

전해산화수를 이용한 수출용 간밤의 저장성 향상

박 신* · 강정렬 · 강선철¹

대구대학교 농화학과, ¹대구대학교 생물공학과

초 록 : 수출용 간밤의 유통과정 중 발생하는 백탁현상을 방지하기 위하여 전해산화수를 이용하여 수출용 간밤의 저장성을 향상시키는 연구가 있었다. 수출용 간밤을 전해수로 저장하면서 저장액의 pH 및 탁도 변화를 조사하였는데, 30°C에 저장했을 경우 저장 하루만에 이미 저장액의 pH가 급격히 변화하였으나, 4°C에 저장했을 경우는 30°C에 비해 pH가 매우 완만하게 변화하였다. 특히 pH 2.5의 전해산화수는 저장 8일 후 pH가 3.4로 나타나 가장 적게 변화하였다. 탁도도 이와 비슷한 경향을 보였는데, 30°C에 저장했을 경우 저장 1일 후 이미 눈으로 확인할 수 있을 정도의 백탁현상이 일어났으나, 4°C에 저장했을 경우는 저장 14일 까지 백탁현상이 일어나지 않았으며, 특히 pH 2.5의 전해산화수의 경우 14일 후의 흡광도(OD₆₆₀)가 0.01, 35일 후의 흡광도가 0.11로 나타나 백탁현상이 거의 일어나지 않았다. 전해수를 사용해 4°C에서 15일간 저장한 간밤에 대한 관능검사를 실시한 결과 대조구에 비해 유의한 차가 없었다. (1998년 11월 9일 접수, 1998년 12월 9일 수리)

서 론

전해산화수는 물에 소량의 NaCl 혹은 KCl 등을 첨가, 전기분해하여 얻어지는 산화환원 전위차 1,000 mV 이상의 강산화수로서 살균력 및 세정효과가 뛰어난 기능수를 말한다.¹⁾ 전해조를 이용해 물을 전기분해하면 양극과 음극에 각각 성질이 다른 두가지의 물이 생성되는데, 양극에서 생성되는 물은 강산화수로서 전자가 극단적으로 부족한 상태이며, 음극에서 생성되는 물은 강알칼리수로서 전자가 극히 풍부한 강환원수이다. 전해수는 강한 살균력과 함께 적용범위가 넓고 일반 화학약품과는 달리 유해한 잔유물이 생기지 않으며, 또한 인체에 전혀 해가 없는 장점 때문에^{2,3)} 최근에는 식품가공 및 저장에 이용하려는 연구가 많이 이루어지고 있다.⁴⁾

한편 밤나무는 참나무과의 밤나무속에 속하는 식물로서, 생밤의 영양성분은 수분이 약 60%, 당질이 약 30%를 차지하고 무기질로는 칼슘, 철, 나트륨 등이 풍부하며 비타민 B1이 쌀보다도 4배나 더 들어 있으며, 비타민 C가 과일을 제외한 나무열매 중에서 가장 많이 들어있는 식품이다. 우리나라의 밤 생산량을 보면 1990년 약 8.5만톤이었으나 1996년 약 10.8만톤으로 조금 증가하였으며 그 중 약 60%가 청과용, 30% 정도가 수출용, 5% 정도가 가공용으로 이용되고 있다. 밤의 수출실적은 1996년 29,450톤이며 금액으로는 1억1천만달러 이상을 수출하여 중요한 수출농산물 중의 하나이다.^{7,8)} 생밤에는 수분이 약 60% 이상 함유되어 있어 쉽게 썩고 발아하므로 저장보관에 많은 기술과 경비가 소요되고 있으며, 특히 수출용은 밤의 껍피와 속피를 제거한 후 냉각수에 침지한 상태로 PE 필름에 밀봉하여 냉장유통으로 수출하고 있으나 유통과정 중 냉각수가 뿌옇게 흐려지는 백탁현상이 발생하여 자주 클레임에 걸리고 있는

실정이다.^{9,10)} 따라서 본 연구에서는 전해산화수를 이용하여 수출용 간밤의 저장성을 향상시키는 연구를 시도하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 밤은 아진종합식품(경북 경산시)에서 일본으로 수출하는 슈퍼용 간밤인데, 대구인근에서 수확된 밤의 껍피를 제거하고 속피를 칼로 깎은 상태에서 얼음에 채워 보관하면서 사용하였다.

전해수의 제조

전해수는 수도물에 0.15%의 NaCl을 첨가하여 전해수 제조기(경북대 전기공학과 제조)로 전기분해하여 제조한 것인데, 전해수 제조기의 전류를 조정함으로써 양극으로부터 pH 2.5, 3.5의 강산화수를, 음극으로부터 pH 10.5, 11.5의 강알칼리수를 얻었다.

전해수를 이용한 간밤의 저장성 시험

수출용 간밤의 저장성을 향상시키기 위해 전해수를 간밤 저장액으로 사용하였으며, 대조구로는 pH 7.2의 증류수를 사용하였다. 시료의 준비는 밤의 껍피를 제거하고 속피를 칼로 깎은 간밤 100 g을 750 ml의 광구병에 넣고, 여기에 전해수 및 증류수 600 ml를 채운 다음 뚜껑을 닫았으며, 저장성 시험은 준비된 시료를 30°C 및 4°C에서 저장하면서 시행하였다.

pH 및 탁도 측정

간밤 저장액의 백탁현상을 정량적으로 측정하기 위해 간

찾는말 : electrolyzed acid-water, chestnut, storage stability

*연락처

밤 저장액의 탁도를 조사하였으며, 간밤 저장액인 전해수의 pH 변화를 조사하였다. pH는 일정시간마다 소량의 저장액을 샘플링하여 pH meter(Istek, 735P)로 측정하였으며, 탁도는 간밤 저장액 1 ml를 취해 spectrophotometer(Hewlett Packard, 8452A)로 660 nm에서 흡광도를 측정하였다.

관능검사

전해수와 증류수를 사용해 저장한 간밤의 기호성을 조사하기 위해 4°C에서 15일간 저장한 밤의 관능검사를 실시하였는데, 관능검사는 선발된 15인의 관능요원에 의해 맛, 냄새, 색, 조직감, 종합적 기호도 등의 항목을 5점 채점법¹³⁾에 의해 조사하여 통계프로그램 Sigma stat을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 시료간의 유의차검정은 Student Newman Keuls Test를 사용하였다.

결과 및 고찰

전해수의 제조 및 pH 변화

전해수는 경북대 전기공학과에서 특허출원한 전해수 제조기(대한민국 특허출원 제 14335호, 1996. “액중이온분리장치”)를 이용하여 제조하였으며 pH 2.5와 pH 11.5의 강전해수를 얻기위해 0.15%(w/v)의 NaCl을 첨가하였다. 전해수 제조기의 전류 세기에 따른 생성된 전해수의 pH값은 Fig. 1에 나타내었는데, 인가전류의 세기가 0.6 A 이상에서는 pH 2.5의 강산성수와 pH 11.5의 강알칼리수가 동시에 생성됨을 알 수 있다. 전해수 제조기의 전류 세기를 조정함으로써 본 실험에 필요한 pH 2.5, 3.5, 10.5, 11.5의 강전해수를 얻었는데, Fig. 2는 pH 2.5, 3.5, 7.2, 10.5, 11.5의 전해수 및 증류수를 밀폐된 용기(50 ml centrifuge tube)에 보관했을 때 이들의 pH가 어떻게 변화하는가를 나타낸 것으로, 30°C에

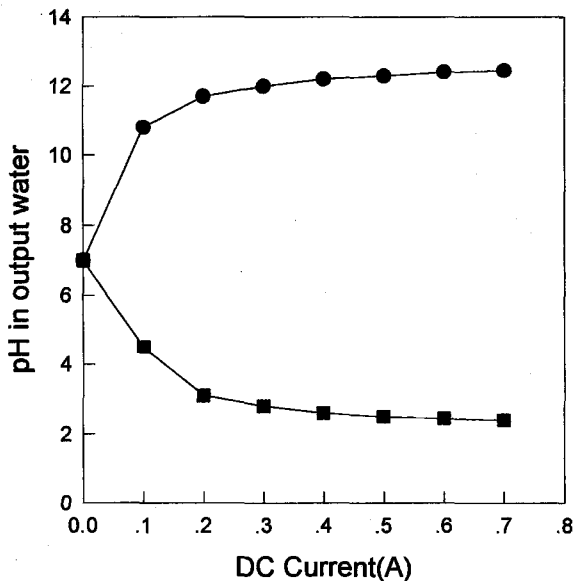


Fig. 1. pH characteristics of electrolyzed water according to electric current. ■—■: electrolyzed acid-water, ●—●: electrolyzed alkali-water.

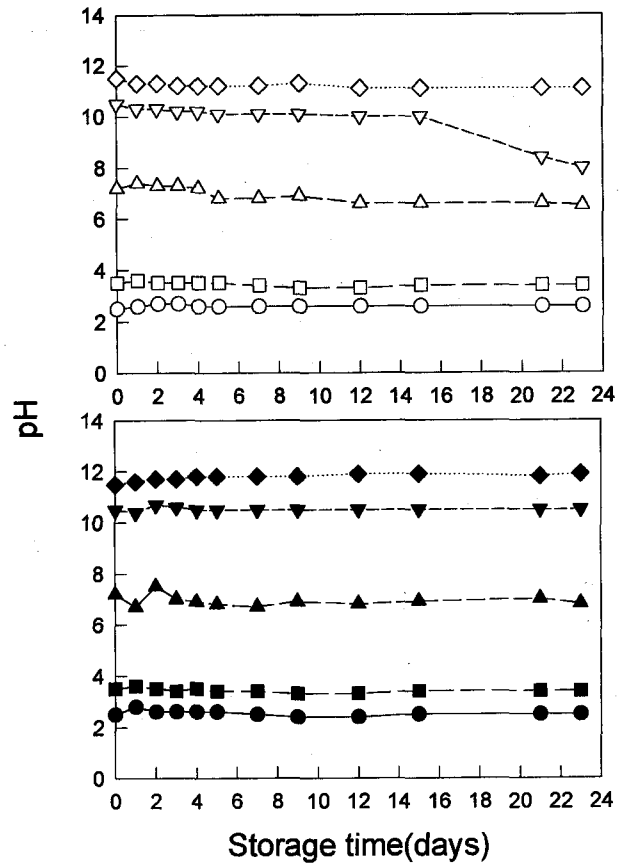


Fig. 2. Changes of pH in electrolyzed water and distilled water stored at 30°C (above) and 4°C (below), respectively, during the time course. ● and ○: electrolyzed water at pH 2.5, ■ and □: electrolyzed water at pH 3.5, ▲ and △: distilled water at pH 7.2, ▼ and ▽: electrolyzed water at pH 10.5, ◆ and ◇: electrolyzed water at pH 11.5.

서 보관했을 경우 23일 후 pH는 각각 2.6, 3.4, 6.5, 8.0, 11.1로 나타나 pH 10.5의 전해수를 제외하고는 전체적으로 큰 변화가 없었다. 또한 4°C에 보관했을 경우 pH는 23일 후 각각 2.5, 3.4, 6.8, 10.5, 11.9로 나타나, 전해수를 제조 후 냉장 및 실온에 방치하더라도 밀폐된 용기에 보관하면 pH의 변화가 거의 없다는 것을 알 수 있었다.

간밤 저장액의 pH 변화

Fig. 3은 간밤 100 g과 전해수 및 증류수 600 ml를 광구 병에 넣어 뚜껑을 닫은 후 저장했을 때 저장액의 pH 변화를 나타낸 것인데, 간밤 저장액의 pH는 전해수 및 증류수 자체만 보관했을 때(Fig. 2)보다 많은 변화를 하였으며 전체적으로 pH 4.0 부근으로 접근하였다. 간밤을 30°C에서 저장했을 경우 최초 pH 2.5, 3.5, 7.2, 10.5, 11.5의 저장액은 저장 1일 후에 각각 pH 3.8, 4.0, 3.7, 4.3, 4.6으로 급격한 변화를 하였으며, 이후에는 완만하게 변화하여 20일 후 각각 pH 3.7, 4.4, 4.0, 3.8, 4.2를 나타내었다. 4°C에서 저장했을 경우는 30°C에서 저장했을 경우보다 pH의 변화가 훨씬 완만하게 진행되었는데, pH는 4일 후 각각 2.9, 4.4, 5.5, 6.6, 8.8을 나타내었다. 특히 간밤을 pH 2.5의 전해산화수로 4°C

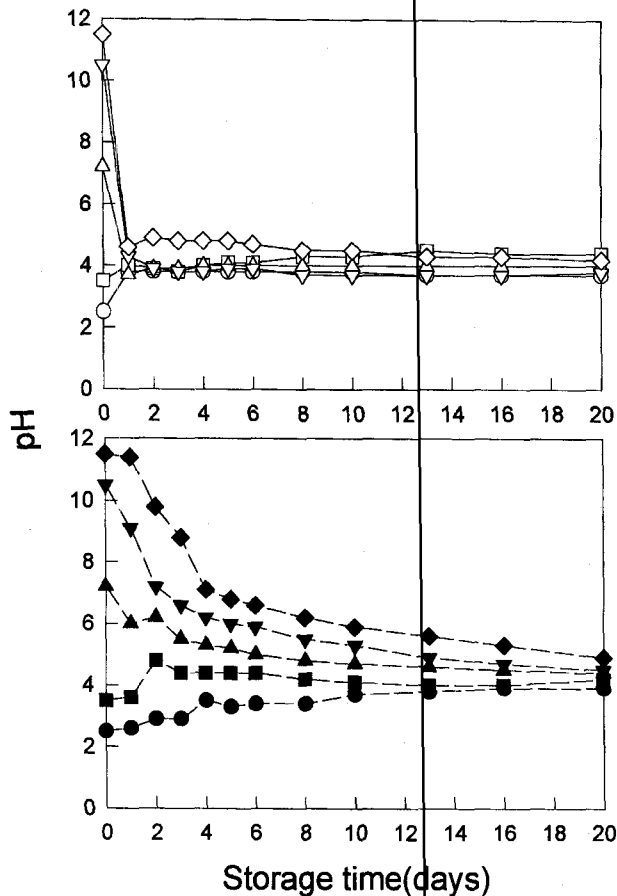


Fig. 3. Changes of pH in electrolyzed water and distilled water used for storing peeled-chestnuts at 30°C (above) and 4°C (below), respectively, during the time course. ●● and ○○: electrolyzed water at pH 2.5, ■■ and □□: electrolyzed water at pH 3.5, ▲▲ and △△: distilled water at pH 7.2, ▼▼ and ▽▽: electrolyzed water at pH 10.5, ◆◆ and ◇◇: electrolyzed water at pH 11.5.

에서 저장했을 경우 저장 8일 후에도 저장액의 pH가 3.4로 나타나 다른 실험구에 비해 pH가 매우 낮았는데, 이는 세균의 생육 최저 pH가 4.5~5.0, 젖산균의 생육 최저 pH가 3.5 정도인 점으로 미루어 미생물의 증식억제 및 저장성의 향상에 매우 바람직한 환경이라고 할 수 있을 것이다. 이러한 pH의 변화에 대한 정확한 원인은 조사되지 않았으나 미생물에 의한 변패작용, 밤성분의 용해작용, 전해수의 전자상태의 변화 등으로 인한 결과라 사료된다.

간밤 저장액의 탁도 변화

수출용 간밤의 저장성을 향상시키기 위해 전해수를 이용하여 간밤을 침지시킨 후, 4°C와 30°C에서 저장하였으며 일정시간마다 저장액의 탁도를 조사하였다. 일반적으로 탁도(turbidity)는 균의 농도가 증가함에 따라 비례적으로 증가하기 때문에 정확한 균체수의 측정이 요구되지 않는 성장곡선 등에서 균의 농도를 측정하는 방법으로 많이 이용되고 있다. 수출용 밤의 경우 저장기간이 경과함에 따라 밤 저장액이 뿌옇게 흐려지는 백탁현상이 발생하여 문제가 되고 있으므로 백탁현상의 정도를 정량적으로 측정하기 위해 각 시료에 대

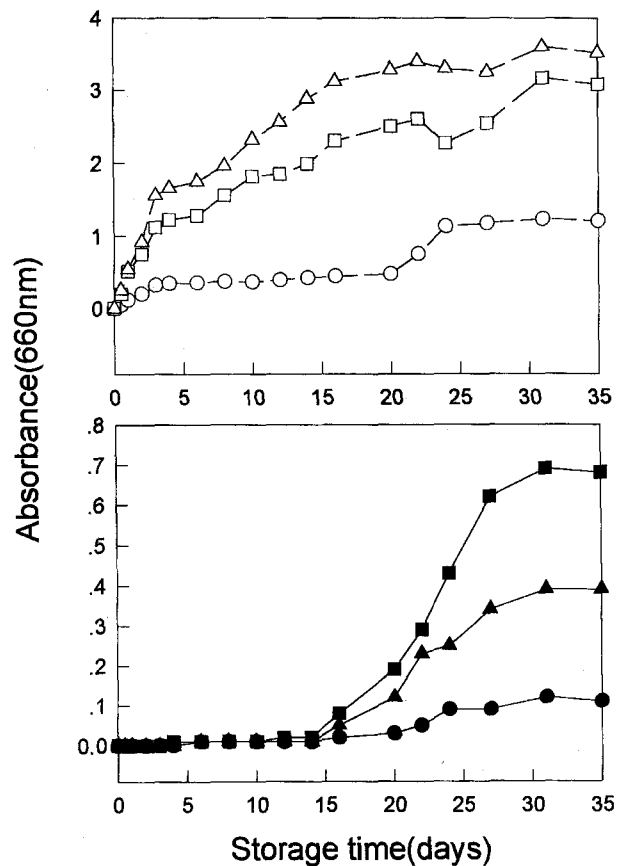


Fig. 4. Changes of absorbance (OD_{660}) in electrolyzed water and distilled water used for storing peeled-chestnuts at 30°C (above) and 4°C (below), respectively, during the time course. ●● and ○○: electrolyzed water at pH 2.5, ▲▲ and △△: distilled water at pH 7.2, ■■ and □□: electrolyzed water at pH 11.5.

한 탁도를 조사하였다. Fig. 4는 pH 2.5, 7.2, 11.5의 전해수 및 증류수 저장액의 탁도(흡광도)를 spectrophotometer로 660 nm에서 측정한 결과이다. 30°C에서 저장시 1일 후 흡광도는 pH 2.5 전해산화수의 경우 0.12, pH 7.2의 증류수의 경우 0.51, pH 11.5 전해산화수의 경우 0.54로 나타나 백탁현상을 눈으로도 확인할 수 있을 정도였으며, 35일 경과시는 흡광도가 각각 1.20, 3.08, 3.52로 나타났는데, pH 2.5의 전해산화수를 사용했을 경우 백탁현상의 정도가 가장 양호하였다. 4°C에서 저장했을 경우는 백탁현상이 매우 느리게 진행되었는데, 저장 후 약 14일까지는 백탁현상이 전혀 발생하지 않았으며, 35일이 지난 후에도 pH 2.5, 7.2, 11.5 시료의 흡광도가 각각 0.11, 0.68, 0.39로 나타나 30°C에서 저장했을 경우 보다 탁도가 훨씬 낮았다. 따라서 수출용 밤의 저장성 향상을 위해서는 온도의 관리가 가장 중요하다는 사실을 알 수 있었으며, 특히 저온유통과정 중의 온도관리는 수출용 밤의 품질관리에 가장 중요한 요소일 것으로 사료된다. pH 2.5의 전해산화수를 이용해 4°C에서 밤을 저장했을 경우 14일 후 저장액의 흡광도가 0.01, 35일 후의 흡광도가 0.11로 나타나 백탁현상이 가장 적었는데, 수출용 간밤의 저장성 향상을 위한 전해산화수의 이용 가능성을 확인할 수 있었다.

Table 1. Sensory evaluation of peeled-chestnuts stored in electrolyzed water and distilled water at 4°C for 15 days

Samples	Sensory analysis tested ¹⁾				
	Taste	Flavor	Color	Texture	Overall acceptability
pH 2.5	4.1 ^a	3.8 ^a	3.6 ^b	4.1 ^a	3.9 ^a
pH 7.2	3.8 ^{ab}	4.2 ^a	4.0 ^a	3.7 ^b	4.0 ^a
pH 11.5	3.5 ^b	3.9 ^a	4.0 ^a	3.9 ^{ab}	3.7 ^a

¹⁾1: very poor, 2: poor, 3: moderate, 4: good, 5: very good

²⁾Means with the same superscripts in a column are not significantly different at the 5% level by Student Newman Keuls Test

관능검사

전해수 및 증류수를 사용해 4°C에서 저장한 밤에 대한 관능검사를 실시한 결과는 Table 1과 같다. 관능검사는 백탄현상이 일어나지 않은 저장 15일 후에 실시하였으며 맛, 냄새, 색, 조직감, 전체적인 기호도에 대해 평가하여 유의수준 5%에서 유의성을 검정하였다. 맛의 경우 pH 2.5의 전해산화수에 저장한 밤이 4.1점으로 가장 높은 점수를 나타내었고, 다음이 pH 7.2의 증류수 처리구, pH 11.5의 전해환원수 처리구 순이었다. 냄새의 경우 pH 7.2 처리구가 4.2점으로 가장 높은 점수를 나타내었으나 유의수준 5%에서 처리구 간의 유의차는 없었으며, 색의 경우 pH 2.5 처리구가 3.6점으로 가장 낮은 점수를 나타내었으나 다른 처리구와 유의차를 보였다. 조직감의 경우 pH 2.5 처리구가 4.1점으로 높은 점수를 나타내었으며, pH 7.2 처리구와는 유의차가 있었으나 pH 11.5 처리구와는 유의차가 없었다. 전반적인 기호도의 경우 pH 7.2 처리구가 4.0, pH 2.5 처리구가 3.9, pH 11.5 처리구가 3.7 점을 나타내었으나 유의수준 5%에서 처리구 간의 유의성이 인정되지 않았다. 따라서 pH 2.5의 전해산화수를 사용해 4°C에서 15일간 저장한 밤의 경우 대조구에 비해 관능검사에서도 별 차이가 없었으며 오히려 맛도 및 저장성에서 우수한 결과를 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 1998학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의

한 논문이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 燁彦, 紀代子 (1995) 強電解水ハンドブック: 強酸性電解水の科學. p.17-53, 醫學情報社. 東京, 日本.
2. 酒井重男 (1995) 機能水の開發と應用の現況. 食品工業. 4, 35.
3. 米安 實 (1994) 食品加工における電解處理水 應用. 食品加工技術. 14, 332.
4. Komeyasu, M. and Y. Miura (1981) Effects of electrolytic reduction on suitability of soybean for making Tofu. *Nippon shokuhin Kogyo Gakkaishi*. 28(1), 41.
5. Park, K. J., S. W. Jung, B. I. Park, Y. H. Kim and J. W. Jeong (1996) 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(6), 1104-1110.
6. Jung, S. W., K. J. Park, K. J. Park, B. I. Park and Y. H. Kim (1996) Surface sterilization effect of electrolyzed acid-water on vegetable. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(6), 1045-1051.
7. 農水畜産新聞社 (1997) 韓國農業年鑑, 内外經濟新聞, 韓國.
8. Nha, Y. A. and C. B. Yang (1996) Changes of constituents in chestnut during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(6), 1164-1170.
9. Suh, K. S., P. J. Han and S. J. Lee (1974) Studies on the processing of chestnut (*Castanea pubinervis* Schneid). *Korean J. Food Sci. Technol.* 6(2), 98-108.
10. Lee, B. Y., I. H. Yoon, Y. B. Kim, P. J. Han and C. M. Lee (1985) Studies on storing Chest-nut (*Castanea crenata* var. *dulcis* Nakai) sealing with polyethylene film. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17(5), 331-335.
11. Meilgard, M. (1990) Sensory evaluation techniques. CRC press, Inc. p44.

Improvement in Storage Stability of Export Peeled-Chestnuts Using Electrolyzed Acid-water

Shin Park*, Jeng Yeol Kang and Sun Chul Kang¹(*Department of Agricultural Chemistry, Taegu University, Department of Biotechnology, Taegu University, Kyungbook, 712-714, Korea*)

Abstract : This study was carried out to improve the storage stability of export peeled-chestnuts using electrolyzed acid-water, because ice-cold tap water generally used to store export peeled-chestnuts grew turbid during the cold chain, decreasing the quality. The changes of pH and turbidity in the electrolyzed water used for storing peeled-chestnuts were investigated. The pH value rapidly changed when stored at 30°C, whereas it very slowly changed at 4°C. This was especially evident by the change in pH from 2.5 to 3.4 of the electrolyzed acid-water after 8 days. In the case of turbidity, closely correlated with the pH change, the electrolyzed water used for storing peeled-chestnuts was very turbid when stored at 30°C, but it was not even until 14 days at 4°C, as evident by the absorbance (OD₆₀₀) of electrolyzed acid-water at pH 2.5 and 4°C being only 0.01 after 14 days and 0.11 after 35 days. Sensory evaluation, tested by expert panel, of the chestnuts stored in electrolyzed water was not significantly different compared to the control.

Key words : electrolyzed acid-water, chestnut, storage stability

*Corresponding author