%(w/v), ethanol 0.5%(v/v), 레몬과즙 0.5%(v/v), 유자과즙 0.5%(v/v), polysorbate 80 1 ppm으로 결정하였다.

미생물 사멸효과는 초기 8.82 Log CFU/mL인 *Escherichia coli* KCTC 1039가 모든 첨가구에서 15~30초 이내에 전부 사멸하였으며, *Bacillus cereus* KCTC 1012는 polysorbate 80 및 ethanol 첨가구에서는 2분 후에 1.0 Log CFU/mL 수준으로 나타났고, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108은 전해산화수, polysorbate 80 첨가구, 유자과즙 및 레몬과즙 첨가구에서 30초만에, 그리고 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* KCTC 2776은 전해산화수, polysorbate 80 첨가구 및 레몬과즙 첨가구에서 30초만에 사멸하는 효과를 나타내었다.

간마늘 세정처리 결과, 20℃에서 처리한 것보다는 0℃에서 처리하였을 때 1 Log scale의 미생물 감균 효과를 보였으며, 감자는 4~5배의 전해산화수에 침지하였을 때 대부분 대장균균수는 1.0 Log CFU/ml 이하로 감소되었으며, 총균수도 60~70%이상의 감소율을 보였다. 양배추와 양상치는 5분간 2단 침지하였을 때 살균효과가 상승되었으며, 치커리는 다단 침지시 에탄올 첨가구만이 세정력이 증대되어 대장균균과 총균수가 $<10^1$ CFU/g와 1.15×10^3 CFU/g으로 감소되는 결과를 보여 주었다.

갈변억제효과는 polyphenol oxidase의 활성을 측정하여 비교한 결과, ascorbic acid 0.5% 첨가구에 5분간 침지하였을 때 57%의 활성저해를 보인 반면, 25%의 저해능을 보인 polysorbate 80 첨가구를 제외한 모든 시험구에서 62~84%의 높은 갈변억제 효과를 보였으며, 사과와 감자쥬스의 색도의 변화는 NaCl 첨가구에서 명도가 높게, 적색도가 낮게 나타났고, 색차는 5.28~14.99로 무처리와는 현저한 차이를 보여 본 연구에서 제조한 초저온수의 갈변 방지능이 뛰어난 것으로 나타났다. 절단 감자의 색도 및 PPO 활성을 측정해본 결과에서도 NaCl 첨가구와 유자과즙 첨가시 갈변 억제능이 뛰어나 NaCl 첨가구에서 30분, 유자과즙 첨가구에서 30분 침지시 각각 64, 91 unit로 낮은 활성을 나타내었다. 이갈

제 5 절 참고문헌

1. Kim, C., Hung, Y. C. and Brackett, R. E. : Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogen. *J. food prot.*, **63**, 19~24(2000)
2. Jung, S.W. Park, K.J., Kim, Y.H., Park, B.I. and Jung, J.W. : Effect of electrolyzed acid water on initial control of microorganisms in Kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 761~767(1996)
3. Park, K. J. Jung, S. W., Park, B. I. Kim, Y. H. and Jung, J. W. : Initial control of microorganism in Kimchi by the modified preparation method of seasoning mixture and the pretreatment of electrolyzed acid-water. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1104~1110(1996)
4. 堀田 國元 : Antimicrobial mechanism and application of acidic electrolyzed water. *食品と開発*, **33**, 5~7(1998)
5. Hotta, K. : Acidic electrolyzed saline solution : Its antimicrobial activity and factors, and practical applications. International symposium on biotechnology current status & prospects(Korea university), 3~9(1997)
6. 小宮山 寛機 : Toxicological studies of electrolyzed water. *食品と開発*, **33**, 8~9(1998)
7. 박형우 : 기능수의 연구동향. *식품기술*, **9**, 151~177(1996)
8. Venkitanarayanan, K. S., Ezeike, G. O. Hung, Y. C. and Doyle, M. P. : Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes*. *Applied and enviromental microbiology*, **65**, 4276~4279(1999)
9. Venkitanarayanan, K. S., Ezeike, G. O. Hung, Y. C. and Doyle, M. P. : Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water. *J. Food Prot.*, **62**, 857~860(1999)
10. Smooth, L. A. and Pierson, M. D.: Effect of oxidation-reduction potential

- on the growth and chemical inhibition of *Clostridium botulinum* 10755A spores. *J. Food Sci.*, **44**, 700(1979)
11. 김의중, 오홍범, 석종성 : 병원균에 대한 초산화수(전해산성수)의 살균효과. *최신의학*, **38**, 21~27(1995)
 12. Jung, S.W., Park, K.J., Park, K.J., Park, B.I., and Kim, Y.H. : Surface sterilization effect of electrolyzed acid-water on vegetable., *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1045~1051(1996)
 13. 堀田 國元 : Antimicrobial mechanism and application of acidic electrolyzed water. *食品と開発*, **33**, 5-7(1998)
 14. Hotta, K. : Acidic electrolyzed saline solution : Its antimicrobial activity factors and practical applications. International symposium on biotechnology current status & prospects(Korea university), 3~9(1997)
 15. 홍석인, 이은실, 김미란, 김동만 : 신선 과채류 편의식품의 미생물 안정성. *식품기술*, **13**, 3~35(2000)
 16. Turner, K. M., Restano, L., and Frampton, E. W.: Efficacy of chromocult coliform agar for coliform and *Escherichia coli* detection in foods. *J. Food Prot.*, **63**, 539~541(2000)
 17. Gunes, G., Splittstoesser, D.F. and Lee, C.Y. : Microbial quality of fresh potatoes : Effect of minimal processing. *J. Food Prot.*, **60**, 863~866(1997)
 18. Janovitz-Klapp, A., Richard, F. and Nicolas, J. : Polyphenol oxidase from apple, partial purification and some properties. *Phytochem.*, **28**, 2903(1989)
 19. Janovitz-Klapp, A., Richard, F.C. : Goupy, P.M. and Nicolas, J.J. : Inhibition studies on apple polyphenol oxidase. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 926(1990)
 20. Shannon, C. T. and Pratt, D.E. : Apple polyphenol oxidase activity in relation to various phenolic compounds. *J. Food Sci.*, **32**, 479(1967)
 21. Patil, S.S. and Zucker, M. : Potato phenolases; Purification and properties. *J. Biol. Chem.*, **240**, 3938(1965)

22. Kahn, V., Goldshmidt, S., Amir, J. and Granit, R. : Some biochemical properties of soluble and bound potato tuber peroxidase. *J. Food Sci.*, **46**, 756(1981)
23. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. : Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J. Food Sci. Tehnol.*, **30**, 278~282(1998)
24. Takahashi, T., Abe, K. and Chachin, K. : Effect of air-exposure at low temperature on physiological activities and browning of shredded cabbage(in japanese). *J. Japanese Soc. for Food Sci. Technol.*, **39**, 322~326(1992)
25. Pizzocaro, F. Torreggiani, D. and Gilardi, G. : Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *J. Food Proc. Pres.*, **17**, 21~30(1993)
26. Balasingam, K. and Ferdinard, W. : The purification and properties of ribonucleo enzyme, o-diphenol oxidase, from potatoes. *Biochem. J.*, **118**, 15(1970)
27. Sapers, G.M. and Miller, R.L. : Contron of enzyme browning in pre-peeled potatoes by surface digestion. *J. Food Sci.*, **58**, 1076~1078(1993)
28. Jee, W.J., Cho, N.S., Kim, I.C., Park, K.W. and Choi, E.H. : Isolation and characterization of *Fuji* apple peroxidase. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 442~446(1991)

제 3 장 초저온수 처리에 따른 초기 선도유지 및 저장 중 품질변화

제 1 절 초저온수 처리에 따른 절단 채소류의 선도유지 효과

1. 서론

최근 들어 국민 생활 수준의 급격한 향상으로 건강에 대한 관심이 날로 높아지고 있어 고품질의 신선 식품에 대한 수요가 늘고 있는 상태이다. 그 가운데에서 과일 및 채소류의 경우 농약을 사용하지 않고 유기농으로 재배한 식품의 선호도가 높아지고 있으나, 유기농의 경우 세정단계를 충분히 거치지 않았을 경우 분변에 의한 미생물 오염이 문제가 될 수 있다. 또한 여성의 사회진출로 인한 맞벌이 부부의 증가, 독신자의 증가에 따라 박피, 절단, 세척 등의 최소가공 공정을 거친 편의식 채소나 과일의 간편성과 합리성에 대한 관심이 늘고 있다. 이러한 최소가공 채소류의 경우 신선한 상태의 고품질을 유지하여야만 소비자가 선택하기 때문에 가공 후 1~3일간은 눈으로 보기에 갈변 및 부패현상이 일어나서는 안된다. 또한 패스트푸드 및 패밀리 레스토랑의 급증으로 샐러드를 섭취하는 소비자가 급증하고 있어, 박피, 절단, 세척 및 세정이 모두 끝난 채소류의 소비는 더욱 더 늘어날 것으로 전망된다. Marchetti 등의 보고에 따르면 상업적으로 판매되는 여러 가지 채소 샐러드 제품에서 저온성 세균 및 중온성 총 세균수가 8.0 Log CFU/g을 넘어 오염도가 심하였으며, 특히 혼합 샐러드와 당근 제품에서 적색 치커리나 녹색 치커리보다 오염도가 더 심하게 나타났다고 하였다. 최소가공 채소류에서 발견된 미생물의 종류와 수는 Table 3-1과 같다.

따라서 본 실험에서는 다양하게 제조한 초저온수로 치커리, 케일, 양배추, 적채, 샐러리를 절단, 세정 처리한 후 일정량을 섞은 혼합샐러드의 저장중 품질변화를 살펴보았다.

Table 3-1. Number of microorganisms found in minimally processed fresh vegetables sampled in industrial locations or commercial display units

Product (time elapsed between processing and analysis)	Mesophilic microflora	Lactic acid bacteria	Coliforms	Fecal coliforms	Yeasts & molds	Pectinolytic microflora
Mixed vegetables from retail outlet: lettuce, cabbage, onion, pepper, cress, celery, sweet corn	$10^8 \sim 10^9$	$10^5 \sim 10^9$	$10^5 \sim 10^7$		$10^4 \sim 10^8$	$<10^6 \sim 10^7$
Shredded cabbage	$10^4 \sim 10^7$	2.5×10^2			1.7×10^2	
Carrot sticks	$10^5 \sim 10^6$	10^3			1.8×10^4	
Cauliflower florets	$5 \times 10^5 \sim 10^6$	<10			3.5×10^2	
Spinach (1 day at 0°C)	$10^5 \sim 5 \times 10^6$	<10			1.2×10^2	
Shredded carrot (No storage)	10^6	10^4			$<10^2$	
Shredded vegetables : carrot, chicory, cabbage (1 day at 8°C)	10^6	10^5 (carrot) 10^5 (chicory)	$10^4 \sim 10^5$	$<10 \sim 10^3$	$10^4 \sim 10^5$	
Ready-to-eat salads: lettuce mixed green salads with tomato and radish, coleslaw	$10^5 \sim 10^7$ for 90% of the samples		$<10 \sim 10^2$ for 60% of the samples			
Mixed vegetables for caterers	$10^4 \sim 10^8$ mean 10^7	$10^3 \sim 10^8$ mean 2×10^6	$<10^2 \sim 10^7$ mean 10^5		$10^2 \sim 10^6$ mean 2×10^4	
Precut salad vegetables	$10^7 \sim 10^9$		$10^5 \sim 10^7$			
Cut lettuce (No storage)	6×10^3				3×10^2	
Packs of shredded or cut vegetables: carrot, chicory salads, rocket	$10^7 \sim 10^9$	$10^4 \sim 10^7$	$10^4 \sim 10^7$		$10^3 \sim 10^7$	
Mixed vegetables from retail outlet: lettuce, cabbage, carrot, onion, pepper	10^5	10^3	10^4			
Prepared lettuce for caterers	4×10^5		8×10^3			
Shredded chicory (No storage)	10^5	$10^2 \sim 10^3$				$10^4 \sim 10^5$

2. 재료 및 방법

1) 재료

실험에 사용한 치커리, 케일, 양배추, 적채, 샐러리는 현지에서 당일 새벽에 수송되어 온 신선한 것을 경기도 성남의 대형 유통점에서 구입하여 사용하였다. 시료는 가식부위만을 취한 후 수돗물로 흙 등의 이물질을 제거한 다음 샐러드 용에 적합한 크기로 세절하여 실험에 사용하였다.

2) 시료처리

전처리 과정에 사용되는 세정수는 수도수, 전해산화수, 전해산화수에 각각 0.5% 유자과즙, 0.85% NaCl, 0.5% ascorbic acid를 첨가한 5가지의 처리군으로 하였으며, 시료를 각각의 세정수에 1분간 2단 침지시킨 다음 탈수기를 사용해서 대부분의 물기를 제거하였다. 세정처리된 치커리의 4종의 채소류는 일정량으로 혼합하여 60 μ m PE film에 100 \pm 5g 단위로 포장하여 0 $^{\circ}$ C \pm 1 $^{\circ}$ C에 저장하였다. 그리고 혼합된 절단채소류 중에서 저장수명이 가장 짧은 샐러리를 시료로 실험하였다.

3) Vitamin C 의 측정

Vitamin C는 2, 4-DNP 비색법으로 측정하였다. 즉, 처리된 일정량의 샐러리를 10배의 5% metaphosphoric acid 용액과 혼합하여 Waring blender로 1분간 마쇄한 후 원심분리하여 상등액 2mL씩 시험관 3개에 취한 다음 시험관 1에 indophenol 용액을 첨가하고, 시험관 1,2,3에 5% HPO₃-thiourea 용액을 2mL씩 가하여 시험관 1은 총 Vitamin C, 시험관 2는 환원형 Vitamin C, 시험관 3은 blank로 이용하였다. 시험관 1, 2에는 DNP용액을 가하고 osazone을 형성, 용해, 흡광도 측정의 순서로 조작하여 Spectrophotometer(Jasco V-550, Japan) 520nm에서 흡광도를 측정하였으며, ascorbic acid 표준용액으로 vitamin C함량을 산출하였다.

4) Chlorophyll의 측정

Chlorophyll은 A.O.A.C.방법에 따라 측정하였는데, 셀러리 10g을 취해 calcium carbonate 0.1g과 85% acetone 50mL와 함께 마쇄하고 여과한 다음 잔사에 다시 상기의 추출용매를 가하여 추출, 여과하는 조작을 3회 반복한 후, 100mL로 정용하였다. 여기서 50mL를 취해 분액여두에 옮겨 ethyl ether 50mL를 가해 1분간 격렬하게 혼든 후, 50mL의 증류수로 acetone 층을 제거하였다. 무수황산나트륨 5g을 가해 탈수시킨 다음 100mL로 정용하여 660nm와 642.5nm에서 흡광도를 측정하고 다음 계산식에 따라 함량을 구하였다.

$$\text{Total chlorophyll} = 7.12A_{660.0} + 16.8A_{642.5}$$

$$\text{Chlorophyll content(mg\%)} = \text{Total chlorophyll} / 10 \times \text{희석배수} \\ \times 100/\text{sample weight}$$

5) 미생물 검사

미생물 측정은 시료를 10배수의 멸균생리식염수를 가한 후 homogenizer (AM-1, 日本精機製造社, Japan)로 1분간 10,000 rpm으로 균질화한 다음, 각각 1 mL를 취한 후 단계 희석하고 배지에 pour plating한 후 배양하였다. 총균수는 PCA (Plate Count Agar, Difco Lab.)을, 대장균군은 Chromocult agar(Merck Co.)를 사용하여 측정하였다.

6) 관능검사

각 저장시료에 대한 관능검사는 5명으로 구성된 훈련된 패널요원이 Kadder 등의 방법에 따라 종합적으로 관찰하여 9점 척도로 평가하였으며, 종합적 기호도 5점까지를 저장수명의 한계로 설정하였다. 즉, 외관(변색), 냄새(이취), 신선도(시름), 종합적인 기호도 등을 종합적으로 관찰하여 9점 척도로 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

1) Vitamin C 함량의 변화

치커리, 케일, 양배추, 적채, 샐러리 등을 세절하여 샐러리 용도로 혼합된 채소류 중에 저장수명이 가장 짧은 샐러리의 저장중 vitamin C 함량변화는 Fig. 3-1과 같다. vitamin C의 초기함량은 11.5 mg%에서 5.76~8.04 mg%로 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 감소하는 경향을 나타내었다. 초기 채소나 과일류에 함유된 vitamin C는 가장 쉽게 파괴되는 성분으로 vitamin C의 손실은 장기저장, 고온, 건조, 물리적 상처 등에 의해 촉진되며 vitamin C의 손실은 온도와 저장기간이 중요한 인자로 알려져 있다.

수도수에 침지한 처리군이 초기치 11.5 mg%에서 저장 10일째 5.76 mg%로 가장 손실이 컸으며 0.5% ascorbic acid 첨가구가 저장 10일째 8.04 mg%의 범위를 유지하면서 vitamin C손실이 가장 적게 나타났다. 이는 초저온수 처리에 의해 시료의 저장 초기온도를 크게 낮춤으로써 열에 불안정한 vitamin C의 단점을 보완하였기 때문으로 생각된다.

2) Chlorophyll 함량 변화

녹색 채소류에 포함되어 있는 클로로필 성분의 특성은 lipoprotein 및 chloroplast와 관련이 있으며 클로로필의 분해는 membrane array가 와해되어 일어나는데 분해되면 갈색을 갖는 pheophytin 성분으로 변하여 품질을 저하시킨다. 클로로필의 성분분해는 산, 온도, 효소에 의하여 영향을 받는다.

샐러리를 대상으로 처리구에 따른 클로로필 함량의 변화는 Fig. 3-2의 결과와 같다. 혼합절단채소 중에 샐러리는 저장 10일에 외관상 부분적인 갈변 현상이 보이거나 갈변이 가장 많이 일어난 0.85% NaCl 첨가구에 침지처리한 경우 vitamin C의 함량이 저장 초기 64.48 mg%에서 59.39 mg%로 소량 감소되는 결과를 나타내어 외관상의 갈변현상과 vitamin C와는 크게 관계가 없는 것으로 판단되었다. 저장 초기에 64.48 mg%이던 vitamin C의 함량이 모든 시험구에서 저장 10일에 62.22~59.89 mg%로 전반적으로 함량이 감소되는 경향을 보였으며, 이 중 저장 2일의 vitamin C의 함량을 비교하면 수도수에 침지한 경우 3.6%가

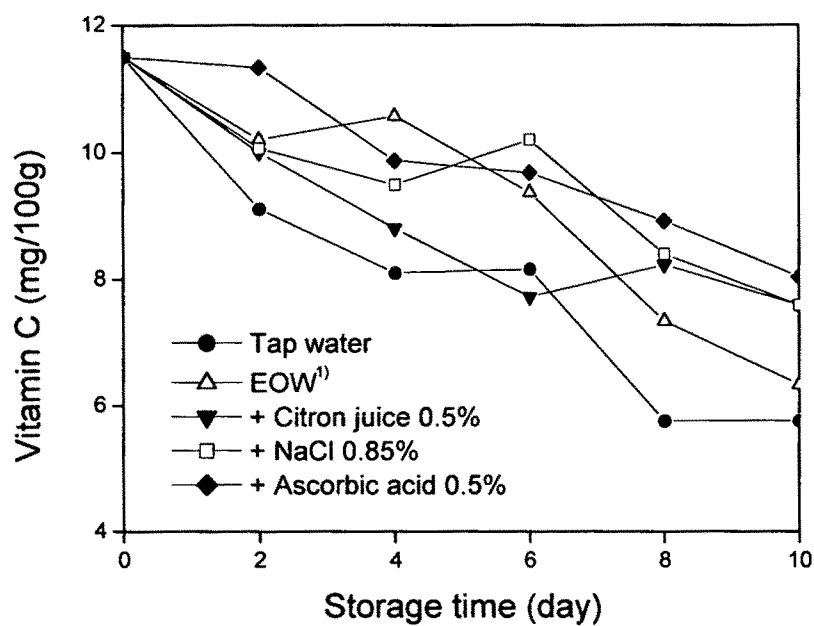


Fig. 3-1. Changes in vitamin C content of mixed vegetables during storage.

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water.

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

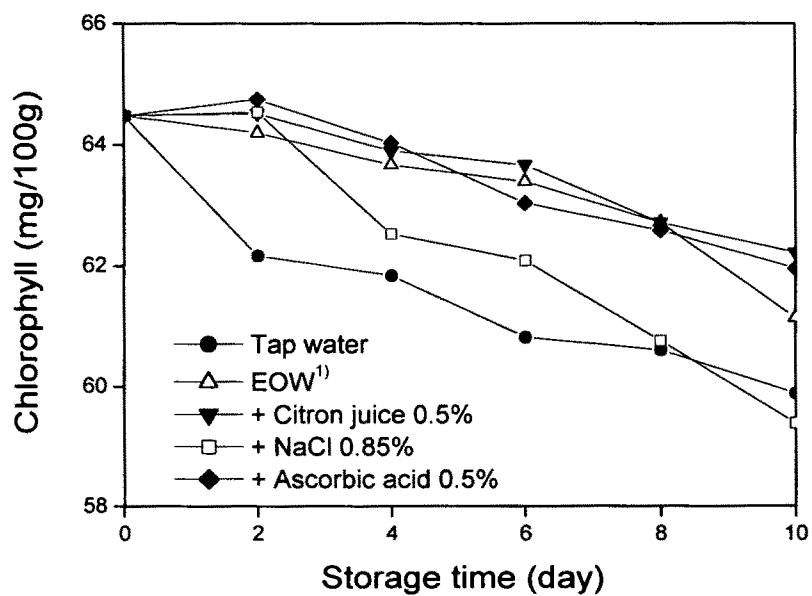


Fig. 3-2. Changes in chlorophyll content of mixed vegetables during storage.

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water.

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

감소되어 다른 처리구가 64.2~64.75 mg%로 함량이 유지된 것과는 큰 차이를 보였다. 또한 전해산화수의 pH가 2~3정도의 강산임에도 불구하고 클로로필 함량에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 0.85% NaCl 첨가구와 ascorbic acid 첨가구는 저장 2일째에 오히려 클로로필의 함량이 소량이긴 하나 증가한 것으로 나타나 초기 선도 유지에는 그 효과가 탁월한 것으로 생각되었다. Chlorophyll과 같은 감광 물질은 빛에 의해 산화가 쉽게 일어나는 산화촉진제이기 때문에 전해산화수에 첨가된 유자과즙이나 ascorbic acid가 항산화제의 역할을 하게 되어 다른 처리구에 비하여 그 감소폭이 적게 나타나 장기간 저장 시에는 유자과즙을 첨가한 초저온 전해산화수에 침지 처리하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

3) 미생물 검사

혼합 절단채소중 샐러리의 미생물 살균효과를 검토한 결과는 Table 3-2와 같다. 처리구에 따른 총균수의 변화는 수도수처리 직후 8.25×10^5 CFU/g에서 저장 기간이 경과함에 따라 점차 증가하여 3.11×10^7 CFU/g으로 일반적인 미생물학적 초기 부패수준 $10^7 \sim 10^8$ CFU/g 인 점을 감안한다면 저장 말기에는 이미 초기 부패상태에 도달한 것으로 나타났다. 0.5% 유자과즙, 0.85% NaCl 및 0.5% ascorbic acid 첨가구에서는 처리 직후 수도수 처리보다 1/10수준으로 감소하였으며 0.5% ascorbic acid 첨가구에서는 저장 10일 이후에도 8.88×10^5 CFU/g정도의 수준을 유지하였다.

또한 대장균수의 경우도 총균수와 유사한 경향을 나타내었는데 처리 직후에도 수도수 처리구의 대장균수가 6.32×10^4 CFU/g으로 저장 10일째 2.29×10^6 CFU/g으로 점차 증가하였으나 가장 살균효과가 컸던 0.5% ascorbic acid 첨가구의 저장 10일째 2.50×10^4 CFU/g으로 수도수 처리 직후보다도 대장균수가 적게 나타났다.

4) 관능검사

혼합절단채소에 처리구에 따른 관능검사를 실시한 결과는 Table 3-3과 같다. 상온의 수도수를 처리한 것에 비해서 초저온수로 처리한 샐러리의 외관, 향

Table 3-2. Effect of sterilization on the salary in mixed salad by different treatments

Treatment		Storage time(day)					
		0	2	4	6	8	10
Total count (CFU/g)	Distilled water	8.25×10^5	7.83×10^5	3.89×10^6	3.44×10^6	3.66×10^6	3.11×10^7
	EOW ¹⁾	4.69×10^4	3.55×10^4	7.04×10^4	1.15×10^5	4.43×10^5	1.11×10^6
	+ ²⁾ Citron juice 0.5%	2.06×10^4	2.54×10^4	1.12×10^5	3.88×10^5	3.98×10^5	8.75×10^5
	+ NaCl 0.85%	3.31×10^4	1.65×10^4	8.51×10^4	1.18×10^6	7.22×10^5	1.43×10^6
	+ A.A. ³⁾ 0.5%	7.55×10^3	1.59×10^4	7.06×10^4	3.03×10^5	9.35×10^5	8.88×10^5
Coliform count (CFU/g)	Distilled water	6.32×10^4	3.55×10^4	1.44×10^5	4.63×10^5	7.65×10^5	2.29×10^6
	EOW	2.90×10^3	4.20×10^3	8.14×10^3	8.61×10^3	1.08×10^4	4.45×10^5
	+ Citron juice 0.5%	4.87×10^3	6.64×10^3	1.32×10^4	2.77×10^3	4.96×10^4	3.48×10^4
	+ NaCl 0.85%	5.55×10^3	3.60×10^3	6.97×10^3	3.30×10^4	2.98×10^4	1.80×10^5
	+ A.A 0.5%	5.89×10^2	1.00×10^3	1.25×10^3	3.66×10^4	4.50×10^4	2.50×10^4

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Ascorbic acid 0.5%.

Table 3-3. Sensory evaluation of mixed salad during storage¹⁾

Treatment		Storage time(day)			
		0	2	6	10
appearance	Distilled water	9.0	8.2	5.8	3.6
	EOW ²⁾	9.0	9.0	6.9	5.8
	+ ³⁾ Citron juice 0.5%	9.0	9.0	6.8	4.6
	+ NaCl 0.85%	9.0	8.2	7.1	6.1
	+ Ascorbic acid 0.5%	9.0	9.0	7.1	6.3
flavor	Distilled water	9.0	8.2	6.9	4.5
	EOW	9.0	8.2	7.0	6.3
	+ Citron juice 0.5%	9.0	8.3	7.4	5.9
	+ NaCl 0.85%	9.0	8.0	6.8	5.8
	+ Ascorbic acid 0.5%	9.0	9.0	7.5	6.6
overall	Distilled water	9.0	7.9	5.6	3.3
	EOW	9.0	8.1	6.5	5.2
	+ Citron juice 0.5%	9.0	8.8	7.3	6.9
	+ NaCl 0.85%	9.0	8.2	7.0	5.8
	+ Ascorbic acid 0.5%	9.0	9.0	7.1	6.9

¹⁾ Each value represent the mean of the rating the by 5 judges using 9-point scale (1:extremely poor 5:medium 9:extremely good).

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

미, 전체적 기호도에 대한 관능특성이 모두 우수하였다. 수도수 처리구는 저장 6일이 지나가면서 상품성이 크게 하락하였으나 그 외 다른 처리구에서는 저장 기간이 경과함에 따라 관능특성이 서서히 낮아지는 경향을 보였으며 특히, 저장 2일째까지는 처리 직후와 큰 차이를 보이지 않았다.

4. 요약

혼합 샐러드의 초저온수 처리에 의한 저장중의 품질변화를 측정한 결과 채소나 과일류에서 가장 쉽게 파괴되는 vitamin C는 초기에 11.5 mg/100g에서 저장 10일째 0.5% ascorbic acid 첨가구에서 8.04mg/100g으로 가장 적게 감소되었으며, 클로로필의 함량은 무처리구를 제외하고는 저장 2일째까지는 큰 변화가 없었으나, 저장 2일부터 0.85% NaCl 첨가구에서 급격한 감소를 보였고, 그 밖의 처리구에서는 소폭의 감소 추세를 나타내었다. 저장기간 중의 부패에 가장 큰 영향을 미치는 초기 미생물수는 세정처리 직후 1~2 Log scale 정도의 제균 효과가 있었으므로 저장기간 연장에 효과가 있는 것으로 판단되었다.

5. 참고문헌

1. 홍석인, 김동만 : 신선 과채류 편의식품의 새로운 품질보존 기술. 식품기술, 12, 10~25(1999)
2. 홍석인, 이은실, 김미란, 김동만 : 신선 과채류 편의식품의 미생물 안정성. 식품기술, 13, 3~35(2000)
3. 홍석인, 이은실, 김동만 : 신선 과채류 편의식품의 미생물 오염방지 및 조절 방법. 식품기술, 13, 3~13(2000)
4. 오덕환 : 최소가공야채류의 미생물학적 안전성. 식품산업과 영양, 4, 48~54(1999)
5. Liao, C.H. and Sapers, G.M. : Influence of soft rot bacteria on growth of *Listeria monocytogenes* on potato tuber slices. *J. Food Prot.*, 62, 343~348(1999)
6. Hao, Y. Y. and Brackett, R. E. : Influence of modified atmosphere on growth of vegetable spoilage bacteria in media. *J. Food Prot.*, 56, 223~228(1993)
7. Marchetti, R., Casadei, M. A. and Guerzoni, M. E. : Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads. *Ital. J. Food Sci.*, 2, 97~108(1992)
8. Beuchat, L. R., Nail, B. V., Alder, B. B. and Clavero, M.R.S. : Efficacy of spray application of chlorinated water in killing pathogenic bacteria on raw apples, tomatoes, and lettuce. *J. Food Prot.*, 61, 1305~1311(1998)
9. Beuchat, L. R. and Brackett, R. E. : Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on lettuce as influenced by shredding, chlorine treatment, modified atmosphere packaging and temperature. *J. Food Sci.*, 55, 755~757(1990)
10. Wang, G. and Doyle, M. P. : Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in water. *J. Food Prot.*, 61, 662~667(1998)

11. Abdul-raouf, U. M., Beuchat, L. R. and Ammar, M. S. : Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 on salad vegetables. *Applied Environmental microbiology*, 59, 1999~2006(1993)

제 2 절 초저온수 처리에 의한 간밤의 저장 중 갈변 억제 효과

1. 서론

밤은 전분의 함량이 높아 예로부터 대용 식량원 및 기호식품으로 사용되었다. 우리 나라에서는 대부분 제수용인 생울로 소비되고 있으며, 가공용으로는 통조림, 당과류 등에 소량 소비되는 이외에는 대부분 수출되고 있는 실정이다(1,2). 밤의 수출형태는 대부분 내피와 외피를 제거한 간밤으로 명반을 첨가한 저장액에 침지한 상태로 일본 등지로 수출되고 있으나, 유통시 저장액의 백탁 현상 및 흑점 발생이 큰 문제점으로 대두되고 있다. 밤의 갈변 원인으로는 과육 중의 polyphenol의 산화(3)와 지질이 저장 중에 산화되어 생성되는 carbonyl에 의한 amino-carbonyl 반응 때문(4)이라고 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(5,6). 그러나 이에 관한 연구는 밤에서 peroxidase를 분리하여 효소적 특성을 연구한 결과는 있지만(7) polyphenol oxidase나 peroxidase를 억제하는 방법이 다방면으로 연구되어진 사과(8-9)나 감자(10)에 비해서는 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 수출용 간밤의 품질유지, 수송비 절감 및 유통기간 연장에 이바지하기 위하여 전해산화수에 유자과즙, 레몬과즙, NaCl 등을 첨가하여 제조한 침지 저장액을 사용하여 간밤의 갈변억제에 따른 저장 효과를 비교하였다.

2. 재료 및 방법

가. 재료

본 실험에서는 2000년 10월초 충남 공주 밤영농조합에서 수확된 은기 품종을 구입하여 생밤상태로 -1°C 저온실에 저장한 밤을 박피하여 사용하였다.

나. 저장액 제조 및 시료처리

간밤의 침지 처리 및 저장액으로 사용할 전해산화수는 전해산화수생성기 (GTB 1200, (주)경우테크, 한국)로 제조한 산화환원전위(oxidation-reduction potential: ORP) 및 pH가 각각 1,120~1,150 mV, pH 2.4~2.7인 전해산화수를 사용하였다. 그리고 전해산화수의 빙점을 강하시키기 위하여 사용된 빙점강하제로는 NaCl(Junsei, Japan)과 레몬 과즙액은 (주)정안농산(대구)에서 공급받아 사용하였으며, 유자 과즙액은 2000년 11월 고흥에서 수확된 유자를 외피를 제거한 후 착즙·2차 여과한 것을 사용하였다. 첨가비율은 관능평가에 따라 빙점강하제의 맛과 향을 거의 느낄 수 없고, 산화환원전위를 1,000 mV 이상으로 유지시킬 수 있는 수준으로 NaCl은 0.85%, 나머지 빙점강하제는 0.5%로 결정하였다.

저장시험용 간밤은 수작업으로 박피한 밤을 증류수에 세척하고, 시료 중량 5배의 전해산화수에 10분간 침지한 후 탈수하였다. 간밤과 저장액의 비율은 명반수를 사용한 경우에는 1:1(w/v)로 하고, 그 밖의 저장액은 1:0.5(w/v)가 되도록 혼합한 후 0.03 mm PE 필름에 약 500 g 씩 포장하여 $-2\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 가 유지되는 저장고에서 28일간 저장하면서 실험하였다.

다. 탁도 및 색도 측정

탁도는 간밤 저장액 3 mL를 취해 UV/VIS spectrophotometer(V-550, JASCO, Japan)로 660 nm에서 흡광도를 측정하였고, 색도는 색도계(Macbeth spectrophotometer color eye 310, USA)를 사용하여 L, a, b값으로 나타내었다.

라. 수분 및 미생물 수 측정

수분은 상압가열건조법으로 측정하였으며, 간밤의 미생물은 저장 중의 간밤을

일정량 취하여 시료 무게의 10배에 해당하는 멸균생리식염수에 넣고 10분간 진탕한 다음 1mL를 취하여 단계희석한 다음 배지에 pour plating 하였으며, 간밤 저장액의 미생물수는 저장액을 잘 혼합한 다음 1mL를 취하여 단계희석하여 총균수는 PCA(Plate count agar, Difco)를 사용하여, 대장균균수는 Chromocult agar(Merck)를 이용하여 각각 30℃에서 72시간, 37℃에서 24시간 배양한 후 계수하였다.

마. 총 페놀성 화합물의 함량 분석

시료 1 g을 취하고 여기에 50% methanol 50 mL를 가하여 80℃ 수조에서 1시간 환류 냉각하면서 추출하고 실온으로 냉각하여 여과한 후 100 mL로 정용하였다. 이 중 1 mL를 사용하여 Folin-Denish 법(16)으로 정량하였다.

바. Polyphenol oxidase 활성 측정

시료 10 g에 10 mM 인산 완충용액(pH 7.2) 40 mL를 붓고 polyvinylpolypyrrolidone 0.5 g을 넣고 빙냉하면서 마쇄한 후 거즈로 거른 다음, $12,000\times g$ 로 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(17).

사. 관능검사

관능평가는 처리구별로 각각의 시료를 선발된 6인의 패널요원이 색, 냄새, 맛, 조직감, 신선도 및 종합적인 기호도 등의 항목을 비교 평점법으로 평가하였고, 이 때 대조구로 쓰인 신선한 밤의 점수(8.0)를 기준으로 하여 비교하였으며 유의성 검증은 SAS를 이용한 Duncan의 다범위 검정으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 저장액의 pH 및 탁도의 변화

간밤 저장 중에 있어 저장액의 pH 변화는 Fig. 3-3과 같다. 명반수의 초기 pH는 3.82로 전해산화수의 pH인 2.56~2.60에 비해 높았으나 명반수 처리구는 저장기간이 경과함에 따라 서서히 증가하여 저장 35일째에 pH 5.12를 나타내었으며, 저장 7일째에 레몬과즙 및 유자과즙 첨가 전해산화수 처리구에서는 pH 4.44로, 전해산화수와 NaCl 첨가구는 각각 pH 5.11, pH 5.01로 급격한 증가를 보이고, 저장 14일에 다시 한번 크게 증가한 다음 저장 21일 이후에는 pH 6.0 수준으로 안정적인 경향을 보여주었다. 이와 같은 결과는 전해산화수에 간밤을 침지하였을 때 저장액의 pH 증가폭이 매우 완만하여 20일 이후 pH 3.7~pH 4.6 정도를 나타내었다는 박 등(19)의 연구와 매우 상이한 결과를 나타내었다. 이는 전해산화수 제조시 전압 및 수도수에 첨가되어지는 NaCl의 농도, 온도에 따라 전해산화수의 특징이 달라지기 때문으로 사료되며, 저장 중의 pH 변화 요인은 전해산화수가 유기물에 접촉하였을 때 pH와 산화환원전위가 크게 증가하기 때문으로 생각되어진다. 따라서 전해산화수의 초기 pH가 세균의 생육 최저 pH인 4.5~5.0보다 낮고 젖산균의 생육 최적 pH인 3.5보다 낮아 미생물의 증식억제를 통한 저장성 향상에 매우 유리한 것으로 여겨진다(12). 한편 저장 중 저장액의 탁도 변화를 살펴본 결과는 Fig. 3-4와 같다. 명반수 처리구는 저장 7일에 흡광도가 0.86으로 급격하게 증가하였다가 저장기간이 경과될수록 감소하여 저장 28일에 0.36을 나타내었으며, 다른 저장액은 28일까지 서서히 증가하여 저장 28일에 NaCl 첨가구가 최저 0.72를, 유자과즙 첨가 전해산화수 처리구에서 0.98로 가장 높은 탁도를 나타내었다. 이와 같이 명반수에 저장한 경우 다른 저장액보다 초기 탁도가 크게 증가하는 것으로 보아 저장 초기에 미생물의 생장이 있었음을 추정할 수 있었으며, 전해산화수 처리시에는 높은 산화환원전위와 낮은 pH로 초기 미생물이 억제되었기 때문에 저장액의 성질이 변화한 이후에 미생물의 생장이 이루어진 것으로 추측되어진다. 또한, 빙점강하제 첨가구가 명반수에 비하여 탁도가 높은 이유는 단위 포장된 저장액이 명반수의 1/2 밖에 되지 않는 것도 영향이 큰 것으로 여겨진다. 따라서 절반의 저장액으로도

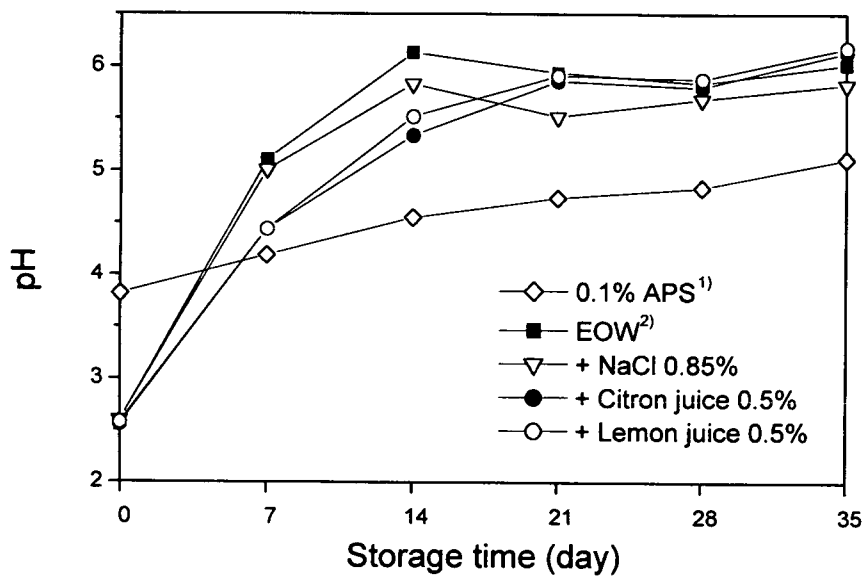


Fig. 3-3. Changes in pH value of electrolyzed oxidizing water with/without freezing point depressing agents used for storing peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

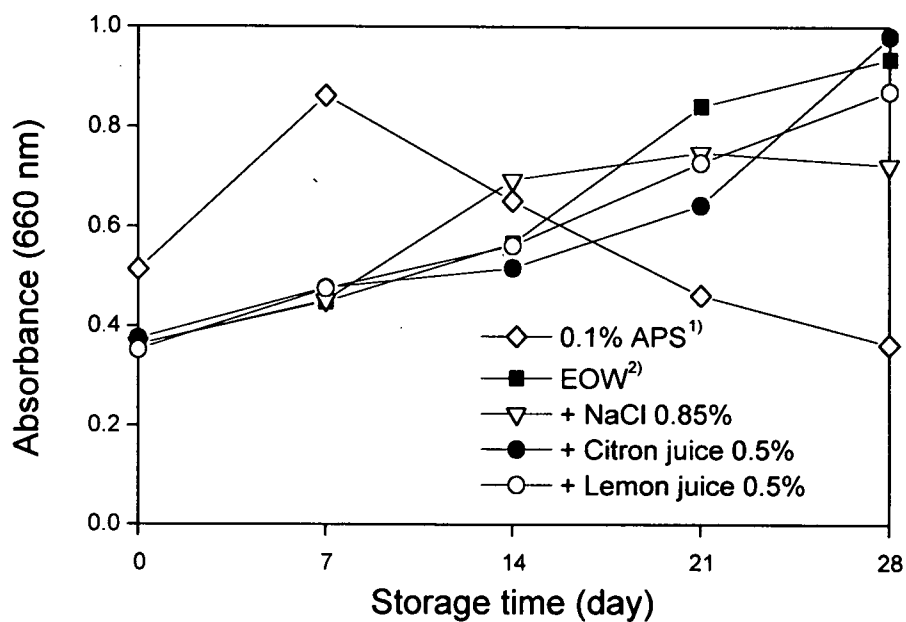


Fig. 3-4. Changes in Absorbance of electrolyzed oxidizing water with/without freezing point depressing agents used for storing peeled chestnut during storage.

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

기존의 명반수처리 유통 방법과 유사하거나 더 좋은 저장성을 나타냄으로써 대일 수출시 운송비 절감에 크게 기여할 것으로 판단되어진다.

나. 수분함량의 변화

생밤은 60% 이상의 매우 높은 수분함량을 가지고 있다. 이 실험에서 무처리과와 명반수 침지구는 초기 수분함량이 67%정도였으며, 전해산화수에 침지한 경우는 처리 0일째인데도 불구하고 대조구인 무처리구보다 2~3%정도 높은 수분 함량을 나타내었다. 저장기간이 증가될수록 무처리구는 수분함량이 서서히 감소하여 저장 4주에 60.1%가 되었으며, 육안으로 평가하였을 때 시료의 표면이 심하게 건조해짐을 관찰할 수 있었으며, 저장액에 침지한 경우임에도 레몬첨가구는 미세한 수분감소를 나타내었다. 이외의 전해산화수 침지구는 저장기간동안 수분이 계속 증가하여 저장 4주에 71.7~72.4%가 되었다. 하지만 명반수 침지구는 그 증가폭이 매우 커 저장 3주에 수분함량이 75%를 넘어 관능평가시 밤 내부의 수분이 많다는 지적을 받았다.(Fig. 3-5)

다. 저장액 및 간밤 표면의 미생물수 측정

저장기간에 따른 저장액의 미생물을 대장균군수, 총균수, 곰팡이와 효모로 나누어 측정한 결과는 Table 3-4와 같다. 포장하기 직전에 전해산화수에 10분간 침지하여 1차 세정을 마치고 pH와 ORP가 높은 제조된 전해산화수에 침지한 경우 저장 기간동안 대장균이 나타나지 않았으며, 명반수 또한 그 pH가 낮아 초기 대장균이 모두 사멸하여 저장기간동안 미생물학적으로 안정성이 유지되었다. 저장액의 미생물은 탁도와 유사한 경향을 나타내어 명반수는 저장 7일에 곰팡이·효모수가 급격하게 증가되었으며, 이 후 감소하는 경향을 보였다. 전해산화수는 다른 처리구에 비해 곰팡이·효모수와 총균수가 $<10^1$ CFU/g으로 매우 낮아 가장 우수한 저장성을 나타내었고, 그 다음으로 NaCl이 1.4×10^1 CFU/mL로 낮은 미생물수를 나타내었고, 이에 비해 비타민 C 첨가구는 ORP가 낮아 다른 처리구에 비하여 미생물수가 1 log cycle정도 높은 결과를 보였다. 표면의 미생물을 측정한 경우는 저장액보다 조금 더 많은 균수를 나타내었

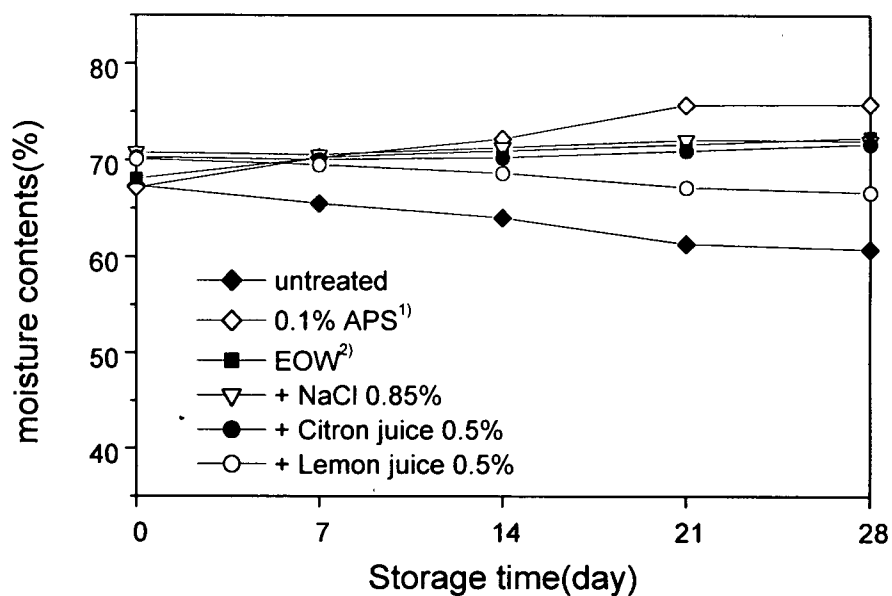


Fig. 3-5. Changes in moisture contents of storing peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

Table 3-4. Changes in microorganism number of storage liquid of peeled chestnut with various treatments during storage at -2℃

(Unit : CFU/g)

Treatments		Storage time (day)			
		0	7	14	21
APS ¹⁾	Coliform	N.D. ⁴⁾	N.D.	N.D.	N.D.
	mold & Yeast	1.25×10^2	1.3×10^3	TNTC ⁵⁾	5.3×10^1
	Total cell	1.85×10^1	9.5×10^1	3.15×10^1	1.445×10^2
EOW ²⁾	Coliform	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	mold & Yeast	1.06×10^2	2.5×10^2	7.0×10^0	4.0×10^0
	Total cell	3.85×10^1	8.5×10^0	4.0×10^0	1.4×10^1
+ ³⁾ NaCl 0.85%	Coliform	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	mold & Yeast	3.3×10^1	1.85×10^1	1.9×10^1	1.15×10^1
	Total cell	3.5×10^0	1.55×10^1	2.0×10^0	1.4×10^1
+ Citron juice 0.5%	Coliform	N.D.	N.D.	1.25×10^1	4.0×10^0
	mold & Yeast	7.1×10^1	1.6×10^2	1.56×10^2	1.15×10^1
	Total cell	2.15×10^1	1.35×10^1	1.1×10^1	1.7×10^1
+ Lemon juice 0.5%	Coliform	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	mold & Yeast	6.0×10^1	5.5×10^1	9.95×10^2	1.3×10^2
	Total cell	N.D.	2.0×10^1	N.D.	7×10^1

¹⁾ Ammonium potassium sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ $< 10^1$ CFU/g.

⁵⁾ Too numerous to count.

는데, 다른 처리구에서는 발견되지 않은 대장균이 적은 수이지만 무처리구에서 나타났고, 곰팡이·효모가 $1.89 \times 10^3 \sim 2.35 \times 10^3$ CFU/mL로 매우 높게 나타난 반면, 전해산화수와 NaCl은 저장기간에 관계없이 10^1 CFU/mL 정도의 균수를 유지했으며, 제조된 전해산화수 중 유자과즙 첨가구가 저장 28일에 곰팡이·효모수가 103 CFU/mL로 급증하는 결과를 보였다. 이는 유자과즙 원액을 냉장보관하였을 때에도 나타나는 현상으로 유자과즙을 한외여과 또는 무균여과하여 사용할 경우에는 이러한 단점을 보완할 수 있을 것이라고 생각되어진다(Table 3-5).

라. 표면색도

저장기간 동안 간밤의 표면색도를 측정한 결과는 Table 3-6과 같다. 식품의 밝기를 나타내는 L값은 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났으며, 명반수 처리구는 저장초기에 L값이 증가된 다음 서서히 감소하였으나, 그 외의 모든 처리구는 무처리구에 비하여 초반에 밝기가 증가되었다가 감소하여 저장 28일에도 L값이 무처리구에 비하여 높게 나타났으며, 이 중 유자과즙 첨가 전해산화수 처리구는 저장 28일까지 명도의 변화가 거의 없었다. 붉은색의 정도를 나타내는 a값은 무처리구에서 증가율이 제일 높았으며, 명반수에서는 이보다는 다소 낮은 증가율을 보였고, 그 외의 처리구에서는 초반에 약간의 증가추세를 보이다가 저장기간이 길어짐에 따라 다시 감소하거나 유지되는 경향을 나타내었다. 노란색의 정도를 표현하는 b값은 전체적으로 감소하는 경향을 나타냈으나 명반수에 침지한 경우에는 저장기간이 증가함에 따라 오히려 증가하는 추세를 나타내 관능검사시 다른 밤들에 비해 육안으로도 노란 정도를 관찰할 수 있었다. 김 등(22)은 간밤의 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 명반수 처리구와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구는 저장 2일째로부터 색차가 생겨나는 현상이 나타났으나 저장 기간이 계속됨에 따라 다시 색차가 감소하였으며, 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구

Table 3-5. Changes in microorganism number of peeled chestnut with various treatments during storage at -2℃

(Unit : CFU /g)

Treatments		Storage time (day)			
		0	7	14	21
Untreated	Coliform	2.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1	5.5×10^1
	mold & Yeast	5.5×10^2	1.89×10^3	2.35×10^3	5.0×10^1
	Total cell	2.5×10^3	7.0×10^1	1.5×10^1	1.6×10^2
APS ¹⁾	Coliform	N.D. ⁴⁾	N.D.	N.D.	N.D.
	mold & Yeast	1.25×10^2	1.45×10^2	8.0×10^1	2.5×10^1
	Total cell	N.D.	1.0×10^1	1.0×10^1	9.5×10^1
EOW ²⁾	Coliform	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	mold & Yeast	2.0×10^1	2.0×10^1	1.0×10^1	1.0×10^1
	Total cell	N.D.	2.0×10^1	2.0×10^1	2.0×10^1
+ ³⁾ NaCl 0.85%	Coliform	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	mold & Yeast	8.0×10^1	7.5×10^1	2.5×10^1	5.5×10^1
	Total cell	N.D.	2.5×10^1	1.5×10^1	2.5×10^2
+ Citron juice 0.5%	Coliform	N.D.	N.D.	N.D.	8.0×10^2
	mold & Yeast	3.5×10^1	1.5×10^1	1.5×10^1	1.15×10^2
	Total cell	5.5×10^2	1.5×10^1	2.0×10^1	2.41×10^3
+ Lemon juice 0.5%	Coliform	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	mold & Yeast	6.0×10^1	5.5×10^1	9.95×10^2	1.3×10^2
	Total cell	N.D.	2.0×10^1	N.D.	7×10^1

¹⁾ Ammonium potassium sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ N.D.: $< 10^1$ CFU/g.

Table 3-6. Changes in Hunter L, a, b and ΔE value of peeled chestnut with various treatments during storage at -2°C

	Hunter value	Storage time (day)						
		0	2	8	11	17	22	28
Control	L	78.96	80.55	78.61	74.07	71.90	71.01	69.40
	a	3.55	3.70	6.22	7.91	9.36	7.45	9.26
	b	18.05	16.08	14.85	18.45	17.92	16.43	16.67
	ΔE	-	2.54	4.18	6.56	9.15	9.00	11.22
0.1% APS ¹⁾	L	78.96	82.33	81.16	80.94	79.33	78.83	72.93
	a	3.55	3.87	4.64	4.52	4.16	5.66	5.07
	b	18.05	16.81	18.10	19.04	17.11	18.86	17.04
	ΔE	-	3.50	2.84	2.34	1.20	1.45	7.32
EOW ²⁾	L	78.96	80.59	81.68	78.33	78.75	76.87	76.95
	a	3.55	3.75	4.36	4.37	3.72	4.94	2.21
	b	18.05	16.76	17.29	17.85	14.29	15.99	11.27
	ΔE	-	2.09	2.94	1.05	3.77	3.25	7.20
+ ³⁾ NaCl 0.85%	L	78.96	81.02	80.02	77.19	77.15	73.77	72.38
	a	3.55	3.58	4.01	4.99	5.46	4.94	5.02
	b	18.05	17.06	16.12	17.61	18.75	15.23	16.13
	ΔE	-	2.29	2.25	2.32	2.72	6.07	7.01
+ Citron juice 0.5%	L	78.96	79.49	83.84	76.29	76.94	82.04	80.75
	a	3.55	3.48	3.15	4.16	4.31	4.14	3.79
	b	18.05	15.62	14.18	16.45	15.95	16.59	14.09
	ΔE	-	2.49	6.24	3.17	3.01	3.46	4.35
+ Lemon juice 0.5%	L	78.96	81.76	81.38	77.62	79.50	75.67	75.91
	a	3.55	2.95	4.10	3.48	4.91	3.76	3.45
	b	18.05	14.70	17.71	14.87	16.57	15.02	13.71
	ΔE	-	4.41	2.50	3.45	2.08	5.26	5.31

¹⁾ Aluminium potassium sulfate.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

는 저장 20일 동안 갈변도가 크게 진행되지 않음을 알 수 있었다.

마. 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 물질이다. 이와 같이 형성된 quinone 내지 quinone 유도체들은 활성이 매우 커서 계속 산화, 중합 또는 축합되어 최종적으로 melanin 색소 또는 흑색의 색소들을 형성한다(21). 따라서 과실 중의 페놀성 화합물들의 양을 줄일 수 있으면 품질열화와 관계된 갈변현상도 어느 정도 억제시킬 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 실험에서는 간밤을 전해산화수에 침지하였을 때 페놀성 화합물들의 변화되는 양을 측정하고, 효소에 의한 갈색화 반응 중 가장 중요하게 여겨지는 polyphenol oxidase의 활성을 비교하면서 갈변억제 정도를 측정하였다 (Fig. 3-6, 3-7). Caffeic acid를 표준곡선으로 측정된 총 폴리페놀의 함량은 저장 초기에 13.36 mg%로 매우 낮은 함량을 가지고 있었으며, 무처리는 저장기간이 지날수록 서서히 증가하다가 저장 17일에 59.12 mg%로 최고치를 기록하고 다시 감소하는 경향을 보였으며, 전해산화수 처리구는 저장 8일에 61.02 mg%로 갑작스럽게 증가한 다음 감소하였으며, 이외의 처리구에서는 저장 8일까지 16.5~28.65 mg%로 그 변화량이 미세하다가 저장 11일에 갑작스럽게 증가하여 39.23~50.3 mg%가 되었다가 저장기간이 계속됨에 따라 서서히 감소하였다.

품종, 숙성시기, 실험절차, 추출방법에 따라 분석치 간의 차이가 커서 총 폴리페놀함량의 단순한 비교는 적합하지 않으나, 시료간의 오차를 감안한다고 하더라도 총 폴리페놀 함량과 polyphenol oxidase 활성과는 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다. 본 실험에서는 무처리구를 제외하고는 모두 저장 8일째에 급격하게 활성이 증가되었다가 점점 그 활력이 떨어지는 것으로 나타났으며, 무처리구는 저장 11일에 최고 활성인 1,152.8 unit을 나타냈다가 급속하게 감소하였다. 이는 표면의 수분이 증발됨에 따라 효소가 최적의 활성을 나타내기에 부족한 환경으로 변화했기 때문이라고 생각되며, NaCl 첨가구와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구는 갈변억제제로서의 특성을 나타내어 저장기간이 지속됨에 따라 효소의 활성이 크게 억제되는 경향을 나타냈으며, 명반수 처리구의 경우 이

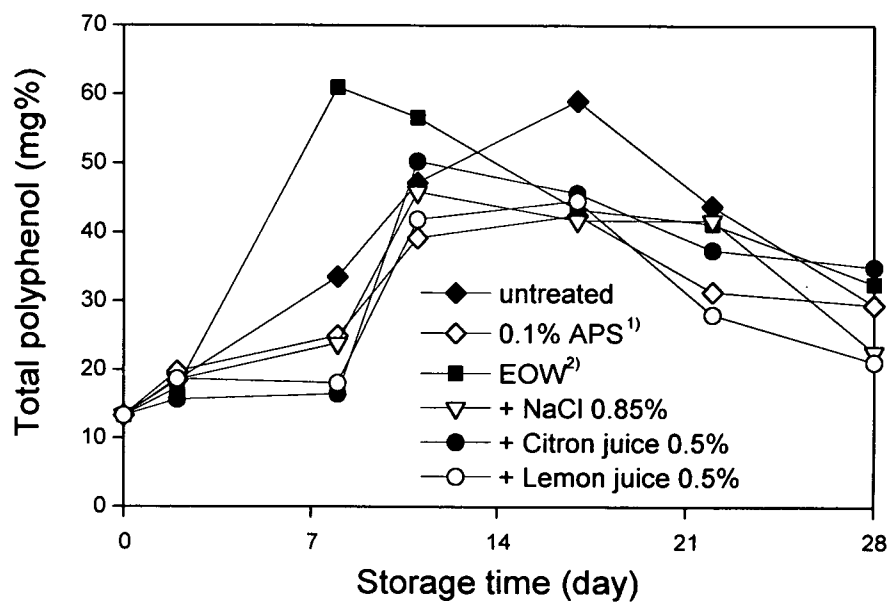


Fig. 3-6. Changes in total phenolic compound contents of peeled chestnut during storage.

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

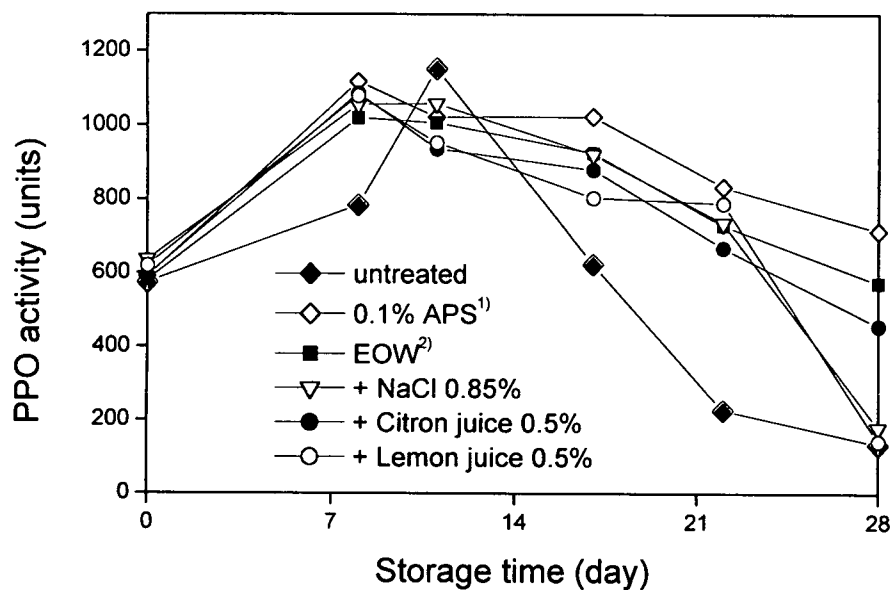


Fig. 3-7. Changes in polyphenol oxidase activity of peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : Added to electrolyzed oxidizing water

외의 전해산화수 처리구들에 비해 8일째 활성이 높았고, 감소율도 낮아 갈변억제효과는 크지 않은 것으로 판단되었다.

바. 관능적 품질

저장 중(-2℃) 간밤의 처리구별에 따른 기호도 변화는 Table 3-7과 같다. 무처리한 밤은 저장 2일째 결과에서 색, 냄새, 맛, 조직감, 신선도 및 종합적인 기호도에서 대조구보다는 낮은 점수를 받았으나 다른 처리구들과 큰 차이를 나타내지는 않았다. 평가 항목중 색깔은 저장한지 7일이 되었을 때 다른 처리구들이 대조구와 유의적인 차이가 없게 나타난 반면 무처리구는 이때부터 색깔의 변화가 나타났음을 알 수 있었다. 그 밖에 냄새, 조직감, 맛은 저장 14일 이후부터 좋지 못함을 알 수 있으며 이것으로 보아 무처리 간밤의 유통기한은 대략 14일 이내 임을 추측할 수 있다. 신선도는 저장 7일째부터 떨어지기 시작하였으며 전체적인 기호도 평가에서 저장 14일 후부터는 품질이 현저히 낮아짐을 알 수 있다. 명반수로 처리한 간밤은 색에 있어서 저장 14일째까지 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않음으로써 다른 처리구들과 비교할 때 가장 우수한 결과를 나타내었다. 반면 냄새, 조직감, 맛, 신선도는 전해산화수 보다는 다소 낮았으나 대체적으로 저장 14일까지는 다른 시료들과 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다.

간밤을 전해산화수로 처리했을 시 색깔은 저장 21일째까지 대조구와 차이가 없었으며, 조직감과 신선도도 색과 마찬가지로 저장 21일까지는 우수한 것으로 나타났다. 저장 14일 까지는 냄새와 맛에 있어서도 대조구와 유의적인 차이가 없었으며, 저장 21일이 되었을 때도 무처리구와 명반수 처리구보다는 전체적인 기호도에서 높은 저장효과를 나타내었다. NaCl 첨가 전해산화수 처리구는 색도, 조직감 및 신선도가 모두 저장 21일, 냄새와 맛, 전체적인 기호도는 모두 저장 14일째 유의적인 차이가 나타나기 시작했으나 맛을 평가했을 시 다른 처리구들 중에서 가장 낮은 점수를 나타내었다. 이는 NaCl의 고유한 짠맛 때문이라고 생각되며, 저장·유통시 소비자들의 기호를 고려해볼 때 중요한 문제라고 생각된다. 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구에 있어서 유자와즙 첨가 전해산화수 처리구는 저장 21일째까지 전해산화수와 NaCl을 제외하고는 대조구와 가장

Table 3-7. Sensory evaluation of peeded chestnut with various treatments during storage at -2℃¹⁾

Parameter	Sample	storage time (day)				
		0	7	14	21	28
Color	Untreated	4.0 ^c	4.2 ^b	3.8 ^c	5.0 ^b	3.0 ^d
	0.1% APS ²⁾	7.2 ^{ab}	6.8 ^a	6.2 ^b	4.8 ^b	5.4 ^b
	EOW ³⁾	7.4 ^{ab}	6.4 ^a	6.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}	4.6 ^{bc}
	+ ⁴⁾ NaCl 0.85%	7.6 ^a	6.8 ^a	6.6 ^{ab}	6.2 ^{ab}	3.8 ^{cd}
	+Citron juice 0.5%	7.2 ^{ab}	7.2 ^a	5.6 ^b	5.0 ^b	3.4 ^{cd}
	+Lemon juice 0.5%	7.4 ^{ab}	6.8 ^a	6.0 ^{ab}	5.4 ^b	4.6 ^{bc}
Odor	Untreated	5.4 ^b	5.0 ^{ab}	5.6 ^b	4.4 ^{bc}	5.0 ^b
	0.1% APS	6.0 ^{ab}	5.2 ^{ab}	5.2 ^b	4.4 ^{bc}	4.2 ^b
	EOW	6.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}	5.8 ^b	4.0 ^{bc}	5.4 ^b
	+NaCl 0.85%	6.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}	4.8 ^b	3.8 ^c	4.0 ^b
	+Citron juice 0.5%	6.8 ^{ab}	5.6 ^{ab}	5.4 ^b	4.0 ^{bc}	4.6 ^b
	+Lemon juice 0.5%	6.6 ^{ab}	4.8 ^b	4.8 ^{ab}	5.6 ^{ab}	5.0 ^b
Texture	Untreated	5.6 ^a	6.6 ^{ab}	6.2 ^{ab}	3.6 ^b	4.4 ^{bc}
	0.1% APS	6.4 ^a	5.6 ^{bc}	4.6 ^c	4.2 ^b	4.0 ^{bc}
	EOW	5.6 ^a	6.0 ^{abc}	5.6 ^{abc}	3.8 ^b	4.2 ^{bc}
	+NaCl 0.85%	6.2 ^a	6.0 ^{abc}	5.8 ^{abc}	4.6 ^b	3.4 ^c
	+Citron juice 0.5%	7.2 ^a	5.0 ^c	5.6 ^{abc}	3.6 ^b	3.8 ^c
	+Lemon juice 0.5%	6.8 ^a	5.4 ^{bc}	5.4 ^{bc}	5.4 ^{ab}	5.2 ^b
Taste	Untreated	4.8 ^b	5.2 ^b	5.2 ^{ab}	3.6 ^c	5.6 ^b
	0.1% APS	5.6 ^{ab}	5.4 ^{ab}	4.8 ^b	4.4 ^{bc}	4.2 ^{cd}
	EOW	6.0 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.6 ^{ab}	3.4 ^c	5.0 ^{bc}
	+NaCl 0.85%	6.0 ^{ab}	6.0 ^{ab}	4.0 ^b	2.6 ^c	3.2 ^d
	+Citron juice 0.5%	7.0 ^a	5.0 ^b	5.4 ^{ab}	3.2 ^c	5.2 ^{bc}
	+Lemon juice 0.5%	6.4 ^{ab}	4.8 ^b	4.0 ^b	5.8 ^{ab}	5.6 ^b
Freshness	Untreated	4.4 ^b	5.4 ^b	4.6 ^b	3.6 ^b	3.6 ^{bcd}
	0.1% APS	5.2 ^b	5.6 ^b	4.8 ^b	4.2 ^b	2.6 ^d
	EOW	5.4 ^{bc}	5.6 ^b	5.6 ^b	4.4 ^b	3.6 ^{bcd}
	+NaCl 0.85%	6.2 ^{abc}	5.6 ^b	4.8 ^b	4.6 ^b	2.8 ^{cd}
	+Citron juice 0.5%	7.4 ^a	4.4 ^b	5.0 ^b	4.0 ^b	4.2 ^{bc}
	+Lemon juice 0.5%	7.0 ^{ab}	5.2 ^b	4.6 ^b	5.6 ^{ab}	4.8 ^b
Overall	Untreated	4.0 ^b	5.0 ^{bc}	4.8 ^{bc}	3.6 ^b	4.0 ^{cd}
	0.1% APS	4.8 ^b	5.4 ^b	5.0 ^{bc}	4.2 ^b	3.8 ^{bd}
	EOW	5.2 ^{ab}	5.0 ^{bc}	5.8 ^{ab}	4.0 ^b	4.6 ^c
	+NaCl 0.85%	6.0 ^{ab}	5.4 ^b	4.2 ^c	3.8 ^b	3.0 ^d
	+Citron juice 0.5%	7.4 ^a	4.2 ^c	5.4 ^{bc}	3.8 ^b	4.8 ^{bc}
	+Lemon juice 0.5%	6.8 ^{ab}	5.8 ^b	5.2 ^{bc}	5.6 ^{ab}	5.8 ^b

¹⁾ Each value represent the mean of the rating by 5 judges using 9-point scale (1:extremely poor 5:medium 9:extremely good)

²⁾ Aluminium potassium sulfate.

³⁾ Electrolyzed oxidizing water.

⁴⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

^{abcd} Means with same superscripts in a column are not significantly different(p <0.05)

유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구 역시 저장 21일째까지 색을 유지하는데 탁월한 효과를 보이는 것으로 나타났다. 냄새와 조직감은 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구 모두 저장 21일, 맛은 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구가 각각 14일, 28일, 신선도 및 전체적인 기호도는 모두 저장 28일까지 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

신선도 및 전체적인 기호도를 중심으로 상품성의 한계점수를 4점으로 하였을 때, 무처리한 경우 저장 가능한 기간은 14일, 명반수와 전해산화수 및 NaCl 첨가 전해산화수 처리구는 21일, 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구는 저장 상태에 따라 28일까지도 저장이 가능한 것으로 판단된다.

4. 요약

다양한 침지 저장액에 의한 간밤의 갈변억제에 따른 저장 효과를 비교하였다. 총 폴리페놀의 함량은 저장 초기에 13.36 mg%로 매우 낮게 나타났으나, 무처리구는 저장 17일까지 59.12 mg%로 증가 후 다시 감소하였다. 전해산화수 처리구는 저장 8일에 61.02 mg%로 갑작스런 증가를 보인 후 감소하였고, 그 외의 처리구에서는 저장 초기에 미세한 변화를 보이다가 저장 11일에 갑작스럽게 증가하는 경향을 나타내었다. Polyphenol oxidase 활성의 변화는 기질의 증가시기보다 조금 앞서 증가되기 시작하였으며, 무처리구가 저장 11일에 1,152 units로 가장 높은 활성을 나타내었다. 그리고 명반수 처리구가 저장 8일에 1,117 units로 다른 처리구에 비하여 높은 활성을 나타내었다. 4주간 저장하였을 때에는 유자와 레몬과즙 첨가 전해산화수 처리구가 각각 143.3 units와 180.22 units를 나타내어 타 처리구에 비하여 갈변이 억제되는 것으로 나타났다. 색도 및 관능검사를 통하여 저장기간을 예측하여 본 결과, 무처리구의 경우는 14일, 명반수, 전해산화수 및 NaCl을 첨가한 전해산화수의 경우는 21일, 유자와 레몬을 첨가한 전해산화수 처리구는 28일까지도 저장이 가능한 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 농림부 : 식품수급표, p 112~169.(1997)
2. Park, I.S., Kim, S.K. and Kim, C.S. : Physiochemical properties of chestnut starch. *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.*, **25**, 218~223(1985)
3. Kuroki, M. and Uritani, I. : Isolation and identification of two coumarin derivatives from Japanese chestnut. *Agri. Biol. Chem.*, **30**, 78~82(1966)
4. Ha, B.S., Bae, M.S., Jeong, T.M., Sung, N.J. and Son, Y.O. : Studies on constituent variation during storage after freeze-drying of chestnut. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **14**, 97~105(1982)
5. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. : Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 278~282(1998)
6. Whitaker, J.R. and Lee, C.Y. : (Recent advances in chemistry of enzymatic browning) Enzymatic browning and its prevention. American Chemical Society, Washington, D.C., ACS symposium series 600:2~7(1995).
7. Oh, S.H., Kim, Y.H. and Lee, S.N. : Purification and properties of the peroxiase in *Castanea Semen*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 506~514(1987)
8. Pizzocaro, F., Torreggiani, D. and Gilardi, G. : Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *J. Food Proc. Pres.*, **17**, 21~30(1993)
9. 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. : Control of enzymatic browning in apple with ascorbic acid, derivatives, polyphenol oxidase inhibitors, and complexing agents. *J. Food Sci.*, **54**, 997~1002(1989)
10. Saper, G.M. and Miller, R.L. : Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphates. *J. Food Sci.*, **57**, 1132~1135(1992)

11. 堀田 國元 : 强酸性電解水の殺菌機構と応用. *食品と開發*, **33**, 5~7(1998)
12. Hotta, K. : Acidic electrolyzed saline solution : Its antimicrobial activity and factors, and practical applications. International symposium on biotechnology current status & prospects (Korea university) 3~9(1997)
13. 小宮山 寛機 : 電解水の安全性. *食品と開發*, **33**, 8~9(1998)
14. 박형우 : 기능수의 연구동향. *식품기술*, **9**, 151~177(1996)
15. Brecht, J.K., Sabaa-Srur, A.U.O., Sargent, S.A. and Bender, R.J. : Hypochlorite inhibition of enzyme browning of cut vegetables and fruit. *Acta-Horticulturae*, **343**, 341~344(1993)
16. A.O.A.C. : Official methods of analysis. 15th ed. The Association of Official Analytical Chemistry. Washington, D.C. (1990)
17. Takahashi, T., Abe, K. and Chachin, K. : Effect of air-exposure at low temperature on physiological activities and browning of shredded cabbage(in Japanese). *J. Japanese Soc. Food Sci. Technol.*, **43**, 663~667(1996)
18. Jung, S.W., Park, K.J., Park, K.J., Park, B.I. and Kim, Y.H. : Surface sterilization effect of electrolyzed acid-water on vegetable. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1045~1051(1996)
19. Park, S., Kang, J.Y. and Kang, S.C. : Improvement in storage stability of export peeled chestnuts using electrolyzed acid-water. *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.*, **41**, 545~549(1998)
20. Shin, D.H., Oh, M.J. and Kim, S.Y. : Effect of heat treatments on the chemical compositions of flesh in chestnut processing. Res. Rep. Agri. Sci. Tech. Chungnam Univ., Korea **8**, 117~125(1981)
21. 김동훈 : 식품화학. 탐구당, 서울, p. 427(1998)
22. 김종훈 : 국내산 밤호박을 이용한 가공제품개발 및 간밤의 활용도 증진을 위한 동결처리 연구. 농림부보고서, G1324-0003, (2000)
23. 식품첨가물공전 I : p 508(1997)
24. SAS institute, Inc. SAS User's Guide : Statistical Analysis System Institute, 5th ed., Cary, NC, USA (1985)
25. 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사. 학연사, 서울, p.149~155(1998)

제 3 절 수출용 간밤의 침지 보관액에 따른 저장 효과

1. 서론

국내의 밤 생산량은 1970년대 연평균 만 2천 톤을 생산한 이후 지속적인 증가를 보여 1998년에 13만 톤에 달하는 세계 제 1위의 생산국으로 자리매김하였다⁽¹⁾. 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⁽²⁻³⁾, 저온저장⁽⁴⁾, PE film의 두께별 저장효과^(3,5) 및 방사선 조사법^(3-4,6-7)이 보고되었고, 밤 성분 변화에 관한 연구로는 저장 중에 지질 성분의 변화⁽⁸⁻¹⁰⁾, 저장 중의 성분변화⁽¹¹⁾, 밤의 아미노산 조성⁽¹²⁾, 동결건조 후 성분의 변화⁽¹³⁾에 관한 연구보고는 있으나 수출용 간밤의 저장액에 관한 연구는 매우 미흡하여 전해산화수를 저장액으로 이용한 연구⁽¹⁴⁾가 일부 시도되기는 하였으나 저장액의 변화만을 살펴보았을 뿐 저장액을 달리하였을 때 밤 성분의 변화에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 전해산화수 및 유자과즙을 첨가한 전해산화수를 침지 저장액으로 사용하여 수출용 간밤의 품질 및 유통기간 연장에 미치는 효과를 조사하고자 간밤의 일반성분, vitamin C, 당, 및 아미노산의 함량 변화로 비교 분석하였다.

2. 재료 및 방법

가. 재료

본 실험에 사용한 밤은 (주) 정안농산에서 일본으로 수출하는 2000년산 간밤으로, 대구 인근에서 수확된 밤의 외피와 내피를 깎은 후 얼음에 채워 운반한 것을 사용하였다.

나. 저장액 제조 및 시료처리

간밤의 침지 저장액으로 사용할 전해산화수는 전해산화수생성기(GTB-1200, (주) 경우테크, Korea)로 제조한 산화환원전위 및 pH가 각각 1,120~1,150 mV, pH 2.4~2.7인 전해산화수를 사용하였다. 그리고 전해산화수의 빙점을 강하시키기 위하여 사용된 빙점강하제로는 1999년 11월 완도 고금에서 수확한 유자를 외피, 내피를 제거한 후 착즙·여과한 유자과즙을 사용하였다. 첨가비율은 관능평가에 따라 빙점강하제의 맛과 향을 거의 느낄 수 없고, 산화환원전위(Oxidation-Reduction Potential: ORP)를 1,000 mV 이상으로 유지시킬 수 있는 수준인 0.5%로 결정하였다.

저장시험용 간밤은 수작업으로 박피한 밤을 증류수에 세척하고, 시료중량의 5배인 전해산화수에 10분간 침지한 후 탈수하였다. 간밤과 침지액의 비율은 1:1(w/v)이 되도록 하고, 얼음첨가구는 침지 보관액의 1/2를 얼음으로 대체한 후 0.03 mm 두께의 PE film에 액 500 g 씩 포장하여 $-2^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 가 유지되는 저장고에서 25일간 저장하였다.

다. 일반성분의 분석

간밤의 수분은 상압가열건조법⁽¹⁵⁾으로, 조지방은 soxhlet's 추출법⁽¹⁵⁾을, 조단백질은 macro-kjeldahl법⁽¹⁵⁾을 사용하여 정량하였으며, 저장액의 pH는 pH meter(Suntex 2000A, USA)로 측정하였다. 환원당 및 HCl로 산가수분해한 총당의 분석은 DNS법⁽¹⁵⁾을 사용하여 glucose 함량으로 나타내었다.

라. Sucrose의 분석

분쇄한 시료 5 g을 취하여 80% ethanol 20 mL로 추출하고 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC에 주입하여 분석하였다. 이때 사용한 column은 carbohydrate analysis column(waters, USA), column 온도는 37℃, 검출기는 RI detector (830-RI, Jasco, Japan)를 사용하였으며, 이동상은 acetonitril:water= 75:25(v/v)로 유속은 1.2 mL/min으로 분석하였다.

마. Vitamin C 분석

세절한 간밤 10 g을 취하여 5% HPO₃ 90 mL를 가하여 충분히 마쇄, 침출하였다. 이것을 15분간 냉장고에 방치한 후 3000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 사용하여 hydrazine 비색법⁽¹⁵⁾으로 총 Vitamin C 함량을 측정하였다.

바. 구성아미노산의 분석

시료 약 2.0 g을 정확히 취하여 ample에 넣고 6 N HCl 15 mL를 가한 다음 N₂로 치환하여 신속하게 밀봉하였다. 이를 110℃ oven에서 24시간 가수분해시킨 뒤 방냉하여 탈이온수로 50 mL 정용플라스크에 정용 후 0.2 μ m membrane filter로 여과한 후 적당하게 희석하여 AccQ-Tag 방법⁽¹⁶⁾으로 유도체화시키고, 이 중 10 μ L를 취하여 HPLC(Jasco, Japan)에 주입하여 아미노산을 분석하였다. column은 Nova-Pak C₁₈(3.9×150 mm), 검출기는 fluorescence (Jasco FP-920, Japan, Ex 250 nm, Em 395 nm), 칼럼온도는 37℃였으며, 이동상은 trimethylamine을 첨가한 0.14 M sodium acetate(pH 5.0)와 60% acetonitril로 gradient method를 사용하여 분석하였다.

사. 관능검사

처리구별에 따른 각 시료의 관능평가는 선발된 6인의 패널요원이 색, 냄새, 맛, 조직감, 신선도 및 종합적인 기호도 등의 항목을 비교평점법으로 평가하였고, 이 때 대조구로 쓰인 신선한 밤의 점수 8.0을 기준으로 하여 비교하였으며, 유의성 검증은 SAS를 이용한 Duncan의 다범위 검정으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 침지 저장액의 pH 변화

간밤의 저장시 사용한 0.1% 명반수와 다양하게 처리된 침지저장액의 저장 중 pH 변화는 Fig. 3-8과 같다. 전해산화수와 유자과즙을 첨가한 전해산화수 처리구의 초기 pH는 pH 2.5였으며, 얼음을 첨가한 처리구에서도 초기 pH 값은 거의 차이를 나타내지 않았으나, 저장 5일에 급격하게 증가한 후 유지되는 경향을 나타내었다. 반면 현재 수출용 간밤의 저장액으로 사용되는 0.1% 명반수는 pH 4.19 였던 초기 pH가 저장 기간 동안 일정하게 유지되는 것을 볼 수 있었다. 이는 전해산화수가 유기물에 닿는 순간 그 물성이 보통의 물과 흡사하게 변화되기 때문⁽¹⁷⁾이라 사료되며, 이와 같은 결과는 pH 2.5였던 전해산화수가 저장 1일에 pH 3.8로 증가하였다가 이후에는 완만하게 변화하였다는 박 등⁽¹⁴⁾의 보고와는 상이한 결과로 유자과즙을 첨가한 전해산화수와 얼음을 함께 저장한 경우가 저장 5일 후 가장 크게 증가하여 pH 5.61을 기록하였고, 전해산화수에 얼음을 넣어 저장한 경우가 pH 4.08로 가장 적은 폭은 상승을 보였다. 초기에 전해산화수의 pH가 2 정도인 것은 세균의 최적 생육 pH가 7~8, 효모와 곰팡이가 pH 4~5인 것을 미루어볼 때 초기의 미생물수를 감소시켜 부패의 요인을 줄이는 효과를 누릴 수 있으며, 저장 이후 pH가 5~6이 되어도 저장 온도가 -2℃이므로 미생물의 생장을 정지시킬 수 있어 밤을 저장하는데 큰 효과를 누릴 수 있을 것으로 생각된다.

나. 일반성분의 함량 변화

생밤의 수분함량이 약 61% 정도⁽¹³⁾인데 비하여 본 실험의 간밤의 수분함량은 초기에 72.46%로 높게 나타났다. 이는 수출용 간밤의 외피와 내피 제거시 오랜 시간을 물 속에 담귀 보관하고 여러 번의 세척을 거친 후 얼음에 넣어 출하되기 때문으로 생각되어진다. Fig. 3-9에 나타낸 수분함량의 변화를 살펴보면, 얼음과 함께 저장한 처리구에서 다른 처리구에 비하여 저장 5일까지 수분이 증가되었다가 감소하는 경향을 보였으며, 다른 처리구들은 저장기간 동안 계속적으로 수분이 감소되었으나 명반수 처리구의 경우 저장 15일 이후 급격한 수분

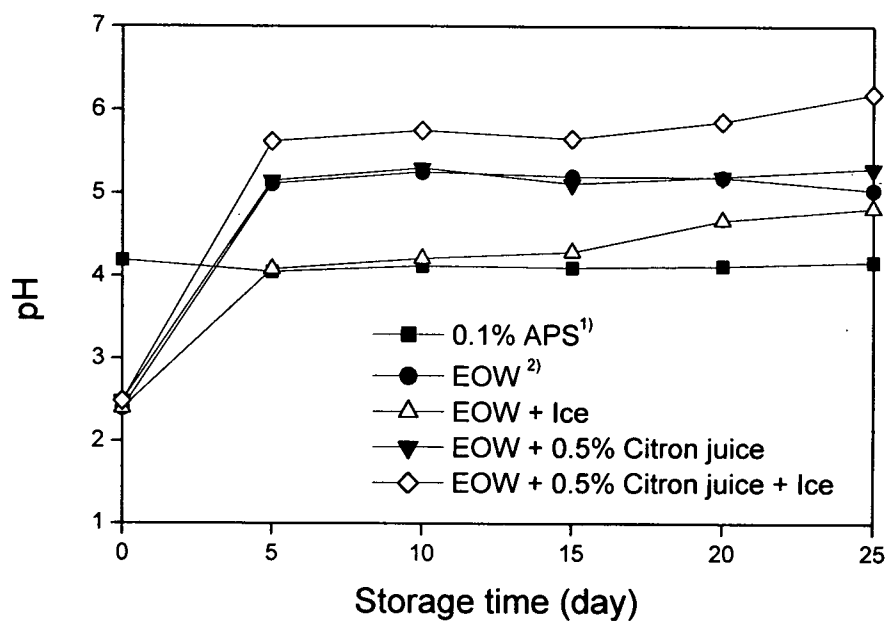


Fig. 3-8. Changes in pH of immersion liquids used for storing peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

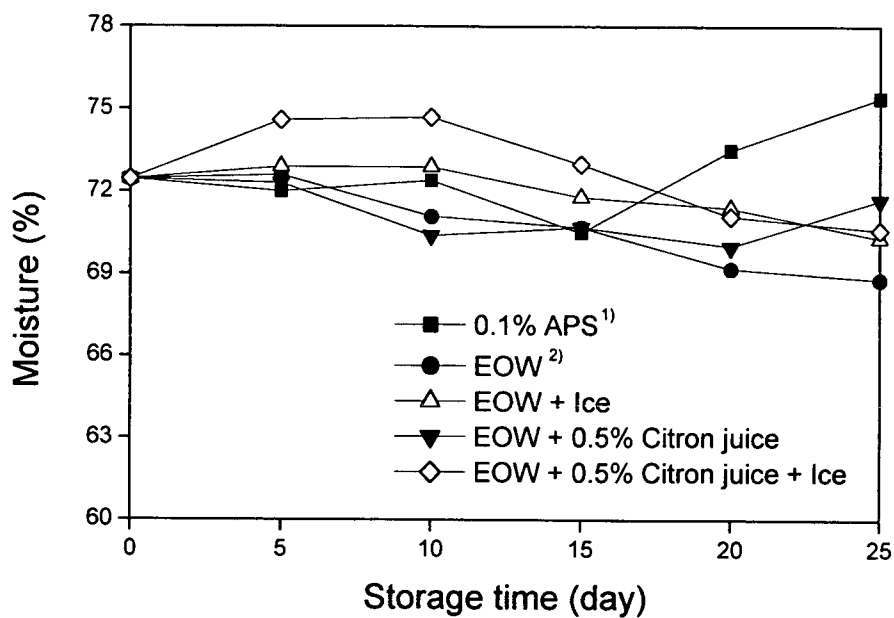


Fig. 3-9. Changes in moisture contents of peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

증가현상을 보여 20일째에 75%로 상품의 가치를 잃는 것으로 판명되었다. 조지방의 함량은 0.9%정도라고 보고한 나 등⁽¹¹⁾의 보고보다는 다소 적은 약 0.3%정도로 나타났으며 Fig. 3-10에 나타난 것과 같이 처리구간의 차이를 발견하지 못하였다. 간밤 저장시 조단백질은 Fig. 3-11에서와 같이 저장기간에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 단백질 질소 외에 암모니아태 질소, 기타의 가용성 비단백질 질소화합물질의 용출에 의한 것⁽¹⁸⁾으로 보여진다.

다. Vitamin C의 함량 변화

간밤 저장에 따른 vitamin C의 함량 변화를 보면 Fig. 3-12와 같다. 과실 채소의 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 등⁽³⁾의 결과와는 달리 본 실험의 저장 초기의 vitamin C 함량은 16.83 mg%로 매우 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 17.05 mg%로 함량이 증가한 것은 저장기간 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 25일 후에 초기치의 40%로 감소되었으며, 전해산화수가 33%, 명반수 처리구가 저장 기간 내내 가장 낮은 vitamin C 함량을 나타내다가 저장 25일에 초기치의 29%로 감소되었다. 따라서 저장 중의 vitamin C의 함량을 최소한으로 줄이기 위해서는 vitamin C를 첨가한 전해산화수를 저장액으로 사용하는 것이 가장 효과적인 것으로 판명되었다.

라. 환원당, 총당 및 Sucrose의 함량 변화

간밤의 저장 중에 환원당 및 총당 함량의 변화는 Fig. 3-13 및 3-14와 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, 생을을 수침시 환원당의 증가현

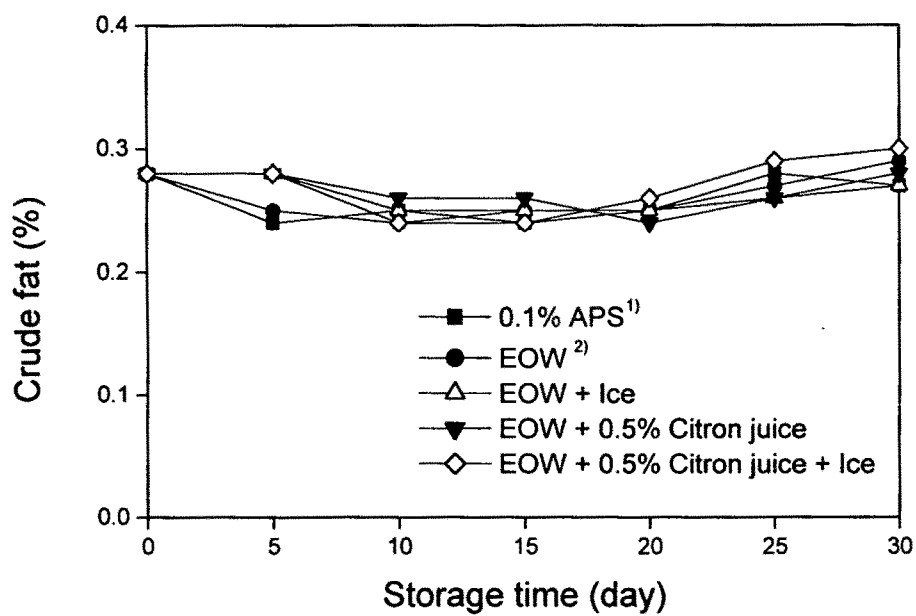


Fig. 3-10. Changes in crude fat contents of peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

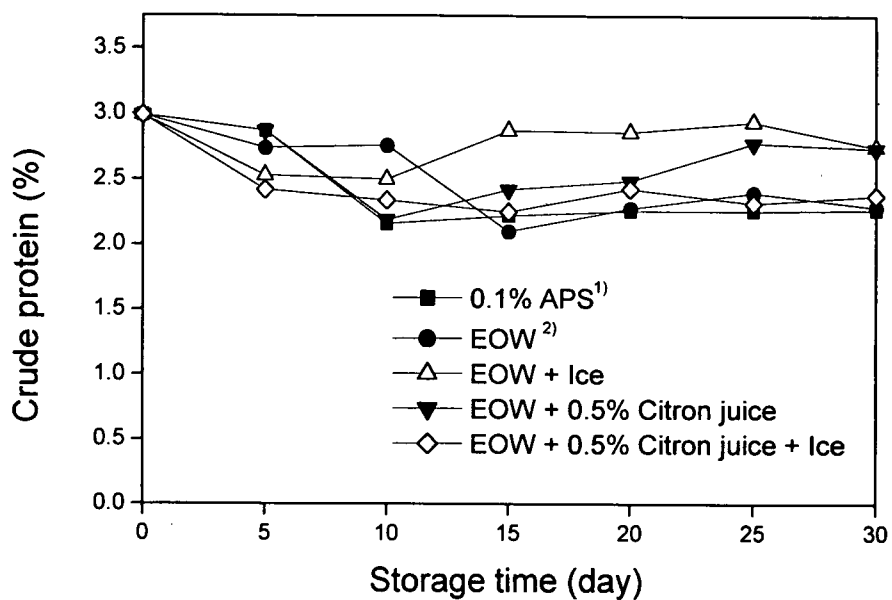


Fig. 3-11. Changes in crude protein contents of peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

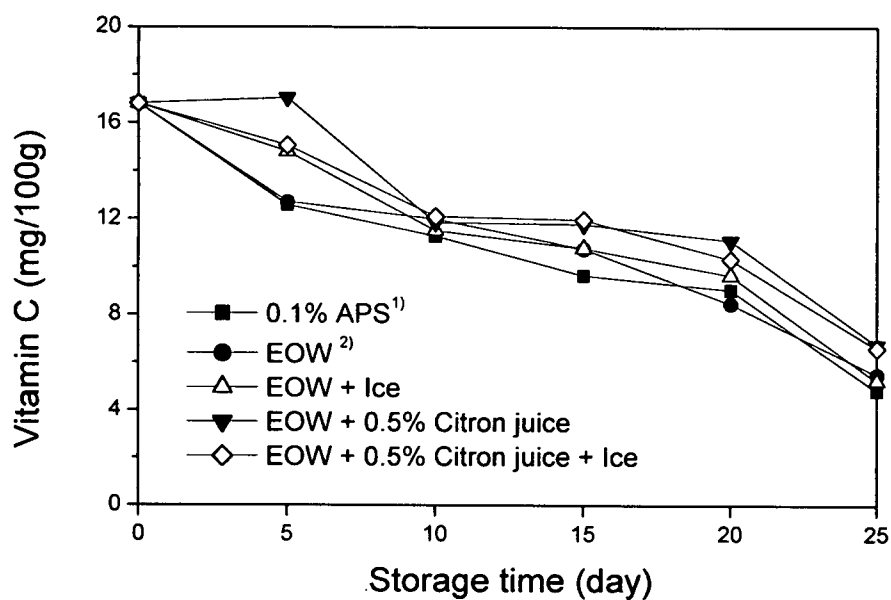


Fig. 3-12. Changes in vitamin C contents of peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

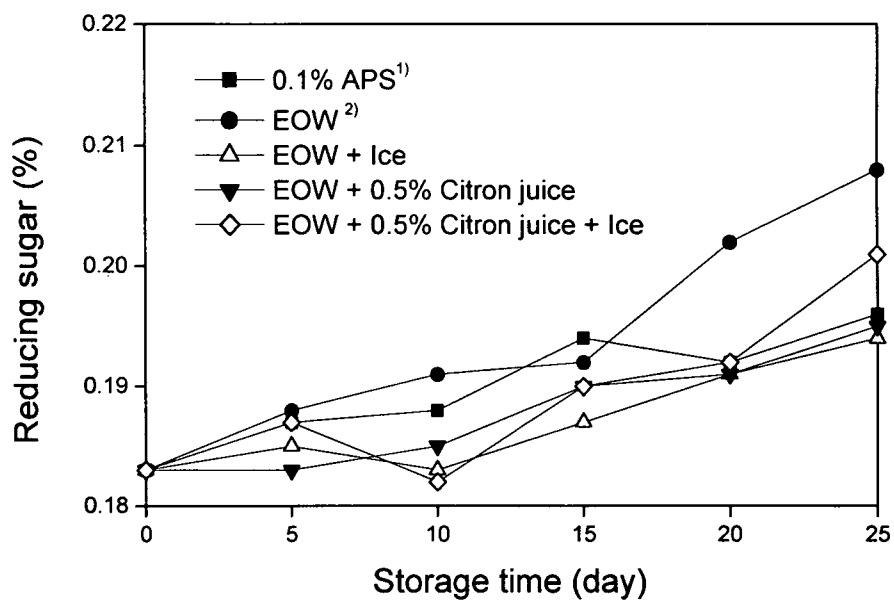


Fig. 3-13. Changes in reducing sugar contents of peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

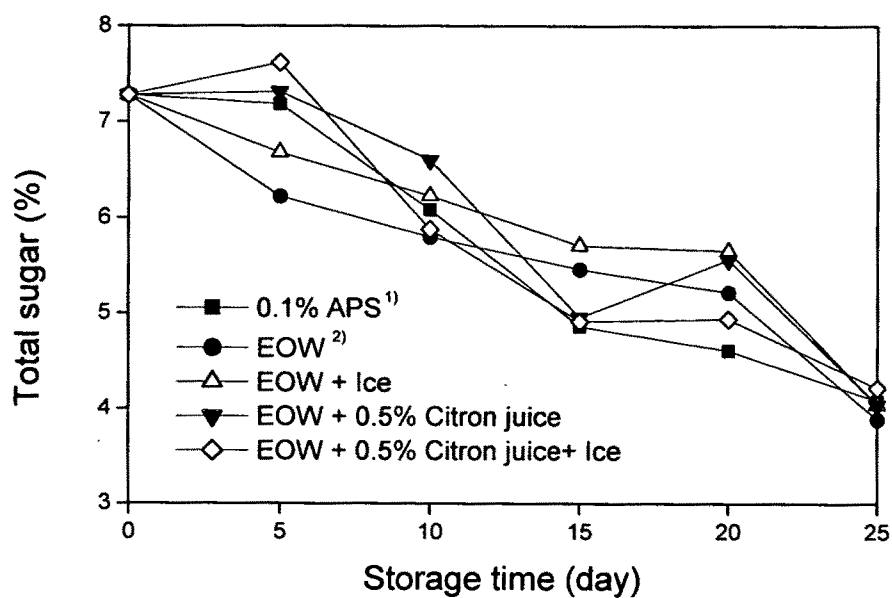


Fig. 3-14. Changes in total sugar contents of peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

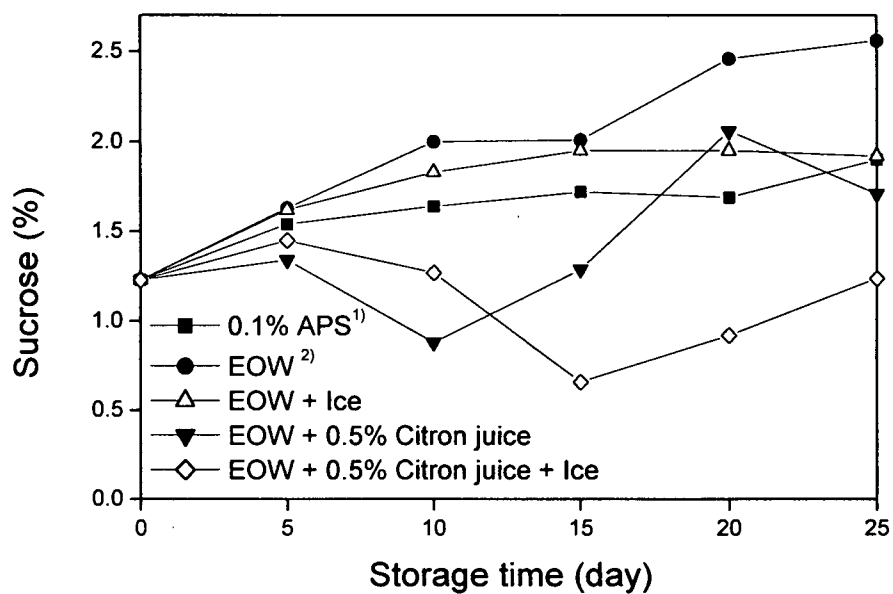


Fig. 3-15. Changes in sucrose contents of peeled chestnut during storage

¹⁾ Aluminium Potassium Sulfate

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

상을 관찰할 수 있었다는 신 등⁽¹⁹⁾의 보고와 마찬가지로 얼음을 첨가하지 않은 전해산화수, 명반수, 유자과즙을 첨가한 전해산화수에 수침하여 저장한 경우 얼음을 첨가한 것보다 더 많은 증가를 보였다. 총당은 유자과즙과 얼음을 첨가한 전해산화수에 수침한 경우 저장 5일에 소폭 증가하였으나 그 외의 시험구는 저장기간에 따라 급격히 감소하는 것을 볼 수가 있었으며, 저장 5일까지 가장 큰 폭으로 감소한 전해산화수구는 이후 완만한 감소경향을 보였으며, 명반수 저장 시에는 저장 5일까지 총당의 변화가 거의 없었으나 이후 저장 20일에 초기치의 67%로 가장 크게 감소하였다. 명반수에 저장한 경우 총당은 가장 큰 폭으로 감소하였으나 환원당량은 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⁽¹¹⁾, 본 실험에 사용된 간밤은 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 보고⁽⁵⁾에 따라 -2℃의 저온에서 보관한 본 실험의 경우 sucrose 함량만을 측정할 수 있었다. 간밤 저장 중 sucrose 함량의 변화는 Fig. 3-15와 같다. 초기 전해산화수에 저장한 경우 저장기간 내내 가장 큰 증가현상을 보였으며, 전해산화수에 얼음을 첨가한 시료, 명반수 순으로 증가되었다. 이와는 조금 다르게 유자과즙을 첨가한 경우에는 저장 5일에 소폭 상승하였다가 10일까지 감소한 후 다시 증가하는 경향을 보였으며, 얼음을 첨가한 경우는 15일까지 감소하였다가 완만하게 상승하였다. 저장기간에 따라 sucrose 함량이 증가하는 이유는 밤 과실의 전분이 분해되어 sucrose가 축적되기 때문으로 생각된다.

마. 구성아미노산의 변화

Table 3-8은 간밤의 저장 중에 아미노산 조성의 변화를 나타낸 것이다. 실험 중 가수분해 과정에서 tryptophan은 모두 파괴되며, asparagine과

Table 3-8. Changes in amino acid content of peeled chestnut during storage time (Unit: mg/100g)

	Control	A		B		C		D		E	
		15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Asp ¹⁾	736.8	619.7	478.2	641.4	627.2	488.9	703.0	513.8	612.6	548.0	938.9
Ser	71.1	72.8	76.8	66.7	79.0	56.5	91.0	47.6	85.5	57.0	94.6
Glu ²⁾	439.2	441.3	415.3	393.4	359.5	348.0	436.9	319.8	349.6	353.7	455.9
Gly	98.0	101.4	92.3	87.5	98.8	78.7	107.5	74.1	97.0	80.1	99.6
His	59.6	59.6	52.9	55.4	47.9	53.0	53.8	46.4	51.2	51.6	61.9
Thr	83.7	85.2	74.0	71.7	72.7	71.1	86.0	52.2	90.4	65.0	97.7
Arg	163.8	166.7	181.1	171.0	147.5	130.0	198.3	120.7	148.2	140.6	177.4
Ala	134.2	141.5	140.8	141.1	151.1	124.1	161.0	110.6	128.0	125.3	177.2
Pro	96.7	117.5	95.4	91.9	102.9	91.9	107.3	78.6	105.5	91.9	116.9
Cys	22.3	58.1	77.2	65.9	65.1	65.1	81.2	57.1	75.8	62.7	74.6
Tyr	36.5	48.5	50.9	45.8	50.9	41.3	58.6	40.7	59.2	43.6	59.5
Val	113.9	127.9	95.5	119.5	96.1	106.4	100.0	99.1	101.8	113.0	107.5
Met	17.6	22.8	22.9	23.4	19.9	21.7	20.4	19.2	17.6	22.6	29.5
Lys	136.5	137.5	117.3	128.2	111.4	114.5	116.7	107.6	113.4	116.7	125.7
ILe	87.1	98.9	74.0	96.2	73.9	80.7	77.7	75.5	79.8	88.5	78.6
Leu	134.8	149.0	119.3	145.8	121.1	121.3	130.0	113.8	123.3	133.5	143.4
Phe	76.3	99.2	69.2	88.8	67.8	78.1	73.2	79.5	73.9	82.1	81.6
Total	2508.1	2547.6	2233.1	2433.7	2292.8	2071.3	2602.6	1956.3	2312.8	2175.9	2920.5

¹⁾ Asp : aspartic acid

²⁾Glu : glutamic acid

A : Peeled-chestnut was stored in 0.1% Aluminium Potassium Sulfate solution

B : Peeled-chestnut was stored in Electrolyzed oxidizing(EO) water

C : Peeled-chestnut was stored in EO water and ice(v/w 1:1)

D : Peeled-chestnut was stored in EO water added 0.5% citron juice

E : Peeled-chestnut was stored in mixture(w/v 1:1) of ice and EO water containing 0.5% citron juice

glutamine은 각각 aspartic acid와 glutamic acid로 전환되어 그 함량을 측정할 수 없다⁽¹²⁾. 저장 초기 간밥 중에는 aspartic acid가 736.8 mg/100g로 가장 많은 양이 함유되어 전체의 30%를 차지하였고, 그 다음으로 glutamic acid가 전체의 17.5%, arginine이 6.5%, Lysine이 5.44%, Leucine이 5.37%, Alanine 5.35% 순으로 많이 함유되어 있었다. Desmaison의 보고⁽¹²⁾에 따르면 밤과옥이 숙성되는 동안 asparagine, glutamine이 저장 단백질의 전구체가 되어 단백질 생합성에 관여하기 때문에 숙성과의 아미노산 중 asparagine과 glutamine이 높은 함량을 나타낸다고 한 것과 같이 수확직후 가공처리하여 저장한 본 실험의 밤에서도 이 두 아미노산의 함량이 가장 높게 나타났고, 저장 기간에 따라 대체적으로 감소하는 경향을 나타내었다. Aspartic acid은 명반수와 전해산화수에 침지하여 저장한 경우 감소율의 차이는 있었지만 저장기간에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보인 반면에 얼음을 첨가한 경우와 유자과즙을 첨가한 경우에는 저장 15일까지 감소하였다가 저장 25일에 증가하는 경향을 보였으며, 이 중 특히 유자 첨가 전해산화수와 얼음을 동시에 첨가한 경우에는 25일째의 aspartic acid 함량이 초기 함량의 27%나 증가하는 현상을 보였다. 이와 같은 현상은 glutamic acid 함량의 변화에서도 동일하게 나타나는 데 증가율은 크지 않지만 얼음과 유자과즙을 동시에 첨가한 전해산화수의 경우 저장 25일째에 저장 초기보다 16.7 mg/100g이 증가한 것으로 나타났다. 저장 초기와 저장 25일째의 아미노산 총량을 비교하면 명반수, 전해산화수, 유자첨가 전해산화수에 침지한 경우는 감소하였으나, 얼음을 첨가한 두 실험구에서는 그 총량이 크게 증가한 것을 볼 수 있었다. 이를 조단백질 함량의 변화와 비교한 결과 함량이 증가하는 시점이 달라 이 실험 결과만으로는 얼음을 첨가한 경우 아미노산이 증가하는 이유를 명백히 밝힐 수 없는 바 앞으로 이에 대한 연구가 보완되어야 할 것으로 사료된다.

또한 저장 중에 필수아미노산인 threonine, valine, leucine, isoleucine, lycine, methionine, phenylalaine의 총량은 저장 15일에 명반수 저장시 720.5 mg/100g로 증가하였고, 전해산화수는 673.6 mg/100g로 소량 증가하였으며, 저장 25일에는 두 시험구 모두 감소하여 각각 572.2 mg/100g, 562.9 mg/100g을 나타내었다. 이와는 상이하게 나머지 시험구들은 저장 15일에 감소하였다가 저장 25일에 증

가하였으며 이 중 유자과즙과 얼음을 동시에 넣은 전해산화수에 저장한 경우 저장 15일에 621.4 mg/100g, 저장 25일에 664 mg/100g로 필수아미노산의 함량의 변화 폭이 가장 적게 나타나 장기간 저장하는 데에 가장 유리한 저장수로 판명되었다.

Methionine은 초기 함량에 비하여 저장 중의 함량이 더 높게 나타났으며, Cystein은 저장 기간이 길어질수록 크게는 얼음을 넣은 전해산화수가 3.6배, 적게는 전해산화수에 저장한 경우 2.9배의 증가를 보였다. 하이드록시 아미노산인 serine과 tyrosine은 저장 기간이 길어질수록 대체로 증가하는 경향을 보였으며, 방향족 아미노산 중 필수아미노산인 Phenylalanine은 모든 시험구가 초기 함량보다 저장 15일에 높은 함량을 나타내고 저장 25일에 감소하는 경향을 나타내었으며, 이외의 아미노산들은 눈에 띄는 변화는 관찰할 수 없었다.

바. 관능검사

간밤의 표면 색, 향 및 전체적인 기호도에 대하여 관능평가를 실시한 결과는 Table 3-9와 같다. 전반적으로 저장기간이 증가함에 따라 평점이 낮아졌으며 저장 25일째를 기준으로 비교했을 때 색(color)은 전해산화수에 유자과즙을 첨가하여 처리한 시료에서 가장 높은 점수를 보였고 그 다음이 명반수 처리이며 전해산화수만을 처리한 시료에서 가장 낮은 점수를 보였다. 향(flavor)의 경우 전해산화수에 유자과즙과 얼음을 첨가하여 처리한 시료에서 6.2로 가장 좋은 결과를 나타내었고 전해산화수만을 처리한 시료와 명반수처리의 시료가 이취가 많이 발생하는 결과를 보여주었다. 전반적인 기호도의 경우는 전해산화수에 유자를 첨가하여 처리한 시료가 5.2로 가장 높은 점수를 보였고 그 다음이 얼음까지 첨가해서 처리된 시료 순이었다. 이 순서는 색의 경우와 거의 일치하는 것으로 보아 전반적인 기호도는 향보다는 색에 의해 더 좌우된다고 판단할 수 있겠다.

Table 3-9. Sensory evaluation of peeled chestnuts during storage time

Treatments	Storage time(day)								
	5			15			25		
	Color ¹⁾	Flavor ¹⁾	Overall ²⁾	Color	Flavor	Overall	Color	Flavor	Overall
A	6.6±1.5 ^{ab}	4.8±1.1 ^{cde}	6.0±1.4 ^{bcd}	5.2±1.8 ^{bcd}	4.0±1.2 ^{de}	4.4±0.9	4.4±1.1 ^{cd}	3.0±1.1 ^e	4.2±1.5 ^{cd}
B	7.6±1.1 ^a	4.6±1.1 ^{cde}	5.0±1.9 ^{abcd}	6.4±1.1 ^{ab}	4.0±1.2 ^{de}	4.2±1.6 ^{cd}	3.8±0.8 ^d	2.8±0.8 ^e	3.2±1.1 ^d
C	6.0±2.2 ^{abc}	5.6±1.6 ^{bcd}	5.8±1.9 ^{abc}	4.6±2.0 ^{bcd}	5.4±1.6 ^{bcd}	5.00±1.5 ^{abcd}	4.2±1.3 ^{cd}	4.4±1.4 ^{cde}	4.6±1.5 ^{abcd}
D	7.4±0.9 ^a	5.8±1.9 ^{bcd}	5.2±1.3 ^{abcd}	6.0±1.2 ^{abc}	5.8±1.9 ^{bcd}	5.2±1.3 ^{abcd}	5.2±0.8 ^{bcd}	5.8±1.5 ^{bcd}	5.2±1.1 ^{abcd}
E	6.6±1.1 ^{ab}	8.0±1.0 ^a	6.6±1.3 ^a	5.8±0.8 ^{abc}	6.8±1.1 ^{ab}	6.4±1.1 ^{ab}	4.2±1.3 ^{cd}	6.2±1.6 ^{bc}	4.8±1.3 ^{abcd}

^{a-e} Means with the same letter are not significantly different(p<0.05)

¹⁾ 1: extremely bad, 9: extremely good

²⁾ 1: extremely unacceptable, 9: extremely acceptable.

A : Peeled-chestnut was stored in 0.1% Aluminium Potassium Sulfate solution

B : Peeled-chestnut was stored in Electrolyzed oxidizing(EO) water

C : Peeled-chestnut was stored in EO water and ice(v/w 1:1)

D : Peeled-chestnut was stored in EO water added 0.5% citron juice

E : Peeled-chestnut was stored in mixture(w/v 1:1) of ice and EO water containing 0.5% citron juice

4. 요약

전해산화수 및 유자과즙을 첨가한 전해산화수를 침지보관액으로 사용하여 수출용 간밤의 저장성 향상에 미치는 효과를 확인하고자 저장기간별 간밤의 성분 변화를 조사하였다. 전해산화수 처리구의 pH는 저장 초기에 pH 2.5로 미생물 사멸에 효과적이었고, 대일수출용 간밤에 사용하고 있는 명반수는 변색 억제에는 효과적이었으나 수분함량이 15일 이후 75%가 넘어 상품가치를 잃는 것으로 나타났다. Vitamin C 함량은 저장기간에 따라 대체적으로 감소하였으나 유자과즙을 첨가한 전해산화수에 침지한 경우 저장 5일에 17.05 mg%로 증가한 후 소폭 감소하여 처리구 중 손실율이 가장 적은 것으로 나타났다. 침지 처리한 간밤의 주 유리당은 sucrose이며, 주 아미노산은 aspartic acid와 glutamic acid로 각각 736.8 mg/100g, 439.2 mg/100g으로 나타났으며, 유자과즙과 얼음을 동시에 첨가한 전해산화수에 침지한 경우 aspartic acid 함량이 초기보다 27%나 증가하였다. 필수아미노산 총량은 유자과즙과 얼음을 동시에 첨가한 전해산화수에 저장하였을 때 감소율이 가장 적어 장기간 저장에 유리한 것으로 나타났으며, 관능평가 결과에서도 유자과즙을 첨가한 전해산화수 및 얼음을 첨가한 침지 저장액이 저장 효과가 우수한 것으로 평가되었다.

5. 참고문헌

1. FAO Production Yearbook.(1999)
2. Yim, H., Kim, C.O., Shin, D.W. and Suh, K.B. Study on the storage of chestnut. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **12**, 170~175(1980)
3. Shin, D.H., Bae, J.S. and Bae, K.W. Studies on the preservation of korean chestnut. *Korean J. Nutrition & Food*, **11**, 41~46(1982)
4. Hayashi, T., Ohta, H. Hayakawa, A. and Kawashima, K. Effect of gamma-irradiation and cold-storage on the sucrose content of chestnuts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **30**, 557~561(1983)
5. Lee, B.Y., Yoon, I.H., Kim, Y.B., Han, P.J. and Lee, C.M. Studies on storing chestnut(*Castanea crenata* var. *dulcis* Nakai) sealing with polyethylene film. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 331~335(1985)
6. Park, N.P., Kim, Y.J., Kim, S.K. and Rhee, C.O. Studies on the preservation of korean chestnut by gamma irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **9**, 36~40(1977)
7. Cho, H.O., Yang, H.S., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Kim, J.G. 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(1983)
8. Rhee, C.O. and Kim, Z.U. 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(1982)
9. Rhee, C.O., Kim, E.S. and Kim, D.Y. 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(1983)
10. Na, Y.A. and Yang, C.B. Changes of lipids in chestnut during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 437~445(1997)
11. Na, Y.A. and Yang, C.B. Changes of constituent components in chestnut during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1164~1170(1996)
12. Desmaison, A.M., Marcher, M.H. and Tixier, M. Changes in the free and total amino acid composition of ripening chestnut seeds. *Phytochem.*, **23**,

2453~2456 (1984)

13. Ha, B.S., Bae, M.S., Jeong, T.M., Sung, N.J. and Son, Y.O. Studies on constituent variation during storage after freeze-drying of chestnut. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **14**, 97~105(1982)
14. Park, S., Kang, J.Y. and Kang, S.C. Improvement in storage stability of export peeled chestnuts using electrolyzed acid-water. *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.*, **41**, 545~549(1998)
15. AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. The association of official analytical chemistry. Washington D.C.(1990)
16. Waters AccQ-Tag Amino acid analysis system; Operator's manual, manual number 154-02TP REV June, U.S.A(1993)
17. Li, X.W., Sun, S.H. and Li, T. Preliminary study of microbiocide effect and its mechanism of electrolyzed oxidizing water. *Chung Hua Liu Hsing Ding Hsueh Tsa Chih.*, **17**, 95~98(1996)
18. 高田 邦輔. 煮沸前後に於ける シ栗の果實成分の變化. *農業と開發.*, **8**, 103~109(1933)
19. Shin, D.H., Oh, M.J. and Kim, S.Y. Effect of heat treatments on the chemical compositions of flesh in chestnut processing. *Res. Rep. Agri. Sci. Tech. Chungnam Univ. Korea* **8**, 117~125(1981)

제 4 절 박피 토란(*Colocasia antiquorum* SCHOTT)의 침지 보관액에 따른 저장중 품질변화

1. 서론

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 알려져있다.

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 탄수화물중 전분질이며, 우리나라에서는 외피를 제거하고 물속에 하루 정도 침지한 후 이물과 헹잡물 등을 제거하여 토란국으로 요리하여 식용하고 있다.

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.

본 연구에서는 수출용 간밤의 유통형태와 유사하게 전처리하는 방법을 적용시켜 비교해봄으로써 토란의 저장성을 향상시킬 수 있는 방법을 모색하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 재료

실험에 사용한 토란은 현지에서 당일 새벽에 수송되어 온 신선한 것을 성남의 대형유통점에서 구입하였으며 시료는 크기가 균등하고 흠이 없는 것으로 선별하여 수작업으로 박피한 후 실험에 사용하였다.

나. 시료의 전처리

토란의 저장성 시험은 미리 박피한 시료를 침지액과 1:1(w/v) 비율로 60 μm PE film에 $1 \pm 0.05\text{kg}$ 단위 포장하여 $0^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 에 저장하였다. 대조구로서 수도수로 처리하였고, 0.1% 명반수 처리구와 얼음을 섞은 처리구, 전해산화수 처리구, 전해산화수에 0.5% 유자과즙을 첨가한 처리구와 얼음을 섞은 처리구, 전해산화수에 0.85% NaCl를 첨가한 처리구와 얼음을 섞은 처리구 등으로 구분하였으며, 이 때 얼음 함량은 침지액의 1/2 중량으로 처리하였다.

다. 수분, 총당 및 환원당 분석

수분함량은 105°C 상압가열건조법에 의하여 측정하였고, 환원당 및 HCl로 산가수분해한 총당의 분석은 DNS법을 사용하여 glucose 함량으로 나타내었다.

라. 표면색도 측정

표면색도는 색차계(Macbeth spectrophotometer color eye 310, USA)를 이용하여 토란의 편평한 겉면을 5회 반복하여 측정하였으며 이를 Hunter L, a, b 값으로 나타내었다.

마. 조직감 측정

조직감은 Rheometer(SUN Rheometer, CR-200D, SUN Scientific Co, Japan)로 토란을 높이 1 cm로 동일하게 자른 후 측정하였으며 직경 5 mm의 probe로 테이블 이동속도 120 mm/min, 침입깊이는 5.0 mm로 하였으며, 측정시 하중은 10 kg이었다.

바. Vitamin C 분석

세절한 토란 10 g을 취하여 5% HPO_3 90 mL를 가하여 충분히 마쇄, 침출하였다. 이것을 15분간 냉장고에 방치한 후 3000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 사용하여 hydrazine 비색법으로 총 비타민 C 함량을 측정하였다.

사. 유리당 분석

분쇄한 시료 5 g을 취하여 80% ethanol 20 mL로 추출하고 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC에 주입하여 분석하였다. 이때 사용한 column은 carbohydrate analysis column(waters, USA), column 온도는 37°C, 검출기는 RI detector (830-RI, Jasco, Japan)를 사용하였으며, 이동상은 acetonitril:water=75:25(v/v)로 유속은 1.2 mL/min으로 분석하였다.

아. 구성아미노산의 분석

시료 약 2.0 g을 정확히 취하여 ample에 넣고 6 N HCl 15 mL를 가한 다음 N_2 로 치환하여 신속하게 밀봉하였다. 이를 110°C oven에서 24시간 가수분해시킨 뒤 방냉하여 탈이온수로 50 mL 정용플라스크에 정용 후 0.2 μm membrane filter로 여과한 후 적당하게 희석하여 AccQ-Tag 방법으로 유도체화시키고, 이 중 10 μL 를 취하여 HPLC(Jasco, Japan)에 주입하여 아미노산을 분석하였다. column은 Nova-Pak C_{18} (3.9×150 mm), 검출기는 fluorescence(Jasco FP-920, Japan, Ex 250 nm, Em 395 nm), 칼럼온도는 37°C였으며, 이동상은 trimethylamine을 첨가한 0.14 M sodium acetate(pH 5.0)와 60% acetonitril로 gradient method를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 수분함량

수분함량의 변화를 보면 저장 기간이 길어짐에 따라 다소 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 박피한 토란을 수침하여 저장하였기 때문에 수분의 증발이 전혀 일어나지 않았고 침지액이 토란의 조직 내로 침투하여 수분보유량이 다소 증가하였기 때문이다. 수분함량의 증가량은 대부분의 처리구에서 저장직전 80.5%의 수분함량에서 저장 5일째까지는 미미한 정도의 증가를 보이다가 저장 5일에서 10일 사이에 급격히 증가하여 최대로 84.18%의 수분함량을 나타내었다. 저장 25일째의 수분함량은 82.12~84.24%의 수준으로 처리구간에 따른 차이는 거의 보이지 않았으며, 전반적으로 조직의 연화에 영향을 미칠 정도의 수분흡수는 아닌 것으로 나타났다. 그리고 처리구중에서 0.1% 명반수와 전해산화수, 0.85% NaCl 첨가구에서는 얼음을 첨가한 처리구가 첨가하지 않은 처리구보다도 저장 말기 수분함량이 높은 결과를 나타내는 것이 특징적이었다(Fig. 3-16).

나. 색도 및 경도 변화

침지액의 처리에 따른 박피 토란의 저장중 색도변화를 측정한 결과는 Table 3-10과 같다. 밝기를 나타내는 L값은 초기치 81.59에서 저장 25일 동안 78.40~80.96까지 소폭 감소하였다. 처리구간의 차이는 크지 않았으며 저장 말기까지 포장구내 부패된 일부를 제외하고는 외관상으로도 갈변이 심하지는 않았다. 측정된 L값은 저장기간이 길어짐에 따라 감소한 것에 반해 redness(적색도)와 yellow(황색도)를 표현해주는 a, b값은 모두 저장동안 약간의 증가하는 경향을 보였다. 적색을 나타내는 a값은 수도수와 0.5%유자과즙 첨가구에서 가장 증가폭이 컸으며, 그리고 0.5%유자과즙과 얼음을 첨가한 전해산화수 처리구는 저장동안 증감의 반복이 가장 심하였다. 그 이외의 처리구는 대부분 비슷한 경향을 보이며 저장기간이 길어질수록 증가하였으며 b값 또한 a값과 유사하게 증가하였다. Table 3-11은 박피한 토란의 조직감을 측정한 결과로서 타원형의 토란상·하부를 제거하여 1cm의 균일한 두께로서 측정하였는데 대부분의 처리구에서 저장 직후부터 5일까지 hardness가 상대적으로 크게 감소하였으며 그 이후

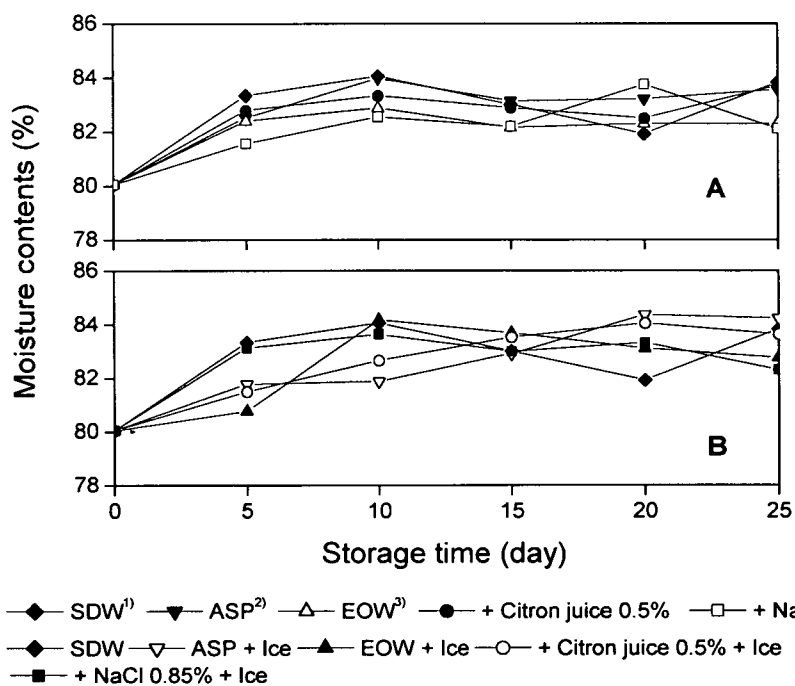


Fig. 3-16. Changes in moisture content of peeled-taro during storage

¹⁾ Sterilized Distilled water

²⁾ Aluminium Potassium Sulfate

³⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

Table 3-10. Changes in color of peeled taro during storage

Treatments	Color	Storage time (day)*					
		Initial	5	10	15	20	25
Tap water	L	81.59±3.57	80.69±3.21	79.57±1.29	80.23±1.12	79.16±2.79	78.40±1.03
	a	-0.25±0.24	-0.24±0.02	-0.20±0.21	-0.11±0.23	-0.05±0.30	0.10±0.69
	b	10.25±1.05	11.35±2.39	10.71±0.96	11.85±2.25	11.93±0.74	13.05±3.04
	ΔE	-	1.42	2.07	2.10	2.96	4.26
ASP ¹⁾	L	81.59±3.57	80.41±1.86	79.95±3.17	79.11±1.60	80.07±0.87	80.17±1.25
	a	-0.25±0.24	-0.32±0.33	-0.27±0.13	-0.24±0.17	-0.18±0.22	-0.11±0.21
	b	10.25±1.05	11.20±1.64	10.87±1.02	10.98±1.15	11.54±2.10	11.48±1.93
	ΔE	-	1.52	1.76	2.59	1.99	1.89
ASP+Ice	L	81.59±3.57	81.06±2.73	80.76±1.36	79.49±3.49	80.51±2.55	80.35±1.64
	a	-0.25±0.24	-0.33±0.31	-0.30±0.21	-0.30±0.51	-0.24±0.19	-0.14±0.12
	b	10.25±1.05	10.52±1.05	9.97±0.67	10.35±1.29	10.52±0.38	11.08±0.77
	ΔE	-	0.60	0.88	2.10	1.11	1.50
EOW ²⁾	L	81.59±3.57	79.37±2.03	80.73±0.64	81.55±2.85	79.67±1.19	80.96±5.51
	a	-0.25±0.24	-0.27±0.26	-0.19±0.07	-0.23±0.30	-0.19±0.21	-0.13±0.28
	b	10.25±1.05	11.39±1.70	10.31±1.21	10.75±1.06	11.08±0.69	11.93±2.36
	ΔE	-	2.50	0.86	0.50	2.09	3.12
EOW+Ice	L	81.59±3.57	80.23±0.88	80.14±1.91	81.56±1.25	80.43±1.97	79.37±4.82
	a	-0.25±0.24	-0.27±0.13	-0.12±0.26	-0.23±0.25	-0.19±0.25	0.02±0.84
	b	10.25±1.05	10.07±3.51	9.65±1.37	10.23±0.98	9.97±0.46	10.52±1.02
	ΔE	-	1.37	1.57	0.04	1.49	0.98
+ ³⁾ Citron juice 0.5%	L	81.59±3.57	81.75±2.54	81.45±1.21	81.65±2.28	80.43±1.20	80.37±6.26
	a	-0.25±0.24	-0.15±0.09	-0.24±0.09	-0.27±0.37	-0.20±0.19	-0.15±0.59
	b	10.25±1.05	10.47±0.97	10.06±1.50	10.13±0.93	9.67±0.98	10.52±1.96
	ΔE	-	0.29	0.24	0.14	1.30	2.25
+ Citron juice 0.5% + Ice	L	81.59±3.57	80.03±2.60	81.58±1.16	79.72±0.70	80.36±1.60	79.90±1.87
	a	-0.25±0.24	-0.20±0.55	-0.23±0.17	-0.16±0.19	-0.21±0.65	-0.19±0.27
	b	10.25±1.05	9.83±1.61	9.49±0.81	10.20±0.90	10.36±1.81	10.98±1.26
	ΔE	-	1.62	0.76	1.87	1.23	1.31
+ NaCl 0.85%	L	81.59±3.57	81.19±2.23	81.12±1.42	80.78±1.63	80.36±1.86	79.90±0.76
	a	-0.25±0.24	-0.30±0.20	-0.29±0.18	-0.23±0.26	-0.11±0.21	-0.08±0.10
	b	10.25±1.05	10.40±2.18	10.17±1.37	9.84±1.01	9.91±0.62	10.80±1.03
	ΔE	-	0.43	0.48	0.91	1.28	1.79
+ NaCl 0.85% + Ice	L	81.59±3.57	80.55±1.10	81.29±1.67	80.53±3.93	79.92±1.11	79.65±1.21
	a	-0.25±0.24	-0.31±0.23	-0.28±0.16	-0.11±0.82	-0.02±0.53	0.07±0.21
	b	10.25±1.05	9.64±1.25	9.59±0.28	10.07±3.03	9.54±0.99	10.10±0.56
	ΔE	-	1.21	0.73	1.08	1.83	1.97

¹⁾ 0.1% Aluminium Potassium Sulfate solution.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

* : Mean ± standard deviation of 5 measurements.

Table 3-11. Changes in hardness of peeled taro during storage

(Unit : g)

Treatments	Storage time (day)*					
	Initial	5	10	15	20	25
Tap water	4520±75	4145±100	4075±28	4016±88	4106±56	4004±62
ASP ¹⁾	4520±75	4048±45	4077±102	4066±54	4138±84	4111±36
ASP + Ice	4520±75	4310±101	4094±46	4077±97	3962±125	3930±100
EOW ²⁾	4520±75	4303±82	4026±48	4143±93	4110±92	4125±56
+ ³⁾ Ice	4520±75	4324±103	4215±112	4157±66	4025±75	4041±105
+ Citron juice 0.5%	4520±75	4067±86	4146±105	4170±25	4188±55	4160±80
+ Citron juice 0.5% + Ice	4520±75	4245±66	4117±60	4066±50	4080±52	4111±70
+ NaCl 0.85%	4520±75	4128±57	4149±39	3988±67	4098±59	4055±103
+ NaCl 0.85% + Ice	4520±75	4017±54	4049±62	4038±39	4052±48	4048±27

¹⁾ 0.1% Aluminium Potassium Sulfate solution

²⁾ Electrolyzed oxidizing water

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

* : Mean ± standard deviation of 10 measurements

저장 25일까지는 완만한 속도로 감소하였다. 토란은 저장기간동안 수침하였음에도 불구하고 전반적으로 조직의 물러짐이 크지 않아 경도값의 변화가 급격하지는 않았다. 저장직전의 경도는 4,520g으로 저장 25일에는 ice를 첨가한 0.1%명반수와 수도수 처리구가 각각 3,930, 4,004g으로 비교적 낮게 나타났으며 유자와즙 첨가구는 4,160g으로 경도 변화가 가장 적게 나타났다.

다. Vitamin C 함량

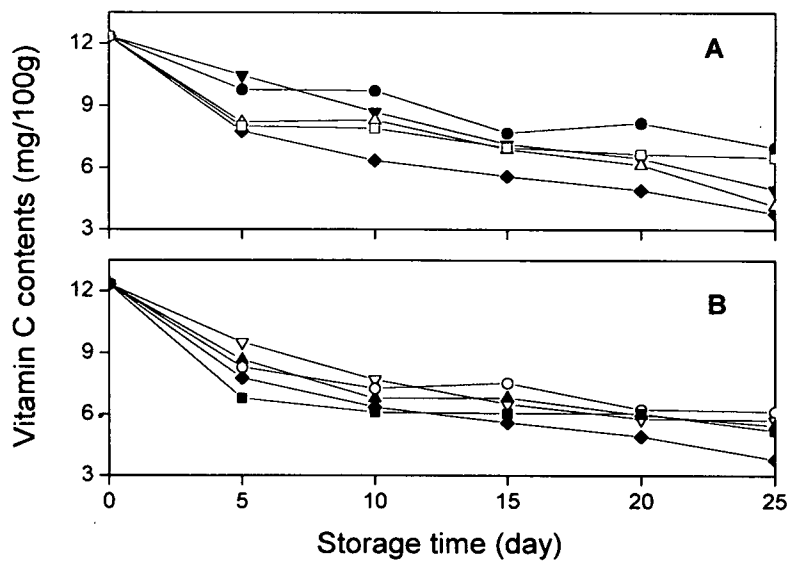
토란 내에 함유되어 있는 vitamin 성분 중에 가장 큰 비중을 차지하는 ascorbic acid는 약 86%에 해당된다. Vitamin C의 함량은 토란의 성숙도와 저장조건 등을 포함하는 환경에 의하여 손실의 차가 크게 발생하게 된다.

Bradbury and Singh(1986)은 vitamin C의 생리적 활성의 형태인 ascorbic acid와 dehydroascorbic acid를 각각 측정하였는데 4가지의 다른 품종에서 모두 dehydroascorbic acid형태가 더 많이 함유된 것으로 보고하였다. 본 실험에서는 vitamin C의 생리적 활성형태의 총 함량을 분석하였으며, 그 결과는 Fig 3-17과 같다. 초기의 vitamin C함량은 Bradbury and Singh(1986)의 보고에서 13.6~16.9mg%로 측정되었다고 하였는데 저장 직전 박피된 토란에서는 보다 다소 낮은 12.35mg%의 결과를 보였는데 이는 품종이나 재배환경의 차이 등의 원인이 있을 수 있다. 그리고 저장동안 지속적으로 감소하였으며 저장말기에는 3.79~6.99mg%으로 약 50%이하의 감소를 보였다.

식품내의 vitamin C는 특히 저장온도에 영향을 많이 받아 처리구 중에서 수도수로 침지 처리된 박피 토란에서 vitamin C의 함량이 가장 크게 감소되었으며 0.5% 유자와즙을 첨가한 처리구에서는 25일째 6.99mg%로 약 57%의 보존율을 보여 가장 손실이 적게 나타났다.

라. 총당과 환원당

토란의 일반성분은 품종, 성장온도, 관수 이용 및 사용된 비료, 토질, 수확시 성숙정도, 수확 후 저장조건 등에 따라 달라질 수 있으며, 특히 토란의 품종과 산지에 따라 일반성분의 변동폭은 아주 넓게 나타난다. 본 실험에서의 수분함량은 80.5%로 나타났으나 일반적으로 70~83%의 수분이 함유되어 있다고 알



A : ◆ SDW¹⁾ ▼ ASP²⁾ △ EOW³⁾ ● + Citron juice 0.5% □ + NaCl 0.85%
 B : ◆ SDW ▼ ASP + Ice ▲ EOW + Ice ○ + Citron juice 0.5% + Ice
 ■ + NaCl 0.85% + Ice

Fig. 3-17. Changes in vitamin C content of peeled-taro during storage

¹⁾ Sterilized Distilled water

²⁾ Aluminium Potassium Sulfate

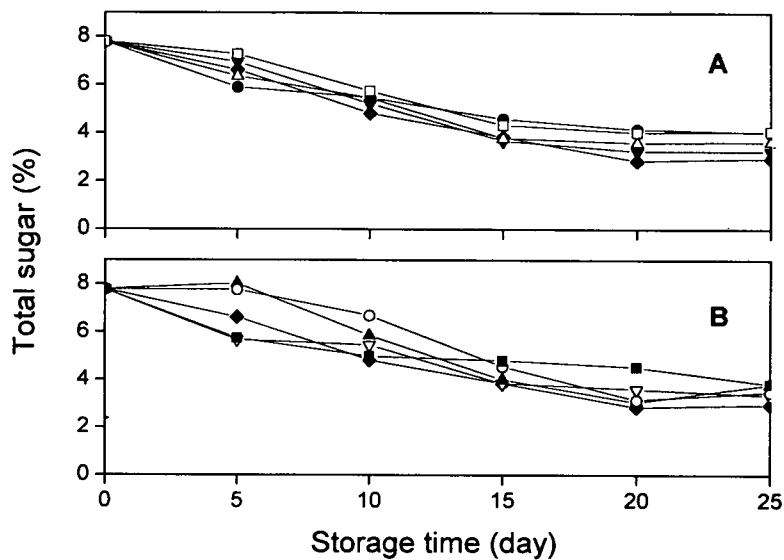
³⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

려져 있으며 나머지 대부분은 전분질 형태의 탄수화물이 주성분이다. 다른 근채류처럼 단백질과 지방이 적음은 동일하나, 섬유와 회분은 비교적 많이 함유되어 있는 특징이 있다. Maja(1992)의 연구에 의하면 당질 성분으로는 glucose, fructose, sucrose, maltose 등이었고 이중 sucrose가 많은 양을 차지하나 대부분의 근채류에서 전분과 sucrose와의 전환이 수확 후 중요한 대사이기 때문에 성장정도나 수확 후 저장조건에 따라 달라진다. 토란이 갖는 끈적끈적한 점질물 성분은 다당류로 methyl pentose, galactose, fructose를 갖고 있으며 단백질과 강하게 결합되어 있다. 침지액에 저장된 박피 토란의 저장 중 총당의 분석결과는 다음 Fig. 3-18과 같다. 초기의 총당은 7.78%였으며 저장기간동안 지속적으로 감소하는 결과를 보였다. 저장 15일째까지 급격히 하강하다가 저장 15일 이후에는 감소속도가 완만하여졌으며 저장 말기까지 유사한 함량을 유지하고 있었다. 이는 저장 동안 토란을 구성하고 있는 전분이 분해되었기 때문이라고 여겨지며 저장 말기의 총당 함량은 2.96~4.07%이었다. Fig. 3-19의 결과는 저장기간중의 환원당을 분석한 결과이다. 초기의 환원당 함량은 0.27%로서 대부분의 경향을 보면 부분적으로 저장 10일까지 또는 저장 15일까지 지속적으로 증가하였다 다시 감소하였다. 임 등은 밤을 움저장 및 정온정습 저장시 환원당은 저장 2~3개월까지는 감소하다가 다시 증가하였다는 보고를 하였는데 이는 저장초기에 밤 자체의 호흡의 증가로 당의 소모가 일어나다가 부패가 시작되는 시점에 다시 그 함량이 증가한다고 하였으나 본 실험의 결과와 일치하지 않는 이유는 토란을 박피하여 수침하였기 때문에 저장 중 침수액에 당 성분이 유출되었기 때문이라고 여겨진다.

마. 저장 중 유리당 변화

박피 토란의 저장 중 유리당 변화는 Table 3-12와 같다. 토란의 주요 유리당은 sucrose, maltose, glucose, fructose이며, 이 중 sucrose의 함량이 가장 많은 양을 차지하였다. 박피 직후 측정한 유리당의 경우 sucrose가 1.07%, maltose, glucose, fructose는 각각 0.45%, 0.27%, 0.23% 순으로 나타났다. 이러한 결과는 김 등에 의하면, 토란의 당질성분은 sucrose, maltose, glucose, fructose로 각각 4.25%, 0.45%, 0.27%, 0.45%라고 하였으며, raffinose는 품종에



A : —◆— SDW¹⁾ —▼— ASP²⁾ —△— EOW³⁾ —●— + Citron juice 0.5% —□— + NaCl 0.85%
 B : —◆— SDW —▽— ASP + Ice —▲— EOW + Ice —○— + Citron juice 0.5% + Ice
 —■— + NaCl 0.85% + Ice

Fig. 3-18. Changes in total sugar content of peeled-taro during storage

¹⁾ Sterilized Distilled water

²⁾ Aluminium Potassium Sulfate

³⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : Added to electrolyzed oxidizing water.

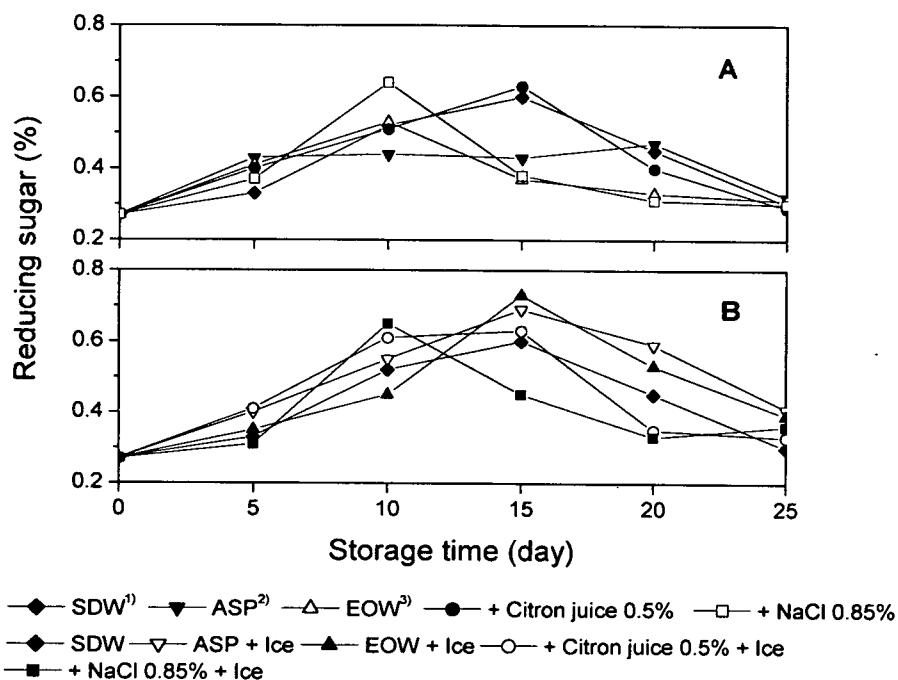


Fig. 3-19. Changes in reducing sugar content of peeled-taro during storage

¹⁾ Sterilized Distilled water

²⁾ Aluminium Potassium Sulfate

³⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : Added to electrolyzed oxidizing water

Table 3-12. Changes in free sugar contents of peeled-taro during storage

Treatments	Free sugar	Storage time (day)					
		Initial	5	10	15	20	25
Tap water	Fructose	0.23	0.46	0.25	0.35	0.41	0.37
	Glucose	0.27	0.47	0.26	0.34	0.42	0.59
	Sucrose	1.07	1.25	1.20	1.65	1.65	1.72
	Maltose	0.45	0.36	0.39	0.39	0.39	0.41
ASP ¹⁾	Fructose	0.23	0.46	0.33	0.32	0.91	0.54
	Glucose	0.27	0.46	0.33	0.37	1.17	0.67
	Sucrose	1.07	1.85	1.32	1.69	1.28	2.09
	Maltose	0.45	0.36	0.36	0.38	0.40	0.41
ASP+Ice	Fructose	0.23	0.53	0.34	0.48	0.70	0.62
	Glucose	0.27	0.56	0.38	0.58	1.09	0.89
	Sucrose	1.07	0.69	0.89	1.51	1.19	1.46
	Maltose	0.45	0.36	0.36	0.41	0.39	0.43
EOW ²⁾	Fructose	0.23	0.80	0.16	0.32	0.36	0.35
	Glucose	0.27	1.04	0.13	0.28	0.29	0.82
	Sucrose	1.07	1.44	1.29	1.79	1.57	1.50
	Maltose	0.45	0.38	0.43	0.40	0.43	0.41
EOW+Ice	Fructose	0.23	0.44	0.25	0.40	0.32	0.33
	Glucose	0.27	0.47	0.24	0.38	0.33	0.32
	Sucrose	1.07	1.74	0.84	1.58	1.58	1.52
	Maltose	0.45	0.39	0.38	0.44	0.36	0.36
+ ³⁾ Citron juice 0.5%	Fructose	0.23	0.33	0.30	0.45	0.23	0.27
	Glucose	0.27	0.30	0.25	0.47	0.33	0.26
	Sucrose	1.07	1.53	1.01	1.64	1.30	1.42
	Maltose	0.45	0.36	0.36	0.49	0.37	0.32
+ Citron juice 0.5% + Ice	Fructose	0.23	0.37	0.33	0.49	0.31	0.47
	Glucose	0.27	0.40	0.25	0.44	0.44	0.52
	Sucrose	1.07	1.41	0.94	1.71	1.56	1.59
	Maltose	0.45	0.41	0.42	0.46	0.41	0.40
+ NaCl 0.85%	Fructose	0.23	0.27	0.16	0.40	0.26	0.20
	Glucose	0.27	0.23	0.13	0.39	0.21	0.18
	Sucrose	1.07	1.50	0.79	1.85	1.85	1.45
	Maltose	0.45	0.35	0.37	0.46	0.38	0.36
+ NaCl 0.85% + Ice	Fructose	0.23	0.33	0.24	0.29	0.68	0.49
	Glucose	0.27	0.29	0.25	0.28	1.02	0.59
	Sucrose	1.07	0.90	0.77	1.78	2.08	2.41
	Maltose	0.45	0.34	0.39	0.53	0.49	0.37

¹⁾ 0.1% Aluminium Potassium Sulfate solution.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

따라 함유하고 있는 것도 있고 없는 것도 있다고 하여 본 실험과 유사한 조성을 갖는 것으로 나타났다. 토란은 저장 기간 중에 끈적끈적한 점질물이 생기는데 이것 또한 다당류로 methyl pentose, galactose, fructose로 구성되어 있으며, 단백질과 강하게 결합하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 실험에서 품종의 차이에도 기인하겠지만 제단백 과정을 거치지 않고 유리당 조성을 측정하였기 때문에 보고된 토란의 유리당 조성과의 비교하였을 때 검출되는 양이 조금 적게 나타나는 것이 아닌가 생각되었다. 특히 다른 성분에 비하여 sucrose의 양이 3% 정도 낮게 나타났는데 대부분의 근채류에서 수확 후 저장 기간에 따라 가장 많은 변화를 일으키는 성분이 sucrose이기 때문에 숙성정도와 수확후 처리까지의 기간을 고려하였을 때 크게 문제시되지는 않을 것으로 판단되었다. 저장 중의 유리당의 함량은 0℃의 낮은 온도에서 저장하여 저장 기간이 진행되어도 눈에 띄는 감소나 증가는 관찰할 수 없었으며, 조성 중 가장 많은 양을 차지하는 sucrose는 얼음을 첨가한 처리구보다 얼음을 첨가하지 않은 처리구에서 대체적으로 조금 높은 함량을 유지하는 것으로 나타났으며, 소량을 함유하고 있는 fructose, glucose, maltose는 저장기간이 경과함에 따라 처리구별로 그다지 큰 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

바. 저장 중 구성 아미노산 변화

박피 토란의 구성아미노산 조성을 살펴본 결과는 table3-13과 같다. 초기의 총아미노산 함량은 6338.0 mg/100g였으며 주요구성 아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, arginine, methionine, leucine 등으로 각각 691.8, 597.0, 491.0, 478.4 mg/100g으로 나타났다. 이에 비하여 histidine과 cysteine함량은 각각 33.1과 51.9 mg/100g으로 비교적 적었으며 valin은 전혀 함유되어있지 않은 것으로 나타났다. Desmaison의 보고에 따르면 밤과옥에서 숙성되는 동안 asparagine, glutamine이 저장 단백질의 전구체가 되어 단백질 생합성에 관여하기 때문에 숙성과의 아미노산 중 asparagine과 glutamine이 높은 함량을 나타낸다고 한 결과와 유사하게 수확 직후 토란의 아미노산 구성에서도 다량 함유된 것으로 나타났다. 토란의 단백질은 albumin과 prolamin으로 이루어져 있으며 albumin은 수용성저장 단백질로 중요하다. 다른 서류(庶類)처럼 양은 적은 편이나(2.2%),

Table 3-13. Changes in amino acid content of peeled taro during storage

(Unit: mg/100g)

Amino acids	Initial	Tap water			0.5%ASP ¹⁾			0.5%ASP+ICE			EOW ²⁾			EOW+ICE		
		5day	15day	25day	5day	15day	25day	5day	15day	25day	5day	15day	25day	5day	15day	25day
Asp ³⁾	1084.8	917.6	921.1	812.1	900.1	910.6	1116.7	993.3	932.6	1250.4	973.7	751.9	1235.4	892.3	850.0	1019.7
Ser	387.3	426.1	361.2	363.6	312.8	318.9	354.4	409.1	315.8	382.1	378.7	249.6	472.7	406.5	236.2	355.6
Glu ⁴⁾	691.8	681.0	600.1	609.8	597.0	622.2	574.8	696.0	650.5	671.5	468.1	515.9	650.8	616.1	556.1	524.5
Gly	357.0	379.1	298.6	371.5	309.1	325.1	434.9	392.4	316.6	353.6	361.5	240.7	429.4	338.1	268.4	343.1
His	33.1	32.1	23.1	23.1	25.2	23.2	19.7	29.5	19.8	13.0	29.8	19.9	15.4	23.5	16.4	16.4
Thr	367.8	338.7	354.7	325.9	344.2	351.0	455.0	385.4	346.9	411.4	403.8	272.4	426.3	361.3	293.7	363.2
Arg	597.0	523.5	468.3	482.4	514.1	511.3	635.0	604.4	411.2	560.1	537.3	338.4	537.8	516.7	399.2	579.9
Ala	289.3	274.4	275.0	298.8	270.6	316.9	338.7	330.4	288.3	345.8	318.0	234.6	334.4	300.5	278.6	353.1
Pro	249.9	249.8	222.2	183.6	187.6	166.0	261.2	195.2	200.0	274.1	273.8	200.0	314.1	233.3	150.1	215.1
Cys	51.9	50.3	25.8	25.9	24.7	55.3	25.8	25.7	25.8	25.4	46.6	26.0	48.2	26.3	25.7	25.7
Tyr	257.8	225.5	222.7	206.2	204.8	195.5	262.3	235.2	193.1	253.3	210.0	166.3	257.2	250.6	179.8	248.6
Val	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Met	491.0	473.9	468.8	445.1	422.8	503.0	528.7	478.6	452.9	513.1	462.8	387.2	438.3	460.6	461.8	495.4
Lys	368.1	357.8	325.4	315.1	316.2	319.1	374.1	364.2	379.2	352.4	334.9	356.1	352.3	350.8	325.0	385.5
Isoleu	256.3	254.5	232.3	220.6	222.4	258.9	270.9	251.4	258.7	263.8	234.3	247.9	262.0	241.9	236.3	257.2
Leu	478.4	463.3	459.3	435.6	417.6	498.3	512.7	485.1	471.6	503.1	448.6	419.5	473.0	460.2	422.1	500.0
Phe	376.5	365.7	372.9	332.4	319.7	393.2	389.0	371.7	393.1	394.1	346.5	385.8	392.2	358.0	382.4	378.3
Total	6338.0	6004.3	5631.4	5451.7	5388.7	5768.5	6553.8	6247.6	5655.8	6567.2	5828.4	4812.0	6639.5	5836.6	5081.9	6061.3

Amino acids	Initial	Tap water			+ ⁶⁾ Citron juice 0.5%			+Citron juice 0.5%+ICE			+NaCl 0.85%			+NaCl 0.85%+ICE		
		5day	15day	25day	5day	15day	25day	5day	15day	25day	5day	15day	25day	5day	15day	25day
Asp ³⁾	1084.8	917.6	921.1	812.1	946.8	978.7	982.8	977.7	863.4	1001.2	974.4	855.7	1033.1	1064.7	1126.0	877.1
Ser	387.3	426.1	361.2	363.6	384.0	286.2	387.7	386.0	318.2	221.6	355.5	237.8	418.9	405.0	440.6	313.6
Glu ⁴⁾	691.8	681.0	600.1	609.8	691.8	585.0	479.1	655.3	623.4	591.7	644.9	544.2	520.3	685.5	753.2	451.6
Gly	357.0	379.1	298.6	371.5	386.7	301.2	353.7	387.0	302.4	442.6	354.9	240.2	385.9	371.0	438.5	289.4
His	33.1	32.1	23.1	23.1	29.5	23.3	19.9	25.9	20.3	18.9	23.1	16.6	16.3	23.0	19.8	16.0
Thr	367.8	338.7	354.7	325.9	392.1	349.0	361.8	382.2	350.9	405.4	371.9	295.7	418.1	433.0	408.7	317.4
Arg	597.0	523.5	468.3	482.4	673.0	460.8	520.3	588.7	462.1	564.7	480.8	401.9	602.4	579.7	629.0	452.9
Ala	289.3	274.4	275.0	298.8	334.8	288.6	340.2	321.2	281.7	324.9	301.0	280.4	353.8	343.0	365.9	281.9
Pro	249.9	249.8	222.2	183.6	221.4	217.5	257.2	205.3	235.6	243.1	278.4	131.4	258.7	296.5	268.1	213.1
Cys	51.9	50.3	25.8	25.9	25.7	26.0	26.0	25.3	42.4	31.8	25.8	25.9	51.0	38.69	29.7	25.1
Tyr	257.8	225.5	222.7	206.2	257.1	195.5	233.3	246.3	209.9	249.8	234.3	181.0	253.5	249.4	241.1	229.1
Val	N.D. ⁵⁾	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Met	491.0	473.9	468.8	445.1	496.0	448.2	476.0	478.5	459.3	497.1	461.2	464.8	491.3	516.4	541.7	471.5
Lys	368.1	357.8	325.4	315.1	365.0	328.3	338.2	352.8	411.4	337.2	340.8	327.2	339.2	365.1	428.2	346.0
Isoleu	256.3	254.5	232.3	220.6	263.2	258.7	243.0	246.3	293.3	245.1	238.4	237.9	248.0	268.3	308.0	253.1
Leu	478.4	463.3	459.3	435.6	481.0	490.8	468.8	468.6	466.3	492.7	451.6	446.3	478.2	515.7	585.6	473.8
Phe	376.5	365.7	372.9	332.4	374.9	384.3	349.8	363.6	420.7	348.7	347.6	352.2	375.0	392.7	571.6	385.2
Total	6338.0	6004.3	5631.4	5451.7	6323.1	5622.2	5837.8	6110.7	5761.2	6016.5	5884.7	5039.2	6243.7	6547.6	7155.8	5396.7

¹⁾ 0.1% Aluminium Potassium Sulfate solution.

²⁾ Electrolyzed oxidizing water.

³⁾ Aspartic acid.

⁴⁾ Glutamic acid.

⁵⁾ < 0.6µg.

⁶⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

아미노산 조성은 비교적 양질이라고 할 수 있는데 Table에서도 볼 수 있듯이, 다양한 아미노산으로 구성되어 있으며 필수 아미노산(essential amino acid)인 methionine, leucine, lysine등이 비교적 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

박피 토란의 저장 기간동안의 구성아미노산의 변화를 살펴보면 aspartic acid는 저장하여 5일이 된 시점에는 모든 처리구에서 함량이 감소하였음을 알 수가 있는데 수도수와 얼음을 섞은 NaCl 첨가구만을 제외하고는 다시 저장기간이 경과함에 따라 증가한 것으로 나타났다. 그리고 aspartic acid 다음으로 많은 부분을 차지하고 있는 glutamic acid는 NaCl 첨가구를 제외하고는 모든 처리구에서 저장 초기보다 함량이 감소되었다.

총아미노산 함량의 변화는 저장초기 직후의 6,338.0 mg/100g에서 저장 25일째 명반수와 전해산화수, 0.5% 유자과즙 첨가구에서 다소 증가되었고 그 이외의 처리구에서 모두 감소되었으며, 0.85% NaCl 첨가구와 수도수 처리구가 각각 5,396.7, 5,451.mg/100g으로 비교적 많이 감소된 것으로 나타났다.

4. 요약

수확 후 품질의 저하가 쉬운 토란의 저장성을 향상시킬 수 있는 방법으로 병점강화제를 첨가하여 제조한 초저온수에 침지하는 방법을 적용시켜 저장효과를 비교해 보았다. 박피 토란의 수분함량은 초기 80.55%에서 저장 25일째 수분의 흡수로 인해 82.12~84.24%로 다소 증가하였으나 처리구들간의 크게 차이는 없었다. 색도는 전반적으로 L값은 감소하였으며 a, b값이 증가되는 현상을 보여주었으며 조직감은 초기 $4,520 \pm 75\text{g}$ 에서 점차로 감소하여 저장 말기에는 얼음을 첨가한 0.1%명반수 처리구에서 $3,930 \pm 100\text{g}$ 으로 가장 낮았고, $4,055 \pm 103\text{g}$ 으로 0.85% NaCl 첨가구에서 가장 높은 결과를 보여주었다. 총비타민C 함량은 0.5% 유자과즙 첨가구에서 25일째 6.99 mg%로 약 57%의 보존율을 보여 가장 손실이 적었다. 총당은 대부분의 처리구에서 저장 15일째까지 급격히 하강하다가 저장 15일 이후에는 감소속도가 완만한 것을 볼 수 있었으며, 초기의 환원당 함량은 0.27%로서 대부분의 경향을 보면 부분적으로 저장 10일까지 또는 저장 15일까지 지속적으로 증가하였다 다시 감소하였다. 저장 중의 유리당의 함량 변화는 저장 기간이 진행되어도 눈에 띄는 감소나 증가는 관찰할 수 없었으며, 조성 중 가장 많은 양을 차지하는 sucrose는 침지액에 얼음을 섞은 경우보다 섞지 않은 처리구에서 대체적으로 조금 높은 함량을 가지는 것으로 나타났다. 총아미노산 함량의 변화는 저장초기 직후의 6,338.0 mg/100g에서 저장 25일째 명반수와 전해산화수, 0.5% 유자과즙 첨가구에서 다소 증가되었고 그 이외의 처리구에서 모두 감소되었으며, 0.85% NaCl 첨가구와 수도수 처리구가 각각 5,396.7, 5,451.mg/100g으로 비교적 많이 감소된 것으로 나타났다.

5. 참고 문헌

1. 박원기 : 한국 식품학 사전. 신광출판사, p420(1991)
2. 안정미 : 식품으로 활용되고 있는 목초에 대한 문헌적 고찰. 경희대학교 대학원 석사논문(1998)
3. 정지현, 김관 : 토란 전분의 이화학적 특성에 관한 연구. 농어촌 개발 연구, 18, 23~28(1983)
4. 김은경, 정은경, 이현옥, 염초애 : 토란병 제조 전처리 과정 중의 토란의 이화학적 특성에 관한 연구. 동아시아식생활학회지, 5, 255~262(1995)
5. Maga, J. A. : Taro composition and food uses. Food Revs. Inter., 8, 443~473(1992)
6. 심정숙 : 토란의 지방질 성분에 관한 연구. 부산여대 논문집, 17, 657(1984)
7. 변자민 : 토란 중 polyphenol oxidase에 관한 연구. 중앙대학교 석사논문(1993)
8. 김은경, 김철재 : 토란과 토란 전분의 이화학적 성질과 가공적성, 식품산업과 영양, 3, 55~64, 1998
9. Ha, B.S., Bae, M.S., Jeong, T.M., Sung, N.J. and Son, Y.O. : Studies on constituent variation during storage after freeze-drying of chestnut. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 14, 97~105(1982)
10. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. : Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 278~282(1998)
11. Rhee, C.O., Kim, E.S. and Kim, D.Y. : 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(1983)
12. Na, Y.A. and Yang, C.B. Changes of lipids in chestnut during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 437~445(1997)

제 5 절 초저온수 처리에 의한 양송이의 저장 중 품질특성

1. 서론

양송이(*Agaricus bisporus*)는 주름버섯목(Agaicales)에 속하는 식용버섯으로 우리나라에서는 1960년대 후반부터 인공재배법이 도입되어 대량생산되고 있다. 양송이는 고단백, 저지방 식품으로 인식되어 많이 이용되고 있으나 양송이는 표피가 약하고 일반 과채류보다 호흡률이 높아 수확 후 3-4일이 경과하면 색깔이 변하면서 표면이 건조되어 상품적 가치를 쉽게 상실하는 문제점이 있다. 따라서 장기저장수단으로서는 지금까지 통조림이나 건조 방법을 많이 이용하여 왔으나 건조 양송이는 외관이나 조직감이 좋지 못하며, 통조림제품은 blanching과 통조림 제조과정에서 중량감소가 크고 양송이 본연의 맛과 향미를 감소시키는 단점이 있다.

최근에는 건강에 대한 관심의 증가 및 식생활 향상으로 인한 자연식품 선호추세로 신선한 상태의 버섯을 구매하고자하는 욕구가 증가하는 경향이다. 이러한 추세와 더불어 고품질의 신선한 버섯을 소비자에게 제공하기 위한 저장방법들이 연구되어지고 있다. 고품질의 신선한 버섯을 소비자에게 제공하기 위한 저장 방법으로는 modified atmosphere packaging(MAP), controlled atmosphere(CA), 코팅제 처리, 저온저장, 버섯대의 제거 등이 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 다양한 초저온수 처리방법을 통해서 양송이의 수확 후 저장유통중의 품질저하를 억제함과 동시에, 확장되어가고 있는 외식산업에서 요구되어지는 절단된 양송이 버섯을 대상으로 최소가공기술을 이용한 고품질유지 기술을 확립하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 재료

실험에 사용한 양송이버섯은 현지에서 당일 새벽에 수송되어 온 신선한 것을 서울의 가락동 농수산물시장에서 구입하였으며 시료는 크기가 균등하고 갓이 벌어지지 않고 흠이 없는 것으로 선별하여 수돗물로 1차 세척하여 흙 등의 이물질을 제거한 다음 사용하였다.

나. 시료 처리 방법

양송이 버섯을 약 0.5cm 두께로 절단하고 각각의 처리구(전해산화수, 전해산화수 + 0.4% $MgCl_2$ + 0.1% $CaCl_2$, 1% ascorbic acid, 1% $NaCl_2$ + 1% ascorbic acid)에 30초간 침지시킨 다음 일정량을 PE film에 담아 4℃에 저장하면서 품질변화를 측정하였다. 그리고 수도수(tap water)에 동일하게 처리한 것을 무처리군으로 설정하여 비교하였다.

그리고, 절단하지 않고 저장시험할 양송이 처리에 있어서는 전처리에 사용되는 침지액은 수도수, 0℃±1의 초저온수로, 전해산화수에 각각 0.5% 유자과즙, 0.85% $NaCl$, 0.5% ascorbic acid를 첨가한 5가지의 처리구로 시료를 이들 각각의 침지액에 1분간 2단 침지시킨 다음 탈수기를 사용해서 대부분의 물기를 제거하였으며, 60 μ m PE film에 100±5g 단위로 포장하여 0℃±1℃에 저장하였다.

다. 수분함량 및 색도 측정

수분함량은 105℃ 상압가열건조법에 의하여 측정하였고, 색도는 색차계(Macbeth spectrophotometer color eye 310, USA)를 이용하여 버섯 갓의 중심부위를 5회 반복하여 측정하였으며 이를 Hunter L, a, b 값으로 나타내었다.

라. 조직감 측정

조직감은 Rheometer(SUN Rheometer, CR-200D, SUN Scientific Co, JAPAN)로 버섯의 대를 제거한 갓의 중심부위를 측정하였으며 직경 5mm의 probe로 5.0 mm깊이까지의 hardness로 결과를 나타내었다. 측정시 하중은

10kg, 테이블 이동속도 120 mm/min와 같다.

마. Total phenolic compounds

시료 1 g을 취하고 여기에 50% methanol 50 mL를 가하여 80℃ 수조에서 1시간 환류 냉각하면서 추출하고 실온으로 냉각하여 여과한 후 100 mL로 정용하였다. 이 중 1 mL를 사용하여 Folin-Denish 법으로 정량하였다.

바. Polyphenoloxidase(PPO) activity

시료 10g에 10 mM 인산 완충용액 (pH 7.2) 40mL를 붓고 polyvinylpyrrolidone 0.5 g을 넣고 빙냉하면서 마쇄한 후 거즈로 거른 다음, 12,000×g로 10분간 원심분리하여 상등액을 조효소액으로 하였다. PPO의 역가를 측정하기 위해서는 pH 6.0의 0.1M 인산 완충용액 1 mL에 0.1M catechol 1.9 mL를 가한 다음 조효소액 0.1 mL를 넣고 반응을 진행시키면서 420 nm에서 흡광도의 증가를 측정하고, 조효소액 1 mL가 1분당 흡광도를 0.001변화시키는 것을 1 unit로 하여 PPO의 역가로 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 수분함량의 변화

초저온수로 처리한 양송이 버섯의 저장중의 수분함량 변화를 살펴보았다. 초기 양송이 버섯의 수분함량은 92.00%로 상당히 많은 수분을 조직 내에 포함하고 있다는 것을 알 수 있다(Fig. 3-20). 12일간 저장한 수분함량의 변화는 저장 말기의 모든 처리구에서 89.47~90.67% 범위로 변화의 폭이 미미하였다. 수도수로 처리된 양송이의 수분함량의 변화가 상대적으로 가장 큰 폭을 보였는데 저장 6일째까지 89.38%까지 감소하다가 저장말기까지 거의 같은 수준을 유지하였으며 그 외 전해산화수와 빙점강하제를 첨가시킨 처리구에서는 저장기간동안 서서히 감소되는 것으로 측정되었다. 그리고 0.85% NaCl과 0.5% ascorbic acid 첨가구로 처리한 양송이의 수분함량은 초반 다소 감소되었다가 저장 3일이 지나면서 증가하여 저장말기에는 다시 감소되는 추세를 보여 주었다. 일반적으로 버섯류는 왕성한 호흡작용과 증산작용이 알려져 있는데 저장시 PE film으로 포장하여 환경조절(modified atmosphere : MA)포장의 효과에 의하여 호흡작용이 억제되었고 외부 공기와의 직접적인 접촉이 어려웠기 때문에 전반적인 수분함량의 변화가 적었다고 볼 수 있다. 또한 전해산화수와 빙점강하제처리를 한 양송이에서는 저장초기 $0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 초저온수에 침지함으로 실온의 수도수에 처리된 양송이보다 초기 품온이 더욱 저하됨으로 인해 호흡작용이 억제되어 더욱 수분의 손실이 적었으리라 사료된다.

나. 색도 변화

Table 3-14에서 볼 수 있듯이 저장기간 동안 양송이 버섯의 색도 변화를 Hunter L, a, b로 나타내었다. Lopez-briones 등이 상품적 가치로 인정되는 L값은 80이상이고 70이하로서는 상품적 가치를 상실한다는 보고에 의하면 본 실험에서는 수도수로 처리한 양송이의 경우 초기 L값 72.14에서 점차적으로 감소하여 저장 6일째 이후에서는 L값을 기준으로 하면 상품성이 이미 상실되었음을 알 수가 있고 그 이외의 빙점강하제 처리구는 9일 이후에 대부분이 70이하의 L값으로 명시된 상품성의 범주에서 다소 하락하였다. 외관상으로 보았을 때 9일

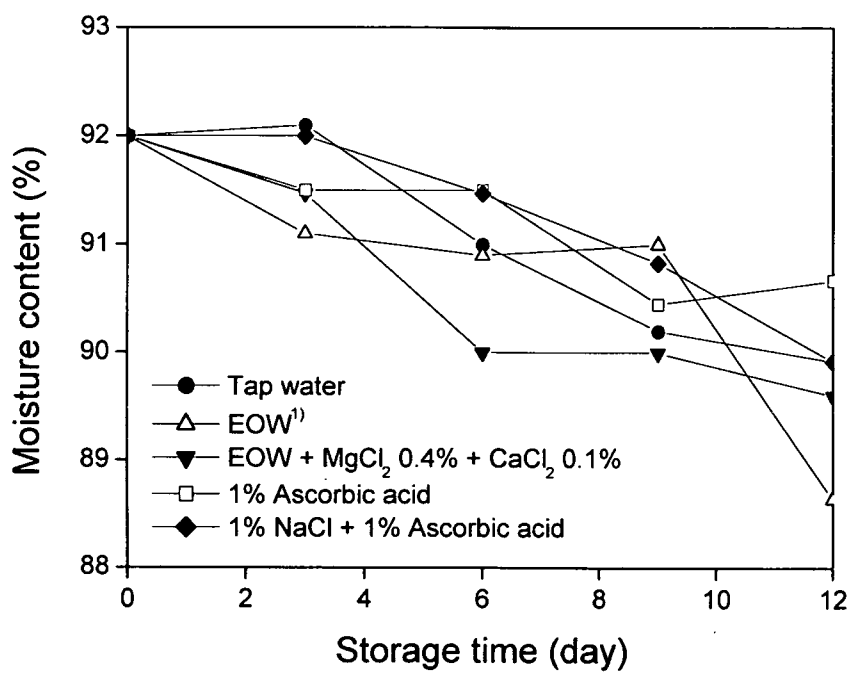


Fig. 3-20. Changes in moisture content of *Agaricus bisporus* during storage at 0°C

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water

Table 3-14. Changes in color of *Agaricus bisporus* during storage

Treatments	Color	Storage time (day)*				
		Initial	3	6	9	12
Tap water	L	72.14±5.14	70.66±3.20	70.28±2.19	67.30±5.63	64.15±3.10
	a	5.55±0.14	4.90±0.50	5.32±0.42	5.78±0.26	6.22±5.04
	b	15.30±1.96	16.00±0.24	16.24±3.04	16.53±2.49	16.95±0.20
	ΔE	-	3.10	4.40	24.99	67.01
EOW ¹⁾	L	72.14±5.14	72.10±3.35	71.52±1.95	70.98±5.23	68.25±3.33
	a	5.55±0.14	4.96±0.05	5.12±0.65	5.90±0.12	5.98±0.54
	b	15.30±1.96	15.31±0.85	15.66±1.17	16.25±0.98	16.00±1.00
	ΔE	-	0.35	0.70	2.37	15.81
+ ²⁾ Citron juice 0.5%	L	72.14±5.14	70.54±2.98	70.65±2.50	70.98±5.14	69.35±0.94
	a	5.55±0.14	5.97±0.50	5.45±0.02	5.57±0.05	5.80±0.04
	b	15.30±1.96	16.35±1.12	16.20±0.78	16.28±0.32	16.38±0.58
	ΔE	-	3.84	3.04	2.31	9.01
+ NaCl 0.85%	L	72.14±5.14	72.18±2.25	71.44±0.20	70.29±5.00	70.10±4.62
	a	5.55±0.14	6.60±1.30	6.12±0.93	5.78±0.39	6.24±0.55
	b	15.30±1.96	15.32±0.02	15.44±0.56	15.98±1.12	16.27±1.69
	ΔE	-	1.10	0.83	3.94	5.58
+ Ascorbic acid 0.5%	L	72.14±5.14	71.54±3.12	71.25±1.89	70.25±1.11	69.04±0.54
	a	5.55±0.14	5.64±0.50	5.66±0.18	5.87±0.01	5.77±0.06
	b	15.30±1.96	14.98±0.18	15.44±1.10	15.67±0.56	16.00±1.00
	ΔE	-	0.47	0.82	3.81	10.15

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water.

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

* Mean ± standard deviation of 3 measurements.

이 경과한 이후에는 부분적으로 옅은 갈변현상이 발견되었고 저장 12일 정도에는 국소적으로 심한 갈변형성이 초기부패와 함께 발생하고 있었다. 측정된 L값은 저장기간이 길어짐에 따라 감소한 것에 반해 redness(적색도)와 yellow(황색도)를 표현해주는 a, b값은 모두 저장동안 약간의 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과들은 버섯의 색도 변화와 상관관계가 있는 버섯중의 polyphenol-oxidase activity가 저장기간이 길어짐에 따라 증가하여 버섯의 갈변화에 영향을 준 것으로 생각된다.

그리고 절단한 양송이 버섯의 저장중 색도 변화를 Hunter L, a, b로 나타낸 결과는 Table 3-15와 같다. 버섯의 선도 판정의 지표가 되는 L값은 저장기간동안 감소되는 추세를 보이며 갈변화가 진행되고 있음을 보여주고 있으며 저장 말기에는 0.4% $MgCl_2$ 와 0.1% $CaCl_2$ 를 첨가시켜 전해산화수에 처리한 시료와 1% ascorbic acid로 처리시킨 시료에서 다소 높은 값을 보여주었다($p < 0.05$). 그리고 a, b값은 모두 저장동안 증가하는 경향이 나타났는데 ascorbic acid로 처리된 시료는 처리직후 명도가 밝아지는 효과를 보이는 반면 옅은 황색을 띄는 특징을 보였다.

다. 조직감 변화

양송이 버섯은 수확초기에는 조직이 단단하며 탄력이 좋으나 시간이 경과함에 따라 왕성한 호흡활동과 더불어 수분감소로 인해서 조직의 연화현상이 발생하게 된다. Table 3-16은 Rheometer를 이용하여 양송이의 대를 제거하고 갓의 중심부위를 probe를 통해 5mm 통과했을 때 최대의 힘을 hardness로 표현하여 조직감을 측정한 결과이다. 저장 12일째 정도는 수도수 처리구와 전해산화수 처리구에서 상대적으로 낮은 결과를 보여주었는데 초기 hardness는 1,140g에서 저장일수별로 경도를 확인하면 저장 3일 각각 1,312g, 1,298g 저장 6일째는 1,105g, 1,065g 저장 9일째는 917, 965g 저장말기인 12일의 hardness는 930g, 938g으로 저장초반에 비교적 크게 변화가 일어나서 저장 후반으로 지나면서 완만한 감소를 보이고 있다. 거의 비슷하게 저장기간이 증가함으로 조직감은 연화된 것을 볼 수가 있는데 그 중 0.85% NaCl 첨가구에서 12일째 hardness는 1,100g으로 가장 연화의 진행이 늦은 것으로 측정되었다. 이상의 결과에서 알

Table 3-15. Changes in color of *Agaricus bisporus* slices(pileus) during storage at 4°C

Treatments	Color	Storage time (day)*				
		Initial	3	6	9	12
Tap water	L	76.21±5.20 ^{ab}	79.13±0.85 ^{ab}	75.15±4.16 ^{ab}	73.12±1.38 ^b	72.85±1.79 ^b
	a	1.95±0.15 ^{ab}	1.61±0.25 ^{abcdef}	0.74±0.05 ^{kl}	1.69±0.21 ^{cdfigh}	1.98±0.08 ^a
	b	12.10±1.32 ^{abcd}	11.52±2.25 ^{abcd}	11.81±0.99 ^{abcd}	13.19±0.56 ^{ab}	13.62±0.87 ^{ab}
	ΔE	-	3.00	1.63	3.29	3.69
EOW ¹⁾	L	76.31±3.20 ^{ab}	79.36±6.35 ^{ab}	77.77±2.29 ^{ab}	74.00±1.38 ^b	73.15±3.30 ^b
	a	1.65±0.12 ^{abcdef}	1.21±0.07 ^{ghij}	2.01±0.24 ^a	1.70±0.31 ^{abcde}	2.00±0.10 ^a
	b	11.21±0.75 ^{bcd}	10.19±1.10 ^d	13.79±0.05 ^a	11.86±0.86 ^{abcd}	13.94±1.04 ^a
	ΔE	-	3.25	2.99	2.40	4.19
EOW + MgCl ₂ 0.4% + CaCl ₂ 0.1%	L	77.89±3.50 ^{ab}	76.51±4.35 ^{ab}	75.02±5.89 ^{ab}	76.31±1.86 ^{ab}	74.25±1.42 ^{ab}
	a	1.75±0.18 ^{abcde}	1.09±0.10 ^{hijk}	0.92±0.09 ^{ijkl}	1.59±0.10 ^{bcdgegf}	1.94±0.07 ^{ab}
	b	11.24±2.14 ^{bcd}	10.56±1.25 ^{cd}	12.08±1.15 ^{abcd}	13.62±0.05 ^{ab}	12.56±1.54 ^{abcd}
	ΔE	-	1.67	3.10	2.86	3.88
1% Ascorbic acid	L	79.33±2.68 ^{ab}	78.51±6.34 ^{ab}	76.22±2.15 ^{ab}	77.77±1.00 ^{ab}	74.56±3.13 ^{ab}
	a	0.69±0.31 ^l	0.68±0.09 ^l	0.99±0.15 ^{ijkl}	1.35±0.22 ^{defgh}	1.78±0.21 ^{abcd}
	b	10.11±2.15 ^d	10.21±1.10 ^d	13.55±0.95 ^{ab}	11.22±0.86 ^{bcd}	13.11±1.23 ^{ab}
	ΔE	-	0.83	4.65	2.03	5.74
1% Ascorbic acid + 1% NaCl ₂	L	81.56±5.11 ^a	75.59±5.13 ^{ab}	75.89±3.27 ^{ab}	74.19±2.25 ^{ab}	72.11±4.80 ^b
	a	1.35±0.20 ^{efghi}	1.56±0.09 ^{bcdgegf}	1.63±0.28 ^{abcdef}	1.29±0.12 ^{fghij}	1.83±0.09 ^{abc}
	b	12.25±2.30 ^{abcd}	12.89±0.88 ^{abc}	11.54±1.21 ^{abcd}	13.94±0.90 ^a	12.25±1.19 ^{abcd}
	ΔE	-	6.01	5.72	7.56	9.46

^{a-l} Means with the same letter are not significantly different(p < 0.05)

* Means values and standard deviation of 3 replicates.

¹⁾ Electrolyzed oxidizing(EO) water

Table 3-16. Changes in hardness of *Agaricus bisporus* during storage

(Unit : g)

Treatments	Storage time (day)*				
	Initial	3	6	9	12
Tap water	1,440±8.84	1,312±5.90	1,105±9.62	917±11.25	930±5.00
EOW ¹⁾	1,440±8.84	1,298±10.23	1,065±14.12	965±2.65	938±7.85
+ ²⁾ Citron juice 0.5%	1,440±8.84	1,214±11.34	1,112±6.39	1,003±11.50	1,006±8.90
+ NaCl 0.85%	1,440±8.84	1,310±14.66	1,268±13.60	1,009±9.52	1,100±10.56
+ ascorbic acid 0.5%	1,440±8.84	1,346±6.98	1,280±9.00	1,140±6.67	1,064±9.65

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

* : Mean ± standard deviation of 3 measurements

수 있듯이 경도는 저장온도와 저장기간에 따라 많은 영향을 받는 것을 알 수 있는데 이는 polygalacturonase나 pectin methyl esterase와 같은 pectinase작용과 glycosidase와 같은 세포벽 분해효소의 작용과 앞서 언급했던 각종 외부의 환경과의 관계 즉 호흡작용과 증산작용으로 인해 세포벽 붕괴, 조직의 연화에 결정적인 역할을 할 뿐 아니라 세포벽 물질을 용출시켜 숙성과 관련된 새로운 대사를 일으키는 것으로 알려져 있다.

그리고 세절한 양송이 버섯에 있어서는 Table 3-17에서 보는 바와같이 정도 변화는 저장초기부터 시간이 경과됨에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보여 주는데 저장 12일 경에는 초기값 $460 \pm 9.64\text{g}$ 에서 $411 \sim 362\text{g}$ 수준까지 조직이 연화되는 것을 볼 수 있다. 1% NaCl_2 와 1% ascorbic acid를 처리한 시료에서 가장 조직의 연화가 완만하게 일어났으며, 다음으로는 0.4% MgCl_2 와 0.1% CaCl_2 를 첨가시킨 전해산화수에 처리시킨 시료 순이었다. 수도수로 처리된 시료에서는 가장 큰 조직의 연화가 발생하였는데 12일경에는 $362 \pm 2.3\text{g}$ 의 결과를 보여주었다.

라. Total phenolic compounds

양송이 버섯의 total phenolic compounds는 효소적 갈변반응에서 기질로 사용되어지는데 polyphenol oxidase에 의해 total phenolic compounds는 산화되어 DOPA를 거쳐 DOPA quinone이 되고 이는 적색의 5,6-quinone-indole-2-carboxyl acid를 형성하고, 이것은 다시 산화·축합 반응을 거쳐 최종적으로 흑갈색의 melanin 색소를 형성하게 된다.

Polyphenol oxidase는 dihydroxyphenylalanine(DOPA), pyrogallol, catechol, p -hydroxy-benzene 등과 같은 phenolic compounds에 특히 잘 작용한다고 하며 양송이 버섯에서 주로 거론되고 있는 기질로는 아미노산인 tyrosine으로서 감자를 비롯하여 버섯에도 다량 함유되어있다. 양송이 버섯의 처리구에 따른 저장기간동안 total phenolic compounds 변화는 Fig. 3-21과 같다.

표준곡선으로 caffeic acid를 사용하여 결과를 산출하였는데 저장초기에는 $146.0 \mu\text{g/g}$ 을 함유하고 있었으며 polyphenol oxidase의 기질로 소모되면서 저장기간이 길어짐에 따라 함량은 감소되는 것을 볼 수 있다.

Table 3-17. Changes in firmness in *Agaricus bisporus* slices during storage

(Unit : g)

Treatments	Storage time (day)*				
	Initial	3	6	9	12
Tap water	460±9.64 ^b	424±4.3 ^{etg}	384±5.5 ^{jk}	415±6.2 ^{tgh}	362±2.3 ⁱ
EOW ¹⁾	460±9.64 ^b	444±7.4 ^{cd}	477±5.2 ^a	403±9.6 ^{hi}	380±10.5 ^k
+ ²⁾ MgCl ₂ 0.4% + CaCl ₂ 0.1%	460±9.64 ^b	425±2.8 ^{et}	435±9.4 ^{de}	412±6.6 ^{tg}	403±2.3 ^{hi}
1% Ascorbic acid	460±9.64 ^b	454±5.6 ^{bc}	444±9.2 ^{cd}	445±6.6 ^{cd}	396±5.3 ^u
1% Ascorbic acid + 1% NaCl ₂	460±9.64 ^b	398±13.5 ⁱ	415±5.4 ^{tgh}	432±5.6 ^{de}	411±1.2 ^{gh}

^{a-1} Means with the same letter are not significantly different(p < 0.05)

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water

²⁾ Added to electrolyzed oxidizing water.

* : Mean ± standard deviation of 3 measurements

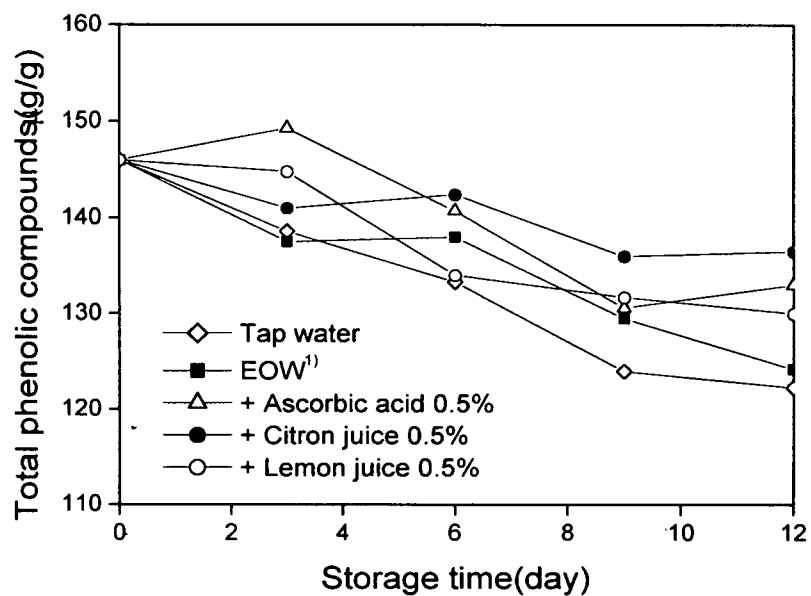


Fig. 3-21. Changes in total phenolic compound contents of *Agaricus bisporus* during storage time.

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water

+ : added to electrolyzed oxidizing water

모든 처리구에서 전반적으로 저장 3일째까지는 완만한 감소를 보이다가 3일 이후에 현저하게 감소되는 것을 보였다. 0.5% 유자과즙 첨가구에서의 total phenolic compounds은 다른 처리구보다 기질로서 가장 적게 소모된 것으로 측정되었는데 3일째 148.20 $\mu\text{g/g}$ 으로 약간 증가하다가 6일째는 급격히 감소하여 148.20 $\mu\text{g/g}$ 로 낮아졌으며 저장 12일째까지 비슷한 범위를 유지하며 130.80 $\mu\text{g/g}$ 을 나타내었다. 그 외 수도수 처리구를 제외한 모든 처리구에서는 거의 유사한 결과를 보여주었으며 수도수 처리구는 6일째 126.90 $\mu\text{g/g}$ 으로 급격한 감소로 저장 후반에는 122.30 $\mu\text{g/g}$ 으로 기질로서 가장 많이 소모를 한 것으로 나타났다.

한편, 절단처리한 양송이 시료에 있어서는 저장기간에 따라 total phenolic compounds의 양은 전반적으로 모든 처리구에서 감소하는 경향을 보여주었는데 저장 12일경을 기준으로 살펴보면 수도수 처리구와 1% NaCl₂ + 1% ascorbic acid를 처리한 시료에서 가장 적은 양의 total phenolic compounds가 측정되었고 전해산화수에 0.4% MgCl₂ + 0.1% CaCl₂를 첨가해서 처리한 시료에서 가장 많은 양이 측정되었다(Fig. 3-22).

마. Polyphenol oxidase(PPO) activity

Fig. 3-23에 나타난 바와 같이 PPO activity는 저장기간동안 모든 처리구에서 증가하는 경향을 나타내었다. Total phenolic compounds를 측정한 결과와는 유사한 상관관계를 보였는데 저장기간이 경과함에 따라 기질이 소모될수록 polyphenol oxidase activity는 증가하였다. 수도수 처리구에 있어서 역시 polyphenol oxidase activity가 가장 높았으며 저장기간이 길어짐에 따라 급속하게 증가되는 것을 보여주었다. 또한 전해산화수와 빙점강하제를 첨가한 처리구에서도 저장기간이 길어짐에 따라 증가되었는데 처리구간에 비슷한 추세를 보여주었다. Polyphenol oxidase라는 효소는 과채류의 종류에 따라서 그 성질이 다소 다르며 이 효소가 작용하는 기질의 종류도 출처에 따라서 다소 다르다. 그리고 효소내 구리를 함유하고 있어 구리 이온에 의해 더욱 활성화되며, 반대로 염소이온은 억제작용을 가진다고 알려져 있다. 그리하여 침지수로 제조된 전해산화수의 염소성분은 양송이 버섯에서 polyphenol oxidase activity의 억제 작용에 효과를 보여준 것으로 생각된다. 그 이외에 polyphenol oxidase activity의

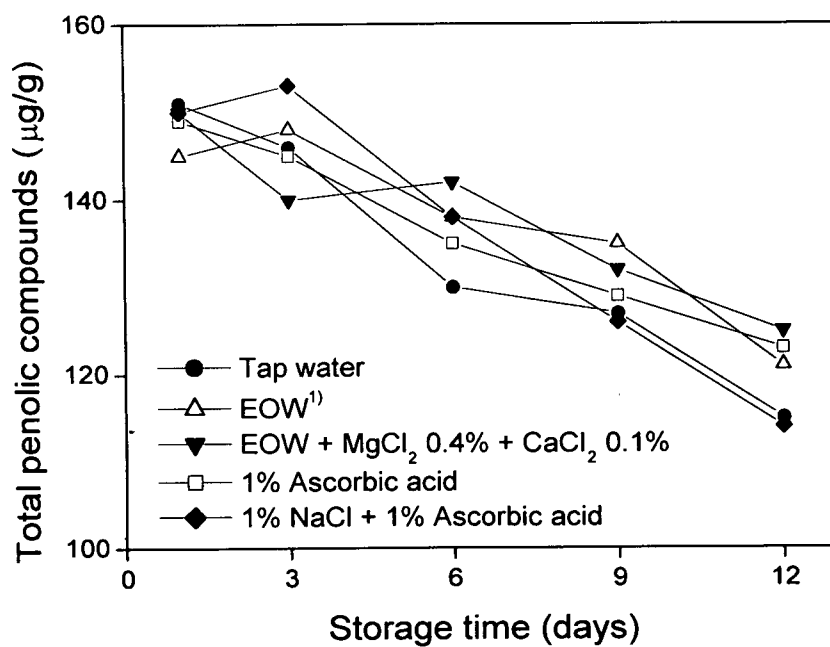


Fig. 3-22. Changes in total phenolic compounds of *Agaricus bisporus* slices during storage at 4°C

¹⁾ Electrolyzed oxidizing water

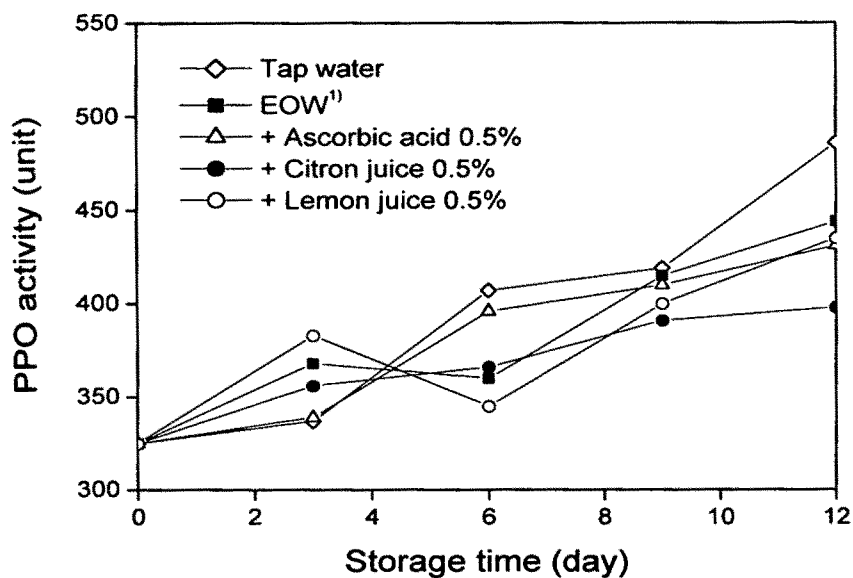


Fig. 3-23. Changes in polyphenol oxidase activity of *Agaricus bisporus* during storage at 0°C

¹⁾ EOW : Electrolyzed oxidizing water

²⁾ + : added to electrolyzed oxidizing water

저해시키는 인자로 온도를 효소의 활성범위를 지나치게 설정함으로 가능한데 효소의 활성은 온도가 10℃ 증가함에 따라 반응속도는 약 2배 증가하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 실험에서는 양송이 버섯을 초저온수에 처리하여 0℃부근에 저장함으로 효소활성을 억제하여 표면의 효소적 갈변을 저해하고자 의도되었다.

그리고 절단처리한 양송이 시료에 있어서는, 실험 결과 PPO activity는 저장기간동안 각 처리구 모두 증가하는 경향을 나타내었는데 3일에서 6일 사이에서 급격한 증가가 일어났다. 전반적으로 PPO activity는 수도수로 처리한 시료에서 가장 높았고 1% ascorbic acid로 처리한 시료에서 가장 낮은 결과를 보여주었다(Fig. 3-24).

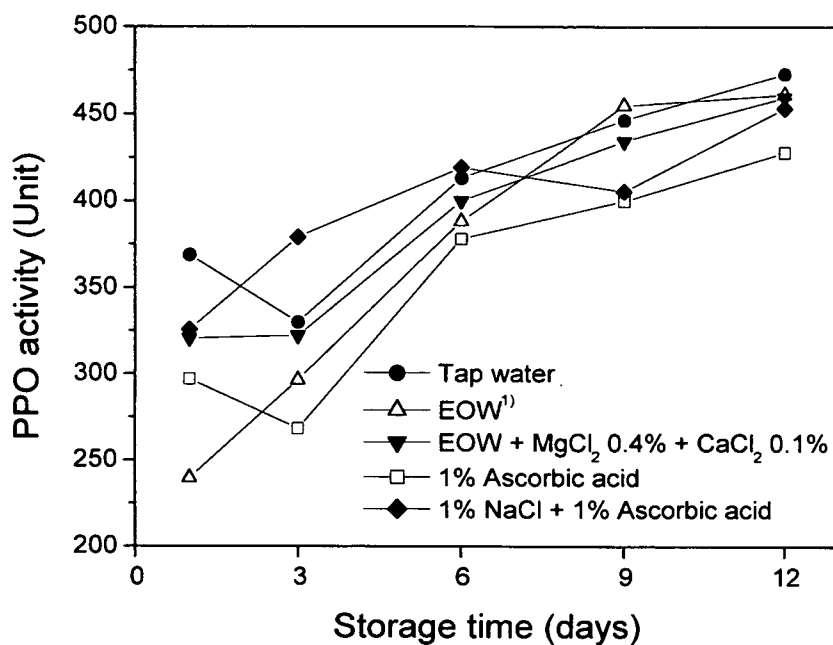


Fig. 3-24. Changes in polyphenol oxidase activities of *Agaricus bisporus* slices during storage at 4°C

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

¹) Electrolyzed oxidizing water

4. 요약

양송이 버섯의 초저온수 처리에 의한 저장중의 품질변화를 측정한 결과, 양송이 버섯의 초기 수분함량은 92.00%에서 저장 말기의 모든 처리구에서 89.47~90.67%범위로 감소되었다. 0.5% 유자과즙 첨가구에서의 total phenolic compounds은 다른 처리구보다 기질로서 가장 적게 소모된 것으로 측정되었는데 3일째 148.20 $\mu\text{g/g}$ 으로 약간 증가하다가 6일째는 급격히 감소하여 148.20 $\mu\text{g/g}$ 로 낮아졌으며 저장 12일째까지 비슷한 범위를 유지하며 130.80 $\mu\text{g/g}$ 을 나타내었다. 저장중 절단된 양송이 버섯의 색도 변화는 L값은 저장기간동안 감소되는 추세를 보였으며 저장 말기에는 0.4% MgCl_2 와 0.1% CaCl_2 를 첨가시킨 전해산화수에 처리시킨 시료와 1% ascorbic acid로 처리시킨 시료에서 다소 높은 값을 보여주었다($p < 0.05$). a, b값은 모두 저장동안 증가하는 경향이 나타났는데 ascorbic acid로 처리된 시료는 처리직후 명도가 밝아지는 효과를 보였다. 경도 변화는 1% NaCl 와 1% ascorbic acid를 처리한 시료에서 가장 조직의 연화가 완만하게 일어났다. 절단한 양송이에 있어 PPO activity는 저장기간동안 각 처리구 모두 증가하는 경향을 나타내었는데 3일에서 6일 사이에서 급격한 증가가 일어났으며, 전반적으로 PPO activity는 수도수로 처리한 시료에서 가장 높았고 1% ascorbic acid 첨가구에서 가장 낮은 결과를 보여주었다.

5. 참고문헌

1. 김형수, 김용휘, <식품학개론>, 수학사, 1994.
2. 강세식, 1991, 방사선 조사에 의한 한국산 양송이의 저장성에 관한 연구, 원광대 박사학위.
3. 신양근; 양송이, 표고, 느타리, 오성출판사(1994)
4. Jai-Sik Hong, Young-Hoi Kim, Myung-Kon Kim, Young-Soo Kim and Keum-Jae Kim : Studies on the lipids composition of korean edible mushrooms. Korean J. dietary culture. 5(4), 437-442(1990)
5. Markakis, P. and Embs, R. J. : Effect of sulfite and ascorbic acid on mushroom phenol oxidase. J. Food Sci., 31, 255(1967)
6. Gormley, R.: Chill storage of mushroom. J. Sci. Food Agric., 26, 401(1975)
7. Jai-Sik Hong, Young-Hoi Kim, Myung-Kon Kim, Young-Soo Kim and Hee-Suk Sohn: Contents of free amino acid and total amino acids in *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*. Korean J. Food Sci. Technol. 21(1), 58-62(1989)
8. Gerald M. Sapers, Robert L. Miller, Fredrick C. Miller, Peter H. Cooke, and Sang-wan Choi. Enzymatic browning control in minimally processed mushrooms, J. Food Sci., 59(5) :1042-1047(1994)
10. Gill, W. J. , Nicholas. R. C. and Markasis. P., Irradationof cultivated mushrooms, J. Food Technol. 23, 111(1969)
11. 안병국, 박노현 : 볏짚 트레이를 이용한 양송이 버섯의 포장에 관한 연구, 한국식품과학회지, 27(3), 353(1995)
12. 김준한, 김종국, 문광덕, 손태화, 최종욱 : 양송이 버섯의 MAP 및 CA 저장 효과, 농산물저장유통학회지, 2(2), 225(1995)

제 4 장 초저온수 처리의 실용화를 위한 현장 적용시험

최근 전 세계적으로 HACCP(Hazard Analysis Critical control point:위해요소 중점 관리제도)가 식품 안전성 관리를 위한 중요한 과제로 대두되고 있으며, 우리나라에서도 전 식품업계에서 HACCP제도 시행이 필수적으로 요구되고 있다. HACCP는 위해요소를 중점관리하는 것이 아니라, 위해요소를 분석하여 중요 위해요소로 판단되는 것을 중요관리점에서 관리한다는 개념이다. 최근 들어 여성의 사회 참여 빈도수가 높아지면서 자녀의 도시락 준비로 인한 경제적, 시간적, 정신적 부담을 경감시키고자 하는 대안으로 초·중·고등학생의 학교급식이 크게 증대되었다. 이는 90년대 초부터 시작되어 2002년에 모든 학교의 급식을 완료할 계획으로 추진되어 왔다. 학교급식은 학교 내에 급식시설을 갖추고 직접 운영하는 직영급식과 교내급식시설을 민간인에게 운영 위탁하거나 도시락 등 외부에서 운반 급식하는 위탁급식의 형태로 운영되고 있다. 집단급식에 있어 위생은 가장 기본적인 관리요소로 식재료 뿐만아니라 현장의 위생수준까지 모두 관리되어야 할 대상이다. 따라서 현장의 식품반입, 검수, 전처리, 조리, 배식, 세척, 소독의 전 과정에서 관리해야 할 중점적 요소를 결정하고 지켜야만 한다. 집단급식의 단점은 잘못하여 식중독 등의 감염사고가 일어났을 경우 그 피해규모가 크다는 데에 있다. 따라서 본 실험에서는 현재 HACCP에서 집단급식 및 학교급식, 축산농가, 식품가공업체에서 위해요소로 결정된 부분을 선택하여 개개의 업체의 오염원을 조사하고, 일반적으로 행하여지고 있는 소독을 마쳤을 때의 미생물수를 측정한 후 전해수를 이용하여 1회 세척하였을 때의 미생물수를 비교하여 전해수의 소독제로서의 가능성을 타진해보고자 하였다. 본 실험에 사용한 전해수는 pH와 ORP가 정상의 수도수와 비슷하나 염소의 함량을 극대화시킨 것으로 전해의 방법을 달리하여 제조하였다.

1. 염소수와 전해산화수 처리에 의한 살균력 비교

최소가공야채류는 수확 후 간단하게 씻음, 껍질 벗김, 잘라내기 및 세척 등의 방법을 사용한 다음 포장된 채로 판매된다. 이 같은 제품은 재가열하지 않고 직접 소비자가 신선한 상태로 바로 섭취하게 되므로 만일 다량의 미생물이나 식중독균에 오염되었을 경우 심각한 식품 안전성의 위협이 될 수 있다. 그러므로 최소가공야채류는 철저히 세척하거나 항균용액에 담금질하여 채소류에 잔류할 수 있는 부패균이나 병원성균의 오염을 최소화시켜야 하며, 이 때 보통 세척제로 물을 사용하나 효율성을 높이기 위하여 100~200 ppm의 염소수를 사용하고 있다. 그러나 염소제제를 사용할 경우 채소류 제품은 반듯이 행균 과정을 거쳐 염소농도를 식수와 동일한 수준으로 낮추어줌으로서 관능적 품질을 향상시켜야 한다. 따라서 짧은 세척시간 및 세척액 용량의 최소화의 일환으로 전해산화수를 사용하였을 때 염소수에 비하여 세정력이 어느 정도 증진되는지를 확인하기 위하여 비교 실험하였다.

전해산화수 제조시 전해조에 넣는 중간막이 단일막일 경우(A1)와 단일막일 경우에 발생할 수 있는 소극현상을 방지하기 위해 양성막으로 교체한 전해산화수제조기에서 얻어진 전해산화수(A2)와 전압을 달리하여 ORP를 극대화시킨 전해산화수(A3), NaClO로 제조한 염소수(B1) 및 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 로 제조한 염소수(B2)의 살균력을 비교하였다.

식품에 있어서 분변오염 지표로 사용되는 *Escherichia coli*를 각각의 용액에 침지하였을 때, ORP가 가장 높은 A3 전해산화수가 30초만에 균이 모두 사멸하는 효과를 나타내었으며, 나머지 전해산화수와 차아염소산 함량이 약 185 ppm이었던 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 용액은 1분만에 거의 다 사멸하였으나, 213 ppm NaClO 용액은 침지 30초에 약 21%가 감소된 다음 침지 5분까지 균수의 변화가 거의 없었다.

포자 생성으로 완전 살균이 힘들어 식중독의 원인균이 되는 *Bacillus cereus*는 B1용액을 제외한 나머지 용액에서 노출 30초만에 73~77%의 급격한 감소가 일어났으며, A3 전해산화수에 5분간 침지하였을 때 완전 사멸하였다.

식물체의 무름병의 원인이 되는 *Erwinia carotovora*도 *Escherichia coli*와 유

Table 4-1. Inactivation of *Escherichia coli* by chlorinated water and electrolyzed oxidizing water(EOW) at 0℃

	Surviving bacterial population (log CFU/mL)						Physicochemical property		
	Exposure time (min)						pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
	0.5	1	2	3	4	5			
0.85% saline	9.16	9.16	9.14	9.15	9.18	9.13			
EOW(A1)	1.70	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	2.51	1143	43.62
EOW(A2)	1.90	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	2.82	1138	72.34
EOW(A3)	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	2.65	1155	16.02
Chlorinated water(B1)	7.24	7.12	7.24	7.02	7.08	6.93	9.28	335	213.11
Chlorinated water(B2)	1.18	<1.0 ^a	<1.0 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	11.16	511	184.39

^a Positive by enrichment.

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

A1 : Electrolyzed oxidizing water produced from GTB-1200(neutral membrane) generator

A2 : Electrolyzed oxidizing water produced from GTB-1200(amphoteric membrane) generator

A3 : Electrolyzed oxidizing water produced from Redox RWF-100 generator

B1 : Chlorinated water(200ppm) was generated by sodium chlorite

B2 : Chlorinated water(200ppm) was generated by calcium chlorite

Table 4-2. Inactivation of *Bacillus cereus* by chlorinated water and electrolyzed oxidizing water(EOW) at 0℃

	Surviving bacterial population (log CFU/mL)						Physicochemical property		
	Exposure time (min)						pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
	0.5	1	2	3	4	5			
0.85% saline	9.14	9.12	9.14	9.15	9.14	9.11			
EOW(A1)	2.26	2.13	1.95	1.95	1.85	1.30	2.52	1145	88.30
EOW(A2)	2.06	1.93	1.85	1.54	1.30	0 ^b	2.78	1142	69.50
EOW(A3)	2.48	2.04	1.18	0 ^a	0 ^a	0 ^a	2.66	1185	16.02
Chlorinated water(B1)	6.27	6.38	6.28	6.30	6.20	6.42	9.25	333	245.38
Chlorinated water(B2)	2.38	2.42	2.08	1.78	1.48	0 ^b	11.20	512	189.36

^a Positive by enrichment.

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

A1 : Electrolyzed oxidizing water produced from GTB-1200(neutral membrane) generator

A2 : Electrolyzed oxidizing water produced from GTB-1200(amphoteric membrane) generator

A3 : Electrolyzed oxidizing water produced from Redox RWF-100 generator

B1 : Chlorinated water(200ppm) was generated by sodium chlorite

B2 : Chlorinated water(200ppm) was generated by calcium chlorite

Table 4-3. Inactivation of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* by chlorinated water and electrolyzed oxidizing water(EOW) at 0°C

	Surviving bacterial population (log CFU/mL)						Physicochemical property		
	Exposure time (min)						pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
	0.5	1	2	3	4	5			
0.85% saline	7.29	7.31	7.27	7.29	7.24	7.22			
EOW(A1)	1.17	<1.0 ^a	<1.0 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	2.45	1145	34.40
EOW(A2)	<1.0 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	2.68	1140	59.57
EOW(A3)	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	2.67	1162	17.02
Chlorinated water(B1)	5.26	4.88	5.06	5.44	4.09	5.23	9.31	275	189.00
Chlorinated water(B2)	1.30	1.30	<1.0 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	10.39	472	165.95

^a Positive by enrichment.

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

A1 : Electrolyzed oxidizing water produced from GTB-1200(neutral membrane) generator

A2 : Electrolyzed oxidizing water produced from GTB-1200(amphoteric membrane) generator

A3 : Electrolyzed oxidizing water produced from Redox RWF-100 generator

B1 : Chlorinated water(200ppm) was generated by sodium chlorite

B2 : Chlorinated water(200ppm) was generated by calcium chlorite

사한 경향을 나타내어 ORP가 가장 높은 A1의 전해산화수에 침지하였을 때 처리 30초만에 균이 모두 사멸되었으며, 나머지 전해산화수 또한 처리 1분 안에, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 용액은 처리 2분 만에 거의 사멸되는 효과를 보였으나, 차아염소산 함량이 가장 높았던 NaClO 용액은 처리 30초만에 2 Log scale의 감소를 보인 후 처리 5분까지 균수의 변화가 없었다.

이 같은 결과로 전해산화수의 살균기작에 대하여 알려진 여러 요인 중에 차아염소산의 함량보다는 높은 산화환원전위(ORP)가 살균에 더욱 직접적인 영향을 미침을 알 수가 있었다. Adams등이 지적한 바와 같이 차아염소산염처리가 효과를 나타내지 못하는 것은 아마도 채소표면에 있는 왁스성분 cuticle층의 소수성 때문에 수용성 염소수가 충분히 젖어들지 못하였거나 생체 보호막의 영향 때문에 미생물에 대한 염소의 치사효과가 감소하는데 그 원인이 있다고 본다 (Table 4-1, 4-2, 4-3).

2. 전해방법을 달리하여 제조한 전해수의 살균효과

전해조 내부의 membrane에 따라 단일막을 사용하여 전해시킨 전해산화수와 양성막을 사용하여 전해시킨 전해산화수는 선행된 실험을 통하여 차아염소산의 함량 및 산화환원전위(ORP : Oxidation-Reduction Potential)가 크게 달라지는 것을 알 수 있었다. 이와는 다르게 전해조의 양극을 분리하지 않고 membrane을 없앤 무격막 시스템을 제작하여, 염소수 중 NaClO 보다는 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 의 살균효과가 더 우수하였음을 감안하여, 분해촉매제로 CaCl_2 를 첨가하여 전해된 전해수의 특성을 살펴보았다. 전해시 membrane을 사용하는 것은 작은 수소방울이 전극에 달라붙어 전압을 떨어뜨리는 분극현상을 억제하기 위함인데, 이 실험에서는 전해하고자 하는 액체의 유속을 조절하여 아래에서 위를 향하여 계속적으로 액체가 흘러가면서 전극에 발생하는 기포를 떨어뜨림으로써 분극현상을 방지할 수 있도록 하였다.

가. 무격막 전해수의 계속 미생물 세정효과

도축 및 가공시 오염된 미생물은 저장·유통시 크게 성장하여 육류의 부

패를 일으키는 주 요인이 되며, 이를 잘못 섭취하였을 때 자칫하면 식중독을 일으킬 수 있는 위험성을 안고 있다. 따라서 식품 위생상 표면에 오염된 미생물을 제거하는 것은 매우 중요한 일로 이에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 이 실험에서는 가공과정 중에 단순한 세척을 통하여 미생물을 제거할 수 있는 방안을 마련하기 위하여 수도수, 전해산화수 및 무격막 전해수를 사용하였을 때의 살균효과를 살펴보았다. 계속 한 마리를 10배수의 처리수에 10분간 침지한 10분간 자연탈수시킨 다음 미생물 오염이 심할 것으로 예상되는 항문 주변의 미생물수의 변화를 측정하였다(Table 4-4). 처리하지 않은 계속의 미생물 수는 총균수와 대장균군수가 각각 1.75×10^5 , 2.47×10^4 으로 그 오염도가 심하였으며, 수도수로 1차 세척하였을 때에도 Log 값의 변화가 미미하여 세척의 효과가 크지 않았으며, 전해산화수와 무격막 전해수간의 총균수 및 대장균군수의 변화 또한 크지 않았다. 세척의 효과를 높이기 위하여 물리력을 부가하였을 때 Shaking의 효과로 약 1 Log scale 정도의 감균효과를 볼 수가 있었다. 이와 같은 살균력의 저하현상은 전해산화수의 경우 인과 유기화합물에 닿았을 경우 살균력에 관계하는 산화환원전위와 차아염소산의 함량이 급격히 저하하는 데 기인한 것으로 사료되므로 침지식이 아닌 수용성 단백질의 용출을 최소화시킬 수 있는 다른 처리방법을 통한 개선방안이 필요할 것으로 생각된다.

나. 무격막 전해수의 양상치 살균효과

1) CaCl_2 의 첨가 농도를 달리하여 제조한 무격막 전해수의 양상치 살균효과

전해액에 첨가되는 CaCl_2 의 농도에 따라 전해된 무격막 전해수의 차이를 살펴보기 위하여 전해수의 물성을 측정하고 양상치를 사용하여 살균효과를 비교하였다. 전해조건은 $50 \pm 1\text{A}$ 로 고정하여 전해하였으며, 전류에 따라 전압은 8.0~10.3까지 변화하였다. CaCl_2 의 농도의 차이에도 불구하고 pH 및 ORP값은 비슷한 값을 나타내었으나, 차아염소산의 함량은 농도가 전해질수록 급속도로 증가하는 것을 알 수 있었다. 전해수의 살균효과는 매우 커서 총균수와 대장균군수가 각각 1.12×10^7 , 1.6×10^2 인 양상치를 각각의 전해수에 5분간 침지하였을

Table 4-4. 세정처리 방법에 따른 닭고기의 미생물 살균력 비교시험 결과

Treatments	Total cell count(CFU/g)	Coliform cell count(CFU/g)
무처리	1.75×10^5	2.47×10^4
수돗물	1.01×10^5	4.80×10^3
전해산화수	7.25×10^4	2.35×10^3
무격막시스템 전해수	7.20×10^4	1.59×10^3
무격막시스템 전해수 (shaking 처리)	9.40×10^3	1.57×10^3

Table 4-5. Microbial count of lettuce immersed at electrolyzed water(EW) containing different concentration of CaCl_2

	Cell number(CFU/g)		Physicochemical property		
	Coliform	Total viable	pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
UT ¹⁾	1.6×10^2	1.12×10^7			
TT ²⁾	1.0×10^1	3.86×10^6			
EW7 ³⁾	N.D. ⁷⁾	1.40×10^5	8.18	745	105.7
EW10 ⁴⁾	N.D.	4.40×10^4	8.18	756	137.6
EW13 ⁵⁾	N.D.	3.30×10^4	8.30	757	163.1
EW15 ⁶⁾	N.D.	9.85×10^3	8.36	771	216.3

1) Untreated.

2) Immersed in tap water.

3) Immersed in electrolyzed water containing 700ppm of CaCl_2 .

4) Immersed in electrolyzed water containing 1000ppm of CaCl_2 .

5) Immersed in electrolyzed water containing 1300ppm of CaCl_2 .

6) Immersed in electrolyzed water containing 1500ppm of CaCl_2 .

7) Not detected.

때 대장균군은 모두 사멸하였으며, 수도수로 1 Log Scale 정도 밖에 감소시키지 못한 총균수는 농도가 전해질수록 그 감소율이 증가하는 경향을 보여 1500ppm을 첨가하였을 때 9.85×10^3 으로 43.40%의 큰 감소율을 나타내었다 (Table 4-5).

2) 침지시간과 침지수량에 따른 양상치 살균효과

미생물 살균효과가 가장 좋게 나타난 CaCl_2 의 농도 1500ppm을 사용하여 제조한 무격막 전해수의 침지시간과 침지수량을 달리하였을 때의 양상치의 미생물 살균효과는 Table 4-6과 같다. 무격막 전해수는 단일막이나 양성막을 사용한 전해산화수보다 차아염소산 함량이 크게는 100배 이상 월등히 높아 침지 시간이나 침지수량에 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 매우 근소한 차이지만 침지수량이 많아질수록 미생물 살균효과가 증대되어 대장균군의 경우 5분간 양상치 질량의 10배의 전해수에 침지하였을 때 모두 사멸하는 것으로 나타났다. 또한 전해산화수와 살균력을 비교하였을 때 대장균군은 각각의 처리시 모두 사멸하였으나 총균수의 경우 전해산화수는 약 56%의 감소를 무격막 전해수는 약 85%의 감소를 보여 차아염소산의 함량이 미생물 살균에 영향을 주는 주 인자임을 확인할 수 있었다.

3) 전해반복회수와 전류차이에 따른 양상치 살균효과

무격막 전해시스템을 사용하여 전류를 4A, 15A로 조정하여 제조한 전해수와 15A로 제조된 전해수를 다시 한번 15A로 전해한 2단 전해수의 양상치 살균효과를 비교하였다(Table 4-7). 무격막 전해수의 물성의 특징은 각 전극을 통하여 생성된 전해수가 분리되지 않고 하나로 합쳐져서 밖으로 배출되기 때문에 pH는 약 8.0~9.0사이의 값을 나타내며, ORP 또한 600~900mV로 일반 수돗물과 별 차이를 나타내지 않는다. 그에 비해 용액 중의 차아염소산 함량은 다른 시험구에 비하여 매우 높아서 그 살균력의 우수성을 짐작할 수 있었다. 각각의 시험구를 사용하여 비교한 살균력 시험에서 흔히 가정에서 사용하는 방법으로 수돗물로 세정하였을 때에 모두 씻겨나가지 않던 대장균들이 전해수를 사용하였을 때에는 모두 세정·사멸되었음을 알 수 있었으며, 총균수 또한 전해강도

Table 4-6. Sterilization effect of electrolyzed water(EW15) on lettuce by immersion volume and time

Treatments	Immersion time(min)	Immersion Volume	Cell number(CFU/g)	
			Coilform	Total viable
Untreated			1.3×10^3	3.0×10^4
EW15 ¹⁾	1	×5	4.0×10^1	7.2×10^2
		×10	3.5×10^1	6.8×10^2
	3	×5	5.5×10^1	3.9×10^2
		×10	2.5×10^1	3.7×10^2
	5	×5	1.9×10^1	2.2×10^2
		×10	N.D. ²⁾	1.5×10^2

¹⁾ Immersed in electrolyzed water containing 1500ppm of CaCl₂.

²⁾ Not detected.

Table 4-7. Sterilization effect of electrolyzed water(EW15) on lettuce by electrolytic frequency and different electric current

Treatments	Cell number(CFU/g)		Physicochemical property		
	Coliform	Total viable	pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
UT ¹⁾	4.5×10^4	7.1×10^5			
TT ²⁾	1.0×10^4	2.8×10^5			
4A ³⁾	N.D. ⁷⁾	9.1×10^3	10.31	645	111.34
15A ⁴⁾	N.D.	1.4×10^3	8.04	894	397.15
15A-15A ⁵⁾	N.D.	6.8×10^1	9.06	835	673.74
EOW ⁶⁾	N.D.	4.4×10^2	2.53	1129	35.5

¹⁾ Untreated.

²⁾ Immersed in tap water.

³⁾ Immersed in electrolyzed water manufactured by electrolysis of 4A.

⁴⁾ Immersed in electrolyzed water manufactured by electrolysis of 15A.

⁵⁾ Immersed in electrolyzed water manufactured by two-stage electrolysis of 15A.

⁶⁾ Immersed in electrolyzed oxidizing water.

⁷⁾ Not detect.

가 강해질수록 그 미생물 살균효과가 뛰어나 가장 약하게 전해한 4A 무격막 전해수의 경우 약 32%의 감소율을, 15A 무격막 전해수는 약 46%로 감소폭이 증가되었다. 선행된 실험을 통하여 그 살균효과가 입증된 전해산화수의 경우 절반 이상인 54.87%가 감소된 것에 비하여 15A로 2단전해한 무격막 전해수는 68.89%의 감소 폭을 보였으며, 4 Log scale이 감소되는 뛰어난 살균력을 나타내었다. 따라서 무격막 전해수를 과채류 세정에 사용할 경우 초기 미생물을 제어할 수 있어 그 저장성을 증가시킬 수 있을 것이라고 판단되며, 차아염소산 함량을 제외하고는 모든 물성이 물과 같아 식재료 준비시 사용하여도 무관할 것으로 예상된다. 하지만 사람이 직접 섭취하는 음식물 세정에 사용되고 있는 살균수의 일반적 유효염소함량이 200ppm정도인 것으로 보아 전류를 조정하여 차아염소산 함량 200ppm이하로 제조된 전해수는 과채류 세정에, 2단 전해로 차아염소산 함량이 600ppm이 넘는 무격막 전해수는 재료 준비 및 가공 라인이나 도구 세척에 사용함으로써 1차적인 오염원인 초기 미생물을 제어할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 작업장 및 공정에서의 적용시험 결과

과채류의 세정시 가장 미생물 세정효과가 좋았던 15A로 2단전해한 무격막 전해수를 사용하여 실제 현장에 적용 처리함으로써 현장의 미생물 오염실태와 그 개선방향에 대하여 살펴보았다. 하루 200명 정도의 식사를 준비하는 구내 식당과 미생물 수에 따라 수익에 큰 영향을 받는 경기도 내 착유농가, 두부공장과 경기도내 단체급식을 담당하는 catering을 대상으로 하였으며, CaCl_2 1500ppm을 첨가하여 제조한 2단전해 무격막 전해수의 물성은 pH 8.74, ORP 783mV, 차아염소산 함량 299ppm이었고, 각각의 공정 내에서 가장 문제가 되는 부분을 1회 세척하여 효과를 비교하였다.

가. 구내 식당에서의 세정효과 확인시험

주방의 도마와 칼의 상호 오염은 잠재적인 식중독의 원인이 된다. 대량의 급식을 담당하는 식당에서 사용되는 도마와 칼은 육류와 채소를 준비하는 과정에서 함께 사용되는 경우가 많기 때문에 철저한 소독이 이루어지지 않을 경우 자칫 잘못하여 *E. coli* O157:H7 또는 *Listeria monocytogenes*의 오염으로 인한 치명적인 식중독을 유발시킬 수 있다. 일본에서 발생한 *E. coli* O157:H7에 의한 식중독 사고 또한 생선요리가 주식인 일본에서 도마의 충분한 살균이 이루어지지 않은 상태로 음식물을 제조, 공급하였기 때문으로 알려져 있다. 이 실험에서 미생물 오염이 가장 큰 부분은 도마와 식당 바닥으로 총균수가 각각 3.9×10^5 , 3.22×10^5 , 대장균균수가 1.7×10^2 , 2.78×10^3 으로, 도마는 칼에 의하여 잘라진 틈새에 음식물이 끼었다가 충분히 세척되지 않은 상태로 보관되는 중에 미생물이 생육하였다가 다음 음식물 절단시 접촉하여 미생물에 오염되는 확률이 높으며, 식당 바닥은 준비과정 내내 음식물 쓰레기와 음식물 세정에 사용된 물이 고여 있고, 조리사들의 끊임없는 움직임으로 인하여 오염이 끊이질 않는 부분이다. 각각의 오염원에 세정 무격막 살균수를 사용하여 세척하였을 때, 다른 물리력 없이 단지 물을 살수하였음에도 불구하고 도마와 바닥의 미생물수가 총균수는 4.0×10^3 , 5.1×10^2 으로 2~3 Log scale이 감소되었으며, 대장균균수는 모두 사멸하는 결과를 가져왔다(Table 4-8).

Table 4-8. 단체급식(주방)에 있어서의 세정처리 효과

	Sample	Total count(CFU/g)	Coliform(CFU/g)
1	무처리	3.9×10^5	1.7×10^2
	처리	4.0×10^3	N.D. ¹⁾
2	무처리	1.3×10^3	N.D.
	처리	6.0×10^1	N.D.
3	무처리	8.1×10^2	N.D.
	처리	7.0×10^1	N.D.
4	무처리	3.3×10^2	N.D.
	처리	2.0×10^1	N.D.
5	무처리	2.0×10^3	N.D.
	처리	2.4×10^1	N.D.
6	무처리	3.22×10^5	2.78×10^3
	처리	5.1×10^2	N.D.

¹⁾ Not detected.

* 2회 반복 실험한 결과의 평균값임.

* 무처리구는 일반적인 주방용 세제로 세척한 후 자연건조시켜 진열된 것을, 처리구는 무처리구 상태에서 소량의 제조수로 유수세척한 것임.

* 1: 도마, 2: 식칼, 3: 식판(스텐 재질), 4: 숟가락, 5: 개수대, 6: 바닥

* 제조수 처리조건 : 1,500ppm CaCl₂, 2단 전해시스템

* 제조수의 물성

pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
8.74	783	299

나. 단체급식소에서의 세정효과 확인시험

단체급식소의 경우 한 곳에서 준비되어진 음식물이 각각의 학교나 단체 급식을 하는 단체에 보내질 때까지 보존의 상태로 운반되기 때문에 초기에 미생물의 오염이 있을 경우 충분한 미생물 급원과 생육 온도까지 최적의 조건으로 유지되어 cell cycle이 짧은 대장균과 같은 세균은 급격한 증식이 일어날 수 있어 초기 미생물의 오염을 줄이는 것은 매우 중요하다. 밥을 운반하는 통에서 일반적으로 시행하고 있는 세정이 모두 끝난 상태인데도 불구하고, 총균수와 대장균수가 각각 6.92×10^4 , 4.56×10^3 , 반찬그릇에서 각각 2.6×10^4 , 4.7×10^1 , 국통에서 6.74×10^3 , 1.35×10^3 으로 유난히 대장균군의 오염이 심각하였으며 이를 무격막 살균수로 세척하였을 때 모든 균이 사멸하는 효과를 나타내었다. 따라서 무격막 전해수는 도구 세척에 있어 단순 살수 세척만으로도 위생 면과 경제성을 모두 만족시킬 수 있다고 평가되었다(Table 4-9)

다. 두부공장에서의 세정효과 확인시험

두부공장의 문제점은 모든 두부가공 라인 전체에서 모든 기계들과 두부 사이에 접촉이 끊어질 않으며, 두부의 물성적 특성으로 인하여 라인 구석구석에 부식된 두부의 조각들이 끼어 들어가 세척이 쉽지 않아 자칫 잘못하면 부패 미생물과 접촉할 수 있는 확률이 높으며, 살균과정을 수중에서 자외선으로 살균함에 있어 내부에 오염된 미생물은 살균에 어려움이 있다는 것이다. 현재는 라인 세척에 양젓물이라고 불리우는 NaOH 수용액을 사용하고 있어 수회 세척이 불가능하여 세척이 원활하지 않다는 문제점이 있다. 이 실험에서는 콩이 마쇄되어 나오는 Chopper의 배출부에서 가장 많은 미생물이 검출되었으며, 이 부분은 살수만으로는 세척이 원활이 이루어지지 않기 때문에 세척에 어려움을 겪었다. 이로 인하여 6.17×10^7 이었던 이 부분의 총균수가 세정 후에도 3 Log scale 정도의 감소만이 이루어졌을 뿐 다른 현장 적용 실험에서 입증된 전해수의 미생물 세정효과도 조금은 떨어지는 것으로 나타났다. 현장 적용시험 중 가장 높은 미생물 오염형태를 나타내던 두부공장의 경우에도 물리력을 부가해야 세정이 가능한 chopper 부분을 제외하고는 대장균과 총균수 모두 1.0 Log CFU/cm² 미만으로 감소되어 전해수의 미생물 세정효과가 뛰어난 것을 확인할 수 있었다(Table 4-10).

Table 4-9. 단체급식업체 제조라인에 있어서의 세정처리 효과

	Sample	Total counts(CFU/g)	Coliform(CFU/g)
1	무처리	6.92×10^4	4.56×10^3
	처리	N.D ¹⁾	N.D
2	무처리	2.6×10^4	4.7×10^1
	처리	N.D	N.D
3	무처리	6.74×10^3	1.35×10^3
	처리	N.D	N.D
4	무처리	2.53×10^5	5.26×10^4
	처리	3.5×10^1	N.D
5	무처리	2.74×10^4	1.51×10^4
	처리	N.D	N.D
6	무처리	1.07×10^6	5.7×10^4
	처리	N.D	N.D
7	무처리	2.15×10^6	2.63×10^5
	처리	N.D	N.D

¹⁾ Not detected.

* 2회 반복 실험한 결과의 평균값임.

* 무처리구는 일반적인 주방용 세제로 세척한 후 자연건조시켜 진열된 것을, 처리구는 무처리구 상태에서 소량의 제조수로 유수세척한 것임.

* 1: 밥 운반용 통, 2: 개인용 식판(스텐 재질), 3: 국 운반용 통, 4: 식칼, 5: 세절기, 6: 도마, 7: 바닥.

* 제조수 처리조건 : 1,500ppm CaCl₂, 2단 전해시스템

* 제조수의 물성

pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
8.74	783	299

Table 4-10. 두부공장 제조라인에 있어서의 세정처리 효과

	Sample	Total count(CFU/g)	Coliform(CFU/g)
1	무처리	6.17×10^7	1.19×10^5
	처리	4.0×10^4	6.8×10^1
2	무처리	3.66×10^6	2.1×10^3
	처리	1×10^1	N.D. ¹⁾
3	무처리	2.4×10^5	1.2×10^3
	처리	2×10^1	N.D.
4	무처리	5.1×10^5	3.7×10^3
	처리	1×10^1	N.D.
5	무처리	2.97×10^7	2.6×10^4
	처리	1×10^1	N.D.
6	무처리	2.2×10^5	1.1×10^2
	처리	1×10^1	N.D.
7	무처리	2.7×10^5	9.5×10^2

¹⁾ Not detected.

* 2회 반복 실험한 결과의 평균값임.

* 무처리구는 업체에서 현재 사용하고 있는 방법이며,
처리구는 무처리구 상태에서 소량의 제조수로 유수 및 분사 세정한 것임.

* 1: 침지, 증자조에서 쿵이 마쇄되어 나오는 부분(상부),
2: 중간 단계의 배출구, 3: 배출되어 담는 용기(하부)
4: 두부판(tray), 5: 배수구와 바닥, 6: 두부 성형틀,
7: 적외선처리에 의한 살균겸용 냉각수(현장 물탱크).

* 제조수 처리조건 : 1,500ppm CaCl₂, 2단 시스템

* 제조수의 물성

pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
8.74	783	299

라. 착유농가에서의 세정효과 확인시험

우유는 착유 단계에서부터 많은 종류의 미생물에 오염된다. 착유 직후의 신선한 원유는 위생적으로 착유된 경우라도 대개 세균수가 약 500~2,000/mL 정도로 알려져 있으며, 착유기, 파이프라인, 벌크 탱크 등에 접촉되면서 많은 세균에 오염이 되며, 특히 복잡한 구조로 이루어진 착유기는 착유 후에 우유 성분이 잔존하여 오염확률이 커지게 된다. 이로 인하여 1993년 6월부터 세균수에 의한 유질 등급제를 실시하였으며, 매년 개정을 거쳐 1998년 7월 이후부터 세균수 3만 이하일 때 1급 A, 10만 미만일 때 1급 B, 25만 이하일 때 2급으로 각각 1L 당 51원, 38원 10원으로 차등 지급하고 있다. 따라서 착유농가에 있어서 착유기의 미생물 오염은 농가의 손익에 밀접한 영향을 미치고 있다. 이 실험에서는 착유시 미생물 오염이 가장 심할 것으로 예상되는 착유기와 파이프라인, 바닥을 현재 농가에서 사용하고 있는 소독제를 사용하여 세척한 후와 무격막 전해수로 세척한 후의 미생물 감소율을 비교하였다. 기존의 세정방식으로 1회 세척한 후 각 부분의 오염정도를 살펴 본 결과 세척을 모두 마친 세척수와 바닥에서 가장 많은 균들이 오염되어있는 것을 알 수 있었는데, 세척수의 경우에는 총균수와 대장균수가 각각 1.37×10^6 , 1.7×10^3 으로 다른 부위에 비하여 대장균균수의 오염이 가장 심하게 나타났고, 착유기 세척장치 주변의 바닥은 총균수와 대장균균수가 각각 4.3×10^6 , 6.5×10^2 로 총균수가 가장 높게 나타났다. 대장균은 식중독 유발균인 *E. coli* O157:H7과 같은 일부 균을 제외하고는 분변 오염지표로 사용될 뿐 병원성균으로 분류되지는 않는다. 하지만 착유농가에서와 같이 축사에서 키워지는 젖소의 유방주위가 분변으로 오염될 가능성이 있기 때문에 착유기 착용 전에 모든 오염물을 제거하였는지와 같은 위생의 척도로 대장균균수를 중요하게 측정한다. 이 실험에서 전해수를 사용하여 1회 세정을 보충하여 실시한 경우 모든 부분에서 대장균은 완전 사멸하는 효과를 보였고, 2회 반복 세정하였을 때에는 총균까지 모두 사멸하는 우수한 효과를 나타내었다(Table 4-11).

Table 4-11. 젖소농가의 착유공정에 있어서의 세정처리 효과

	Sample	Total count(CFU/g)	Coliform(CFU/g)
1	무처리	3.31×10^3	N.D ¹⁾
	처리 I	5×10^1	N.D
	처리 II	2×10^1	N.D
2	무처리	1.37×10^6	1.7×10^3
	처리 I	1×10^0	N.D
	처리 II	1×10^0	N.D
3	무처리	9.49×10^5	4.8×10^2
	처리 I	1×10^1	N.D
	처리 II	N.D	N.D
4	무처리	4.3×10^6	6.5×10^2
	처리 I	5.4×10^3	N.D
	처리 II	1×10^1	N.D

¹⁾ Not detected.

* 2회 반복 실험한 결과의 평균값임.

* 무처리구는 업체에서 현재 사용하고 있는 방법이며,
처리구 I 은 기존방식으로 세척하고 제조수로 1번 세척한 것이며,
처리구 II는 기존방식으로 세척한 후 제조수로 2번 세척한 것임.

* 1: 착유기, 2: 세척수, 3: 착유관 말단, 4: 작업장 바닥.

* 제조수 처리조건: 1,500ppm CaCl₂, 2단 시스템

* 제조수의 물성

pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
8.74	783	299