GA0553-05023

최 종
연구보고서

학교 급식용 과채류 샐러드의 HACCP 설정 및 처리 기법 개발

Technological Development for Microbiological Quality Control and establishment of the HACCP System on Fruit-Vegetables Salads for School Food Service System

연구기관

한국식품연구원

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “학교 급식용 과채류 샐러드의 HACCP 설정 및 처리 기법 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 7 월 14일

주관연구기관 한국식품연구원
총괄연구책임자 김명호
세부연구책임자 정진웅
세부연구책임자 정승원
참여연구원 김종훈
박기재
권기현
구선희
성정민
복지영
서순호
참여업체 (주)카오

요 약 문

Ⅰ. 제 목

학교 급식용 과채류 샐러드의 HACCP 설정 및 처리 기법 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

학교 단체 급식시설의 원부재료 및 공정단계별 위해분석을 통한 중요관리점(HACCP) 설정과 아울러 위해 미생물의 유입 또는 증식으로부터의 안전성 확보를 위하여 효율적인 전기분해수 적용 방안을 강구함으로써 과채류 샐러드 조리과정의 미생물학적 안전성 확보 수단을 확립하고자 함

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

○ 학교 단체급식 시설의 HACCP 체재 개발을 위한 채소 샐러드 생산공정별 위해요소 분석

- 주방 및 조리 종사자, 주방 배치도를 통한 위생상태 평가조사
- 원부재료 및 공정단계별 위해분석표 작성과 작업환경(온도, 소요시간 등) 평가조사
- 미생물학적 품질검사를 통한 위생상태 평가조사

○ 학교 단체 급식시설에 적용할 전해수의 제조 및 미생물학적 살균력시험을 통한 적정조건 설정시험

- 다양한 제조조건별에 따른 전해수의 물리적, 미생물학적 특성시험
- 적용 대상시료의 세정처리후의 이화학적 품질특성 시험

○ 선정된 전해수의 현장 적용시험

- 현장 적용 실용화를 위한 경제성 분석
- 기존 처리방법과의 미생물학적 품질관리 비교 분석

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

본 연구는 학교 단체 급식시설의 원부재료 및 공정단계별 위해분석을 통한 중요관리점 설정과 아울러 위해 미생물의 유입 또는 증식으로부터의 안전성 확보를 위한 방안으로 과채류 샐러드를 중심으로 급식 단계에서 전기분해수를 적용하여 기존의 염소수처리와 비교함으로써 미생물학적으로 효과적인 위생관리 방안을 제시하여 HACCP system에 근거한 합리적인 위생관리 체계를 확립하고자 수행하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 전기분해수의 기초적 특성조사를 위한 실험처리구는 전해수의 제조조건에 따라 3가지 즉, EW-1(격막 1단 전기분해 방식)과 EW-2(격막 2단 전기분해 방식) 그리고 EW-3(무격막 전기분해 방식)으로 하였으며, 전해수 제조 직후의 시험관내 미생물 제균력과 5℃, 15℃에서 35일간 저장하면서 pH, 산화-환원전위 및 차아염소산 함량의 변화를 살펴본 결과,
   1) 제조직후의 pH는 각각 2.62(EW-1), 2.59(EW-2)와 8.87(EW-3)이었으며 저장온도에 상관없이 EW-1은 저장 6일째부터 pH 3.2~3.8 수준으로 증가하였으며 EW-2는 저장 12일째까지는 pH 2.6~2.9 수준으로 유지되었고 EW-3는 저장 30일째까지 거의 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다.
   2) 제조직후 ORP는 각각 1,139 mV(EW-1), 1,175 mV(EW-2)와 813 mV(EW-3)이었다. 저장온도에 관계없이 EW-1은 저장 30일까지 1,127 mV 수준을 유지하였고 EW-2는 저장 30일째까지 1,160 mV 수준을 유지하였으나 EW-3는 저장 24일째부터 747 mV로 다소 감소하여 저장 30일째 735 mV를 나타내었다.
   3) 제조직후 HClO 함량은 각각 53.50 ppm(EW-1), 143.55 ppm(EW-2) 및 157.33 ppm(EW-3)이었으며 EW-1은 15℃에서 저장 30일째까지 약 26%의 높은 감소율을 보였다. 전반적으로 차아염소산의 함량은 보관온도 및 제조방식에 관계없이 제조 직후부터 감소하였다.
   4) *Bacillus cereus*, *Escherichia coli, Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus, Pseudomonas fluorescens, Lactobacillus plantarum, Aspergillus niger*를 대상으로 시험관내에서의 전해수의 사멸효과를 검토한 결과, 멸균생리식염수로 처리한 것은 8 균주 모두 30초~10분간 초기 미생물수의 변화가 전혀

없었던 것에 반하여 EW-2와 EW-3로 처리한 경우는 30초 후에, EW-1은 30초~5분 후에 8 균주가 모두 사멸하였다.

2. 채소 샐러드류에 적용하기 위한 전기분해수를 선정하고자 다양한 전해수(EW-1, EW-2, EW-3)와 단체급식소에서 주로 사용하는 100 ppm 수준의 염소수(CW) 및 수도수(TW)를 사용하여 양상추 세정 처리 후의 저장중 품질특성을 살펴본 결과,

1) 양상추의 수분함량은 세정처리 후 초기 95.96~96.79% 수준에서 저장 7일째 92.49~94.84% 수준으로 감소하였으며 수분활성도는 저장 7일째 모든 처리구에서 0.94~0.97의 범위를 나타내었으며 그 중에서 EW-2가 가장 낮은 값을 보였다.

2) 저장기간에 따른 양상추의 pH는 6.41~6.95 수준으로 대체적으로 증가하는 경향을 보였으며 총비타민 C함량은 모든 처리구에서 5.39~1.26 mg% 범위로 크게 감소하였으나 EW-3가 4.46~1.94 mg%의 범위로 타 처리구에 비하여 가장 낮은 감소를 보였다.

3) 잔류염소량은 전해수 처리구는 수도수 처리구와 거의 비슷한 수준을 나타낸 반면 염소수 처리구에서는 수도수보다 200배 높은 수준을 보였다.

4) 색차(△E)는 처리직후 EW-2를 제외한 나머지 처리구에서 1.16~1.73의 범위로 초기 대조구와 다소 차이가 있었지만 저장 2일째부터는 EW-3가 상대적으로 매우 낮은 색차값을 보였다.

5) 경도측정 결과, 처리직후 대조구와 EW-3는 초기의 경도를 그대로 유지하였으나 EW-2는 29.84%의 큰 감소율을 나타내었는데 이것은 처리수 자체의 극단적으로 낮은 pH의 영향으로 생각된다. 저장기간에는 연부현상에 의해 양상추의 경도는 점차로 감소하였는데 EW-3는 저장 7일째까지 대체로 높은 값을 유지하여 관능검사의 조직감 항목에서 높은 점수를 받아 좋다고 평가한 결과와 일치하였다.

6) 총균수는 침지후 초기에 EW-3이 2.03×10^2 CFU/g으로서 처리전의 양상추 및 TW에 비하여 1/3,000~1/30,000수준으로 매우 낮은 값을 보였으며 저장 7일째까지 비슷한 수준을 유지하였다. CW는 초기에 수도수 처리구의 1/10 수준이었으며 계속 증가하여 저장 7일째에는 처리 전 양상추의 총균수와 거의 같은 값을 나타냈다. 대장균군의 경우도 총균수와 유사한 경향을 나타

내었는데 EW-3는 처리 전 양상추의 1/2,000 수준이었다. 한편, 저온성 세균의 경우 침지 직후 EW-3는 초기균 수에 대하여 약 1/30,000 수준으로 크게 감소하였으나 EW-1, EW-2 및 CW는 처리직후 대조구의 1/2~1/16 수준으로 총균수나 대장균군에 비하여 제균효과가 다소 떨어졌다.

7) 관능검사 결과 처리직후에는 EW-2를 제외한 모든 처리구가 각 항목에서 비슷한 값을 나타내었으나 저장 1일째부터는 외관, 변색, 조직감, 맛과 전반적 기호도에서 EW-1과 EW-3이 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며 저장 4일째부터는 EW-3만이 각 항목별로 8.00(상당히 좋음)이상의 높은 점수를 나타내었으며 저장 7일째까지도 7.00(좋음)의 점수를 유지하였고 염소취 등의 이취여부에서는 CW가 유의적으로 낮은 값을 보였고 전해수 처리에 의한 염소취 잔류 우려는 없는 것으로 판단되었다.

3. 경기도 소재의 E중학교(분당), C초등학교(이천) 및 S초등학교(일산) 등 3곳의 급식소를 대상으로 주방과 조리종사자의 위생상태, 주방 배치도를 통한 위생상태를 조사하였고, 그 곳에서 제공되는 채소 샐러드 생산과정에 대하여 일반적으로 실시되고 있는 작업 단계와 전기분해수(무격막; EW-3)를 적용한 작업단계로 나누어 소요시간, 온도상태, 이화학적 및 미생물학적 품질평가를 실시하였다. 또한 HACCP system에 의거하여 CCP를 결정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1) 주방과 조리 종사자의 위생 상태를 항목별로 0~2의 점수로 나누어 평가하였으며 주방의 위생 상태는 전체 평균 1.40이었고 조리종사자의 개인위생은 전체 평균 1.59로 나타나 보통 수준이었다.

2) 주방 배치도를 통한 위생상태 평가 결과, 작업장을 구역별로 구획하기에는 작업장의 크기가 협소하였으며, 작업량에 비하여 전처리 작업구역이 너무 좁고 동선의 빈번함으로 인한 교차오염이 우려되었으며 주방의 평균온도와 습도는 기준치 25℃이하, 50~60%를 만족하지 못했다.

3) 채소 샐러드 생산과정의 소요시간과 온도상태 조사결과, 15.0℃~23.0℃에서 4시간 이상 소요되었고 원재료 및 조리된 샐러드의 내부온도는 6.3~13.1℃로 미생물 증식이 가능한 온도범위에 속하였으므로 이에 따른 미생물의 증식이 우려되었다. 한편 헹굼과정의 소요시간은 전해수 적용과정이 일반적 생산과정의 약 1/3 수준인 27분이 절약되었다. 그리고 사과 생산과

정의 조리실 실내온도 및 소요시간도 각각 17.6~25.0℃, 3.70~3.78시간 이상 소요되어 염소수 처리시와 비교하여 약 5분 정도 절약되었다.

4) 조리 후 평균 수분함량은 93.5%였으며 보관과 배식과정을 거치면서 다소 감소하였고 수분활성도는 조리 후 배식까지 0.92~0.94의 범위로 나타나 미생물 증식이 가능한 범위에 해당하였다.

5) 원재료의 pH는 4.00~6.50으로 미생물 증식과 관련된 pH 범위에 해당되었지만 조리 직후 식초의 첨가로 인하여 pH가 3.66으로 낮아졌으나 보관과 배식과정을 거치면서 다시 증가하였다.

6) 전처리 과정의 염소수 처리직후, 원재료의 총비타민 C함량은 11.87~30.82%의 큰 감소율을 보였고 4회의 헹굼과정 후 1.76~5.63% 범위의 추가적인 감소율을 나타냈으나 전해수로 전처리한 것은 염소수로 세정한 것에 비하여 1/2~1/3 수준의 낮은 감소율을 나타냈다.

7) 잔류염소 함량은 일반적인 샐러드 생산과정의 경우 1.16~1.75ppm으로 높은 수치를 나타냈으나 수돗물로 4회 헹군 직후에는 0.01~0.02ppm으로 낮아진 반면에 전해수는 처리직후 일반적인 처리에 비해 1/58~1/70 수준으로 잔류염소가 거의 소실되었다.

8) 샐러드의 미생물 분석결과, 일반적인 샐러드 생산과정의 경우 각 단계의 총균수와 대장균군수가 안전기준치를 대부분 초과하였으나 전해수를 적용한 생산과정은 전처리 이후 단계부터 급식단계까지 기준치를 모두 만족하였다.

9) 일반적 생산 과정의 기구 및 용기의 미생물 분석결과 총균수, 대장균군수가 전체적으로 기준치를 초과하여 교차오염의 원인으로 나타났으나 전해수로 조리과정의 사용기구, 용기 및 작업장을 작업시작단계에 1회 세척한 결과 기준치를 모두 만족하는 수준으로 나타났다.

10) 세균성 식중독균의 분리시험 결과 모든 처리구에서 음성으로 나타났다.

11) 위해요소 분석결과, 일반적 생산과정의 경우 샐러드의 중요관리점은 검수, 전처리 전 보관, 전처리, 조리, 조리 후 보관 및 배식의 모든 단계로 나타났으며 무격막 전해수를 적용한 과정에서는 검수 및 전처리 전 보관단계만이 샐러드의 중요관리점으로 나타났다. 따라서 효과적인 위해요소 제어방법으로는 무격막 전해수를 적용하여 전처리 과정에서 원재료를 5분간 소독하여 초기 오염균을 효과적으로 제거하고, 샐러드 생산에 사용되는 기구, 용기 및 조리자의 고무장갑 등도 전해수로 세척함으로써 일반생산과정에서 발생

되는 교차오염을 방지함으로써 마지막 배식단계까지 미생물적 안전기준치를 충분히 만족할 수 있는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 볼 때, 과채류 세척시 지금까지 사용하던 염소수에 비하여 살균력과 영양적, 관능적인 품질이 상대적으로 우수한 무격막 전기분해수(EW-3)를 학교 단체급식의 채소 샐러드 생산에 적용 즉, 전처리 과정에서 원재료를 전기분해수에 5분간 침지 세정하여 초기 미생물을 효과적으로 제거하고 채소 샐러드 생산에 사용되는 기구, 용기 및 조리자의 고무장갑 등도 전해수로 1회 세정 처리하면, 기존의 생산과정에서 초래되는 교차오염을 방지할 수 있어 전처리부터 마지막 배식 단계까지 모든 단계에서 미생물적 안전기준치를 충분히 만족할 수 있을 것으로 판단되었다.

또한 기존의 염소수처리는 잔류성이 높아 4회 이상의 헹굼과정을 거쳐 수돗물 수준으로 낮추어야 했으나 전기분해수는 활성염소로 그 잔류성이 극히 낮아 인체 및 환경에도 안전할 뿐만아니라 헹굼과정을 1회로 단축시킬 수 있어 조리시간 절감효과 및 세척에 필요한 수량을 크게 절약시킬 수 있었다.

따라서 학교 단체급식소에서 제공되는 비가열 식품인 과채류 샐러드는 조리 특성상 위해 미생물에 오염되었을 경우 심각한 식품 안전성 문제를 야기시킬 수 있으나 전기분해수의 이용이 염소수 세정에 의존하고 있는 기존의 생산과정의 중요관리점으로 지적되었던 사항을 충분히 개선, 통제할 수 있는 매우 효과적인 새로운 위생관리 방안임을 확인할 수 있었다.

SUMMARY

A study was undertaken to suggest the method of effective microbiological quality control in the process of salad products flow in school food service system by application of electrolyzed water and comparing it with general process of salads production flow using chlorine water, thereby establishing a practical food quality control based on the HACCP system.

For electrolyzed water property analysis, treatment groups were set by 3 different manufacture conditions, including EW-1(electrolyzed water of diaphragm type 1), EW-2(electrolyzed water of diaphragm type 2) and EW-3(electrolyzed water of non-diaphragm type). Effect of sterilization in vitro was determined before storage and changes in pH, oxidation-reduction potential and HClO contents of the electrolyzed water were monitored at 5℃ and 15℃ for 30 days post-manufacture.

The changes in the physicochemical properties are following;

post-synthesis, pH for EW-1, EW-2, and EW-3 were 2.62, 2.59 and 8.87, respectively, resulting no change in pH of EW-3 irrespective of storing temperature. ORP of 1139, 1175, and 813 mV for each type did not change except in the EW-3 type in which ORP dropped to 747mV 24 days post storage. On the other hand, HClO contents of 53.5, 143.55, and 157.33 ppm for each type diminished regardless of storage temperature and manufacture method in general. Sterilizing time for each type of water against 8 strains of bacteria, including *B. cereus* was 30sec for EW-2 and EW-3 and 30 sec-5 min for EW-1 from the result.

In order to determine the optimal electrolyzed water for application to the fresh vegetables, organoleptic, physicochemical and microbiological properties were investigated for 7 storage days after washing fresh head lettuce with EW-1, EW-2, and EW-3, and compared them with CW(chlorine water) and TW(tap water) used in the food service facility generally.

From the sensory evaluation, treatment EW-1 and EW-3 showed the high score from 1st day after storage in appearance, discoloration, texture, taste

and overall acceptability. Four days after storage, however, treatment EW-3 alone resulted in a high score of 8.00(very like) and maintained it at 7.00(fairly like) after 7 days storage. treatment CW resulted in significantly low score in the category of smell of chlorine, however, no concern over chlorine residue of electrolyzed water should be necessary.

As for physicochemical properties, water contents of the head lettuce after washing with each treatment water ranged from 95.96~96.79% and Aw for each sample was within 0.94~0.97 range after 7days of storage. In general pH values tended to increase in all the samples and total vitamin C loss for treatment CW and EW-2 after treatment was about 24.14~33.50% compared to its control value of the raw material at 6.09 mg%. Residual chlorine contents on the lettuce after washing with each electrolyzed water was comparable to that from washing with treatment TW, however, treatment CW resulted in 2.06ppm which is equivalent of 200 times higher than the treatment TW. Changes in color difference(△E) right after treatment were minimal across the samples except treatment EW-2, however, after 2 days treatment EW-3 showed a comparatively low value. The firmness measured by Rheometer, all samples maintained the firmness right after treatment with an exception of treatment EW-2, which showed reduction ratio of 29.84% in firmness.

Total plate counts for treatment EW-3 after immersing was 1/3,000~ 1/30,000 which is low compared to counts for raw materials and treatment TW, and it rearly increased until 7th day of storage. Initial count for CW treated lettuce was 1/10 of the count obtained with treatment TW and in the case of coliform, the counts were similar to those obtained by total plate counts. Psychrotrophic counts for treatment EW-3 was decreased to 1/30,000 of the initial bacterial population.

Time and temperature conditions, pH, Aw, total vitamin C content, residual chlorine content and microbiological quality of salads treated with EW-3 and chlorine water were examined at various phases of product flow in a school food service to assess food quality as related to the system of operation. In

addition, CCP(critical control points) were determined based on the HACCP system.

The quality of hygienic conditions for the kitchen and staffs ranked average and through analyzing sanitary condition based the kitchen layout, the working area was rather undersized for all the kitchen staffs to work efficiently without getting a cross contamination from each other. Average seasonal temperature and humidity of the kitchen was not satisfied with standard temperature and humidity as below 25℃, 50~60%, respectively. Average time and temperature for making salads was over 4 hours at 15~23℃ and the temperature of the original ingredients and salads themselves ranged from 6.25~13.05℃ at which microorganisms proliferate actively. Water content of salad from preparation to serving stage was between 0.92 and 0.94, again the range that will permit growth of microorganisms.

Treating the raw materials with chlorine water decreased the total vitamin C contents by 11.87~30.82%, however, treatment EW-3 resulted in the 1/2~1/3 of the loss observed with treatment chlorine water. Residual chlorine contents after immersing the raw materials ranged from 1.16~1.75 ppm in general process with clorine water, however, EW-3 treatment resulted in 1/58~1/70 of the value obtained from such general process.

According to analysis on microorganisms found in salads, the level of total plate and coliform counts found in a general salad preparation process was over the safety level, however, in the process utilizing EW-3 treatment satisfied the safety level from the assembly to serving. Microorganisms found on cooking utensils and equipment found in a general preparation process was also higher than the safety level, thereby increasing a chance for a cross-contamination to occur. However, treating all the cooking utensils and equipment once with treatment EW-3 at the initial step of the preparation resulted in an acceptable level for food safety.

Based on a hazard analysis, receiving, pre-preparation storage, pre-preparation, cooking, storage after preparation and serving turned out to be the critical control points for salads in a general production process,

however, when treatment EW-3 was applied in such process, pre-preparation and storage process were the only critical control points. Treating all the raw materials with treatment EW-3 for 5 min at the pre-preparation and also by sterilizing all the utensils and equipment including the rubber gloves with treatment EW-3 can effectively sterilize the initial bacterial population of raw materials and prevent any possible cross-contamination from initial to serving. This will in turn result in meeting the microorganism safety standard in food preparation.

In summary, treatment EW-3 with the most effective sterilizing property without compromising other qualities was used in preparing salads for school food service system. Salad produced in general did not meet the microorganism safety standard even after chlorine water treatment, however, application of treatment EW-3 in each and every step of salad production process was attributed to meet the safety standard. Considering that salad products can not be heat-sterilized, utilizing treatment EW-3 for preparing salad will significantly improve the critical control point in salad production process as a part of the new effective sanitizing management means.

CONTENTS

Chapter Ⅰ Introduction ·····

Section 1 Need of research ·····
Section 2 Status of research ·····

Chapter Ⅱ Materials and Methods ·····

Section 1 Characteristics test of electrolyzed water ·····
1. Manufacture of electrolyzed water system ·····
2. Sample treatment ·····
3. Measurement of property ·····
4. Measurement of Microorganism ·····
Section 2 Comparison of quality in lettuce by various electrolyzed water ·····
1. Materials and Pre-treatment ·····
2. Physicochemical analysis ·····
3. Microorganism analysis ·····
4. Sensory evaluation ·····
Section 3 Application of electrolyzed water in school food-services ·····
1. Location for investigation and selection of sample ·····
2. Evaluation of sanitary condition of kitchen and employees ·····
3. Evaluation of sanitary condition by kitchen layout ·····
4. Experimental methods ·····
가. Production flow of Food-services items ·····
나. Measurement of production time and temperature ·····
다. Physicochemical analysis ·····
라. Microorganism analysis ·····

마. Hazard analysis and control method ·····
바. Statistical significance ·····

Chapter Ⅲ Results and Discussion ·····

Section 1 Selection for application of electrolyzed water in school food-service ·····
1. Comparison of properties on electrolyzed water manufactured by various conditions ·····
가. pH ·····
나. Oxidation-reduction potential ·····
다. HClO content ·····
2. Comparison of sterilization effect on electrolyzed water manufactured by various conditions ·····
Section 2 Comparison of quality in lettuce treated by various electrolyzed water ·····
1. Sensory evaluation ·····
2. Physicochemical characteristics ·····
3. Microbiological characteristics ·····

Section 3 Evaluation of sanitary condition in school food-services ·····
1. Evaluation of sanitary condition of kitchen and employees ·····
가. Kitchen ·····
나. Employees ·····
다. Evaluation of sanitary condition by kitchen layout ·····
2. Evaluation of sanitary condition on phase in receiving raw ingredients, holding and pre-preparation ·····
가. The actual state of washing and cleaning in working space ·····

나. Utensil and equipment ·····
다. phase in receiving raw ingredients, holding and pre-preparation ·····
Section 4 Application of electrolyzed water in school food-services ·····
1. production time and temperature of food-services items ·····
가. Vegetable salads ·····
나. Apple ·····
2. Evaluation of physicochemical quality in product flow by items ·····
가. Vegetable salads ·····
나. Apple ·····
3. Evaluation of microbiological quality in product flow by items ·····
가. Vegetable salads ·····
나. Apple ·····
4. Microbiological evaluation of utensil and equipment by product flow ·····
가. Vegetable salads ·····
나. Apple ·····
5. Hazard analysis and control method ·····

Reference ·····

Appendix Ⅰ. Score card for sensory evaluation ·····
Appendix Ⅱ. Comparison of sterilization effect by electrolyzed water and chlorinated water on utensil and equipment for school foodservices ·····
Appendix Ⅲ. Lay out of facility and economic data ·····

목 차

제 Ⅰ 장 서 론 ·····

제 1 절 연구 개발의 필요성 ·····
제 2 절 국내외 관련기술 현황 ·····

제 Ⅱ 장 재료 및 방법 ·····

제 1 절 전기분해수 특성시험 ·····
1. 전기분해수 제조장치 제작 ·····
2. 전기분해수 처리구 ·····
3. 전기분해수 물성 측정 ·····
4. 미생물 측정 ·····
제 2 절 전기분해수 처리구에 따른 양상추의 품질특성 비교 ·····
1. 재료 및 전처리 ·····
2. 이화학적 품질분석 ·····
3. 미생물학적 분석 ·····
4. 관능적 품질평가 ·····
제 3 절 학교 단체급식에의 전기분해수 적용시험 ·····
1. 조사 대상 및 시료 선정 ·····
2. 주방과 조리종사자의 위생상태 평가 ·····
3. 주방 배치도를 통한 위생상태 평가 ·····
4. 실험 방법 ·····
가. 급식품목 생산과정 ·····
나. 생산 소요시간 및 온도 측정 ·····

다. 이화학적 특성 분석 ·····
라. 미생물 시험 ·····
마. 위해요소 분석 및 제어관리 방법 평가 ·····
바. 통계처리 ·····

제 Ⅲ 장 결과 및 고찰 ·····

제 1 절 학교 단체급식 적용 전기분해수 선정시험 ·····
1. 제조조건별에 따른 전기분해수 특성 비교 ·····
가. pH ·····
나. 산화-환원 전위 ·····
다. 차아염소산 함량 ·····
2. 전기분해수 물성에 따른 미생물 살균효과 비교 ·····
제 2 절 전기분해수 처리구에 따른 양상추의 품질 비교 ·····
1. 관능적 특성 ·····
2. 이화학적 특성 ·····
3. 미생물학적 특성 ·····
제 3 절 학교 단체급식 시설의 위생상태 평가 ·····
1. 주방 및 조리 종사자에 대한 위생 상태 ·····
가. 주방 ·····
나. 조리 종사자 ·····
다. 주방 배치도를 통한 평가 ·····
2. 원부재료 구입 및 준비, 전처리 단계의 위생상태 ·····
가. 작업장의 세정 및 처리 실태 ·····
나. 식자재류 ·····
다. 원재료 검수, 준비 및 전처리, 보관 단계 ·····
제 4 절 학교급식에 있어 전기분해수 현장 적용시험 ·····
1. 품목별 생산 소요시간 및 온도 상태 ·····

가. 채소 샐러드 ·····
나. 사과 ·····
2. 품목별 조리 및 급식 단계에서의 이화학적 품질평가 ·····
가. 채소 샐러드 ·····
나. 사과 ·····
3. 품목별 조리 및 급식 단계에서의 미생물학적 품질평가 ·····
가. 채소 샐러드 ·····
나. 사과 ·····
4. 사용 기기 및 용기에 대한 미생물학적 평가 ·····
가. 채소 샐러드 ·····
나. 사과 ·····
5. 위해요소 분석 및 중점관리 기준 설정 ·····

참고문헌 ·····

부록 Ⅰ 관능평가표 ·····
부록 Ⅱ 학교급식용 기구 및 용기에 있어 전해수 및 염소수 사용에 따른 살균 효과 비교 ·····
부록 Ⅲ 제조설비 Lay out 및 경제성 관련 자료 ·····

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

○ 단체급식은 특정 다수인에게 지속적으로 식사를 제공하는 특수성 때문에 일반식당이나 숙박시설에서 제공하는 식사와는 달리 위생적으로 안전한 급식을 제공할 수 있는 효율적이고 위생적인 전문급식체계의 도입이 절실히 요구되고 있는 분야로써 최근 HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point)를 도입하려는 움직임이 활발하다. 단체급식에서의 HACCP는 급식현장별로 그 상황에 맞게 충분한 위해분석을 실시하여 그 결과를 토대로 HACCP plan을 개발하여 시행해야 하는 것으로, 그 개념은 알고 있으나 모범사례가 제 각각이고 HACCP에 관한 기초자료나 정보수집이 어려운 경우가 많아 국내의 경우 일부 대학급식소, 산업체 급식소, 병원, 도시락업체와 대중음식점 등에 대한 소수의 연구보고가 있을 뿐임.

○ 매년 발생하는 식중독 사고의 유형을 보면 과거에는 거의 가정에서 소규모로 발생했던 것과는 달리 최근 외식 기회의 증가 등으로 그 규모도 대형화되고 있는 추세이다. 식품의약품안전청에서 발표한 우리나라 식중독 발생현황에 따르면 학교급식에 의한 식중독 발생이 급증하고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정임.

○ 특히, 단체급식소에서 제공되는 식단 중 익히지 않고 그대로 제공되는 생채소류는 식중독균이나 다량의 미생물에 오염되었을 경우 식품 안전성에 심각한 위협이 될 수 있다. Marchetti 등의 보고(1)에 따르면 상업적으로 판매되는 여러 가지 채소 샐러드 제품에서 저온성 세균 및 중온성 총세균수가 8.0 Log CFU/g을 넘어 오염도가 심하였으며 혼합 샐러드 제품의 경우 오염도가 더 심하게 나타났다고 보고하였음.

○ 과채류의 표면에 오염되어 있는 대부분의 위해 요소들은 수도수를 이용한 간단한 세척과정으로는 거의 제거되지 않기 때문에 현재 대부분의 급식소에서는 생채소류의 초기미생물 오염을 최소화하기 위한 방안으로 100~200 ppm의 고농도 염소수를 사용하고 있다. 미국 Centers for Disease Control

and Prevention(CDC) 및 Environmental Protection Agency (EPA)에서는 과채류의 세척에는 50~200ppm 염소용액을 사용할 것을 권장하고 있다. 염소 용액의 항균작용은 그 광범위성이나 속효성에서 인정받고 있지만 독성 때문에 너무 높은 농도나 장시간 사용시 이미, 이취에 의한 관능적 품질의 저하, 과채류의 손상 및 잔류염소에 의한 2차적 위해요소 등 문제점을 초래할 수 있으므로 반듯이 여러 번의 헹굼 과정을 거쳐 염소농도를 식수와 동일한 수준으로 낮추어야만 함.

○ 한편, 소량의 식염을 수도수에 첨가하여 전기분해하는 것으로 얻어지는 전해수에 대한 연구가 이미 1992년 일본에서 공적 연구과제로 진행되어 왔으며 국내에서도 정 등(2)에 의하여 채소류의 세정 및 살균 등에서 뛰어난 살균효과가 있음을 확인하였다. 이러한 전해수는 매우 폭넓은 항균 스펙트럼을 가지면서도 세정 후 잔류염소가 전혀 없어 인체에 무해한 장점을 갖고 있으므로 단체급식소에서 현재 사용되고 있는 염소수를 대체할 수 있는 좋은 대안으로 보고되고 있음.

○ 따라서, 생채소류 적용에 적합한 전해수를 사용하여 학교 단체 급식소에서 제공되는 음식 중 채소류 샐러드를 중심으로 음식생산의 전처리과정에서 전해수의 적용방안을 모색하고 기존의 염소수처리와 비교함으로써 미생물학적으로 효과적인 위생관리 방안을 제시하여 HACCP system에 근거한 합리적인 위생관리 체계를 확립하기 위한 방안을 제시하고자 함.

2. 경제·산업적 측면

○ 식생활의 다양화와 국제 교역의 확대 및 여행객의 증가 등으로 인하여 식품의 오염과 변질의 위험 또한 급증하면서, 식중독의 원인은 더욱 다양화되고 그 발생이 때와 장소를 가리지 않으며 점차 발생 규모가 대형화되어 인류의 건강을 위협하는 가장 큰 원인의 하나로 대두되고 있으며 병원성 관련 유전자들이 균간 이동함으로써 새로운 유형의 병원성균이 출현하고 있는 실정임.

○ 식중독은 선진국에서조차도 실제 발생사례의 극소수만이 공식적으로 보고되는 것으로 알려지고 있는데, 미국의 경우 식중독에 감염되는 환자수가 매년 650만 내지 3,300만 명이며 이 중 만 명 정도의 사망자가 발생하여 이에

소요되는 비용은 매년 10억불 정도라고 한다. 미국의 질병통제센터(CDC) 감시 통계자료에 의하면, 보고된 식중독 사건 중 44.6%는 급식시설에서 식품을 잘못 취급하여 일어난 것으로 지적되었음(3).

○ 학교급식은 성장·발달이 왕성한 학생들의 심신발달에 필요한 영양공급과 합리적인 식생활 지식 전달 및 올바른 식생활 습관 형성을 위하여 일정한 지도목표를 설정하고 실시하는 집단급식으로, 이를 통하여 협동정신과 질서의식 등 공동체의식을 함양시킬 수 있는 계기가 되며, 학부모들에게는 자녀의 도시락 준비로 인한 경제적, 시간적, 정신적 부담을 경감시키는 효과가 있으므로 사회경제적으로 안정되고 여성의 사회참여가 크게 확대된 '90년대부터 계속 확산되고 있음.

○ 한편, 학교 단체급식의 증가로 과채류의 수요는 더욱 증가될 것으로 예상되지만, 신선한 채소 잎에는 대략 10^4~10^6CFU/g의 총균수, 10^3CFU/g의 품질열화와 관계하는 미생물 및 10^1~10^3CFU/g의 부패균 *fluorescent pseudomonas* 등이 존재하는 것으로 보고하고 있다. 그러나 채소류와 같은 생체식품은 제품 특성상 가열살균 등의 가혹조건에서의 살균처리가 어렵고, 기존의 살균제 이용은 소비자의 기피 및 인체 유해성 등으로 사용범위에 많은 제한을 가지고 있음.

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

3. 사회·문화적 측면

○ 우리나라의 식중독 발생 현황을 보면 90년 이전에 비하여 91년 이후 증가추세에 있고, 특히 단체급식소에서의 식중독 발생이 높은 비율을 차지하여 단체급식소에서의 식중독 환자수는 1988년 전체의 45.2%, 1999년 59.2%에 이어 2000년에는 전체의 78.0%로 나타났다. 전체적인 식중독 발생건수는 1999년에 비하여 2000년에는 다소 감소하였으나 단체급식소에서의 집단 식중독 발생이 증가함에 따라 식중독 발생 환자수는 오히려 점점 증가하고 있는 추세임(4).

○ 단체급식은 특정 다수인에게 지속적으로 식사를 제공하는 특수성 때문에 일반 식당이나 숙박시설에서 제공하는 식사와는 달리 위생적으로 안전한 급식을 제공할 수 있는 효율적이고 위생적인 전문급식체계의 도입이 절실히 요구되고 있는 분야(5)로써 특히 단체급식소에서 제공되는 식단 중 가열 공정 없이 그대로 제공되는 생채소류는 다량의 미생물이나 식중독균에 오염되었을 경우 심각한 식품 안전성의 위협이 될 수 있음(6).

○ 따라서 교육부에서는 '99. 6월부터 위생적이고 안전한 학교급식을 위한 특별대책을 마련하여 시행하고 있으며, 그 주요내용은 시·도교육청별로 위생관리팀을 운영하고, 학교급식위생 전문교육을 실시하며, 과학적 위생관리기법인 HACCP 제도 도입 및 위생관리시스템을 구축하는 것임.

○ 학교 단체급식에 있어 HACCP는 양질의 원료를 사용하는 것이 HACCP 적용의 성패를 좌우한다는 점에서 볼 때 원료 및 원료공급업체의 관리는 대단히 중요하나 우리나라의 원료공급업체는 주로 영세농민들로써 원료의 적정위생관리가 현실적으로 불가능함.

○ 특히, 학교 단체급식에서 많이 사용하고 있는 상치, 쑥갓 및 딸기 등 대부분의 청과물은 세정후 그대로 식용하는 기회가 증가하고 있으나 청과물 표면에 오염되어 있는 대부분의 위해물질과 오염물질은 세척과정에서 제대로 제거되지 않기 때문에 식용시 학생 뿐만아니라 국민건강 측면에서 문제를 야기시킬 수 있어 가시적인 살균효과를 부여할 수 있는 방법의 필요성이 점차 고조되고 있는 실정임.

제 2 절 국내·외 관련기술 현황

1. 학교 단체급식 현황 및 문제점

학교급식은 학교 내에 급식시설을 갖추고 직접 운영하는 직영급식과 교내급식시설을 민간인에게 운영위탁하거나 도시락 등 외부에서 운반 급식하는 위탁급식의 형태로 운영되고 있으며, 운영형태별로 살펴보면 초·중·고 전체 급식실시 학교 7,894교중 직영급식이 6,486교(82.2%)이고 위탁급식이 1,408교(17.8%)로 직영급식의 비율이 높다. 학교별로 살펴보면 초등학교는 직영급식을 위주로 하여 98.4%의 학교가 직영급식을 하는 반면, 중학교는 39.5%, 고등학교는 47.0%만이 직영급식을 하고 있다. 학교급식 위생관리는 영양사가 담당하고 있으며, 급식을 실시하는 총 7,894개교에 5,156명이 배치되어 있다.

그러나 학교급식의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

○ 인력

- 영양사가 조리장의 위생관리를 전담하고 있는 실정이나 일부 업체는 영양사 1인이 위생업무를 총괄 관리하고 있으며,
- 종사자의 대부분이 주부들로서 이들을 위한 효율적이고 적절한 위생교육·훈련교재 개발과 교육이 요구됨.

○ 운영형태

- 집단급식소 신고자가 전문위탁급식업체와 계약에 의하여 위탁관리하고 있으며
- 대부분의 업소가 사무실 건물 내에 위치하고 있어 조리시설로서 많은 제약을 받고 있음.
- 시설·설비 등의 관리는 집단급식소 신고회사가 관리하고 있어 개·보수시 많은 애로사항이 있음.

○ 조리장 시설·설비

- 대부분의 업소가 원료 전처리장이 별도로 구분되어 있지 않는 등 조리장 전체가 하나의 구역이 되어 음식물을 조리하고 있음.
- 사무실 건물 내에 위치한 관계로 배수계통의 용량이 부족하거나 설계상으로 조리장내의 dry zone 유지가 어렵고
- 조리원을 위한 소독수 등 개인위생관리시설의 부족과

- 조리원의 작업동선이 복잡하게 이루어져 있어 교차오염의 우려 상존
- 조리시 발생되는 증기 등을 배출할 환기능력이 부족하여 조리장의 습도가 높아짐에 따른 미생물 등의 증식 가능성 뿐만아니라
- 시설 및 설비 등의 노후로 개·보수가 요구되나 특성상 여러 가지 제약이 따름.
- 작업장의 오염 및 비오염 구역의 설정이 이루어지지 않고 바닥의 물관리가 대부분의 업장에서 이루어지지 않고 있음.
- 기계·설비류도 온도 등을 관리할 수 있는 장치로 되어 있지 않는 등 영업장 현장에서는 관리상 어려움이 있어 기계 제작자들의 위생지식의 보급이 요구됨.

○ 조리 및 배식

조리의 공정 및 배식절차는 다음과 같다.

- 입고/검수→전처리→생야채 등 소독→혼합조리→배식, 입고/검수→해동→전처리→냉장보관→조리→배식전보관/배식 또는 입고/검수→전처리→생야채 등 소독→혼합조리→배송→배식전 보관/배식으로 대별됨.
- 전처리에서 배식까지는 4시간이내, 조리식의 경우에는 배송하여 배식하는 시간이 7시간이내에 배식이 이루어지고 있음.
- 조리의 기구·설비는 식품제조·가공업보다 훨씬 단순하고 적어서 식품의 위생관리측면에서 볼 때 쉽게 접근이 가능할 수 있을 것임.

○ 원료공급

- 규모가 큰 업체들은 자체 물류센터나 전문유통업체를 통하여 공급받고 있으며 본사차원에서 원료에 대한 분석·검사가 정기적으로 이루어지고 있으나 소규모 업체에서는 개별적으로 직구매를 함으로써 원재료 등에 대하여서는 주로 관능검사에 의존하고 있음.

○ 검사설비

- 대부분의 업체가 온도계만 보유하고 있을 뿐 원료나 조리 및 기타 가공과정중의 이상유무를 확인할 수 있는 별도의 시설·장비들을 갖추고 있지 못함.

○ 관리기준

- 대부분 자체적인 관리기준 및 점검양식을 갖고 있으나 일부 업체에서는 체계성이 결여되고 관리인력 등의 부족으로 어려움을 겪고 있음.

○ 교육・훈련

- 종업원에 대한 위생교육은 영양사에 의한 자체 전달교육으로 정기적으로 실시하고 있으며
- 일부 업체를 제외하고는 종업원 등을 위한 교육교재 등이 없어 구두에 의한 교육으로 실시되고 있음.

2. 단체급식소의 위생 관련 연구

단체급식은 특정 다수인에게 지속적으로 식사를 제공하는 특수성 때문에 일반식당이나 숙박시설에서 제공하는 식사와는 달리 위생적으로 안전한 급식을 제공할 수 있는 효율적이고 위생적인 전문급식체계의 도입이 절실히 요구되고 있는 분야이다(5). 국내에서는 1986년부터 단체급식소를 대상으로 한 미생물적 품질관리에 대한 연구보고(7)가 시작되었고, 1995년 12월 식품위생법에 HACCP 개념이 도입된 이래로 각 식품관련산업에 HACCP 제도가 단계적으로 도입되었으며, 2000년 10월에는 집단급식소에 대한 기준이 마련되었다(8). 먼저 설문지를 통한 위생실태 조사에 관한 연구를 살펴보면, 곽 등(9)은 서울시내 초등학교, 고등학교를 대상으로 위생관리 실태를 총 53문항에 대해 5점 척도로 수행정도를 조사한 연구에서, 조리 후 보관단계의 관리가 가장 문제가 있는 것으로 조사하였고, 학교급식 안전성 확보를 위한 업무향상을 위해서는 시설 및 기기들을 우선 보완해야 한다고 제안했다. 김 등(10)은 국내 의료기관의 96개소 급식소를 대상으로 설문조사를 실시한 결과, HACCP 제도를 도입한 곳은 4.3%, 문서화된 위생작업기준을 갖춘 곳은 전체의 1/3로 조사되었고, 종합병원이 3차 병원에 비해, 직영보다는 위탁경영 되는 곳이, 영양사의 업무가 임상과 급식서비스 영역으로 구분되어 있는 경우가 위생수칙 준수율이 높았다고 보고했다.

한편, 최 등(11)은 부산지역 사업체 급식소에 납품하는 식품공급업자 103명을 대상으로 위생의식 조사를 실시한 결과, 위생교육을 받은 경험이 없는 사람이 43.7%, 위생교육의 필요성을 인식하는 사람이 83.5%, 식중독 발생에 식자재가 주요원인이 될 수 있다고 생각하는 사람이 82.5%였고, 식품공급차량을 매일 청소하는 경우가 18.4%, 식품 공급시 위생복을 착용하는 경우가 5.8% 등으로 개선이 필요하고, 위생지식도 낮게 나타나 이들을 대상으로 한 위생교

육의 필요성을 제안했다.

국외의 연구로는 Angelillo 등(12)이 이태리 병원을 대상으로 HACCP 제도 적용 실태와 관리자의 위생지식, 태도 및 위생실태에 대한 설문조사 결과, 응답한 27개 병원의 54%가 HACCP 제도를 적용하고 있었으며, 이 중 79%가 식품위생실행 매뉴얼을 적용하고 있었다. HACCP 제도 적용 업소의 50% 이하가 음식과 표면에 대한 미생물 검사를 실시하고 있었으며 290명의 급식종사자를 대상으로 한 설문 결과 78.8%가 5가지 주요 식중독균에 대하여 알고 있다고 답했으며, 이 지식의 정도는 교육수준이 높을수록, HACCP 제도 적용 업체에서 일하는 사람일수록 유의적으로 높게 나타났다.

다음으로 급식소의 위해분석과 메뉴를 대상으로 한 HACCP 모델개발 및 그 적용사례에 대한 연구를 살펴보면, 허(13)는 대학급식소에서 급식되는 생채류와 숙채류 8종류의 일반세균과 대장균군 검사를 통해 미생물적 품질을 평가하고 사용도구, 배식용기, 조리 종사자의 손과 칼 등을 검사한 결과, 원부재료는 Solberg 등(14)이 제시한 일반세균 10^6 CFU/g 이하, 대장균군 10^3 CFU/g 이하의 기준치를 모두 초과하여 철저한 검수와 적절한 공급자의 선정이 필요하다고 하였고, 생채의 경우 씻는 과정에서 미생물 수치가 약간 감소하였으나 시간이 경과함에 따라 다시 증가하여 배식단계에서는 모두 기준치를 초과하였고, 숙채는 데치거나 볶는 가열과정에서 미생물이 거의 사멸되었으나 배식단계까지 시간이 경과함에 따라 미생물의 재증식이 발생하였다고 보고하였다.

김 등(15)은 대전지역 도시형 공동조리 학교와 그렇지 않은 학교 급식소의 완두콩밥, 오이미역냉국, 콩나물잡채의 생산단계에 따른 일반세균과 대장균군 검사를 통해 미생물학적 품질을 평가하였는데 오이미역냉국은 3시간 보관 후 대장균군수가 1.04×10^4 로 크게 증가하여 기준한계치인 10^2을 초과하였으며 콩나물 잡채는 전처리단계에서 취급과정중의 오염으로 인해 미생물적 수치가 높아졌으며 조리단계는 미생물의 사멸을 보장하기에 부적절한 온도인 56.9~89.2℃에서 실시되었으며 운반 및 보관단계에서 실온에 방치되어 미생물 증식에 영향을 미친 것으로 보고하였고, 유 등(15)은 총 65종의 메뉴와 총 51종의 원부재료에 대해 일반세균, 대장균군, 대장균, *E. coli* 0157:H7, 살모넬라균, 장염비브리오균, 리스테리아균 등의 광범위한 미생물학적 위해분석을 실시한 결과 볶음류, 찜류, 튀김류, 쥐어채 조림을 제외한 조림류의 경우 전반적으로 위생상태가 양호했으나, 생채류, 숙채류, 원부재료는 비위생적인 것으로 보고되

었다.

최(16)의 연구에서는 학교급식소에 HACCP 제도를 적용한 결과 비가열 공정인 채소샐러드와 상추 겉절이의 경우 중요관리점인 세척시 소독을 통하여 미생물 수치가 감소될 수 있었고, 가열 조리 후처리 공정의 경우 HACCP 제도 시행전에는 수작업으로 행해지는 과정에서 조리 종사자의 손에 의해 교차오염이 일어났으나 HACCP 제도 시행 후 손소독을 통하여 이를 방지할 수 있었다고 보고하였으며, 김 등(6)은 급식소에서 제공되는 음식 중 특별한 가열공정이 없이 바로 급식이 이루어지는 생채류인 도라지생채와 야채샐러드를 선택하여 원재료의 전처리 후 저장온도와 저장기간에 따라 이화학적 품질변화와 총균수, 대장균군의 미생물적 품질변화를 조사한 결과, 원재료 및 조리된 음식의 품온은 모두 미생물 중식이 활발한 온도범위인 4~60℃에 속하였고 4℃ 냉장저장의 경우 저장기간에 따라 12.1~15.9℃로 나타났으며 조리 후 Aw는 0.93~0.95로 나타나 미생물 증식에 적합한 수분활성도 범위에 해당하므로 식품 위해의 가능성을 갖고 있었으며 전처리를 마친 직후의 원재료를 이용하여 만든 야채샐러드의 경우 총균수가 2.03×10^{5}~2.14×10^{3}CFU/g으로 급식단계의 미생물적 안전기준치를 초과하였다고 보고했다. 곽 등(17)은 조리교와 비조리교로 구분하여 온도-소요시간 측정 및 미생물 분석을 실시한 결과, 일부 조리류와 무침류의 전처리 단계에서부터 운반 및 보관단계에 이르기까지 위험온도 범주대의 장시간 방치와 사용기구 및 용기에 의한 교차오염 가능성이 지적되었다. 특히 생채류에서 소요시간 및 기기, 용기의 통제관리가 필요하고 미생물 분석 결과 숙채류는 기구에 의한 교차오염의 정도가 높았다. 또 다른 연구에서 곽 등(18)은 탁아시설의 급식소를 대상으로 음식과 조리기구에 대한 미생물 검사 결과, 절임무채와 샐러드의 대장균수는 기준치보다 높았고 유아원의 대부분이 도마에서 일반세균수와 대장균수가 기준치보다 높게 분리되었다. 특히 취급자의 손과 기구에 의한 교차오염 가능성이 최대한 방지될 수 있어야 한다고 지적하였다. 이 등(19)은 대학급식소에서 제공되는 김밥을 대상으로 여름과 겨울의 계절별로 미생물학적 품질을 조사한 결과 여름의 경우, 김밥의 원재료 및 생산과정 대부분이 실온에서 이루어져 음식 내부 온도가 21.3~30℃를 유지하면서 약 7시간 방치되어 배식되는 김밥의 미생물 수치가 모두 기준치를 초과하였고 겨울의 경우, 여름과 비교하면 미생물 증식은 전반적으로 저하되었으나 시금치, 당근과 어묵의 대장균군 수는 모두 기준치

를 초과하여 겨울에도 철저한 시간-온도관리가 필요하다고 하였다.

소비자 보호원(20)에서 1998년 3~5월에 걸쳐 9곳의 패밀리 레스토랑을 대상으로 샐러드류 등 비가열음식 9종과 스파게티, 스테이크 등의 가열음식 9종을 구입하여 위생실태를 시험한 결과, 전체 시료에서 병원성 식중독균은 검출되지 않았고, 가열식품은 문제가 되지 않았지만 샐러드의 경우 4곳의 시료에서 대장균 양성으로 나타났고, 9곳에서 대장균군이 다량 검출되어 이에 대한 대책 마련이 시급하다고 하였다. 또한 2000년 5월 패스트푸드점 20곳에서 판매되고 있는 샐러드류 총 53종을 수거하여 대장균군과 황색포도상구균을 검사한 결과, 황색포도상구균은 모두 음성이었으나 대장균군은 전체 수거시료의 77.4%에서 검출되어 전반적으로 식품 위생처리에 개선이 필요하다고 지적하였다.

김(21)은 잠재적 위험식품을 식재료로 사용하여 만든 비빔밥, 물냉면, 쇠고기 미역국, 버섯찌개, 동태조림, 콩나물무침, 도토리묵 무침, 으깬 포테이토 등을 대상으로 HACCP 제도를 적용하기 위한 기준을 제시하였고, 배 등(8)은 서울시내 단체급식소를 대상으로 위생관리 실태 조사와 아울러 사업체 급식소를 대상으로 HACCP 제도를 적용하여 위생관리를 실시함으로써 이에 따른 위생개선효과를 미생물학적 검증방법을 통해 평가해 본 결과, 식중독의 발생원인은 위생관리 시스템의 부재, 조리원의 위생개념 부족, 온도와 시간 관리의 부재 순이었고 HACCP 제도 도입의 장애요인으로는 시설·설비의 부족, 재원부족, 행정부서나 경영자의 협조 부족 순이었다. 위생관리 평가항목에 대한 영양사의 중요성 인지도에서 생채소의 세척 및 소독, 제공음식 온도측정 등의 여러 항목에서 평균 2점 이하(중요도 평가 3점 척도)로 낮은 인지도를 나타냈으나 HACCP 제도의 적용 후 미생물 수준 개선 효과에서 고무장갑의 일반세균수와 대장균군수 모두 평균 1 log CFU/hand 이상 개선되었고 음식생산 공정에서는 일반세균수와 대장균군수 모두 평균 1~2 log CFU/hand 이상 개선되었으나 원부재료의 경우 개선효과가 나타나지 않아 이에 대한 교차오염이 일어나지 않도록 주의, 관리해 나갈 것을 당부하였다.

한편, HACCP Plan의 적합성 판정을 위한 한계기준 설정을 위한 미생물적 기준에 관한 연구로는 Solberg 등(13, 22)이 ready-to-eat foods의 일반세균 기준을 6 log CFU/g 이하, 대장균군은 3 log MPN/g 이하, 대장균은 음성이어야 하며, 조리단계를 거친 급식단계의 음식은 각각 6 log CFU/g 이하, 2

log MPN/g 이하로 제시하였고, 독일의 ready-to-use 야채류에 대한 미생물학적 안전성 기준(23)은 일반세균의 경우 생산단계에서는 5×10^6 CFU/g 미만, 판매단계에서는 5×10^7 CFU/g 미만, *E.coli*는 10^2 MPN/g 미만으로 제시하고 있다. 우리나라의 경우 급식소에 HACCP 제도를 적용시 자체 기준을 설정하여 관리하도록 하고 있으며 식중독균의 경우 정성적 실험법을 적용하여 음성이어야 한다.

조리기기, 기구 및 작업환경의 표면미생물 검사 판정 기준으로는 Harrigan과 Mccance(24)는 일반세균수는 ㎠당 5 CFU 미만은 만족할 만한 수준이고 5~25 CFU는 시정을 필요로 하며, 25 CFU이상일 때는 즉각적인 조치를 강구해야 한다고 하였으며, 대장균수는 100 ㎠당 10 MPN 이하를 기준으로 제시하였고 Snyder(25)는 도마의 세척·소독 직후 일반세균수가 30 CFU/inch^2 이하가 적절한 수준이라고 하였으며, Buckalew 등(26)은 기기나 기구 표면의 일반세균 수준이 소독한 경우, 허용수준은 5 CFU/0.75 in^2 미만이며, 주의할 수준 5~10 CFU/0.75 in^2, 위험수준 10 CFU/0.75 in^2 초과이며, 식품과 직접적으로 접촉하는 경우 허용수준 20 CFU/0.75 in^2 미만, 주의할 수준 20~40 CFU/0.75 in^2, 위험수준 40 CFU/0.75 in^2 초과라고 제시하였다.

3. 신선 과채류의 세정처리 관련 연구

납품받은 채소 및 과일 원재료가 흙, 진흙, 모래 등으로 덮여 있다면 가공공정을 거치기 전에 우선 조심스럽게 이물질을 닦아내야 하며, 대부분의 경우 박피 또는 절단 과정 후에 2차 세척이 이루어진다. 예를 들어, 배추나 양배추는 절단 과정 후 반듯이 세척해야 하지만 당근은 절단하기 전에 미리 세척해야 한다. 이러한 박피나 절단 후의 세척 과정은 미생물 및 세포 조직액을 제거하여 가공 이후의 저장 과정 중에서 미생물 생육과 효소적 산화를 감소시키는 역할을 한다. 특히 농산물을 세척할 때는 단순히 물에 담가두는 것보다 흐르는 물 또는 기포 발생장치를 사용하는 것이 더 좋으며, 이에 사용되는 세척수는 미생물 오염문제가 없어야 하고 관능적인 품질도 우수해야 하며 가능하다면 5℃ 이하로 수온이 낮아야 한다. 일반적으로 세척수의 양은 박피 및 절단 전에는 5-10 ℓ/kg, 후에는 3 ℓ/kg을 사용하도록 권장하고 있다(27).

또한 초기 미생물수를 줄이고 효소활성을 떨어뜨려 신선 상품의 유통기한과

관능적 품질을 향상시키기 위해서 세척수에 보존제를 첨가하여 사용할 수도 있다. 일부 문헌에는 과채류의 최소가공에 사용할 수 있는 여러 보존제가 소개된 바 있으나, 그 중 일부만이 현재 상업적으로 사용되고 있으며 다른 보존제의 효율성에 대해서는 정보가 부족한 형편이다. 더욱이 일부 국가에서는 염소제재와 같은 보존제의 사용을 허용하지 않고 있다. 여러 연구자들에 의하면 박피 및 절단 전후에 세척액 1ℓ당 100~200 mg의 염소나 구연산을 첨가하는 것이 제품의 유통기한을 연장하는데 효과적이라고 한다. 그러나 염소제재를 사용할 경우 채소류 제품은 반드시 헹굼 과정을 거쳐 염소 농도를 식수와 동일한 수준으로 낮추어서 관능적 품질을 향상시켜야 할 것이다. 특히 염소 처리효과는 pH가 낮고, 세척액의 온도가 높으며, 불순물이 적은 물로 정확한 접촉시간을 지킬 때에 더욱 효과적일 수 있다. Kabir(28)에 의하면 염소 농도가 70 mg/ℓ일 경우 최적 접촉시간은 12-13초라고 한다. 염소 화합물이 수용액이나 가공장비의 오염 미생물을 불활성화 시키는 데에는 매우 효과적임에도 불구하고, 신선한 과일이나 채소에서 발견되는 미생물에 동일한 효과가 있는지에 대해서는 상반된 견해가 있다(29). 예를 들어 염소화합물이 상추와 같은 몇몇 엽채류에서는 호기성 미생물수를 줄이는 것으로 나타났지만, 근채류나 양배추에서는 반드시 그렇지 만은 않았다. 이에 반해 Torriani와 Massa(30)는 절단된 당근을 염소수(20 mg free chlorine/ℓ)로 세척했을 때 대장균군은 현저하게 줄지만 호기성 세균수는 그다지 영향받지 않음을 확인하였다. 결과적으로 염소화합물의 처리 효과는 대상 품목과 처리 농도에 따라서 미생물 감균효과가 다른 것으로 이해되며, 실제로 저자들의 실험결과에서도 양파나 파 등의 일부 채소류는 염소수 처리에 의한 저온성 세균 및 호기성 미생물 등의 감소를 기대하기 어려웠고 설혹 초기 감균효과가 인정되더라도 저장 중의 품질과는 반드시 일치하지 않는 경향을 나타내기도 하였다. 어떠한 처리를 하던지 간에 최소가공 처리된 채소류를 100 mg/ℓ의 농도로 염소를 함유한 세척수에 조심스럽게 수세하고 그 후 다시 헹궈내는 과정은 관능적인 측면에서 제품의 유통기한을 최소 며칠에서 7-8일까지 증대시킬 수 있는 것으로 나타났다. 특히 원재료 상태의 당근을 박피한 후에 구연산이나 염소수 용액에 세척한다면 최종 박피 당근제품의 관능적인 유통기간은 현저하게 연장된다. 물론 세척 과정은 박피 당근, 세절 배추, 박피 감자 등의 비타민 함량을 유의적으로 감소시키지는 않았으며, 이들의 주요 감소요인은 저장시간에 의해 좌우된다(31).

한편 세척후 제품에 잔존하는 물기를 제거할 때는 가능한 한 조심해서 다루어야 한다. 현재까지는 원심분리가 가장 좋은 방법으로 알려져 있으나, 제품에 따라 원심분리 시간과 속도를 신중하게 결정해야 한다. Ohta와 Sugawara는 세절한 양상추를 basket 타입(직경 52 cm, 1000 rpm)의 원심분리기에서 30초간 건조했을 때 최대의 유통기간을 얻을 수 있었다고 한다(32).

제 2 장 재료 및 방법

제 1 절 전기분해수 특성시험

1. 전기분해수 제조장치 제작

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

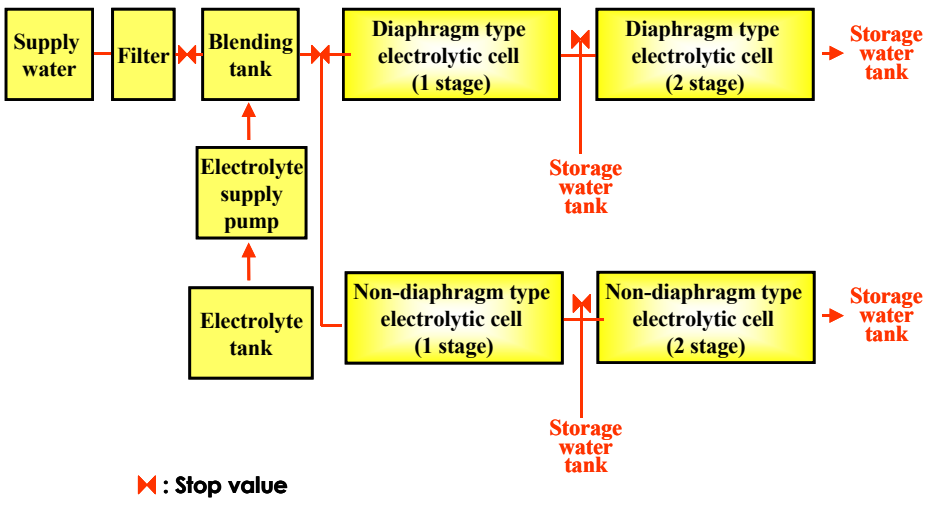


Fig. 1. Schematic diagram of electrolyzed water system.

2. 전기분해수 처리구

실험 처리구는 Table 1과 같이 전해수의 제조조건에 따라 3가지(EW-1, EW-2, EW-3)로 하였다. 처리구별 전해수 제조에 사용한 전해질 NaCl 용액의 농도는 예비실험을 통해 결정된 최적 농도인 20%(w/w)로 만들어 사용하였으며, 처리구별 전해수를 제조 즉시 시험관내 미생물 살균시험을 행하였으며, 각각의 전해수를 3L씩 플라스틱 밀폐용기(30×30×15 cm)에 담아 5℃와 15℃의 냉장고에 35일간 저장하면서 물성 변화를 살펴보았다.

Table 1. Physicochemical properties of the treatment water

Treatments	Physicochemical properties		
	pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
EW-1[1)]	2.54±0.00	1139.50±0.71	53.55±0.50
EW-2[2)]	2.24±0.00	1166.00±1.41	147.55±1.56
EW-3[3)]	8.94±0.01	807.00±0.00	157.33±1.75

[1)] Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type 1
[2)] Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type 2
[3)] Electrolyzed oxidizing water produced by non-diaphragm type

3. 전기분해수 물성 측정

전기분해수의 pH는 pH meter(Suntex, 2000A, USA)를 사용하였으며, 산화환원전위(oxidation-reduction potential; ORP)의 측정은 ORP meter (RM-12P, TOA Electronics, Japan)를, 그리고 차아염소산(HClO) 함량은 식품공전(33)에 따라 정량하였으며 전해수 50 mL에 KI 2 g, acetic acid 10 mL와 1% 전분지시약을 몇 방울 가하여 흑갈색이 되도록 한 후 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 용액으로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하여 소요된 0.1 N $Na_2S_2O_3$의 소비 mL를 아래식에 따라 환산하여 차아염소산(ppm)으로 표시하였다.

차아염소산(ppm) = 0.1N $Na_2S_2O_3$ 소비량(mL) × 7.092

4. 미생물 측정

가. 사용균주

Bacillus cereus(ATCC 1012), *Salmonella typhimurium*(ATCC 1925), *Erwinia carotovora subsp.*(ATCC 2776), *Pseudomonas fluorescens* (ATCC 2344), *Escherichia coli*(ATCC 1039)는 유전공학연구소의 유전자은행에서 분양 받아 사용하였으며, *Aspergillus niger*(K 993), *Lactobacillus plantarum*(K 464), *Staphylococcus aureus*(K 171)는 한국식품연구원에서 분양 받아 사용하였다.

나. 사용배지

Bacillus cereus, Salmonella typhimurium, Pseudomonas fluorescens 및 *Erwinia carotovora subsp., Staphylococcus aureus, Escherichia coli*의 배양과 계수는 Nutrient Agar(Difco 사), *Aspergillus niger*는 Malt Extract Agar(Difco 사), *Lactobacillus plantarum*는 MRS medium with 5% Lactose를 사용하였다.

다. 미생물 살균시험

대상 균주를 60 mL의 배지에 접종하여 25~37℃의 incubator에서 24~72시간동안 배양한 후, 균배양액 1.5 mL를 ependorf tube에 취해서 원심분리(12,000rpm, 10분)하여 상층액은 버리고 다시 0.85% saline 1.5 mL를 가하여 현탁시킨 다음 다시 원심분리하여 균체에 묻은 배양액을 제거하였다. 이렇게 얻어진 균체에 1.5 mL 멸균생리식염수를 넣어 현탁한 후 그 현탁균액 1 mL씩을 미리 멸균해놓은 시험관에 분주하고, 제조해 둔 전해수를 가하여 100 mL(배양액 1%(v/v))로 한 다음, 노출시간에 맞추어 초기, 0.5분, 1분, 2분, 5분, 10분 및 20분이 지나 각각 1 mL씩 취하여 멸균생리식염수로 단계 희석한 다음 배지에 pour plating한 후 배양하였다. 대조구는 멸균 증류수를 사용하였다(34).

제 2 절 전해수 처리구에 따른 양상추의 품질특성 시험

1. 재료 및 전처리

본 실험에 사용된 양상추(*Lactuca sativa var. cappitata*)는 cripshead형의 New Lakes 품종으로 2004년 11월 초, 서울 가락동 농수산물 도매시장에서 구입한 것이며 구경 15 cm, 중량 1.8 kg 정도의 것을 사용하였다.

처리구는 세척수의 종류에 따라 5가지(EW-1, EW-2, EW-3, CW, TW)로 하였는데, 각 처리수의 물성은 Table 2와 같다.

Table 2. Physicochemical properties of the treatment water for head lettuce

Treatments	Physicochemical properties		
	pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
TW[1)]	7.60±0.01	516.50±6.36	0.55±0.07
EW-1[2)]	2.56±0.00	1137.24±0.49	54.66±1.21
EW-2[3)]	2.27±0.00	1163.00±1.73	145.21±1.47
EW-3[4)]	8.51±0.01	838.00±0.00	169.33±1.75
CW[5)]	9.38±0.01	381.50±4.95	105.1±4.53

1) Tap water
2) Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type(1 stage)
3) Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type(2 stage)
4) Electrolyzed oxidizing water produced by non-diaphragm type(2 stage)
5) 100 ppm NaClO solution

그리고 양상추의 전처리는 구입 즉시 결구 외엽은 1매만 남기고 모두 제거한 뒤, 잎이 상하지 않도록 조심스럽게 하나하나 벗겨서 균질하게 sampling 하였다. 세정처리는 냉각조(100×90×70㎝)에서 10±1.0℃로 처리한 처리구별 세정수를 사용하였고, 침지수량은 시료 중량 10배, 침지시간은 5분간 처리한 후 채반에 받쳐 10분간 자연 탈수하였으며 100±5 g단위로 sterile sampling bag(Whire-Pak, Nasco, USA)에 개별 포장한 후 5℃ 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 이화학적 품질 분석

가. 수분함량과 Aw

수분함량은 AOAC법(35)에 따라 105℃ 상압건조법으로 3회 이상 측정하여 그 평균값을 사용하였으며 Aw의 측정은 각 처리군 별로 시료를 채취하여 blender(Model KA-2600, Kaiser, Korea)로 1분간 중속으로 균질화 시킨 후 3g씩 취하여 plastic 용기에 담아 Aw-Therm (Thermoconstanter Novasina, Type : TH2/RTD33, Swiss)로 측정하였다(36).

나. pH

pH의 측정은 시료 10 g씩 무게를 달아 100 mL의 증류수를 가하고 blender(Model KA-2600, Kaiser, Korea)로 1분간 중속으로 균질화시킨 후 비이커에 담아 시험용액으로 사용하였으며, 실온에서 pH meter((Suntex, 2000A, USA)를 사용하여 측정하였다.

다. 총비타민 C

2, 4-Dinitrophenyl hydrazine법(37)에 따라 정량하였다. 시료 20 g에 5% metaphosphoric acid(HPO_3)용액 60 mL을 가하고 blender(Model KA-2600, Kaiser, Korea)로 1분간 중속으로 균질화시켰다. 여기에 20 mL의 5% metaphosphoric acid 용액을 사용하여 최대한 씻어내고 원심분리기 (Model Centrikon T-324, Kontron Instruments, Italy)를 이용하여 9000 rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상등액을 Whatman No. 2 여과지로 여과한 후 100 mL로 정용한 시료액을 시험용액으로 사용하였다. 시험용액 2 mL씩 시험관 2개에 취하여 시험관 1은 총 비타민 C의 blank로 하고 시험관 2는 총 비타민 C의 정량으로 하였다. 시험관 모두에는 0.03% DCP(2, 6-dichlorophenolindophenol sodium)용액 1 mL와 2% thiourea 2 mL를 가하고, 시험관 2에 2% DNP(2, 4-dinitrophenyl hydrazine) 1 mL를 첨가하고 항온수조 37℃중에서 3시간 동안 방치하여 oxasone을 형성시킨 다음, 얼음물 중에서 반응액의 시험관 2개에 85% H_2SO_4 5 mL를 뷰렛으로 서서히 가하여 30초간 vortex mixer로 잘 혼합하였다. 1의 시험관에는 2%의 DNP 1 mL를 가하고 실온에서 30분간 방치한 후 spectrophotometer(Jasco V-570, Japan)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정

하였다. 이때의 비타민 C의 함량은 표준품인 L-ascorbic acid를 사용하여 동일한 실험법으로 작성된 표준곡선으로부터 구하였다(Fig. 2).

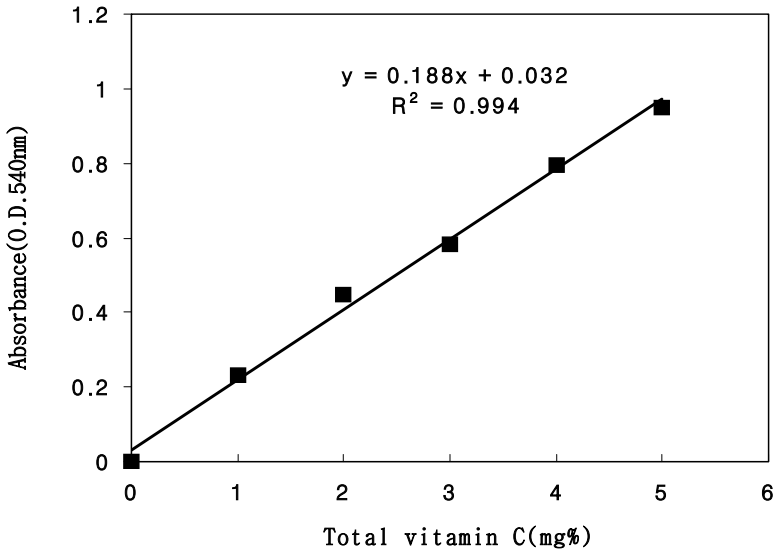


Fig. 2. A standard curve for ascorbic acid.

라. 잔류염소

시료 양상추에 묻어 있는 잔류염소(residual chlorine) 함량의 측정은 폴라로그랙픽 측정방식을 이용한 Residual chlorine meter(RC-24P, TOA Electronics, Japan)를 사용하여 측정하였다.

마. 색도

표면색차계(CR-200, Minolta Co., Japan)를 이용하여 lightness(L), redness(a), yellowness(b), ΔE 값을 측정하였다. 측정은 포장단위당 5개 이상의 시

료를 선정, 일정한 표면부위 3 곳을 각각 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

바. 경도

양상추의 경도는 잎부분의 침투시험(puncture test)을 통하여 측정하였고, 실험은 Table 3과 같은 조건으로 Rheometer(R-2001, Sun Scientific Co. Ltd., England)를 이용하여 측정하였다. 측정시 시료가 움직이지 않도록 시료 지지대를 사용하였다. 경도는 포장구에서 5개의 시료를 무작위로 추출, 각 시료의 일정부위에 대해 3회 반복 측정한 후 평균치로 나타내었다.

Table 3. Instrumental configuration for measuring hardness

Index	Condition
Type	Measure force in puncture
Distance	1.0 ㎜
Test speed	50 ㎜/min
Plunger	puncture probe(riddle type, ㏊ 0.1㎜)

3. 미생물학적 특성 분석

가. 총균수

무균적으로 양상추 10 g을 취한 뒤 90 mL의 멸균생리식염수를 가하여 stomacher(Laboratory Blender Stomacher 400, Srward)로 1분간 균질화 시킨 후, 각각의 시료액을 1 mL씩 취하여 9 mL의 멸균생리식염수로 단계희석하였다. 시험용액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균된 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하여 43~45℃로 유지한 Plate count agar(PCA, Difco Lab. USA) 약 15 mL를 무균적으로 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음, 35±1℃에서 48~72시간 배양후 1 평판당 30~300개의 집락을 생성한 평판을 택하여 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다(38).

나. 대장균군수

총균수 검사와 동일한 방법으로 시료를 전처리한 후 시험용액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하여 43~45℃로 유지한 Chromocult agar(CM, MERCK Co. German) 약 15 mL를 무균적으로 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음 35±1℃에서 48~72시간 배양시킨 후 1평판당 30~300개의 집락을 생성한 평판을 택하여 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다.

다. 저온성균수

총균수 검사와 동일한 방법으로 시료를 전처리한 후 시험용액 1mL와 각 단계 희석액 1mL씩을 멸균 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하여 43~45°로 유지한 Tryptic soy agar(TSA, Co. Medium) 약 15mL를 무균적으로 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음, 7±1℃에서 7일간 배양시킨 후 1평판당 30~300개의 집락을 생성한 평판을 택하여 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다(39).

4. 관능적 품질평가

양상추를 5℃에 7일간 저장하면서 해당일 오후 3시에 한국식품연구원의 훈련된 관능요원 20명을 대상으로 9점 평점법(40)으로 기호도 검사를 실시하였으며, 9점은 매우 좋음으로 1점은 매우 나쁨으로 나타내었다. 검사 시료는 똑같은 접시(흰색, 직경 20cm)에 담아 제시하였으며 평가항목은 외관(appearance), 변색의 정도(discoloration), 깨끗한 정도(clearness), 염소취(smell of chlorine), 조직감(texture), 맛(taste), 전체적 기호도(overall acceptability)로서 3회 평가하였다.

제 3 절 학교 단체급식소에의 전기분해수 적용시험

1. 조사대상 및 시료선정

본 연구에서는 지역 특성상 면적이 넓고 학교급식 형태가 비교적 복잡하여 식중독균에 노출 가능성이 높은 경기도 지역의 중학교 및 초등학교를 선정하여 3차에 걸쳐 현장 조사 및 적용시험을 실시하였다. 제 1차 현장조사는 2003년 10월에 걸쳐 성남 지역에 위치하고 있으며 주방 면적이 230 m^2이고 1일 약 1,700명의 학생들에게 급식을 실시하고 있는 직영방식의 E중학교 급식소를 대상으로 실시하였으며, 제 2, 3차는 2004년 10월, 2005년 4월에 걸쳐 이천 C초등학교와 일산 S초등학교를 대상으로 각각 실시하였다. 이천 C초등학교는 4개 학교 공동조리 형태로 순수주방 면적이 121.5m^2 이며 1일 총 1,677명에게 급식을 제공하고 있으며, 일산 S초등학교의 단독조리 면적은 179.97m^2로 1일 1,656명의 학생들에게 급식을 실시하고 있는 직영방식 형태이다.

그리고 본 연구의 적용대상 식단은 단체급식소에서 제공되는 식단 중 익히지 않고 그대로 제공되는 신선 채소류중 학생들의 선호도가 비교적 높은 채소 샐러드와 대부분의 급식소에서 보조식으로 급식을 하고 있으면서 연중 공급이 가능하여 급식 기간이 가장 긴 사과를 선정하였다.

2. 주방과 조리종사자의 위생상태 평가

주방의 환경, 시설, 기구의 위생 상태와 조리종사자의 개인위생 및 작업 중의 위생습관 실태는 연구 대상 급식소의 영양사와의 서면 질의와 면담 및 주방의 관찰을 통해 실시하였다. 평가 내용은 식품구매 및 검수단계에서 업자의 선정, 구매횟수, 식품별 납품시간, 납품업자의 운송수단, 검수된 식품의 취급 및 저장방법 등을 조사하였고, 조리된 음식의 보관방법과 주방 기기 및 기구의 취급에 대하여는 식기류 등의 소독시설 종류와 소독방법, 급·배수시설 및 쓰레기 처리법을 조사하였다. 종업원의 개인위생에 대하여는 작업장내 위생복과 위생모의 착용 및 정기 건강검진의 실시 여부, 위생교육 방법 및 횟수 등을 조사하였고 건물의 구조, 배치 및 작업장 시설에 대하여는 작업장의 청소방법, 가열구역과 전처리구역의 구획 여부, 환풍시설, 채광 및 조명상태 등을 조사하였다. 평가점수는 Sly 등(41)이 제시한 방법을 변형하여 사용하였고, 0에서 2까지의 등급으로 나누어

평가하였으며 각 등급별 상태는 아래와 같다.

0 : 위험요인이 존재하는 불량상태
1 : 향상 가능성이 있는 보통상태
2 : 양호한 상태

3. 주방 배치도를 통한 위생상태 평가

주방의 배치도를 조사하여 조리위치와 보관 장소 등 식품취급 장소를 살펴봄으로써 작업시설과 음식의 안전성과의 관계를 살펴보았다.

4. 실험방법

가. 급식 품목별 생산과정

대상 급식소에서의 원재료 전처리와 조리과정의 사용기구, 용기 및 작업장 위생처리에 무격막 방식으로 제조한 전해수(EW)와 염소수를 적용하여 작업단계로 나누어 공정흐름을 분류하였으며 각각의 공정흐름에 HACCP 원칙을 적용하여 조리공정에서 발생 가능한 위해요소를 분석하고 이에 따른 문제점을 비교 지적하였다.

1) 채소 샐러드

채소 샐러드의 급식단계는 원재료 및 검수(raw materials & receiving), 전처리(preparation), 조리(mixing & seasoning), 보관(holding), 배식(assembly & serving)의 5단계로 구성되며 Fig. 3, 4에 제시하였다.

채소 샐러드의 조리방법은 Table 4에 나타난 바와 같이 E중학교에서 이용하고 있는 표준조리법을 선택하였으며 원재료는 1,700인분으로 실험 당일 아침에 입고되어 실온에 보관하였다가 세정, 다듬기, 썰기 등의 전처리를 거쳐 드레싱과 혼합한 후 다시 실온에 보관하였다가 배식되었다.

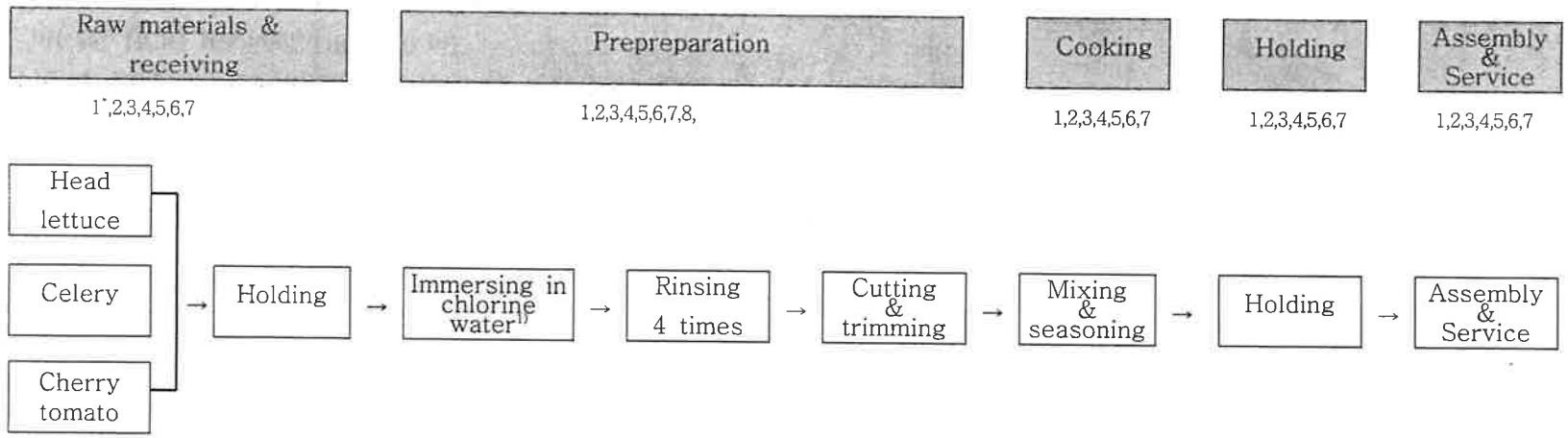


Fig. 3. Diagram for production flow of vegetable salad by chlorine water.

1)pH 9.5, HClO 103 ppm, ORP 783 mV

*1: time, 2: temperature, 3: moisture content, 4: Aw, 5: pH, 6: total vitamin C, 7: microbiological measurement, 8: residual chlorine

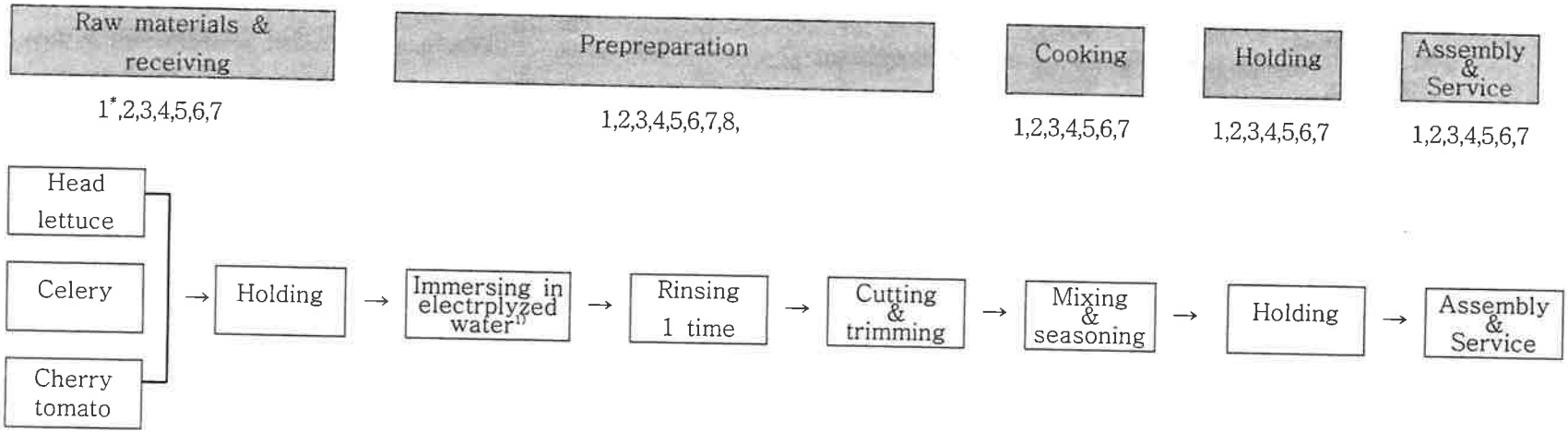


Fig. 4. Diagram for production flow of vegetable salad by electrolyzed water.

1)pH 8.5, HClO 165 ppm, ORP 840 mV

*1: time, 2: temperature, 3: moisture content, 4: Aw, 5: pH, 6: total vitamin C, 7: microbiological measurement, 8: residual chlorine

Table 4. Formulas for preparation of salads

Ingredients	Weight(g)	Total quantity(kg)[1)]
Head lettuce	13	15
Celery	7	8
Cherry tomato	15	18
Vinegar	1.4	1.6
Sugar	0.8	1
Salt	0.08	0.1

1) Total quantity for 1,162 portions

2) 사과

사과의 급식단계는 원재료 및 검수, 전처리, 조리, 보관, 배식의 5단계로 구성되며 Fig. 5, 6에 제시하였고, 사과의 레시피는 Table 5와 같다. 사과 원재료는 이천 C초등학교(농촌형) 1,677인분, 일산 S초등학교(도시형) 1,656인분으로 실험당일 아침에 입고되어 실온에 보관하였다가 세정, 다듬기 등의 전처리를 거쳐 껍질제거 및 절단 후 실온에 보관하였다가 배식되었다.

나. 생산 소요시간 및 온도상태

채소 샐러드 및 사과의 생산을 위한 각 단계의 소요시간과 온도는 timer와 digital thermometer(Fluke 52, John fluke MFG. co. Inc., USA)를 사용하여 측정하였다. 소요시간은 샐러드 생산과 각 단계의 시작과 끝나는 지점에서 측정하였고 식품의 중심온도와 식품취급 장소의 주변온도는 각 단계의 종료 시점에서 기록하였다.

다. 이화학적 특성 분석

각 생산단계 및 세정처리 방법에 따라서 채취한 시료를 대상으로 수분함량과 수분활성도(Aw), pH, 비타민 C 및 잔류염소 함량을 측정하였다.

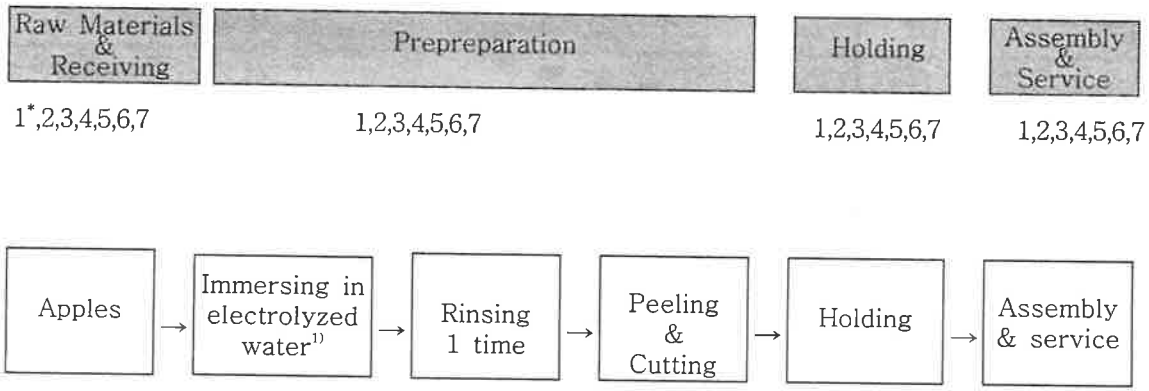


Fig. 5. Diagram for production flow of apples by electrolyzed water.

1) pH 8.5, HClO 85 ppm, ORP 530 mV

*1: time, 2: temperature, 3: moisture content, 4: pH, 5: total vitamin C, 6: microbiological measurement, 7: residual chlorine

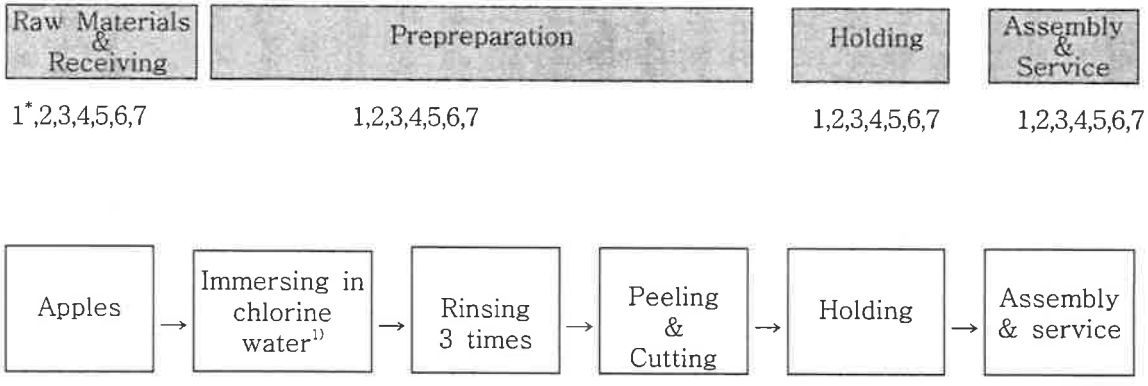


Fig. 6. Diagram for production flow of apple by chlorine water.

1)pH 8.61, HClO 75.18 ppm, ORP 753 mV

*1: time, 2: temperature, 3: moisture content, 4: pH, 5: total vitamin C, 6: microbiological measurement, 7: residual chlorine

Table 5. Formulas for preparation of apple

Ingredients	Total quantity(kg)[1)]
Apple	96
Sugar	1
Vinegar	1

[1)] Total Quantity for 1,677 portion.

라. 미생물 측정

미생물학적 위해분석은 품목별 생산단계에서 채취한 시료와 생산에 사용된 기구 및 용기, 급식종사자의 손과 급식소 조리시설 등에 대하여 실시하였다.

1) 급식 품목

각 단계에서의 시료를 무균적으로 sterile sampling bag(Whire-Pak, Nasco, USA)에 100 g 정도씩 채취하여 모든 시료채취가 완전히 끝날 때까지 급식소 내의 냉장고에 보관하였다가 ice box에 담아 실험실로 운반하여 분석하였다. 무균적으로 각 단계의 시료 20 g을 취한 뒤 180 mL의 멸균생리식염수를 가하여 stomacher(Laboratory Blender Stomacher 400, Srward)로 1분간 균질화 시킨 후 이 중 1 mL를 취하여 시험원액으로 사용하였으며 각 시료는 표준방법(33, 38)에 따라 분석하였다.

가) 총균수

각각의 시료를 1 mL씩 취하여 9 mL의 멸균생리식염수로 단계 희석하였다. 시험용액 1mL와 각 단계 희석액 1mL씩을 멸균 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하여 43~45℃로 유지한 Plate count agar(PCA, Difco Lab., USA) 약 15 mL를 무균적으로 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음, 35±1℃에서 48~72시간 배양시킨 후 1 평판당 30~300개의 집락을 생성한 평판을 택하여 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다.

나) 대장균군수

총균수 검사와 동일한 방법으로 시료를 전처리 한 후 시험용액 1 mL와

각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하여 43~45℃로 유지한 chromocult agar(CM, MERCK Co., German) 약 15 mL를 무균적으로 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음, 35±1℃에서 48~72시간 배양시킨 후 1 평판당 30~300개의 전형적인 암적색 집락을 생성한 평판을 택하여 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)로 표시하였다.

다) *Escherichia coli*

무균적으로 채취된 시료 25 g에 증균용 액체배지인 modified EC 배지(novobiocin sodium salt 용액 첨가) 225 mL를 가한 후 스토마커를 이용하여 균질화하여 멸균된 삼각플라스크에 옮겨 35±1℃에서 24시간 증균 배양하였다. 증균 배양액을 MacConkey sorbitol Agar(MSA, Difco Lab. USA)에 접종하여 35±1℃에서 18시간 배양하여, sorbitol을 분해하지 않는 무색집락을 취하여 Eosine Methylene Blue Agar(EMB, Difco Lab. USA)에 접종하였다. EMB 한천배지를 35±1℃에서 24시간 배양하고, 녹색의 금속성 광택이 확인된 집락을 Nutrient Agar에 옮겨 35±1℃에서 24시간 배양후 그람음성간균임을 확인하고, 대장균용 3M petrifilm에 단계별 희석액 1 mL씩 접종하여 35±1℃에서 24시간 배양한 후 기포발생 청색 집락을 확인하였다.

라) *Salmonella* spp.

무균적으로 채취된 시료 25 g에 증균용 액체배지인 Selenite F broth(Difco) 225 mL를 가한 후 스토마커를 이용하여 균질화하여 멸균된 삼각플라스크에 옮겨 35±1℃에서 24시간 증균 배양하였다. 증균된 배양액을 MacConkey Agar(Difco)에 도말하여 35±1℃에서 24시간 배양한 후, 무색의 유당비분해균의 집락을 확인하였다. 분리배양된 평판배지상의 집락을 Nutrient Agar에 옮겨 35±1℃에서 18~24시간 배양한 후 그람음성간균임을 확인하고 API 20 E kit(BioMerieux)를 사용하여 동정하여 재확인하였다. 또한 배양된 균을 TSI(Triple Sugar Iron) Agar에 천자이식하고 35±1℃에서 18~24시간 배양하여 생물학적 성상을 검사하였다. 즉 유당은 분해되지 않으며 포도당은 분해하여 배지면이 황색으로 변하고, 가스가 생성되어 배지 천자부의 균열이 생기며 유화수소를 발생하여 천자한 자리 근처가 검은색으로 변한다.

마) 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)

시료 25 g을 취하여 10% NaCl 225 mL를 첨가한 TSB 배지(Tryptic Soy Broth, Difco)에 가한 후 35±1℃에서 16시간 증균배양한다. 증균배양액을 Mannitol Salt-Egg Yolk Agar에 접종하여 37±1℃에서 16~24시간 배양한다. 배양결과, 배지에서 황색 불투명 집락(만니톨분해)을 나타내고 주변에 혼탁한 백색환(난황반응 양성)이 있는 집락은 확인시험을 실시하였다. 분리배양된 평판배지상의 집락을 Nutrient Agar에 옮겨 37±1℃에서 18~24시간 배양한 후 그람염색을 실시하여 포도상의 배열을 갖는 그람양성 구균이 확인되면 coagulase test(staphylase, Oxide)를 실시한 후 응고가 일어나면 양성으로 판정하였다.

2) 사용기구 및 용기

음식생산에 사용되는 칼, 도마, 용기 및 조리작업대 등에서 시료를 채취할 때는 swab 방법을 이용하였고 행주는 rinse 방법(13, 42)으로 시료를 채취하여 총균수, 대장균군 및 황색포도상구균에 대한 미생물 검사를 실시하였다.

가) Swab test

멸균생리식염수에 적신 멸균된 면봉(Model Pro-media ST-25, ELMEX Limited, Japan)을 이용하여 조리종사자의 손과 칼은 12.4cm^2의 표면적을, 도마, 배식용기, 광주리, 싱크대 및 주방바닥은 100cm^2의 면적을 잘 swab하여 멸균된 0.85% saline을 채운 cap tube에 넣은 후 ice box에 담아 실험실로 운반하여 미생물검사를 실시하였다.

나) Rinse method

행주의 100 cm^2 면적에 해당하는 부분을 멸균된 가위로 잘라 sterile sampling bag(Whire-Pak, Nasco, USA)에 담아 얼음을 채운 ice box에 담아 실험실로 운반한 후 100mL의 멸균생리식염수에 rinse하여 그 액을 시료로 하고, 희석액을 만들어 미생물 검사를 실시하였다.

마. 위해요소 분석 및 제어관리 방법 평가

채소 샐러드 등 품목별 전처리과정에서 전해수의 적용방안을 모색하고 기

존의 염소수 처리에 의한 일반적 생산공정과 비교함으로써, 미생물학적으로 효과적인 위생관리 방안을 제시하여 HACCP system에 근거한 중요관리점(CCP: Critical control point)을 규명하고, 이를 제어할 수 있는 효과적인 품질관리 방법을 모색하기 위하여 품목별 원재료에서 배식단계에 이르는 전 단계에 걸쳐 규명된 자료와 각 단계의 소요시간 및 온도상태를 분석하고 이화학적 검사와 미생물학적 검사결과를 종합, 분석하였다.

4. 통계처리

SAS(Statistical Analysis system, version 8.1, SAS Institute Inc.)를 이용하여 ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 5% 수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다(43).

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 학교 단체급식 적용 전해수 선정시험

1. 제조조건별에 따른 전해수 특성 비교

가. pH

전해수의 제조조건에 따른 저장 중 pH의 변화는 Fig. 7 및 8과 같이 나타났다. 제조직후 EW-1, EW-2 및 EW-3의 pH는 각각 2.62, 2.59 및 8.87이었다. 저장온도 5℃의 경우, EW-1은 저장 3일째까지는 2.62~2.64의 수준으로 유지되다가 6일째부터 3.17~3.79 수준으로 증가하여 이후에는 큰 변화가 없었다. EW-2는 저장 12일째까지는 pH 2.59~2.94 수준으로 유지되다가 저장 15일째부터는 점차 증가한 후 저장 30일째 pH 5 수준으로 증가하였다. 반면, EW-3은 저장 30일째까지 pH 8.87에서 pH 8.25 수준으로 약간 감소하는 경향을 보였으나 거의 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다. 그리고 저장온도 15℃의 경우, EW-1은 저장 3일째까지는 pH 2.60~2.64의 수준으로 유지되다가 6일째부터 pH 3.18~3.75수준으로 증가한 이후에는 큰 변화가 없었으며 저장 온도에 따른 차이는 볼 수 없었다. EW-2는 저장 12일째까지는 pH 2.59~2.77 수준으로 유지되다가 저장 15일째부터는 점차 증가한 후 저장 30일째 pH 4.51수준으로 증가하였으며 저장온도에 따른 차이는 그다지 크지 않았는데 이러한 결과는 酒井(44)가 강전해산화수를 7일간 저장했을 때 pH 값의 변화가 거의 없었다고 보고한 바와 일치하는 것으로 나타났다. 한편, EW-3는 저장 30일째까지 pH 8.87에서 pH 8.40 수준으로 약간 감소하는 경향을 보였으나 거의 변화를 보이지 않는 것으로 나타났으며 역시 저장온도에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

나. 산화-환원 전위

전해수의 제조조건에 따른 저장 중 산화환원전위(ORP)의 변화는 Fig. 9 및 10과 같았다. 제조직후 EW-1, EW-2 및 EW-3의 ORP는 각각 1139, 1175 및 813 mV이었다. 저장온도 5℃의 경우, EW-1은 저장 3일째까지는 1138 mV 수준으로 초기치를 유지하였으며 저장 6일째에는 1133 mV로 그 값이 약간 감소하였으나 저장 30일까지 1127 mV 수준으로 초기값과 큰 차이를 나타내지 않았다. 그

리고 EW-2는 저장 15일째까지 1174 mV로 값의 변화가 거의 없다가 저장 18일째부터 저장 30일째까지는 1168~1160 mV 수준을 유지하였다. 한편, EW-3는 저장 21일째까지 813~809 mV 수준을 유지하여 미미한 변화를 보였으나 저장 24일째부터 ORP 값이 747 mV로 다른 실험구에 비하여 약간 큰 폭으로 감소하였으며 저장 30일째에는 735 mV로 나타내었다. 마찬가지로 저장 15℃에서도 EW-1은 1139~1128 mV, EW-2는 1175~1164 mV, EW-3는 813~749 mV의 수준을 나타냄으로써 저장온도 5℃와 비교하여 온도간의 차이는 그다지 크지 않음을 보여주었다.

다. 차아염소산

전해수의 제조조건에 따른 저장 중 HClO 함량의 변화는 Fig. 11 및 12와 같았다. 제조직후 EW-1, EW-2 및 EW-3의 HClO 함량은 각각 53.50, 143.55 및 157.33 ppm이었다. 저장온도 5℃의 경우, EW-1은 저장 3일째까지는 48.2 ppm 수준으로 변화가 미미하였으나 저장 6일째는 41 ppm으로 그 값이 감소하였고 저장 30일째에는 34 ppm으로 초기치의 약 63% 수준으로 감소하였다. EW-2는 저장 6일째까지 초기치 143.55 ppm에서 111.35 ppm 수준으로 감소하였으나, 저장 15일 이후에는 저장 30일 째까지 104.41 ppm 수준으로 거의 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다. 반면에 EW-3는 초기치 157.33 ppm에서 저장 18일째 149.71 ppm으로 약 5% 감소하였으나 저장 21일째 135.0 ppm으로 약 15% 감소율을 보였으며 저장 30일째까지 큰 변화를 보이지 않았다. 한편 15℃ 보관에서는, EW-1은 53.5~25.0 ppm 수준으로 저장기간에 걸쳐 완만한 감소율을 나타내었으나 5℃ 저장에 비해 저장 30일째까지 약 26%의 높은 감소율을 보였다. EW-2는 저장 6일째까지 109.32 ppm으로 초기치에 비해 약 24%의 감소율을 보였으며 그 이후로는 저장 30일째까지 그 수준을 유지하였다. EW-3는 저장 18일째 143.62 ppm으로 초기치와 비슷한 수준을 유지하였으나 저장 21일째부터 저장 30일째까지 119.0~117.51 ppm으로 약 23%의 감소율을 보였으며 각 실험처리구별로 온도에 따른 약간의 차이를 보여 주었으나 차아염소산의 함량은 보관온도 및 제조 방식에 관계없이 제조 직후부터 감소함을 알 수 있었다.

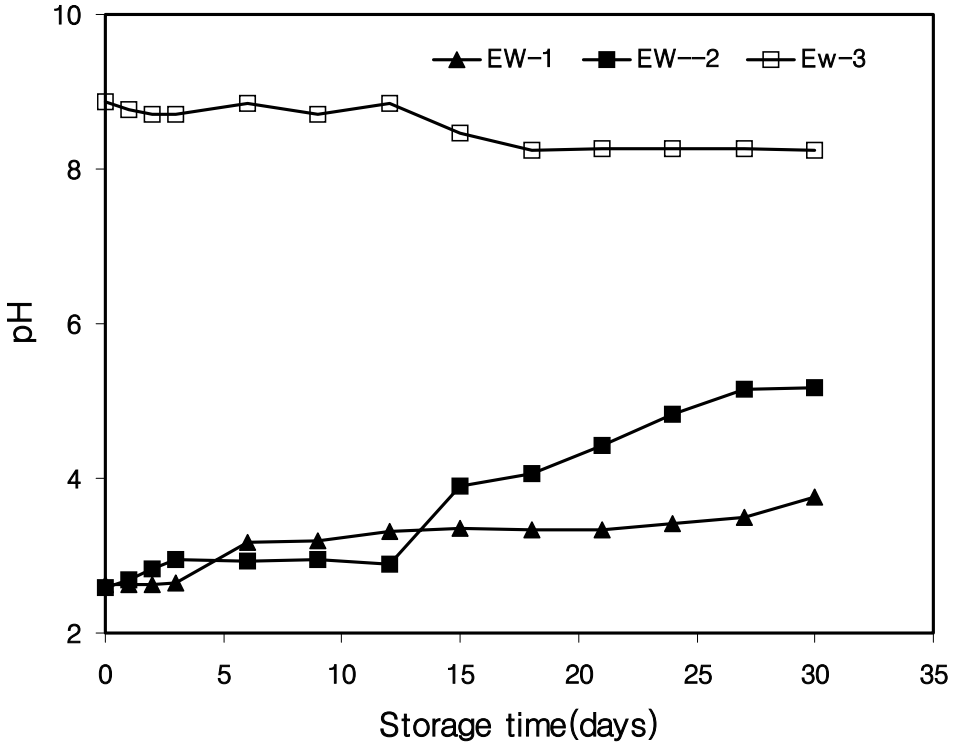


Fig. 7. Changes in pH of electrolyzed water produced by different conditions during storage at 5℃.

EW-1: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅰ
EW-2: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅱ
EW-3: Electrolyzed water produced by non-diaphragm type

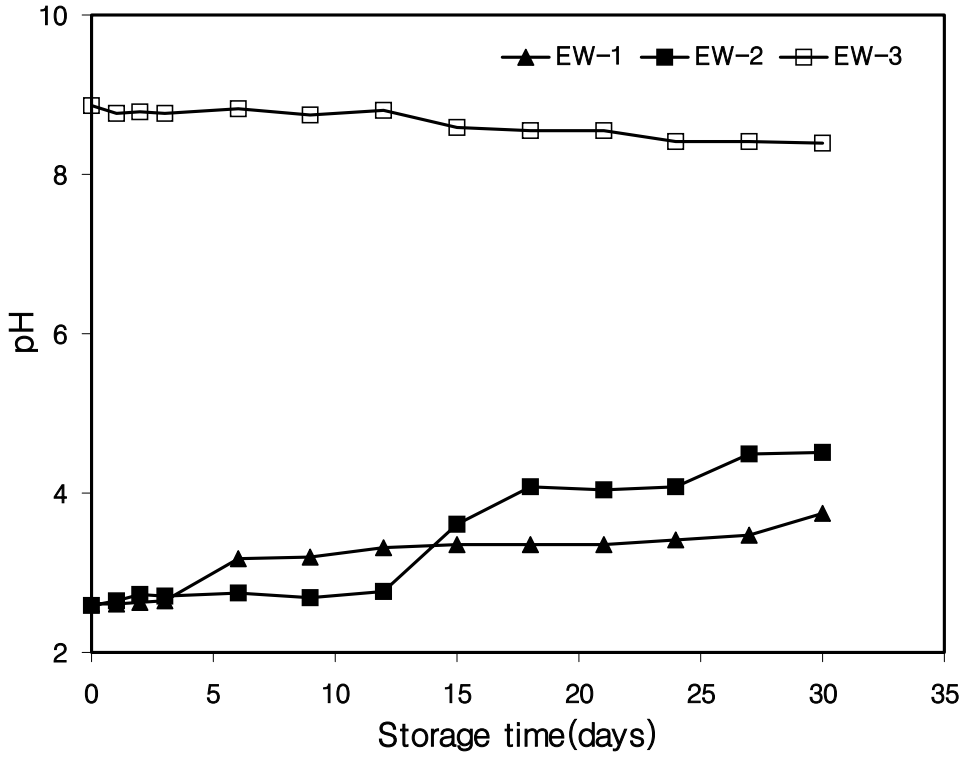


Fig. 8. Changes in pH of electrolyzed water produced by different conditions during storage at 15℃.

EW-1: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅰ
EW-2: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅱ
EW-3: Electrolyzed water produced by non-diaphragm type

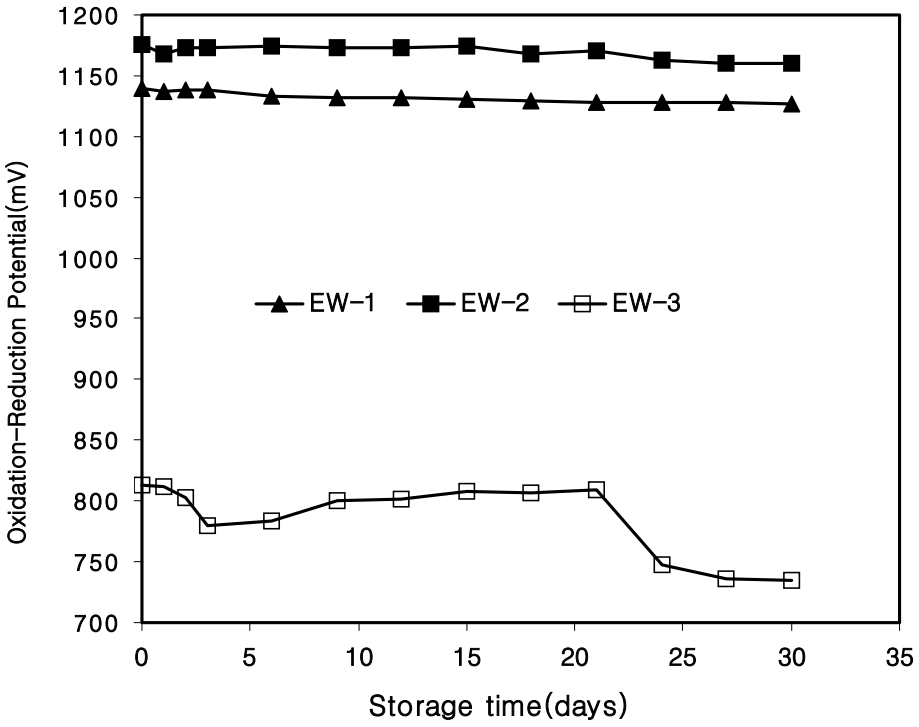


Fig. 9. Changes in Oxidation-Reduction Potential of electrolyzed water produced by different conditions during storage at 5℃.

EW-1: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅰ
EW-2: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅱ
EW-3: Electrolyzed water produced by non-diaphragm type

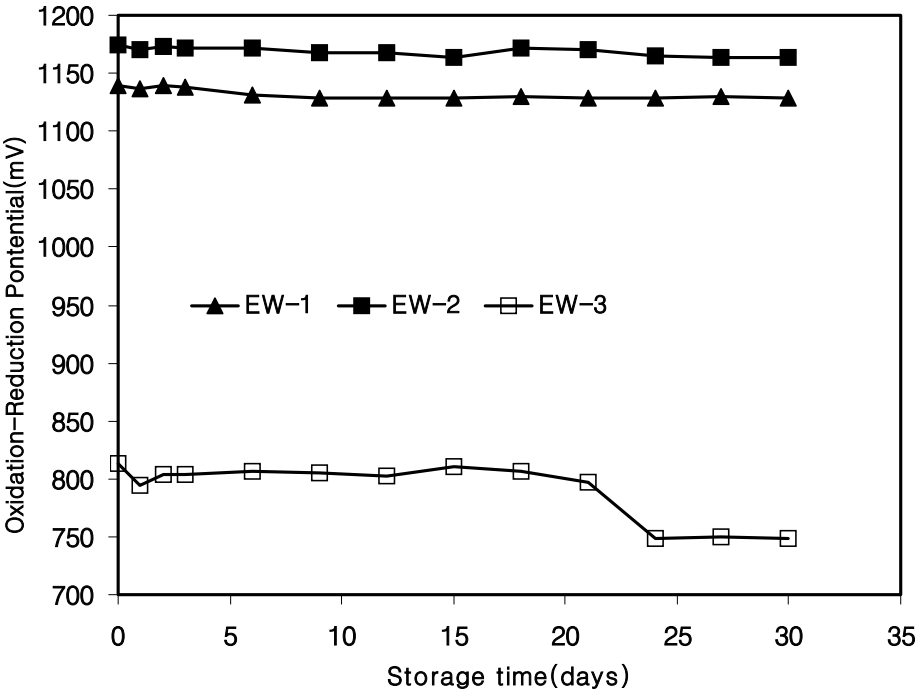


Fig. 10. Changes in Oxidation-Reduction Potential of electrolyzed water produced by different conditions during storage at 15℃.

EW-1: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅰ
EW-2: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅱ
EW-3: Electrolyzed water produced by non-diaphragm type

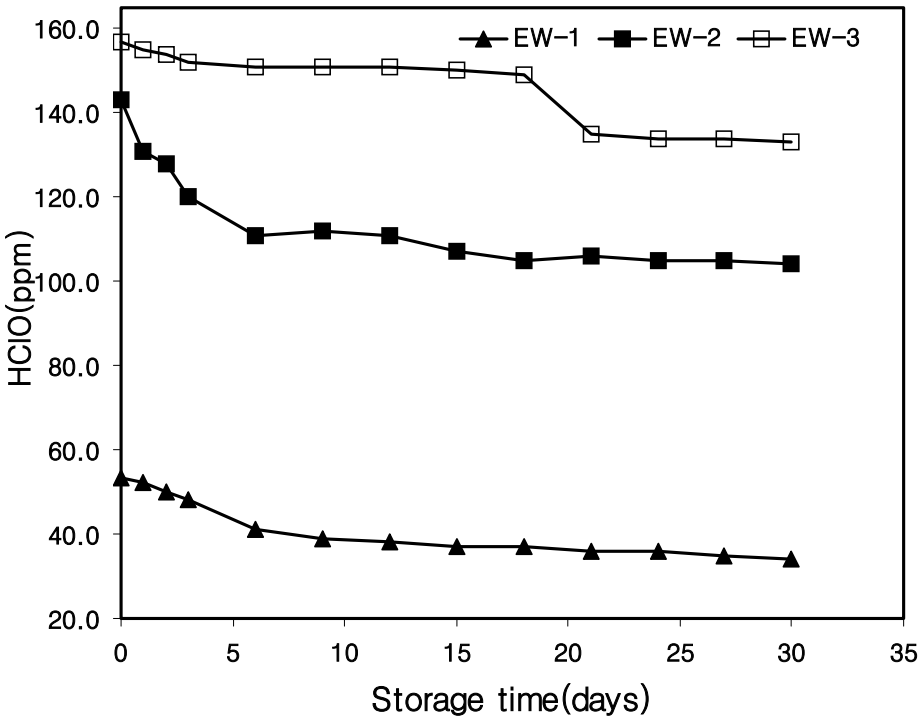


Fig. 11. Changes in HClO content of electrolyzed water produced by different conditions during storage at 5℃.

EW-1: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅰ
EW-2: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅱ
EW-3: Electrolyzed water produced by non-diaphragm type

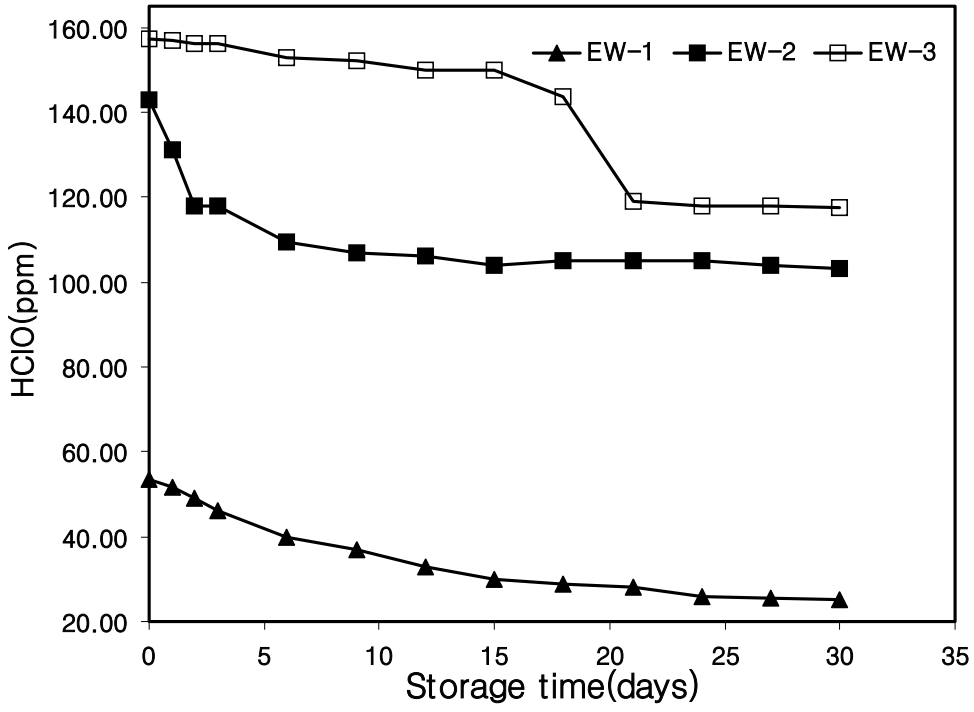


Fig. 12. Changes in HClO content of electrolyzed water produced by different conditions during storage at 15℃.
EW-1: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅰ
EW-2: Electrolyzed water produced by diaphragm type Ⅱ
EW-3: Electrolyzed water produced by non-diaphragm type

2. 전해수 물성에 따른 미생물 살균효과 비교

토양과 직접 또는 간접적으로 접해 있는 채소류는 재배기간 중 토양으로부터, 또는 수확 후 유통단계에서 일반 미생물과 병원성 미생물 및 부패 미생물에 의한 오염이 일어나며 일반적으로 채소류 및 과실류에서 검출되는 총균수는 10^4~10^9CFU/g, 대장균군수는 10^2~10^4CFU/g 수준, 효모는 10^2CFU/g 수준으로 알려져 있다[11,127].

따라서 본 실험에서는 주로 생채소류와 과실류에 대해서 미생물학적으로 위해요인이 되는 대표적인 미생물 *Bacillus cereus*, *Escherichia coli, Salmonella typhi*와 조리종사자를 통해 오염 가능성이 높은 식중독균인 *Staphylococcus aureus*, 부패균인 *Pseudomonas fluorescens, Lactobacillus plantarum,* 그리고 대표적인 곰팡이인 *Aspergillus niger*를 대상으로 격막 및 무격막 등의 다양한 방식으로 제조한 전해수를 사용하여 시험관내에서의 전해수에 대한 감수성 시험을 통해 사멸효과를 검토하였다.

Table 6에서 보는 바와 같이, 멸균생리식염수로 처리한 것은 *Bacillus cereus* 등의 8 균주에서 모두 30초~10분간 초기 미생물수의 변화가 전혀 없었던 것에 반하여 EW-2와 EW-3로 처리한 경우 *Bacillus cereus* 등 8 균주가 초기 10^5~10^6 CFU/㎖에서 30초 후에 모두 사멸되는 것으로 나타났으며, EW-1로 처리한 실험구에서는 *Bacillus cereus*의 경우 초기 8.72×10^5 CFU/㎖의 균수가 2분후에는 1.51×10^1 CFU/㎖로 감소하였고 5분후에는 모두 사멸하였으며, *Salmonella typhimurium*도 초기 1.71×10^6 CFU/㎖의 균수가 5분 후에 모두 사멸하였고 *Erwinia carotovora* sub sp.와 *Esherichia coli*는 1분 후에, *Lactobacillus plantarum* 등 나머지 4 균주는 30초 후에 모두 사멸하여 균의 종류에 따라 사멸효과에 약간의 차이를 보였다. EW-1이 다른 처리구에 비하여 사멸효과가 다소 떨어진 것은 전해수의 물성 중 제조직후 EW-1의 HClO 함량이 53.50 ppm으로 EW-2와 EW-3의143.55, 157.33 ppm에 비하여 1/3 수준으로 적었기 때문으로 생각되었으며 이러한 결과는 堀田(47)이 전해수의 여러 가지 사멸효과 요인 중 하나인HClO가 하이드로시 레디칼(・OH)을 생성하며 핵산이나 단백질, 지방산을 분해한다는 것으로 알려져 있는 ・OH에 의해 미생물 생존의 필수적인 세포구성성분이 변성 및 손상 등을 받아서 균이 사멸된다는 것에 부합된 것으로 나타났다.

이상의 결과에서와 같이 전해수를 시험관내에서 실험했을 경우 매우 높은 사멸효과를 확인할 수 있었는 바, 위해 미생물의 오염이 우려되는 생식품 및 가공식품에의 이용과 저장성 향상을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 6. Changes in number of microorganisms by electrolyzed water produced by different conditions

Bacterial species	Treatments	Surviving bacterial population (mean CFU/mL) after exposure for:					
		Initial	0.5min	1min	2min	5min	10min
Bacillus cereus	0.85% saline[1]	8.72×10^5	8.56×10^5	8.79×10^5	8.48×10^5	8.69×10^5	8.71×10^5
	EW-1[2]	8.72×10^5	3.02×10^2	1.10×10^2	1.51×10^1	N.D.[5]	N.D.
	EW-2[3]	8.72×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-3[4]	8.72×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Salmonella typhimurium	0.85% saline	1.71×10^6	1.75×10^6	1.68×10^6	1.72×10^6	1.76×10^6	1.70×10^6
	EW-1	1.71×10^6	2.83×10^2	1.41×10^2	1.50×10^1	N.D.	N.D.
	EW-2	1.71×10^6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-3	1.71×10^6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Erwinia carotovora subsp.	0.85% saline	5.50×10^5	5.61×10^5	5.54×10^5	5.51×10^5	5.63×10^5	5.52×10^5
	EW-1	5.50×10^5	1.10×10^0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-2	5.50×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-3	5.50×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Esherichia coli	0.85% saline	7.15×10^5	7.11×10^5	7.24×10^5	7.27×10^5	7.10×10^5	7.13×10^5
	EW-1	7.15×10^5	4.54×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-2	7.15×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-3	7.15×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Lactobacillus plantarum	0.85% saline	9.60×10^6	9.69×10^6	9.58×10^6	9.72×10^6	9.66×10^6	9.64×10^6
	EW-1	9.60×10^6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-2	9.60×10^6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-3	9.60×10^6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Pseudomonas fluorescens	0.85% saline	9.14×10^6	9.15×10^6	9.27×10^6	9.24×10^6	9.10×10^6	9.12×10^6
	EW-1	9.14×10^6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-2	9.14×10^6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-3	9.14×10^6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Staphylo-coccus aureus	0.85% saline	7.20×10^5	7.32×10^5	7.26×10^5	7.20×10^5	7.21×10^5	7.25×10^5
	EW-1	7.20×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-2	7.20×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-3	7.20×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Aspergillus niger	0.85% saline	2.23×10^5	2.24×10^5	2.20×10^5	2.34×10^5	2.21×10^5	2.21×10^5
	EW-1	2.23×10^5	5.04×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-2	2.23×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	EW-3	2.23×10^5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

[1] Sterile physiological salt water
[2] EW-1: Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
[3] EW-2: Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
[4] EW-3: Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
[5] Negative by enrichment and no detectable survivors by a direct plating procedure

제 2 절 전해수 처리에 의한 양상추의 저장중 품질특성

최근 시중에는 당근, 허브, 샐러리 등이 포함되어 있는 다양한 종류의 최소가공 샐러드 제품이 생산, 소비되고 있으며 그 소비량에 있어서는 양상추와 치커리가 대부분을 차지하고 있다. 이 중 양상추는 잎을 모두 떼어낸 다음 물에 헹구는 방식으로 세척하게 되는데 잎과 잎 사이가 헐겁게 짜여져 있어 균의 오염율이 높은 채소이다(38).

따라서 본 실험에서는 전해수의 생산조건 별로 생채소류에 적용하기에 최적인 전해수를 선정하기 위하여 샐러드의 기본 재료로 쓰이는 양상추를 생산조건에 따른 여러 가지 전해수와 일반 급식업소에서 사용하는 염소수로 세정 처리한 후 7일간의 저장기간 중의 품질변화를 살펴보았다. 실험에 사용된 각 처리수의 물성은 Table 2에서 보는 바와 같으며 대조구로는 수도수를 사용하였다.

1. 관능적 특성

저장기간 중의 관능적인 특성에 대해 통계처리 한 결과는 Table 7에서 보는 바와 같으며 각각의 결과는 정량적인 묘사분석인 QDA profile로 Fig. 13～17에 나타내었다.

각 관능적 특성별로 처리구간에는 저장일(처리직후, 1, 2, 4, 7일)에 따라 유의적인 차이를 나타냈으며($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$), 또한 각 처리구별로 저장일 경과에 따라 대부분의 관능적 특성평가에서 처리직후에서 7일까지 유의적 차이를 보였다($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$). 먼저, 양상추의 외관은 저장일에 따라 각 처리구간에 유의한 차이를 보였는데($p<0.01$, $p<0.001$) EW-3는 8.10의 값으로 저장 4일째까지 유의적인 변화를 보이지 않다가 저장 7일째에 7.50으로 약간 감소하였으나 여전히 높은 기호도를 유지하였다. TW는 초기 8.50의 높은 값이 저장 1일째에 6.90으로 감소하였으며 저장 7일째에는 2.89로 매우 낮은 점수를 받았다. EW-1은 초기 9.00으로 가장 높은 점수를 받았고, 저장 4일째부터 유의적으로 그 값이 감소하기 시작하였으나 7일째까지 5.89로 대체로 높은 점수를 유지하였고, EW-2는 처리직후부터 6.10의 다소 낮은 값을 얻었으며 저장기간이 길어짐에 따라 꾸준히 그 값이 감소하였다. CW는 처리직후부터 저장 4일째까지 8.30에서 6.50으로 비교적 완만하게 그 값이 감소하였다. 각 처리구별로는 저장일에 따라

모두 유의적인 차이를 보였는데($p<0.001$), 처리직후부터 저장 4일째까지 EW-2가 6.10~4.78로 가장 낮은 값을 얻었는데 이것은 EW-2의 물성에 기인된 것으로 pH가 2.27로 매우 낮으며 차아염소산 함량은 145.21 ppm으로 매우 높았기 때문으로 여겨진다. TW와 CW는 저장 1일째부터 6.90 및 7.60으로 EW-1과 EW-3에 비하여 낮은 값을 보이기 시작했으며 TW가 CW보다 전반적으로 낮은 점수를 얻었다.

변색의 정도는 처리 직후 EW-2만이 6.00으로 유의적으로 낮은 값을 보였으며 ($p<0.001$) 저장 4일째까지 4.20으로 가장 낮은 값을 얻었으며 TW는 저장 1일째부터 완만하게 감소하였으나 저장 7일째에는 2.60으로 그 값이 크게 감소하였다. EW-1은 저장 2일째까지 8.30의 높은 점수를 유지하였고 7일째에는 5.35로 그 값이 낮아졌으나 보통이상의 점수를 얻었다. 한편, EW-3는 저장기간 내내 가장 높은 점수를 얻었으며 저장 7일째에도 7.20의 높은 점수를 유지하여 거의 변색이 일어나지 않는 것으로 나타났다. CW는 저장 2일째부터 유의적으로 감소하였으나 저장 4일째까지 6.40의 대체로 높은 점수를 유지하였다.

세정에 의한 이물질 제거 정도를 나타내는 깨끗한 정도는 저장기간 별, 처리구별로 모두 8.00 이상의 높은 점수를 얻었으며 처리구별로 유의적인 차이를 보이기도 하였으나 뚜렷한 경향을 찾아볼 수는 없었다.

염소냄새는 TW와 EW-1이 전기간에 거쳐 9.00의 점수를 얻었으며 염소처리구인 CW가 저장 4일째까지 8.30~8.70의 유의적으로 낮은 값을 보였고($p<0.05$) EW-2와 EW-3는 저장 1일째까지 8.80~8.95로 다른 처리구에 비하여 조금 낮은 값을 보였으나 유의적인 수준은 아니었으므로 전해수 처리에 의한 염소취 잔류우려는 없는 것으로 판단되었다. 정 등(46)은 저온처리 전해산화수를 이용하여 2분간 3회 다단 침지방식으로 세정한 쑥갓과 케일의 저장 중 품질변화를 검토한 결과, 관능검사에서 모든 패널이 염소취를 느낄 수 없었다고 보고한 바 있다. 이러한 결과는 酒井重男(42)가 전해수에 함유된 활성염소는 유기물이나 자연광선에 닿으면 급격하게 분해, 휘발되어 기존의 염소수(차아염소산나트륨 용액)에 비해 잔류성이 현저히 낮다고 보고한 것과 일치하는 것이다.

조직감은 저장기간에 따라 각 처리구는 유의적으로 그 값이 감소하였으며 ($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$) 처리구간에도 각 저장일 별로 유의적인 차이가 있었다 ($p<0.001$). 처리직후 EW-2만이 6.00으로 유의적으로 낮은 값을 보였고($p<0.001$) 저장 2일째부터 4.80으로 보통 이하의 낮은 값을 얻었으며 TW는 처리직후 8.85

로 처리구간 가장 높은 점수를 얻었으나 점차 감소하여 저장 4일째부터 4.30의 낮은 값으로 나타났다. EW-1은 저장 4일째까지 7.00의 높은 점수를 유지하였고 7일째에는 5.50으로 그 값이 낮아졌으나 보통이상의 점수를 얻었고 EW-3는 저장기간 내내 가장 높은 점수를 얻었으며 저장 7일째에도 7.50의 높은 점수를 얻어 아삭아삭한 조직감을 그대로 유지한 것으로 나타났다. 한편 CW는 저장 2일째부터 유의적으로 감소하였으나 저장 4일째까지 7.05의 높은 점수를 유지하다가 저장 7일째에는 4.00의 낮은 값으로 크게 감소하였다.

맛은 다른 항목과 마찬가지로 EW-2가 처리직후부터 7.00으로 다른 처리구에 비하여 유의적으로 다소 낮은 값을 보였으며($p<0.01$) 저장 4일째에는 4.90으로 보통 이하의 점수를 얻었다. TW는 처리직후 8.58이었는데 점차 감소하여 저장 4일째에는 4.72의 낮은 값을 얻었고 EW-1은 저장 4일째까지 7.09의 높은 점수를 유지하였고 7일째에는 5.42로 그 값이 낮아졌으나 보통이상의 점수를 얻었고 EW-3는 저장 7일째에도 7.61의 높은 점수를 얻었고 CW는 저장 1일째부터 유의적으로 감소하였으나 저장 4일째까지 7.11의 높은 점수를 유지하다가 저장 7일째에는 4.10의 낮은 값으로 크게 감소하였다.

전반적인 기호도는 각 처리구 모두 저장기간이 길어짐에 따라 차츰 감소하였는데, 유의수준 $p<0.01$과 $p<0.001$에서 차이가 있었다. TW는 저장 4일째에 4.95로 EW-2는 저장 2일째에 4.80로 보통 이하의 기호도를 나타낸 반면, EW-1과 EW-3는 저장 7일째까지 각각 5.30과 7.75로서 보통 이상의 높은 기호도를 유지하였으며 CW는 저장 4일째까지 6.50의 높은 점수를 유지하다가 저장 7일째에는 3.10의 낮은 값으로 급격히 감소하였다.

이상을 종합하여 보면, 초기에는 EW-2를 제외한 모든 처리구가 각 항목에서 비슷한 값을 나타내었으나 저장 1일째부터는 외관, 변색, 조직감, 맛과 전반적 기호도에서 EW-1와 EW-3가 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며 저장 4일째부터는 EW-3(무격막 전해수 처리구)만이 각 항목별로 8.00(상당히 좋음)이상의 높은 점수를 나타내었으며 저장 7일째까지도 7.00(좋음)의 점수를 유지하여 채소의 세정뿐만이 아니라 최소가공 채소류의 유통에 있어서도 저장기간 연장에 의한 상품적 가치를 충분히 가질 수 있을 것으로 사료되었다.

Table 7. Sensory characteristics of lettuce with different treatments during storage at 5℃

Sensory chracteristics	Treat-ments[1)]	Storage time(days)					F-value
		Initial	1	2	4	7	
Appearance	TW	$8.50^{aA2)3)}$	6.90^{cB}	5.25^{cC}	5.65^{cC}	2.89^{cD}	36.14^{***}
	EW-1	9.00^{aA}	8.50^{aA}	8.50^{aA}	6.65^{bB}	5.89^{bC}	32.27^{***}
	EW-2	6.10^{bA}	5.70^{dAB}	4.90^{cBC}	4.70^{dC}	3.56^{cD}	11.81^{***}
	EW-3	8.50^{aA}	8.40^{aA}	8.25^{aA}	8.10^{aA}	7.50^{aB}	4.25^{**}
	CW	8.30^{aA}	7.60^{bA}	7.60^{bA}	6.50^{bB}	3.17^{cC}	43.91^{***}
	F-value	50.89^{***}	39.59^{***}	25.62^{***}	20.64^{***}	32.03^{***}	
Discoloration	TW	8.60^{aA}	6.90^{bB}	6.90^{bB}	5.30^{cC}	2.60^{cD}	29.06^{***}
	EW-1	8.40^{aA}	8.30^{aA}	8.30^{aA}	5.95^{cB}	5.35^{bB}	36.98^{***}
	EW-2	6.00^{bA}	5.30^{cAB}	4.60^{cBC}	4.20^{dCD}	3.45^{cD}	9.01^{**}
	EW-3	8.70^{aA}	8.35^{aA}	8.05^{aA}	8.15^{aA}	7.20^{aB}	6.97^{**}
	CW	8.10^{aA}	8.00^{aA}	7.35^{abA}	6.40^{bB}	3.10^{cC}	55.39^{***}
	F-value	42.26^{***}	35.24^{***}	24.56^{***}	19.07^{***}	28.93^{***}	
Clearness	TW	8.50^{bA}	8.50^{bA}	8.50^{bA}	8.55^{bA}	8.00^{aB}	4.23^{**}
	EW-1	9.00^{aA}	9.00^{aA}	8.80^{aA}	8.80^{aA}	8.33^{aB}	3.11^{**}
	EW-2	8.50^{bB}	8.80^{aA}	8.70^{aA}	8.85^{aA}	8.54^{aAB}	2.45
	EW-3	9.00^{aA}	8.90^{aA}	8.70^{aB}	8.80^{aA}	8.80^{aA}	2.33
	CW	8.80^{aA}	8.50^{bB}	8.60^{aAB}	8.70^{aAB}	8.83^{aA}	2.51^{*}
	F-value	5.27^{*}	3.82^{*}	2.15	1.95	1.14	
Smell of chlorine	TW	9.00^{aA}	9.00^{aA}	9.00^{A}	9.00^{aA}	9.00^{aA}	-
	EW-1	9.00^{aA}	9.00^{aA}	9.00^{A}	9.00^{aA}	9.00^{aA}	-
	EW-2	8.80^{aA}	8.95^{aA}	9.00^{A}	8.90^{aA}	9.00^{aA}	1.16
	EW-3	8.90^{aA}	8.90^{aA}	9.00^{A}	9.00^{aA}	9.00^{aA}	0.75
	CW	8.30^{bB}	8.60^{bAB}	8.60^{AB}	8.70^{bAB}	9.00^{aA}	1.35
	F-value	1.98	1.98	3.81^{*}	3.22^{*}	2.61^{*}	

(Continued)

Sensory chracteristics	Treat-ments	Storage time(days)					F-value
		Initial	1	2	4	7	
Texture	TW	8.85^{aA}	7.75^{bAB}	5.85^{cB}	4.30^{dBC}	3.20^{cC}	10.30^{**}
	EW-1	8.85^{aA}	8.55^{aA}	8.55^{aA}	7.00^{bB}	5.50^{bC}	34.41^{***}
	EW-2	6.00^{cA}	5.50^{cA}	4.80^{cA}	5.25^{cA}	3.30^{cB}	7.03^{**}
	EW-3	8.55^{abA}	8.45^{aA}	8.25^{abA}	8.10^{aAB}	7.50^{aB}	3.42^{*}
	CW	8.10^{bA}	7.70^{bAB}	7.40^{bB}	7.05^{bB}	4.00^{cC}	47.04^{***}
	F-value	31.97^{***}	35.02^{***}	30.53^{***}	15.80^{***}	19.27^{***}	
Taste	TW	8.58^{aA}	7.95^{abAB}	5.95^{cB}	4.72^{cBC}	3.40^{cC}	10.30^{**}
	EW-1	8.50^{aA}	8.55^{aA}	8.47^{aA}	7.09^{bB}	5.42^{bC}	34.41^{***}
	EW-2	7.00^{bA}	6.98^{bA}	5.14^{cA}	4.90^{cA}	3.41^{cB}	7.03^{**}
	EW-3	8.65^{aA}	8.30^{aA}	8.20^{aA}	8.24^{aAB}	7.61^{aB}	3.42^{*}
	CW	8.40^{aA}	8.00^{abAB}	7.35^{bB}	7.11^{bB}	4.10^{cC}	46.14^{***}
	F-value	12.98^{**}	28.45^{***}	38.42^{***}	33.95^{***}	18.35^{***}	
Overall acceptance	TW	8.65^{aA}	7.35^{bB}	5.10^{cC}	4.95^{cC}	2.80^{cD}	64.62^{***}
	EW-1	8.75^{aA}	8.65^{aA}	8.45^{aA}	6.90^{bB}	5.30^{bC}	43.9^{***}
	EW-2	6.10^{bA}	5.65^{cA}	4.80^{cB}	4.55^{cB}	3.15^{cC}	21.39^{***}
	EW-3	8.80^{aA}	8.70^{aAB}	8.55^{aAB}	8.30^{aB}	7.75^{aC}	8.20^{**}
	CW	8.35^{aA}	8.35^{aAB}	7.30^{bB}	6.50^{bC}	3.10^{cD}	64.49^{***}
	F-value	67.63^{***}	62.14^{***}	44.75^{***}	27.52^{***}	47.44^{***}	

1) TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

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

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

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

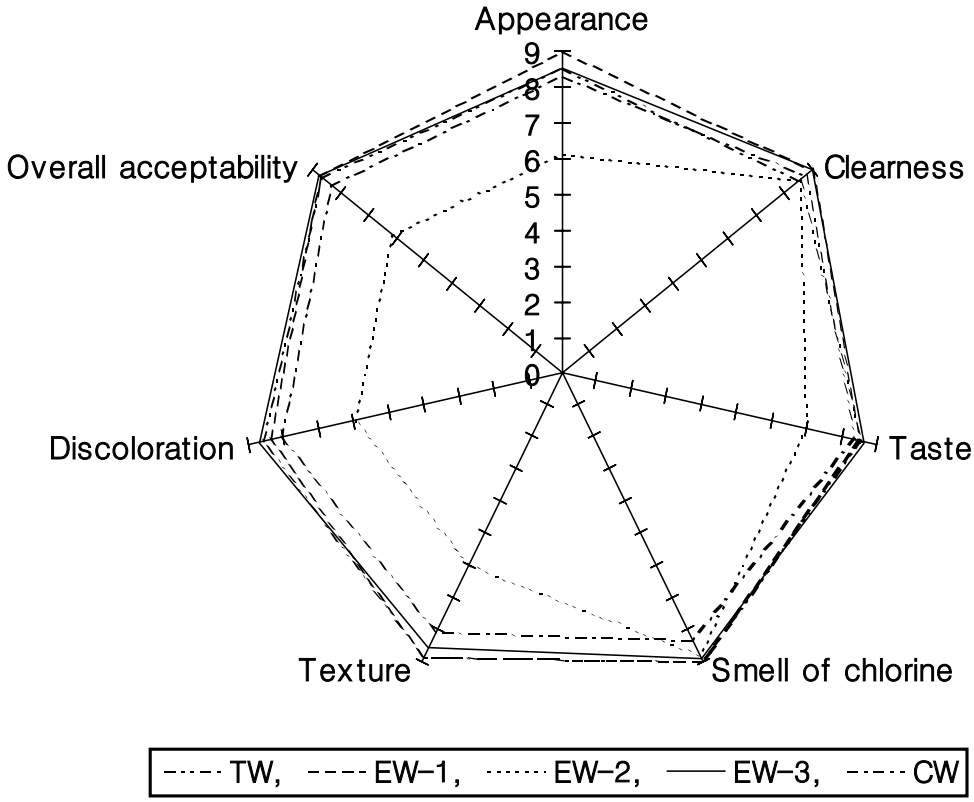


Fig. 13. QDA profiles of Sensory characteristics of lettuce with different treatments on the initial day of storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

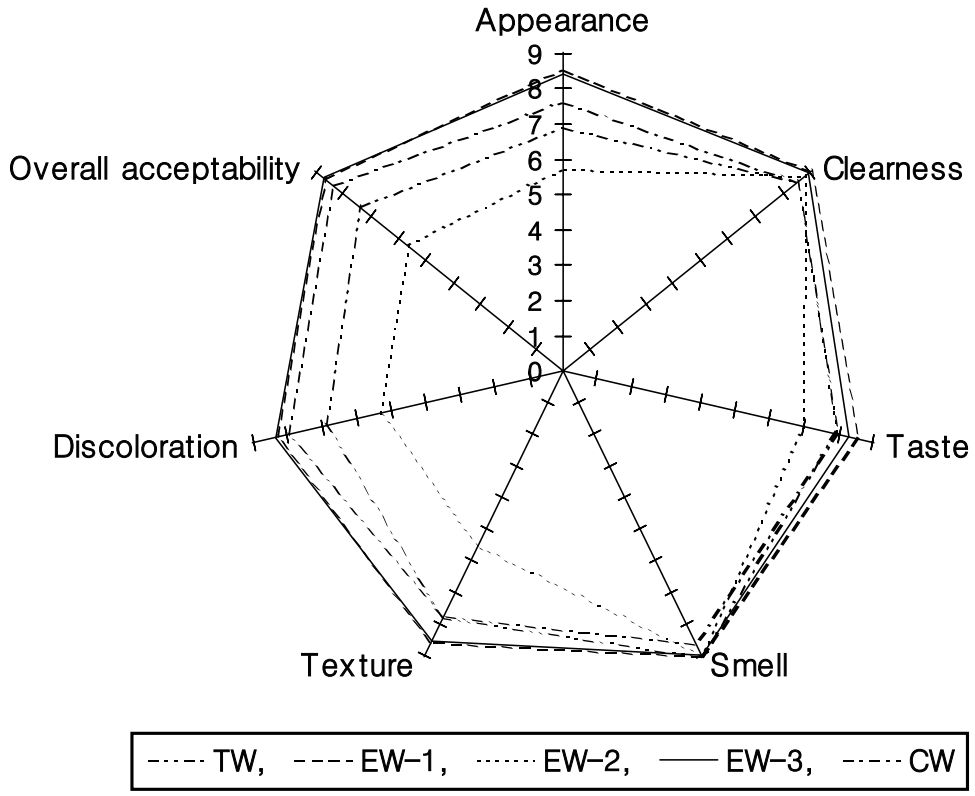


Fig. 14. QDA profiles of Sensory characteristics of lettuce with different treatments on 1st day of storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

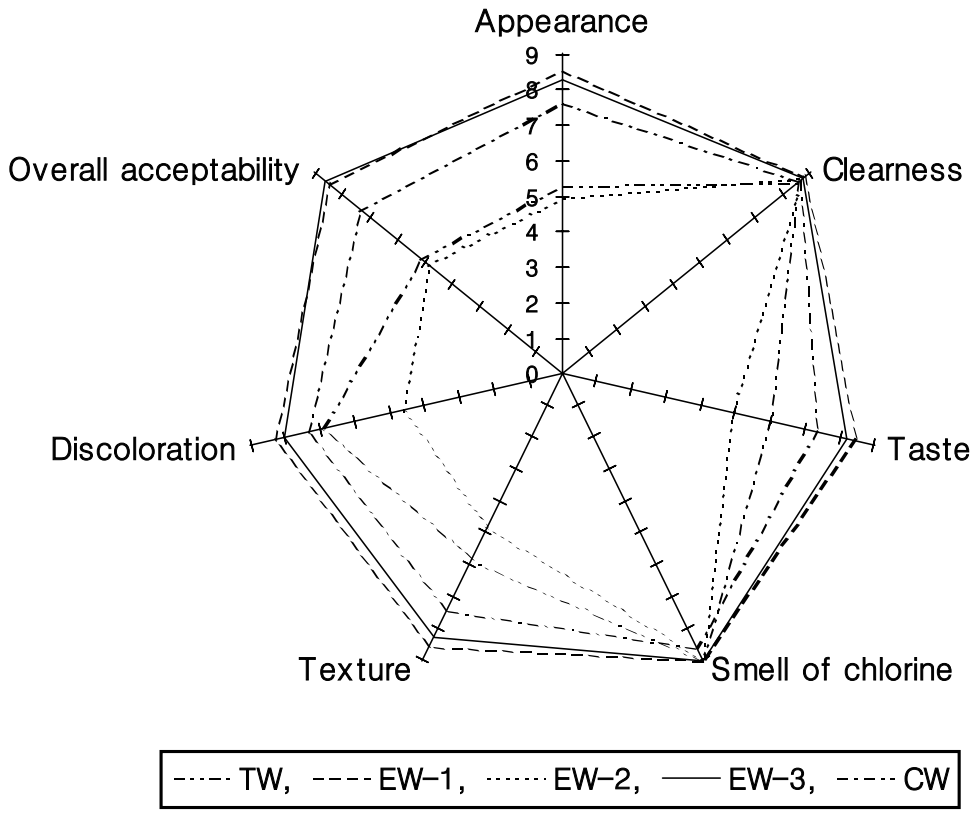


Fig. 15. QDA profiles of Sensory characteristics of lettuce with different treatments on 2nd day of storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

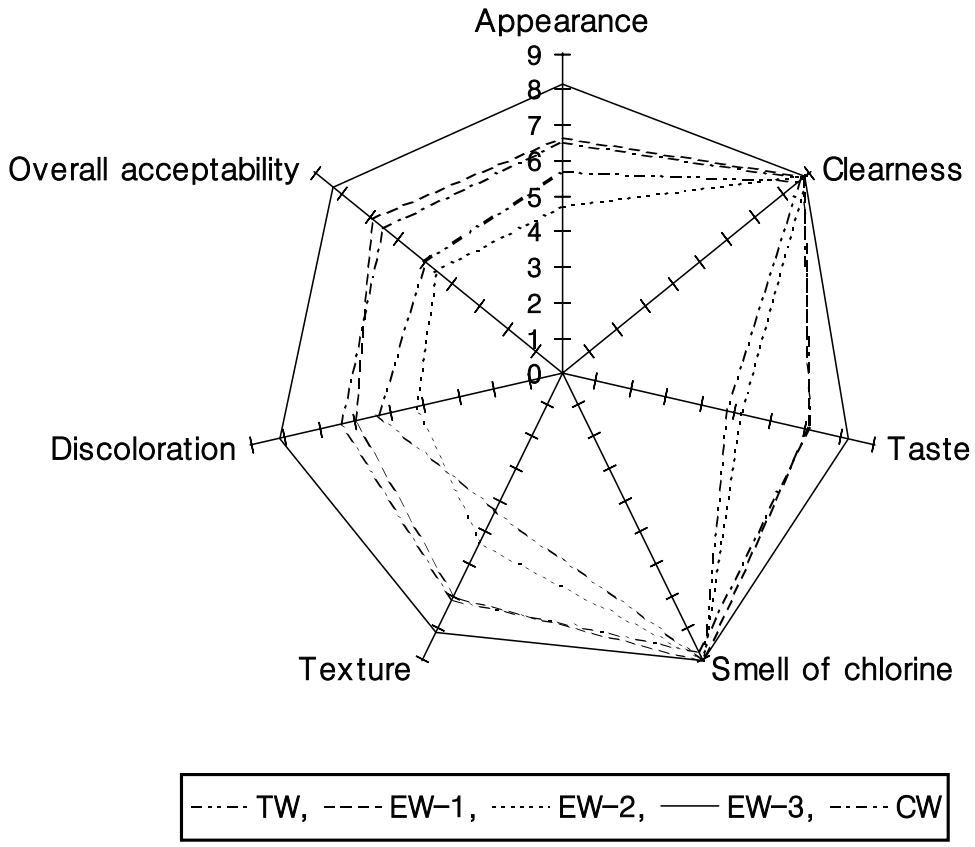


Fig. 16. QDA profiles of Sensory characteristics of lettuce with different treatments on 4th day of storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

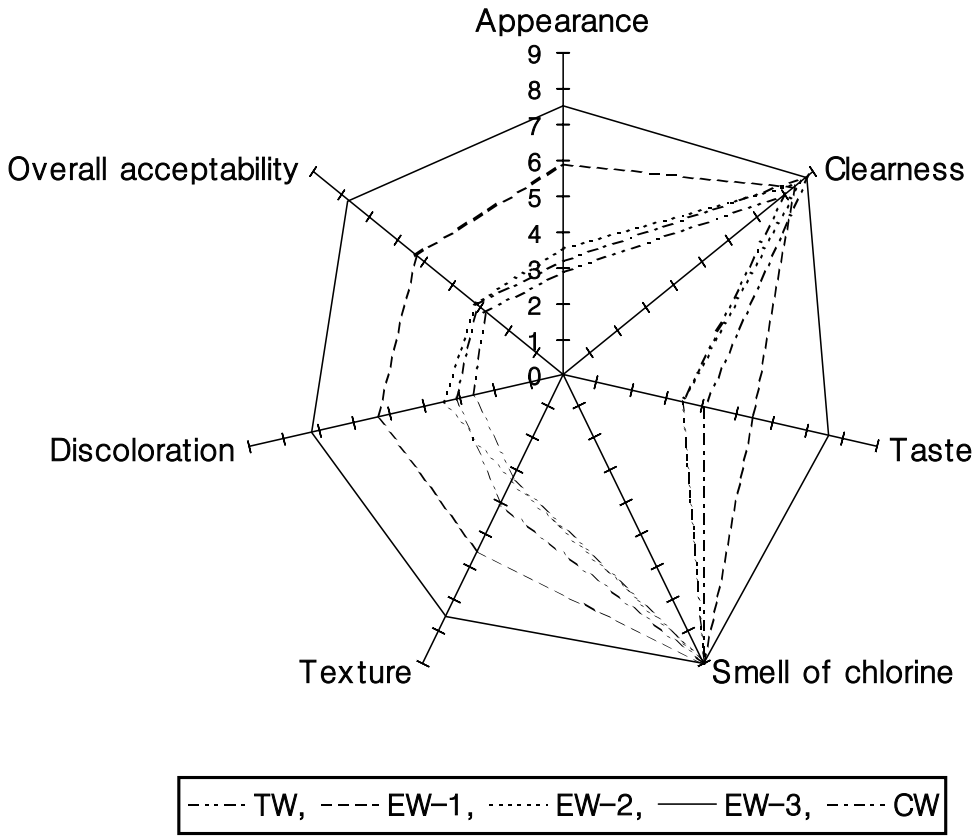


Fig. 17. QDA profiles of Sensory characteristics of lettuce with different treatments on 7th day of storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

2. 이화학적 특성

가. 수분함량과 수분활성도(Aw)

5가지의 세정수로 처리한 양상추의 저장기간에 따른 수분함량의 변화는 Table 8과 같다. 수세처리 전의 양상추 수분함량은 95.80%였으며 각 처리수 별로 세정을 마친 후의 초기 수분함량은 95.96~96.79%이었다. 이것은 처리 직후 일정한 시간 동안 자연적인 물빼기를 통하여 세정시 잎에 붙은 여분의 물을 대부분 제거하였지만 완전히 제거되지 못하고 남은 물로 인하여 초기 수분함량에서 차이가 난 것으로 보였다. 저장기간 동안 수분함량의 변화는 저장 7일째까지 모든 처리구에서 92.49~94.84% 범위로 점차 그 값이 감소하였으며 그 중에서 EW-1과 EW-3가 다른 처리구에 비하여 1% 이상의 낮은 감소치를 보였다.

수분활성도는 처리 직후 0.97~0.98로 나타났으나 저장 후 다소 감소하여 저장 7일째 모든 처리구에서 0.94~0.97의 범위를 나타내었으며 그 중에서 EW-2가 가장 낮은 값을 보였다. 이러한 결과는 김 등(6)이 전처리 식품 중 생채소의 품질에 관한 연구에서 도라지생채를 수처리 한 후 7일간 저장하였을 때 초기의 수분활성도가 다소 감소하였다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 또한 기호도 특성조사 결과, 조직감 항목에서 EW-1과 EW-3가 다른 처리구에 비하여 저장 7일째까지 높은 점수를 받아 좋다고 평가한 결과와 일치하였다. 이것은 채소의 아삭아삭한 질감이 대부분 수분으로 이루어진 세포 내용물의 함량이 많이 감소하지 않고 팽압을 유지하기 때문인 것(49)으로 생각되어진다.

나. pH

5가지의 세정수로 처리한 양상추의 저장기간에 따른 pH의 변화는 Fig. 18과 같다. 수세처리 전의 양상추의 pH는 6.61이었고 각 처리수 별로 세정을 마친 후의 초기 pH는 6.41~6.74로 저장기간에 따른 양상추의 pH는 대체적으로 증가하는 경향을 보였으며 그 범위는 6.41~6.95로 나타났으며 김 등(6)의 연구결과에 의하면 양배추, 오이, 당근의 pH가 저장기간에 따라 대체로 증가하는 경향을 보였다고 하였다. 초기 가장 낮은 값을 보였던 EW-1와 EW-2는 저장 2일째에는 다른 처리구들과 비슷한 수준의 값을 보였는데 이것은 원재료의 수세처리 당시 처리수 자체의 pH 값이 매우 낮았기 때문인 것으로 생각되었다.

Table 8. Moisture contents and water activity(Aw) of lettuce with different treatments during storage at 10℃

	Treatments[1)]	Storage time(days)				
		Initial	1	2	4	7
Moisture contents (%)	TW	96.79±0.28	95.67±0.48	94.40±0.48	94.20±0.25	93.37±1.44
	EW-1	96.78±0.24	96.76±1.05	96.73±0.83	95.52±0.74	94.84±1.15
	EW-2	95.96±0.50	95.96±1.05	95.94±0.24	95.79±0.10	92.49±1.16
	EW-3	95.99±0.02	95.82±0.29	95.17±0.22	94.67±0.95	94.83±1.65
	CW	96.71±0.03	96.16±0.57	95.02±0.04	95.04±0.89	93.82±1.20
Water activity (Aw)	TW	0.98±0.12	0.98±0.14	0.97±0.18	0.97±0.05	0.97±0.04
	EW-1	0.98±0.17	0.98±0.10	0.98±0.03	0.97±0.07	0.97±0.01
	EW-2	0.97±0.02	0.97±0.01	0.96±0.03	0.96±0.12	0.94±0.05
	EW-3	0.98±0.17	0.97±0.03	0.97±0.08	0.96±0.09	0.96±0.02
	CW	0.98±0.06	0.98±0.09	0.97±0.01	0.97±0.07	0.96±0.01

[1)]TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite
[2)]Mean±standard deviation

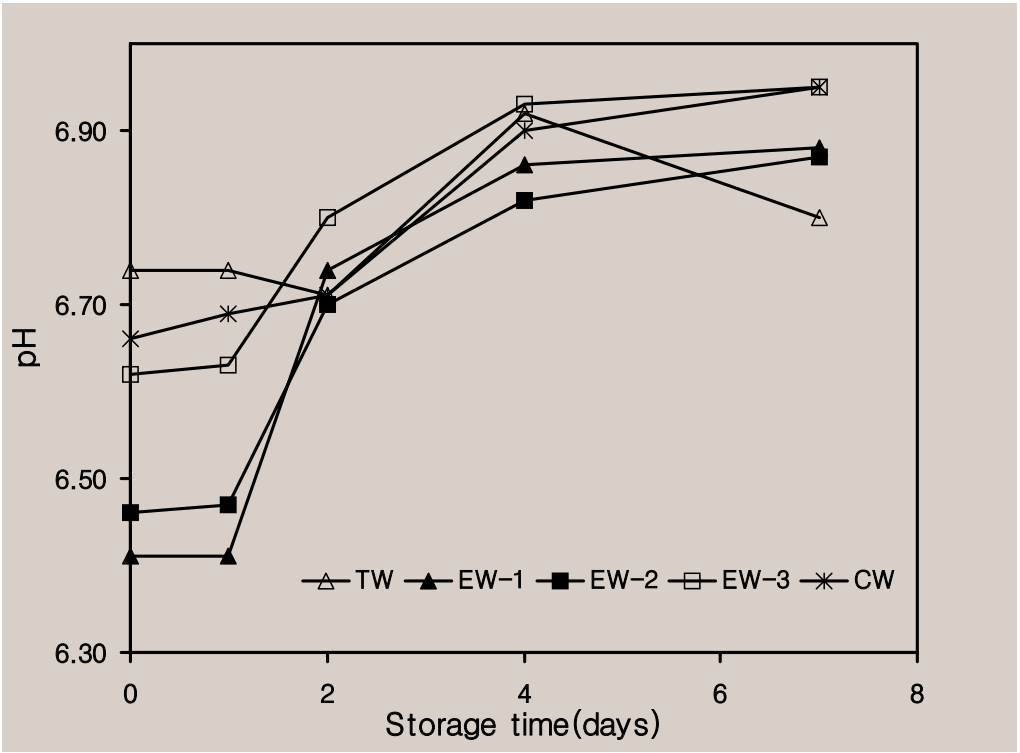


Fig. 18. Changes in pH of lettuce with different treatments during storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

다. 총비타민 C

저장기간에 따른 총비타민 C의 함량변화는 Fig. 19와 같다. 수세처리 전의 양상추 총비타민 C의 함량은 6.09 mg%였으며 각 처리수 별로 세정을 마친 직후의 총비타민 C의 함량은 4.05~6.04 mg%의 범위로 전반적으로 감소하였는데 특히 CW와 EW-2의 경우 각각 4.05와 4.62 mg%로 원재료 총비타민C의 24.14~33.50%가 손실되었다. 이것은 CW 자체의 pH가 9.38로 알칼리성이고 EW-2 역시 pH 2.56로 강산성이었기 때문에 받은 영향으로 생각되었다. 박 등(50)은 비타민 C가 알칼리에서는 쉽게 파괴되나 산성(pH 4부근)에서는 안정화된다고 하였고 장(51)은 알칼리뿐만 아니라 지나친 산성에서도 비타민 C의 손실이 일어난다고 하였다. 저장기간 동안 총비타민 C의 변화는 모든 처리구에서 5.39~1.26 mg% 범위로 큰 폭으로 그 값이 감소하였으며 그 중에서 대조구인 TW는 저장 1일째까지 5.39 mg%로서 11.49 mg%의 가장 낮은 감소율을 보였으나 저장 2일째부터 7일째까지 EW-3가 4.46~1.94 mg%의 범위로 다른 처리구에 비하여 가장 낮은 감소치를 보였다. 처리직후에는 각각의 처리수의 pH에 영향을 받았으나 저장 기간 동안에는 처리구간의 영향보다는 저장 초기의 각각 다른 총비타민 C 함량이 그 이후에는 각 처리구별로 비슷한 속도로 손실되는 것으로 생각된다.

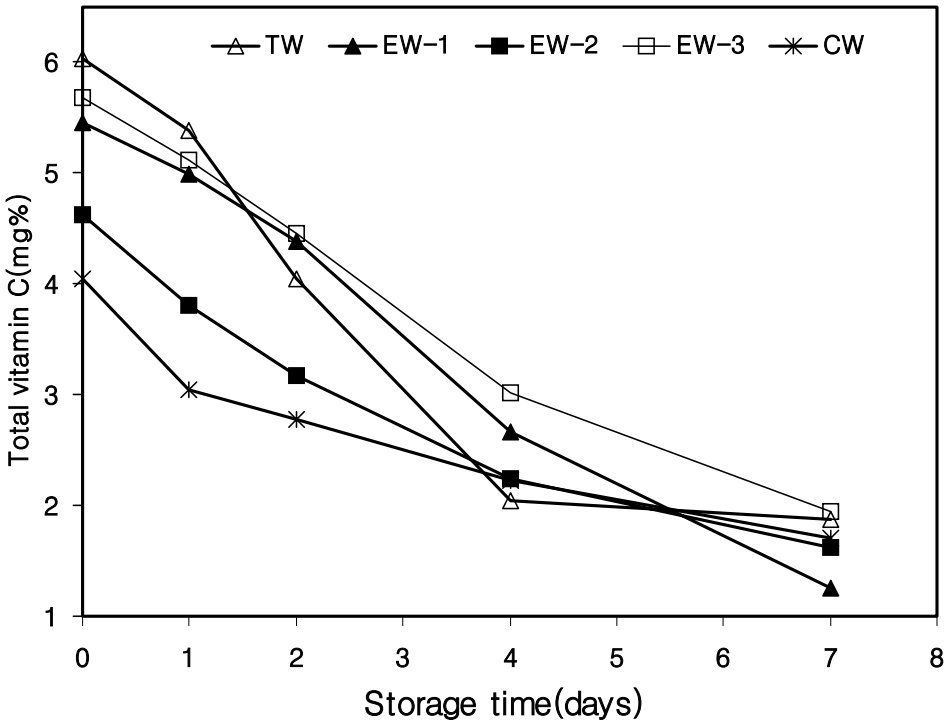


Fig. 19. Changes in total vitamin C content of lettuce with different treatments during storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

라. 잔류염소

수세처리 후의 양상추에 남아있는 잔류염소량은 Table 9와 같다. 각각의 전해수 처리구의 경우 처리 직후 0.02~0.04 ppm으로 수도수 처리구와 거의 비슷한 수준을 나타낸 반면, 염소수 처리구인 CW의 경우 처리직후 수도수 처리구보다 약 200배 높은 2.06ppm을 나타내었다. 저장기간에 따라서 대조구를 비롯하여 EW-1, EW-2 및 EW-3의 전해수 처리구는 0.00~0.02 ppm으로 잔류염소의 양이 빠르게 소실된 것에 비하여 CW는 지속적인 감소 경향을 보였으나 저장 7일째까지 0.04 ppm으로 다른 처리구보다 높은 값을 나타냈다. 일반 염소수(차아염소산 나트륨 용액)는 잔류성이 높아 고농도로 사용시 그 독성이 문제시되고 있으나 전해수의 활성염소는 자연광이나 유기물에 닿으면 매우 빠르게 분해하여 그 잔류성이 극히 낮으므로 인체 및 환경에도 안전하다고 알려져 있다(44, 47, 52, 53).

Table 9. Changes in residual chlorine content of lettuce with different treatments during storage at 10℃

(ppm)

Treatments[1)]	Storage time(days)				
	Initial	1	2	4	7
TW	0.01±0.00[2)]	0.01±0.01	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
EW-1	0.02±0.01	0.01±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
EW-2	0.04±0.01	0.02±0.00	0.01±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
EW-3	0.02±0.01	0.01±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
CW	2.06±0.11	1.70±0.08	1.28±0.11	0.75±0.07	0.04±0.01

[1)]TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite
[2)]Mean±standard deviation

마. 색도

5가지 세정수로 처리한 양상추의 저장기간에 따른 색도의 변화는 Table 10과 같다. 세정처리 전의 양상추 색도는 명도(L) 69.10, 적색도(a) -23.01 및 황색도(b) 28.98이었으나 처리 직후, L값은 대조구와 EW-3을 제외한 나머지 처리구에서 세정전보다 2.82~8.15% 증가한 값을 보였는바, 특히 EW-2가 74.73으로 가장 큰 폭으로 증가하였다. 저장기간에 따라서는 EW-3가 저장 7일째까지 소폭으로 그 값이 증가한 것에 반하여 다른 모든 처리구는 저장 2일째까지는 그 값이 증가하다가 그 이후로는 다시 그 값이 다소 감소하는 경향을 보였고 저장 7일째에는 큰 폭으로 그 값이 감소하였다. 김 등(54)은 양상추 선도 연장 및 저온유통시스템 도입을 위한 예냉처리 실험의 결과에서 명도 값이 저장 3일째부터 현저하게 감소되었다고 하였으며 Bolin 등(55)도 양상추 저장실험에서 명도의 감소는 저장기간이 길어짐에 따라 잎 표면의 갈변과 더불어 점차 어두운 색으로 변해가기 때문이라고 지적하였다. EW-3의 명도가 저장 7일까지 감소하지 않은 것은 탁월한 선도유지에 따른 결과로서 다른 처리구의 처리직후부터 저장 2일째까지 명도의 증가 기간이 EW-3에서는 더 연장된 것으로 생각된다.

적색도는 처리직후, EW-2와 CW의 값이 각각 -19.72와 -20.23으로 세정 전보다 증가한 값을 보였으며 다른 처리구들은 그 증가폭이 미미하였다. 저장기간에 따라서는 EW-3가 저장 7일째까지 그 값이 -18.82로서 소폭 증가한 것에 반하여 다른 처리구는 저장 7일째까지 -20.02~-13.04의 범위로 지속적인 증가를 보였고 대조구는 저장 4일째까지 다른 처리구와 비슷한 경향을 보이다가 저장 7일째에는 가장 큰 폭으로 그 값이 증가하였다. 이러한 결과는 저장기간이 길어짐에 따라 부패와 같은 선도 저하현상과 더불어 클로로필 색소가 점차 감소하고 일부는 붉은색의 반점과 갈변현상이 생기기 때문인 것으로 알려져 있으며(54~57) EW-3의 적색도 증가폭이 가장 적은 것은 이러한 사실과 관련하여 선도가 가장 좋았기 때문으로 생각된다.

황색도는 처리직후, EW-2가 31.12로 다른 처리구에 비하여 다소 높은 7.38%의 증가율을 보였으며 이는 클로로필을 산으로 처리하면 클로로필의 포오피린 환에 결합되어 있는 마그네슘이 수소이온과 치환되어 그 결과 갈색의 페오파이틴이 형성되는데 이 과정은 비가역적으로 급격하게 일어나기 때문이다(58). 저장기간에 따라서는 선도의 저하현상과 함께 클로로필의 자연적인 파괴에 기인한 갈변현상이 일어나지만(59) EW-3는 저장 7일째까지 29.78~31.41의 범위로 소폭 그

값이 증가하였으며 대조구는 저장 초기에는 그 증가폭이 미미하다가 저장 2일째부터는EW-2 및 CW와 함께 비슷한 값으로 증가하였다. 농림부 연구보고(34)에 따르면 수도수로 침지한 상치보다는 pH가 매우 낮은 전해산화수로 침지한 상치가 다소 높은 b값을 나타내었으며 클로로필 함량도 전해산화수로 침지한 상치는 9% 정도의 전환이 일어났으나 저장 3일째 이후부터의 클로로필 함량 변화가 무처리 상치나 수도수로 침지한 상치와 유사한 감소 경향을 나타내어 저장기간중의 전환은 없었다고 하여 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보여주었다.

한편, 색차(△E)는 처리직후 EW-2를 제외한 나머지 처리구에서 1.16~1.73의 범위로 초기 대조구와의 차이가 약간 있을 정도였으나 저장 2일째부터는 처리구별로 현저한 차이를 나타냈으며 그 중에서 EW-3가 상대적으로 매우 낮은 색차값을 보였다. 대조구는 저장 1일째부터 5.67로 감지할 수 있는 차이를 보였으며 EW-1과 CW는 저장기간 동안 1.30~12.61의 범위로 꾸준히 그 값이 증가하였으며 EW-2는 처리직후에 5.89로 감지할 수 있는 차이를 보이다가 오히려 저장 4일째부터는 대조구보다 그 값이 작았다.

Table 10. Changes in color values of lettuce with different treatments during storage at 10℃

Color value[1]	Treatments[2]	Storage time(days)				
		Initial	1	2	4	7
L	TW	68.14±2.01	69.58±1.10	70.23±0.53	69.42±0.41	60.05±2.54
	EW-1	71.44±0.59	72.08±1.00	72.81±1.14	70.94±0.55	63.08±2.20
	EW-2	74.73±0.45	74.72±1.12	71.23±2.06	69.33±1.05	62.92±0.99
	EW-3	69.04±0.87	69.65±1.25	70.24±1.95	70.42±0.61	70.91±1.95
	CW	71.05±1.45	71.25±1.06	72.37±0.26	69.19±1.13	62.88±0.46
a	TW	-22.83±0.98	-17.68±0.33	-16.73±1.79	-14.10±0.76	-9.46±1.64
	EW-1	-22.86±0.15	-20.01±1.25	-20.29±1.72	-14.58±1.28	-13.13±0.82
	EW-2	-19.72±1.12	-17.64±0.47	-14.07±1.13	-14.41±1.09	-13.96±0.90
	EW-3	-22.65±0.75	-21.97±1.05	-19.99±1.15	-19.11±0.80	-18.82±0.48
	CW	-20.23±0.73	-18.78±0.72	-17.39±0.36	-16.55±0.81	-13.04±0.28
b	TW	29.13±0.73	31.30±2.25	31.88±1.42	32.01±1.37	33.49±2.63
	EW-1	29.11±1.22	29.53±0.29	29.16±0.36	30.67±1.45	32.32±1.83
	EW-2	31.12±1.31	31.33±1.73	31.91±0.18	32.00±0.39	32.51±1.07
	EW-3	29.78±0.54	29.90±0.76	29.23±0.27	30.00±0.18	31.41±0.38
	CW	30.48±0.29	30.78±0.66	31.44±2.34	31.69±1.44	32.38±0.51
ΔE	TW	0.00±0.00	5.67±1.02	6.75±0.91	9.22±1.06	17.31±0.55
	EW-1	1.30±0.62	2.69±0.07	3.08±0.11	8.43±0.52	11.93±0.97
	EW-2	5.89±0.37	7.26±0.45	8.83±1.00	8.93±0.77	12.41±0.05
	EW-3	1.16±0.11	1.24±0.15	2.84±0.28	3.74±0.62	4.94±0.19
	CW	1.73±0.43	2.65±0.62	4.71±0.35	6.84±0.24	12.61±1.33

[1]L: Lightness 0～100, a: Redness -60～+60, b: Yellowness -60～+60
NBS(ΔE) unit classcification : 0～0.5=trace, 0.5～1.5=slight, 1.5～3.0=noticeable, 3.0～ 6.0=appreciable, 6.0～12.0=much, over 12.0=very much

[2]TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

[3]Mean±standard deviation

바. 경도

5가지의 세정수로 처리한 양상추의 저장기간에 따른 경도의 변화는 Table 11과 같다. 수세처리 전, 양상추의 경도는 124.00 g/cm^{2}였으며 처리직후 대조구와 EW-3는 초기의 경도를 그대로 유지하였으나 EW-1과 CW는 초기값에 비해 각각 6.45 및 8.87%의 감소율을 보였으며 EW-2는 87.33 g/cm^{2}으로 29.84%의 큰 감소율을 나타내었는데 이것은 처리수 자체의 pH의 영향으로 생각된다. 셀룰로오스는 식물의 골격을 형성하는 구조단위로서 모든 고등식물의 세포막 성분으로 존재하며 이외에도 채소류의 세포막 구성 성분들로는 리그닌, 헤미셀룰로오스, 각종 펜토잔류 및 펙틴물질 등이 함께 존재하며 이상의 성분들은 극단적인 산이나 알칼리에 의해서 가수분해될 수 있다(58). 저장기간이 증가함에 따라 연부현상에 의해 양상추의 경도는 점차로 감소하였는데 대조구는 저장 2일째부터 56.99%의 큰 감소율을 보였고 EW-1는 저장 4일째에 79.67 g/cm^{2}로 그 값이 크게 떨어지기 시작했으며 EW-2는 68.67~21.00 g/cm^{2}의 범위로 낮은 경도를 나타냈다. 한편, EW-3는 저장 7일째까지 71.67~123.33 g/cm^{2}의 범위로 대체로 높은 값을 유지하였는데 이는 기호도 특성 결과의 조직감 항목에서 EW-3가 다른 처리구에 비하여 저장 7일째까지 높은 점수를 받아 좋다고 평가한 결과와 일치하였다.

Table 11. Changes in firmness of lettuce with different treatments during storage at 10℃

(g/cm^2)

Treatments[1)]	Storage time(days)				
	Initial	1	2	4	7
TW	123.33±1.15[2)]	103.33±1.52	53.33±1.57	36.68±2.05	23.31±0.58
EW-1	116.67±1.55	116.00±1.03	103.33±0.57	79.67±2.08	44.33±0.51
EW-2	87.33±1.41	86.67±1.52	56.67±0.55	43.67±0.57	21.00±1.73
EW-3	124.00±1.67	123.33±2.08	106.67±2.08	93.00±0.36	71.67±1.04
CW	113.33±2.08	106.67±1.52	71.33±2.01	70.00±0.95	30.67±1.15

[1)]TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite
[2)]Mean±standard deviation

3. 미생물학적 특성

가. 총균수

5가지의 세정수로 5분간 침지 처리한 양상추의 총균수와 수세 전 양상추의 총균수와의 비교는 Fig. 20에 나타난 바와 같으며 수세처리 후 양상추의 저장기간 중 총균수의 변화는 Table 12에서 보는 바와 같다. 수세처리 전, 양상추의 총균수는 6.83×10^6 CFU/g였으며 처리직후의 총균수는 TW, EW-1, EW-2, EW-3, CW 각각 5.92×10^5 CFU/g, 3.04×10^4 CFU/g, 8.91×10^3 CFU/g, 2.03×10^2 CFU/g, 6.21×10^4 CFU/g이었다. 대조구는 초기균수에 대하여 1 log cycle 정도의 균수만 감소하였으나 EW-3는 처리 전 양상추 및 수도수 처리구에 비하여 1/3,000～1/30,000 수준으로 매우 낮은 값을 보였으며 저장 7일째까지 비슷한 수준을 유지하였다. 다음으로 EW-1과 EW-2는 처리직후 대조구의 1/20～1/66 수준으로 감소하였으며 저장 4일째까지 처리직후의 대조구 수준을 유지하였다. 한편, 염소수 처리구는 초기에 6.21×10^4 CFU/g으로 대조구의 1/10 수준이었으며 저장기간에 따라 꾸준히 증가하여 저장 7일째에는 3.79×10^6 CFU/g으로 처리 전 양상추의 총균수와 거의 같은 값을 나타냈다.

처리구에 따른 세정 직후, 총균수의 차이는 각 세정수의 물성에 영향을 받은 것으로 전해수 처리구 중에서 EW-3는 모든 처리구 중 차아염소산의 함량이 169.33 ppm으로 가장 높았기 때문에 제균 효과가 더욱 우수하였다고 생각한다. 한편, CW는 차아염소산 함량이 105.10 ppm으로 EW-1의 54.66 ppm보다 약 2배 가까이 높았음에도 불구하고 오히려 초기 제균효과가 EW-1의 50% 수준밖에 되지 않았던 것은 같은 수준의 염소농도일 경우 일반 염소수 보다 전해수의 살균효과가 더 높았다는 연구보고(60)와 비슷한 결과를 보여주었다. 전해수가 갖는 살균력은 기체 수화상태로 녹아있는 염소이온의 산화력 이 외에도 높은 산화-환원 전위력, 용존산소 등에 의한다는 연구가 주로 발표되고 있으나 정확한 기작은 아직 밝혀져 있지 않은 상태이다(47, 52, 61).

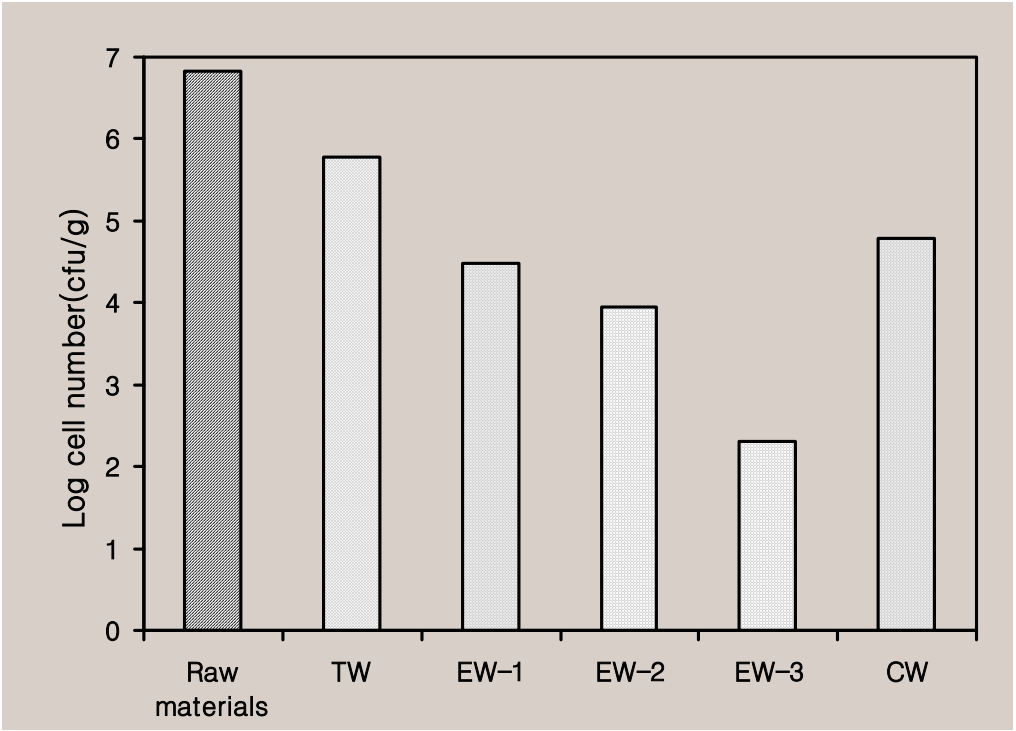


Fig. 20. Changes in total cell counts of lettuce with different treatments before storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water

EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator

EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator

EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator

CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

Table 12. Changes in total cell counts of lettuce with different treatments during storage at 10℃

(CFU/g)

Treatments[1)]	Storage time(day)				
	Initial	1	2	4	7
TW	5.92×10^{5}	6.76×10^{5}	1.35×10^{6}	3.52×10^{7}	8.78×10^{7}
EW-1	3.04×10^{4}	4.56×10^{4}	1.17×10^{5}	2.77×10^{5}	4.21×10^{6}
EW-2	8.91×10^{3}	9.42×10^{3}	3.03×10^{4}	8.24×10^{5}	9.44×10^{6}
EW-3	2.03×10^{2}	2.79×10^{2}	4.79×10^{2}	1.06×10^{3}	7.28×10^{3}
CW	6.21×10^{4}	6.51×10^{4}	7.74×10^{4}	7.26×10^{5}	3.79×10^{6}

[1)]TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

나. 대장균군 수

5가지의 세정수로 5분간 침지 처리한 양상추와 수세 전 양상추의 대장균군 수와의 비교는 Fig. 21에 나타난 바와 같으며 수세처리 후 양상추의 저장기간 중 대장균군 수의 변화는 Table 13에서 보는 바와 같다. 수세처리 전, 양상추의 대장균군 수는 4.44×10^{4} CFU/g이였으며 처리 직후의 대장균군수는 TW, EW-1, EW-2, EW-3, CW에서 각각 5.52×10^{3} CFU/g, 2.55×10^{2} CFU/g, 1.03×10^{2} CFU/g, 2.32×10^{1} CFU/g, 3.25×10^{2} CFU/g이었다. 대장균군의 경우도 총균수와 유사한 경향을 나타내어 침지 직후, EW-3는 초기균수에 대하여 1/2,000 수준으로 크게 감소하였으며 저장 7일째에도 수도수 처리구의 초기값과 비슷한 수준을 유지하였다. EW-1과 EW-2는 처리직후 대조구의 1/20~1/50 수준으로 감소하였으며 저장 3일째까지 처리직후의 대조구 수준을 유지하였고 염소수 처리구는 초기에 6.21×10^{5} CFU/g로 대조구의 1/17 수준이었으며 저장기간이 지남에 따라 다른 처리구와 비슷한 수준으로 나타났다.

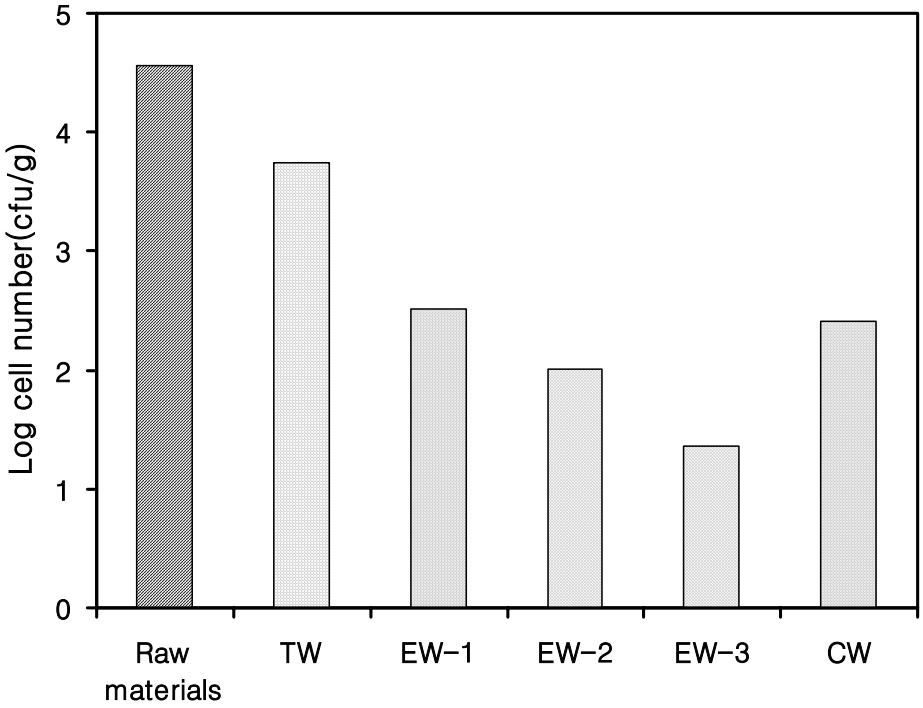


Fig. 21. Changes in coliform counts of lettuce with different treatments before storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water

EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator

EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator

EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator

CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

Table 13. Changes in coliform counts of lettuce with different treatments during storage at 5℃

(CFU/g)

Treatments[1)]	Storage time(day)				
	Initial	1	2	4	7
TW	5.52×10^{3}	5.04×10^{3}	4.55×10^{4}	5.93×10^{5}	7.51×10^{7}
EW-1	2.55×10^{2}	4.56×10^{2}	2.36×10^{3}	1.05×10^{4}	2.75×10^{6}
EW-2	1.03×10^{2}	5.26×10^{2}	3.17×10^{3}	1.50×10^{5}	6.49×10^{6}
EW-3	2.32×10^{1}	3.51×10^{1}	1.42×10^{2}	5.64×10^{3}	8.21×10^{3}
CW	3.25×10^{2}	4.23×10^{2}	2.95×10^{3}	5.00×10^{4}	1.05×10^{6}

[1)]TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

다. 저온성균수

5가지의 세정수로 5분간 침지처리한 양상추와 수세처리 전 양상추 간의 저온성균수 비교는 Fig. 22에 나타난 바와 같으며 수세처리 후 양상추의 저장기간 중 저온성균 수의 변화는 Table 14에서 보는 바와 같다. 수세처리 전의 양상추 저온성균수는 5.26×10^{6} CFU/g였으며 처리 직후의 저온성균 수는 TW, EW-1, EW-2, EW-3, CW에서 각각 1.58×10^{3}CFU/g, 9.13×10^{4}CFU/g, 9.94×10^{3}CFU/g, 1.84×10^{2} CFU/g, 7.99×10^{4} CFU/g이었다. 저온성 세균의 존재는 식품의 냉장 저장 시 식품부패와 관련이 되는 것으로 침지 직후, EW-3은 초기균수에 대하여 약 1/30,000 수준으로 크게 감소하였으며 저장 7일째에도 처리 직후 대조구의 1/10 수준을 유지하였다. 한편, EW-1, EW-2 및 CW는 처리직후 대조구의 1/2 ~1/16 수준으로 감소하였으며 저장 2일째부터 EW-1과 CW는 대조구와 비슷한 수준으로 나타나 총균수나 대장균군수에 비하여 제균 효과가 다소 떨어지는 결과를 보였다.

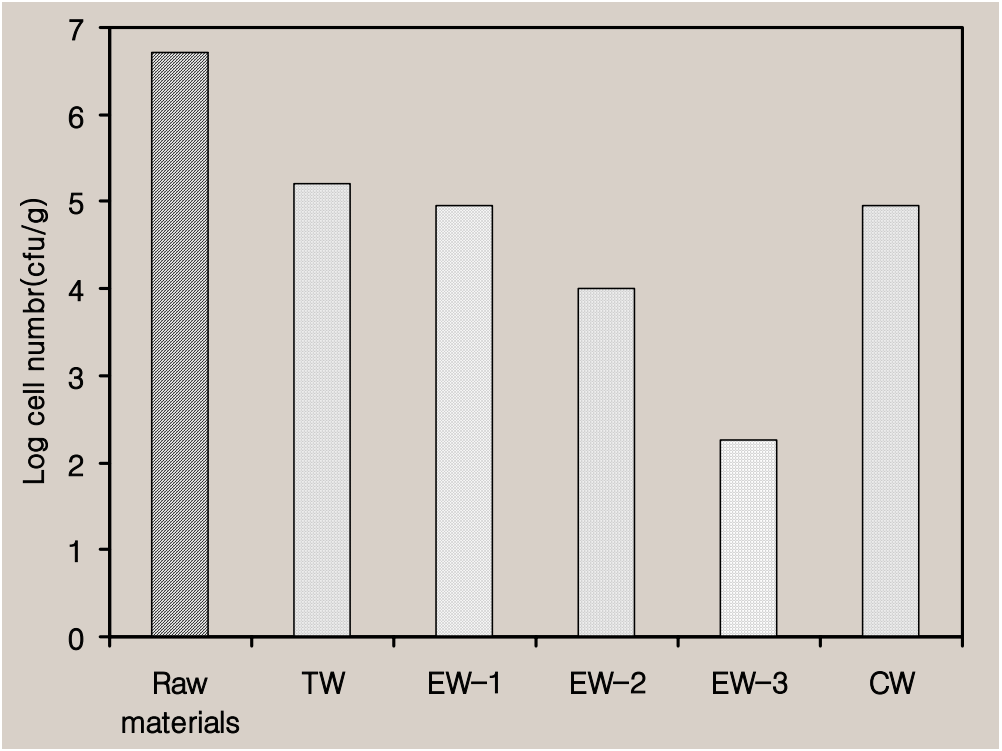


Fig. 22. Changes in psychrotrophic counts of lettuce with different treatments before storage at 10℃.

TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

Table 14. Changes in psychrotrophic counts of lettuce with different treatments during storage at 5℃

(CFU/g)

Treatments[1)]	Storage time(day)				
	Initial	1	2	4	7
TW	1.58×10^{5}	2.60×10^{5}	3.78×10^{5}	5.21×10^{5}	1.63×10^{6}
EW-1	9.13×10^{4}	1.03×10^{5}	1.56×10^{5}	3.08×10^{5}	8.97×10^{5}
EW-2	9.94×10^{3}	1.21×10^{4}	2.00×10^{4}	5.54×10^{5}	6.21×10^{5}
EW-3	1.84×10^{2}	2.31×10^{2}	4.77×10^{2}	5.05×10^{2}	9.65×10^{3}
CW	$7.99.\times10^{4}$	9.98×10^{4}	2.42×10^{5}	3.17×10^{5}	1.55×10^{6}

[1)]TW : Immersed in tap water
EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅰ generator
EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type Ⅱ generator
EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type generator
CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

제 3 절 학교 단체급식 시설의 위생상태 평가

1. 주방 및 조리 종사자에 대한 위생상태

가. 주방의 위생상태 평가

보건복지부의 식품위해요소중점관리기준(62), 우리나라의 집단급식관리 기준(63), 계 등(64)의 집단급식소 위생관리지침 및 Sly 등(41)의 방법을 사용하여 주방 환경 및 시설의 위생상태 평가에 대한 결과를 Table 15에 제시하였다. 각 항목별 위생 상태는 0~2까지의 점수로 나누어 평가하였는데 식품구매 및 검수 단계의 평균점수는 1.50이었고, 식품의 취급 및 저장의 평균점수는 1.29이었으며, 주방 기기 및 기구의 취급에 대한 평균점수는 1.33, 급·배수시설 및 쓰레기 처리의 평균점수는 1.50으로 보통 수준이었다. 그리고 주방 바닥의 배수구는 개폐가 가능한 스텐레스 재질로 설치되어 있어 퇴적물이 쌓이지 않도록 관리하고 있었다. 또한 쓰레기를 처리하는 방법으로는 잔반과 생산 공정에서 나오는 음식쓰레기는 주로 주방에 비치된 쓰레기통에 두었다가 음식물 처리업체에 의뢰하여 수거하고 있었는데, 급식소의 위생적인 식품취급을 위해서는 주방에 손을 사용하지 않고 개폐할 수 있는 구조의 쓰레기통을 비치하도록 권장하고 있다(64).

Table 15. Evaluation of sanitary condition in kitchen

Classification	Evaluation Items	Score*
Purchasing and testing foods	Quality of raw ingredients	2.00
	Keeping the proper temperature of raw materials	1.00
Subtotal mean		1.50
Treatment and storage of foods	Treatment of outer packing box	0.00
	Storage foods with proper temperature	1.00
	Methods of thawing	1.00
	Washing methods of fresh vegetable	2.00
	Capacity ratio of refrigerator	2.00
	Conforming the center temperature of cooked meats and fishes	2.00
	Methods of assembly and service	1.00
Subtotal mean		1.29
Treatment of utensil and equipment	Disinfect of dishes and utensil.	2.00
	Using knives and cutting board	1.00
	Wiping clothes	1.00
Subtotal mean		1.33
Water supply and draining facilities	Inspecting the quality of water	2.00
	Treatment of waste baskets and leftover	1.00
Subtotal mean		1.50
Grand total mean		1.40

* Evaluation scale was as follows;
0 : Unsatisfactory : negligence or ignorance of safety practice
1 : Some improvement required in order to meet all standards
2 : Satisfactory : safety standard of food hygiene observed

나. 조리종사자의 위생상태 평가

조리종사자의 위생 상태를 평가한 결과는 Table 16에 제시하였다. 조리종사자에 대한 평가도 주방의 위생상태 평가와 마찬가지로 0~2까지 점수로 나누어 평가하였다. 각 항목별 평균점수를 보면 개인위생 1.50, 식품취급습관은 1.67이었으며 전체 평균점수는 1.59로 나타나 보통 수준이었다. 조리종사자의 개인위생에 관한 평가항목으로는 작업 시 위생복, 위생화와 위생모의 착용 및 위생상태, 손의 청결도 및 개인 위생상태를 평가하였다. 작업 시, 위생복과 위생화 및 위생모의 착용은 조리종사자 모두 철저히 지키고 있어 매우 좋은 상태로 판단되었다. 또한 반지를 끼거나 손톱에 매니큐어 등을 바른 종사자는 없었으며 주방 내에서 음식을 먹고 마시는 사항도 철저히 금지되어 지켜지고 있었다. 식품 취급 시 위생장갑 착용에 대한 인식이 철저하여 조리종사자 전원이 전용 고무장갑이나 1회용 위생장갑을 착용하고 작업을 하였으며, 작업장과 화장실 출입구에 손을 이용하지 않는 수세시설과 종이 타월이 비치되어 있어 손 세척이 잘 이루어지는 편이었으나 오염된 것(날고기, 달걀, 전화기, 얼굴 등)과의 접촉 후 수세여부는 교육을 정기적으로 하고 있으나 아직도 훈련이 잘 되지 않아 꾸준히 노력 중인 것으로 조사되어 보다 철저한 위생교육이 요구되었다. 위생점검표는 조리장과 냉장고에 각각 붙여서 일별로 체크하고 있어 아주 잘 시행되고 있었다. 한편 정기 건강검진의 여부를 조사한 결과, 보건증을 매년 1회 확인하고 있었으며 위생교육은 1개월에 1회 비디오나 파워포인트를 이용하여 시각적인 교육을 유도하고 있었는데 이는 식품위생법 시행규칙 제 37조의□□종업원에 대한 위생교육은 위생교육을 받은 영업자 또는 식품위생관리인이 실시하되 매월 1회 1시간 이상으로 한다□□라는 규정을 잘 지키고 있는 것으로 조사되었다.

Table 16. Evaluation of sanitary practice of employees

Classification	Evaluation Items	Score*
Personal hygiene	(1) Wearing protective, cap and long boots	2.00
	Wearing ring on the finger	2.00
	Hand washing and cleaning	1.00
	Cleaning clothes	1.00
Subtotal mean		1.50
Food handling practice	Sanitation training	1.00
	Sanitary checklist	2.00
	Checking health certification	2.00
Subtotal mean		1.67
Grand total mean		1.59

* Evaluation scale was as follows;
0 : Unsatisfactory : negligence or ignorance of safety practice
1 : Some improvement required in order to meet all standards
2 : Satisfactory : safety standard of food hygiene observed

다. 주방 배치도(kitchen layout)를 통한 위생상태 평가

식품의약품안전청에서 고시한 식품위해요소 중점관리기준(62)에 의하면 작업장은 오염구역과 비오염 구역으로 구분하고 벽 등으로 교차오염 방지가 가능하도록 구획되어야 하며 적절한 온도로 유지되어야 한다고 되어있다. Fig. 23에 제시한 주방 배치도에 보여진 바와 같이, 대상급식소의 경우, 원재료의 다듬기, 씻기, 전처리 등의 작업이 이루어지는 전처리 작업구간과 가열작업이 이루어지는 작업구역, 조리된 음식이 배식되는 구역으로 구획하여 사용하고는 있었으나 벽 등으로 따로 구획을 나누지는 않았다. 작업장을 구역별로 구분하기에는 작업장의 크기가 협소하였으며, 작업량에 비하여 전처리 작업구역이 너무 좁고 동선의 빈번함으로 인한 교차오염이 예상되며 전처리단계의 싱크대와 준비대는 공간부족으로 그수와 용량이 부족하여 같이 사용되는 등 구획관리 시스템이 잘 갖추어지지 못한 실정이었다. 또한 계절별 평균온도는 여름철 30℃이상, 겨울철 18~22℃이며 습도는 여름 80%이상, 겨울에는 60%이상으로 조사되어 식품의 품질유지에 적절한 온도 및 습도의 기준치(65)인 25℃이하, 50~60%를 만족하지 못했다. 바닥과 내벽은 내수성 자재로 되어있었으나 바닥은 wet/dry구역의 구분이 분명하게 관리되지는 않았다. 출입문은 스테인레스 재질로 이루어져 청소가 용이하고 air curtain이 작동되고 있어 외부로부터의 공기오염을 효율적으로 차단하고 있었고 환기구는 방진 및 방충장치가 되어 있었다. 채광 및 조명상태는 작업장이 1층에 위치하고 있어 밝은 편이며 검수장소 300Lux, 조리작업대 250Lux, 기타 150Lux로 보통정도로 평가되었다. 화장실의 수세시설 면에서 비누와 소독액은 비치되어 있었고 1회용 종이타월은 공간부족으로 조리작업실에만 비치되어 있으며 위생관리상 손을 사용하지 않는 패달식 수세시설이나 자동수세시설을 권장[12] 하고 있으나 이것도 조리작업실에만 설치되어 있었다.

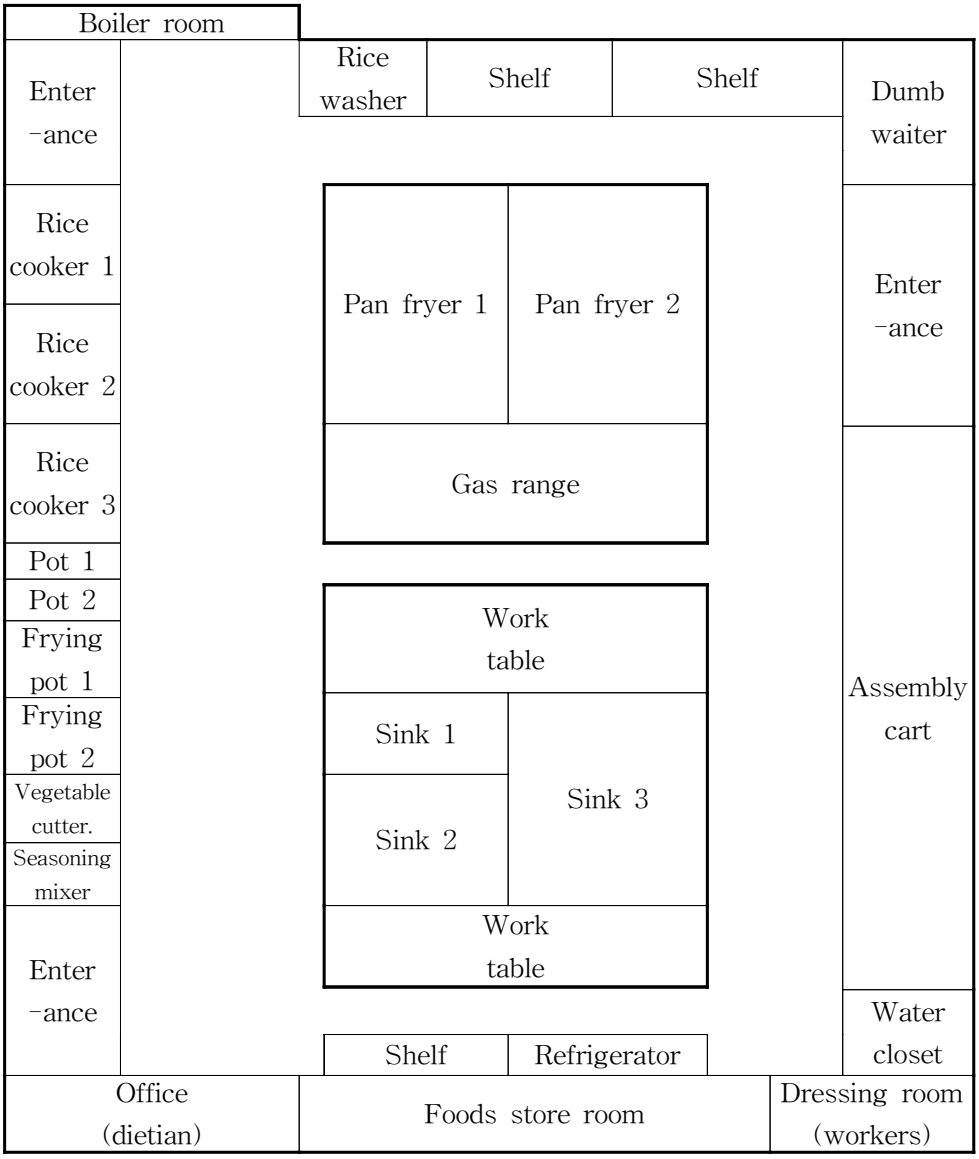


Fig. 23. Kitchen layout of E middle school.

2. 원부재료 구입 및 준비, 전처리단계의 위생상태

가. 작업장 세척수 및 처리수의 실태 평가

용수의 종류를 조사결과, 식품 및 식기 세척수와 조리수로는 수돗물을 사용하고 있었으며, 음료수로는 정수기를 설치하여 사용하였고 용수에 대한 정기수질검사는 보건환경연구원에 의뢰하여 3개월마다 검사를 받고 있었다. 배수구는 개폐가 가능한 스테인레스 재질로 설치되어 있어 퇴적물이 쌓이지 않도록 관리하고 있었다. 또한 쓰레기를 처리하는 방법으로는 잔반과 생산공정에서 나오는 음식쓰레기는 주로 주방에 비치된 쓰레기통에 두었다가 음식물 처리업체에 의뢰하여 수거하고 있었는데, 급식소의 위생적인 식품취급을 위해서는 주방에 손을 사용하지 않고 개폐할 수 있는 구조의 쓰레기통을 비치하도록 권장[12]하고 있다.

나. 식자재류에 대한 위생상태 평가

단체급식 관리의 조리장 시설 관리기준(63)에 의하면 주방용 식기류를 소독하기 위한 자외선 또는 전기 살균소독기, 열탕세척시설 등의 식중독을 일으키는 병원성 미생물 등이 살균될 수 있는 시설을 갖추어야 한다고 규정하고 있다. 대상급식소의 식기류에 대한 소독방법을 조사한 결과, 식기와 행주는 100℃ 열탕에서 5분 이상 끓여서 소독하고 있으며 기기 및 작업대의 식품접촉표면은 100~200ppm의 염소액으로 1분 이상 소독하고 있었다. 도마의 사용법은 채소류용, 생선용, 육류용은 따로 구분되어 사용하고 있어서 양호한 상태로 판단되었다.

다. 원재료 검수단계, 준비 및 전처리, 저장 단계에서의 평가

1) 식품구매 및 검수

식품 원재료의 상태는 최종 음식의 품질에 큰 영향을 미치므로 올바른 구매와 검수방법은 식품 안전성 보장을 위한 매우 중요한 단계이다. 대상급식소에서는 납품업자의 선정 시, 견적입찰과 수의계약 방식을 병행하고 있으며 견적입찰은 몇 곳의 우량업체나 다른 학교의 납품실적을 근거로 영양사가 1주일~6개월 단위로 식품총량을 산출하고 시장조사에 의한 예정단가를 작성하여 행정실에 의뢰하면 업체에서 견적단가를 제출함으로서 이루어지고 있으며 수의계약의 경우는 농협, 수협, 축협 등의 정부 투자기관에 한하여 구매를 하고 있었으며 구매횟수는 1일 구매(주5일 납품)을 원칙으로 매일 오전 7시에 납품하고 있어 대체

로 좋은 품질의 원재료를 구매하고 있는 것으로 조사되었다. 납품시 식품의 적정 온도 유지를 위해 냉장식품은 냉장차에, 냉동식품은 냉동차에 납품하도록 규정하고 있는데(65) 대상급식소에서는 냉장차로 생채소, 냉장식품, 냉동식품, 일반식품을 모두 납품하고 있어 식품의 품질유지와 안전성을 위해서는 냉동 식재료 운반과정에 있어서의 냉동운송 시스템이 문제점으로 지적되었다. 계 등(64)은 집단급식소의 위생실태 조사에서 조사대상의 약 70%가 냉장·냉동운송 시스템이 제대로 지켜지지 않는 것으로 보고하였다. 한편 납품시 식품운반차량의 냉장온도 확인은 여름철에 한해 5~10℃ 범주의 온도를 확인하고 있으므로 식중독 사고가 일어날 가능성이 많은 봄, 가을에도 온도확인이 필요할 것으로 사료되었다. 박 등(65)에 의하면 98년 이후부터 우리나라의 식중독 발생범위가 겨울철 외에 연중 고르게 발생하고 있는 것으로 보고하였다. 그러므로 납품 시 식품의 관능적인 품질기준과 적정온도기준을 개선조치하고 체계화하는 것이 필요하다.

2) 식품의 취급 및 저장

대상급식소에서 취급하는 식품의 종류는 생채소, 냉장 생식품, 냉동식품, 가공식품 및 일반식품으로 분류할 수 있었다. 평가결과, 검수장소와 시간은 급식실 입구에서 보통 급식업무시작 30분~1시간 전에 실시하고 있었으며 식재료 운반에 사용된 외포장지(종이 박스)처리는 대부분 검수가 끝난 직후 업체에서 회수하고 있었으나 일부 품목은 불결한 외포장지 그대로 주방으로 반입되어 작업대와 준비대에 배치되기도 하여 교차오염의 문제가 생길 수 있으므로 이에 대한 감시와 감독이 요구되었다. 검수 후 반입된 식품 중 부피가 작으면서 위생적인 위험도가 있는 것은 냉장고에 보관하였다가 시간에 맞추어 처리하지만 대부분의 식재료는 따로 보관할 장소가 없어서 검수대와 해당 작업대로 옮겨서 그대로 사용하고 있었으므로 위생에 관한 영양사의 인식과 상관없이 협소한 설비자체가 문제점으로 나타났다. 냉동식품의 해동에 관한 사항으로는 패스트푸드의 경우 해동과정을 거치지 않고 바로 조리과정에 들어가고 있으며 그 외의 기타 냉동품은 거의 입고되지 않고 납품업체에서 미리 해동한 상태의 식품이 납품되고 있었다. HACCP의 규정에 의하면 냉동식품은 그 중심온도가 -18℃로 되어있으나(62) 그대로 납품할 경우 제 시간에 사용하기 힘들기 때문에 미리 해동한 식품을 사용하고 있는 것으로 이 경우, 납품업체의 냉동식품 해동과정과 그 품질을 영양사가 반드시 확인하고 위해 확인을 위한 조치사항을 체계화하는 것이 필요하다 하겠다. 생채소의 세

척방법으로는 염소수(100ppm)에 5분간 침지 후 수돗물에 3~4회 세척하여 사용하고 있어 일반 관리기준을 엄격히 지키고 있는 것으로 조사되었다.

식품을 저장하는 냉장실의 사용은 당일 급식에 한하여 필요한 경우 배식 용기에 담아 뚜껑 닫아서 단시간 저장하고 있어 식품을 냉장할 때 표면공기와의 접촉차단이 잘 되고 있었으며, 냉장고 내 보관식품의 평균 내부 용적율은 60% 이하로 평상시 배식하고 남은 김치를 1주일이내 보관하고 바로 소진할 뿐 보통은 냉장고에 저장 사용할 식품이 없는 것으로 조사되었는데 이는 냉장고 내 보관식품의 총량이 내부용적의 70%를 초과하지 못하도록 한 규정(65)에 잘 부합하는 것이었다.

따라서 냉장고 내의 과적, 온도상승, 부적절한 분리저장에 의한 위생상 문제점은 없는 것으로 조사되었다. 한편, 냉장·냉동시설 내부에 온도계(탐침 온도계)가 부착되어 있어 온도확인을 위한 불필요한 문의 개폐로 내부온도가 상승되는 등 작업 효율이 떨어질 수 있으므로 외부에서 관찰할 수 있는 자동온도기록 장치와 온도이상 발생 시 신속한 조치를 위한 온도경보장치에 대한 투자가 요구되었다.

어·육류 등의 조리 시 중심온도의 확인은 중심온도계를 사용하여 전처리 단계에서는 일반 냉장식품 및 전처리된 채소류는 10℃이하, 당일 사용할 생선 및 육류는 5℃이하의 온도를 지키고 있으며 조리된 어·육류의 중심온도는 미생물의 완전한 사멸온도로 권장(65)하고 있는 74℃이상을 적절히 잘 지키고 있는 것으로 조사되었다.

조리 후 급식방법은 음식을 배식차에 담아서 전용 승강기를 이용하여 각 층의 교실로 전달하며 조리 후 급식까지의 시간은 1시간 30분 이상이므로 실온에서 장시간 방치할 경우 미생물 증식의 원인이 될 수 있는 것으로 나타났다. 조리된 음식의 보관방법에 대한 사항으로는 온장 및 냉장시설의 미비로 겨울철 음식의 온도가 내려가는 것을 방지하기 위해서는 배식통에 담아 뚜껑을 닫고 열 소독고를 가동시켜 사용하고 있으며 일반적으로 실온에 방치하고 있어 세균의 오염과 증식의 가능성이 높으므로 유의해야 할 사항으로 생각되었다.

제 4 절 학교급식에 있어 전해수 현장 적용시험

1. 품목별 생산 소요시간 및 온도상태

가. 채소 샐러드

대상 급식소의 각 단계별 생산 소요시간 및 온도상태는 Table 17 및 18에 제시한 바와 같다. 먼저 대상 급식소의 일반적인 샐러드 생산과정의 경우, 원재료 및 생산과정 대부분이 15.00~21.00℃의 주방 내 실온에서 이루어졌다. 원재료의 입고 단계부터 배식이 처음 이루어지는 단계까지의 소요시간은 평균 269분이었고 입고시 원재료의 평균온도는 6.25~13.05℃의 범위였는데 신(63)이 대량조리시설 위생관리 매뉴얼에서 제시한 신선한 채소의 원재료 보관 온도인 10℃ 전후보다 약간 높아 입고단계부터의 온도관리가 요구되었다. 급식소를 위한 위생관리 기준으로서 위험온도 범위 내에서 식품이 안전성을 유지할 수 있는 시간은 최대 4시간이며 15~38℃ 사이의 온도에서는 절대로 2시간 이상 방치해서는 안 되며 채소류의 질을 유지하는 중요한 요소는 온도이므로 조리 후 보관단계를 거치는 동안 냉장온도를 4±1℃를 유지해야한다(13, 42).

그러나 본 연구의 샐러드 생산과정은 15.0~21.0℃에서 4시간 이상 진행되었으며 원재료 및 조리된 샐러드의 내부온도는 6.25~12.25℃로 미생물 증식이 가능한 온도범위인 4~60℃에 속하였으므로 이에 따른 미생물의 증식이 우려되었다. 특히 샐러드와 같이 가열과정을 거치지 않는 음식의 경우에 대하여 김 등(6)은 원재료의 입고에서부터 배식까지 급식의 전반적인 작업공정에서 위해요소에 노출되지 않도록 시간 및 온도에 대한 주의가 요구된다고 하였다.

한편 전해수 전처리에 의한 채소 샐러드의 생산과정의 경우, 원재료 및 생산과정이 17~23℃의 온도에서 이루어져 일반적 생산과정보다 평균 실온이 2℃ 높았고 원재료의 입고 단계부터 배식이 처음 이루어지는 단계까지의 소요시간은 평균 256분이었으며 원재료 및 조리된 샐러드의 내부온도는 10.5~16.2℃의 범위였다.

앞의 일반적 생산과정과 비교해 볼 때 큰 차이점은 전처리단계 중 헹굼과정에 소요된 시간이 약 1/3 수준인 13분이 절약되었음을 알 수 있다. 이것은 일반적 생산과정에서는 각각의 원재료를 100ppm의 염소수에 5분간 침지 후에 원재료의 잔류염소 농도를 안전한 수준으로 낮추고 미생물 등의 위해요소를 효과적으로

제거하기 위해 4번의 헹굼 과정을 필요로 하였지만 전해수를 이용한 세정과정에서는 침지 후 1회의 헹굼 과정으로 충분하였기 때문이다.

Table 17. Measurements for time and temperature of salad at various phase in general product flow

Phase in product flow[1)]	Food items	Time (min)	Food Temp. (℃)[2)]	Env.Temp. (℃)[3)]
Receiving Raw ingredients	Head lettuce	3.25±0.32	6.25±1.77	
	Celery	2.25±0.25	13.05±0.21	15.00±0.25
	Cherry tomato	2.75±0.30	11.25±0.35	
Holding	Head lettuce		7.40±0.14	
	Celery	93.50±4.95	13.70±0.71	16.50±0.28
	Cherry tomato		13.20±0.42	
Pre-preparation				
Immersing in chlorine wter	Head lettuce	5.00±0.01	10.00±0.71	
	Celery	4.85±0.71	9.70±0.42	
	Cherry tomato	5.00±0.00	10.75±0.35	18.70±1.13
Rinsing	Head lettuce	13.50±2.12	10.05±0.35	
	Celery	11.50±1.13	9.75±0.28	
	Cherry tomato	13.50±2.21	11.00±0.72	
Cutting&Trimming	Head lettuce	10.35±1.20	11.05±0.17	
	Celery	11.53±1.38	10.95±0.35	19.00±1.20
	Cherry tomato	9.90±0.49	11.45±0.78	
Mixing&Seasoning		11.00±1.41	10.80±0.14	19.50±0.71
Holding		47.50±3.54	11.60±0.14	20.50±1.13
Assembly&Service		23.75±1.77	12.15±0.49	21.00±0.35

1) Samples were taken at the end of phase in product flow
2) Mean±standard deviation of food temperature
3) Mean±standard deviation of room temperature

Table 18. Measurements for time and temperature of salad at various phase in product flow with electrolyzed water

Phase in product flow[1]	Food items	Time (min)	Food Temp. (℃)[2]	Env.Temp. (℃)[3]
Receiving Raw ingredients	Head lettuce	2.50±0.73	10.50±1.41	
	Celery	2.75±0.35	11.75±1.06	17.00±1.20
	Cherry tomato	2.25±0.35	12.55±1.48	
Holding	Head lettuce		11.40±1.27	
	Celery	106.25±1.77	12.65±0.92	17.50±1.50
	Cherry tomato		12.80±1.56	
Pre-preparation				
Immersing in electrolyzed water	Head lettuce	5.00±0.01	10.55±0.07	
	Celery	5.00±0.00	11.20±0.28	
	Cherry tomato	5.00±0.00	11.30±0.42	19.25±1.06
Rinsing	Head lettuce	3.75±0.35	10.25±0.07	
	Celery	4.00±0.74	11.25±0.35	
	Cherry tomato	3.50±0.71	11.15±0.21	
Cutting&Trimming	Head lettuce	10.93±0.90	11.55±0.07	
	Celery	12.15±0.34	11.50±0.14	19.50±0.34
	Cherry tomato	8.55±0.89	11.30±0.42	
Mixing&Seasoning		10.50±0.87	15.35±1.20	20.75±0.01
Holding		46.50±2.12	15.75±0.35	22.00±0.42
Assembly&Service		27.75±3.89	16.15±0.21	23.00±0.71

[1] Samples were taken at the end of phase in product flow
[2] Mean±standard deviation of food temperature
[3] Mean±standard deviation of room temperature

나. 사과

학교 단체급식소의 사과 처리과정에서 염소수 및 전해수를 적용한 과정의 각 단계별 처리 소요시간 및 온도상태는 Table 19에 나타내었다.

전해수 및 염소수 처리에 의한 사과 처리과정의 경우, 원재료 및 처리과정에서 주방내 실내온도가 각각 17.6~23.5℃, 19.2~25.0℃이었으며 원재료의 입고단계부터 배식이 처음 이루어지는 단계까지의 평균소요시간은 전해수 처리구가 222분, 염소수가 227분이 소요되었다. 이와같이 염소수 처리와 비교해 볼 때 큰 차이점은 전처리단계 중 헹굼과정에 소요되는 시간을 약 5분 이상 절약할 수 있었다.

한편, 사과와 같이 가열과정을 거치지 않는 음식의 경우에 대하여 김(66)등은 원재료의 입고에서부터 배식까지 급식의 전반적인 작업공정에서 위험에 노출되지 않도록 시간 및 온도에 대한 주의가 요구된다고 하였다.

Table 19. Measurements for time and temperature of apple at various phase in chlorine water and electrolyzed water applied product flow.

Phase in product flow[1)]	Time(min)		Food Temp.(℃)		Env.temp.(℃)	
	EW	CW	EW	CW	EW	CW
Receiving raw ingredients			15.6	14.6	17.6	19.2
Holding	70	75	16.5	16.5	22.1	23.9
Immersing in chlorine water & Rinsing	15	20	12.5	11.6	23.0	24.8
Peeling& cutting	62	57	16.8	15.8	23.2	25.0
Holding	75	75	17.0	18.1	23.5	25.0
Assembly& Service	20	20	18.1	18.8	22.3	23.4
	242	247				

1) Samples were taken at the end of phase in product flow.

2. 품목별 조리 및 급식단계에서의 이화학적 품질평가

가. 채소 샐러드

1) 수분함량과 수분활성도(Aw)

일반적 생산과정(염소수 처리)과 전해수 적용 처리에 따른 샐러드 생산과정의 각 단계에서 채취한 시료의 수분함량과 Aw의 측정 결과는 각각 Table 20 및 21에 나타낸 바와 같다.

먼저 대상 급식소의 일반적인 샐러드 생산과정의 경우, 원재료인 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 수분함량은 각각 96.36, 92.81, 93.24%이었으며 전처리 과정의 세정처리 후에는 전체적으로 약 0.7%의 증가율을 보였다. 조리 후에는 평균 수분함량이 93.54%이었으며 보관과 배식과정을 거치면서 다소 감소하여 92.53%로 나타났다.

한편, 일반세균의 성장에 필요한 최저 수분활성도는 0.90~0.91이고 *S. aureus*는 0.86, *E. coli*는 0.96, *B. subtilis*는 0.95, *C. botulinum*은 0.93이며, 성장최적 수분활성도는 *S. aureus*와 *Salmonella*가 0.99~0.995, *E. coli*는 0.995임이 보고되었다(6). 원재료의 수분활성도는 0.94~0.96의 범위를 나타내었고 조리 후 배식까지 0.93~0.94의 범위로 나타나 미생물 증식에 적합한 수분활성도 범위에 해당하여 식품 위해 가능성을 가지고 있으므로 위생관리에 대한 세심한 주의가 요구되었다.

전해수 전처리에 의한 샐러드의 생산과정의 경우, 원재료인 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 수분함량은 각각 96.17, 92.54, 93.98%였으며 전처리 과정의 세정처리 후에는 전체적으로 약 0.6%의 증가율을 보였다.

조리 후에는 평균 수분함량이 93.20%였으며 보관과 배식과정을 거치면서 다소 감소하여 92.70%로 나타났다. 또한 원재료의 수분활성도는 0.94~0.95의 범위를 나타내었고 조리 후 배식하기까지 0.92~0.94의 범위로 나타나 역시 미생물 증식에 적합한 수분활성도 범위에 해당하였다.

2) pH

일반적 생산과정(염소수 처리)과 전해수 적용 처리에 따른 샐러드 생산과정의 각 단계에서 채취한 시료의 pH의 측정 결과는 Table 20 및 21과 같다. 대부분의 미생물들은 pH 6.8~7.2에서 최적 성장이 이루어지며 미생물 증식과 관련

된 pH 범위는 4.6~7.0이다. 특히 병원성 미생물의 증식에 필요한 최저 pH로는 *E. coli*가 4.2~4.4, *S. aureus*가 4.0~4.7, *Salmonella* 는 4.0~5.0이며 일반적으로 위장염 증상을 일으키는 세균은 pH 4.5에서 증식이 억제된다(36).

대상 급식소의 일반적인 샐러드 생산과정의 경우, 원재료인 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 pH는 각각 6.53, 6.13, 4.09로 미생물 증식이 가능한 pH 범위에 해당되었지만 조리 직후 채소를 섞고 양념을 하는 과정에서 식초의 첨가로 인하여 pH가 3.66으로 낮아졌으며 보관과 배식과정을 거치면서 다소 증가하여 3.80이 되었으나 미생물 증식의 억제를 기대할 수는 있다. pH의 변화는 미생물 세포의 투과성에 영향을 주게 되는데 산성 pH에서는 미생물의 세포막이 수소 이온으로 포화되어 음이온의 통과가 저해된다고 한다(67).

전해수 전처리에 의한 샐러드 생산과정의 경우, 원재료인 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 pH는 각각 6.37, 6.29, 4.14이었고 전처리 과정에서는 4.02~6.39의 범위로 전해수의 영향은 보이지 않았으며 조리직후에서 보관과 배식과정을 거치면서 4.02~4.21로 낮아져 미생물 증식의 억제를 기대할 수는 있었다.

3) 총비타민 C

일반적 생산과정(염소수 처리)과 전해수 적용 처리에 따른 샐러드 생산과정의 각 단계에서 채취한 시료의 총비타민 C의 측정 결과는 각각 Table 20 및 21과 같다. 일반적인 샐러드 생산과정의 경우, 원재료인 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 총비타민 C는 각각 8.21, 14.00, 22.41mg%였고 초기 보관단계에서는 총비타민 C 함량의 변화가 거의 없었으나 전처리 과정의 염소수 침지 직후, 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 총비타민 C함량은 30.82, 22.93 및 11.87%의 큰 감소율을 보였다. 이후 4회의 헹굼과정 후에는 양상추와 샐러리가 1.76~5.63% 범위의 감소율을 나타냈으며 다듬기와 썰기 후에는 샐러리만이 0.75%의 총비타민 C가 손실되었다. 비타민 C는 알칼리에서는 쉽게 파괴되나 산성(pH 4부근)에서는 안정화된다(50). 따라서 전처리 과정에서 총비타민 C의 손실이 큰 것은 선행 실험의 결과와 마찬가지로 고농도의 차아염소산나트륨 용액의 pH가 9.50으로 강알칼리였기 때문에 받은 영향으로 생각되며, 헹굼 횟수가 많은 것도 수용성 영양성분의 손실을 초래하여 품질을 저하시킬 수 있다. 전처리가 끝난 세 가지의 원재료의 총비타민 C 함량은 혼합 후 18.27 mg%였으며 보관과 배식단계를 거치는 동안 각각 15.84 mg%, 15.13 mg%로 낮아져 18.41%의 총비타민 C 손실이 추가

로 일어났다. 김(68)은 단체급식에서 제공되는 야채샐러드의 생산단계 및 보관단계에 따른 총 비타민 C 함량변화에서 조리직후부터 배식까지 시간이 20분 소요되었을 때 총비타민 C의 함량이 약 7% 감소하였다고 보고하였다. 본 연구의 결과, 조리직후부터 배식까지 70분이 소요되었고 당시의 실내온도가 약 21℃였던 것을 고려해 볼 때 보관시간에 비례하여 총비타민 C가 손실되는 것으로 생각된다.

전해수 전처리에 의한 샐러드의 생산과정의 경우, 원재료인 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 총비타민 C는 각각 7.88, 12.54, 23.47 mg%였고 초기 보관단계에서는 총비타민 C 함량의 변화가 거의 없었으며 전처리 과정의 전해수 침지 직후, 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 총비타민 C함량은 10.03, 9.81 및 6.95%의 완만한 감소율을 보였으며 염소수로 세정한 일반적 생산과정에 비하여 1/2 ~1/3 수준의 낮은 감소율을 나타냈다. 이후 1회의 헹굼과정 후에는 양상추와 샐러리가 1.86~2.82% 범위의 낮은 감소율을 나타냈다. 전처리가 끝난 세 가지의 원재료의 총비타민 C 함량은 혼합 후 20.50 mg%였으며 보관과 배식단계를 거치는 동안 각각 18.82, 17.29 mg%로 낮아져 16.43%의 총비타민 C 손실이 추가로 일어났다. 조리직후부터 배식까지의 총비타민 C 손실은 일반적 생산 공정과 비슷한 경향으로 나타났는데 이것은 처리과정에 의한 영향보다는 보관시간에 의한 자연적 손실로 추정되었다.

4) 잔류염소

일반적 생산과정(염소수 처리)과 전해수 적용 처리에 따른 샐러드 생산과정 중 전처리 단계에서 채취한 시료의 잔류염소 측정 결과는 각각 Table 20 및 21과 같다. 일반적인 샐러드 생산과정의 경우, 유효염소 100ppm의 차아염소산나트륨 용액에 5분간 침지한 직후 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 잔류염소는 각각 1.75, 1.16, 1.42ppm으로 높은 수치를 나타냈으나 수돗물로 4회의 헹굼과정을 거친 직후에는 0.01~0.02ppm으로 낮아져 일반 수돗물의 유효염소 수준보다 낮은 값을 보였다. 상수도에 있어서 염소처리 10분 후의 잔류염소가 0.2~0.4ppm이 되어야한다(69).

전해수(유효염소 165ppm)에 5분간 침지한 직후 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 잔류염소는 각각 0.03, 0.02, 0.02ppm으로 일반적인 샐러드 생산과정의 차아염소산나트륨 용액에 5분간 침지했던 시료에 비하여 1/58~1/70 수준으로 잔류염소

가 거의 소실되었으며 1회의 헹굼 직후 그 값이 0.01~0.02ppm으로 낮아져 4회의 헹굼과정을 거쳤던 일반적 샐러드 생산과정의 시료와 같은 수준으로 나타났다. 일반 염소수(차아염소산 나트륨 용액)은 잔류성이 높아 고농도로 사용시 여러 번의 헹굼과정을 통해 그 농도를 반드시 수돗물 수준으로 낮추어주어야 하지만(70, 71) 전해수의 활성염소는 자연광이나 유기물에 닿으면 매우 빠르게 분해하여 그 잔류성이 극히 낮아 인체 및 환경에도 안전할 뿐만아니라(44, 47, 53, 72) 헹굼과정을 크게 줄일 수 있어 조리시간의 단축과 노동의 절약효과 및 헹굼에 필요한 수도수의 양이 적게 소요된다는 이점이 있다고 생각된다.

Table 20. Quality evaluation[1] of salad at various phase in general product flow

Phase in product flow[2]	Food items	Moisture contents (%)	Water activity	pH	Vitamin C (mg%)	Residual chlorine(ppm)
Receiving raw ingredients	Head lettuce	96.36±0.06	0.96±0.01	6.53±0.06	8.21±0.47	
	Celery	92.81±0.04	0.94±0.03	6.13±0.02	14.00±0.03	
	Cherry tomato	93.24±0.30	0.94±0.00	4.09±0.04	22.41±2.96	
Holding	Head lettuce	96.35±0.07	0.96±0.07	6.56±0.03	8.28±0.57	
	Celery	92.83±0.04	0.95±0.02	6.14±0.01	13.63±0.50	
	Cherry tomato	92.75±1.06	0.93±0.05	4.07±0.03	22.03±2.43	
Pre-preparation						
Immersing in chlorine water	Head lettuce	96.97±0.06	0.97±0.01	6.45±0.02	5.68±0.40	1.75±0.13
	Celery	92.83±0.04	0.94±0.01	6.16±0.01	10.79±0.19	1.16±0.21
	Cherry tomato	93.32±0.73	0.95±0.02	4.22±0.03	19.75±0.24	1.42±0.03
Rinsing	Head lettuce	97.03±0.11	0.98±0.01	6.44±0.04	5.36±0.95	0.01±0.00
	Celery	93.36±0.76	0.94±0.05	6.13±0.01	10.60±0.06	0.02±0.01
	Cherry tomato	93.13±0.04	0.96±0.01	4.18±0.04	19.76±0.40	0.01±0.00
Cutting&Trimming	Head lettuce	96.03±0.05	0.96±0.00	6.44±0.07	5.38±0.98	N.D.[3]
	Celery	93.34±0.17	0.93±0.01	6.24±0.01	10.62±0.05	N.D.
	Cherry tomato	93.10±0.14	0.94±0.02	3.98±0.03	19.72±0.19	0.01±0.00
Mixing&Seasoning		93.54±0.49	0.94±0.00	3.66±0.02	18.27±0.04	
Holding		93.36±0.38	0.94±0.01	3.81±0.01	15.84±0.13	
Assembly&Service		92.53±0.59	0.93±0.01	3.80±0.03	15.13±0.84	

[1] Mean±standard deviation
[2] Samples were taken at the end of phase in product flow
[3] Not detected

Table 21. Quality evaluation[1] of salad at various phase in product flow with electrolyzed water

Phase in product flow[2]	Food items	Moisture contents (%)	Water activity	pH	Vitamin C (mg%)	Residual chlorine(ppm)
Receiving raw ingredients	Head lettuce	96.17±0.47	0.95±0.01	6.37±0.04	7.88±0.94	
	Celery	92.54±0.23	0.94±0.02	6.29±0.02	12.54±0.49	
	Cherry tomato	92.98±0.41	0.94±0.00	4.14±0.02	23.47±1.91	
Holding	Head lettuce	95.88±0.09	0.94±0.01	6.36±0.01	8.08±0.90	
	Celery	92.98±0.33	0.93±0.01	6.30±0.01	12.51±0.03	
	Cherry tomato	92.03±1.17	0.94±0.00	4.12±0.03	22.95±1.13	
Pre-preparation						
Immersing in electrolyzed water	Head lettuce	96.81±0.26	0.96±0.01	6.26±0.03	7.09±0.87	0.03±0.01
	Celery	93.61±0.35	0.94±0.01	6.26±0.03	11.31±0.55	0.02±0.00
	Cherry tomato	93.36±0.25	0.95±0.00	3.90±0.17	21.84±2.70	0.02±0.01
Rinsing	Head lettuce	96.27±0.23	0.96±0.02	6.33±0.04	6.89±1.14	0.02±0.00
	Celery	93.95±0.61	0.95±0.01	6.29±0.03	11.10±0.11	0.01±0.01
	Cherry tomato	93.16±0.06	0.95±0.01	4.02±0.18	21.95±0.86	0.01±0.00
Cutting&Trimming	Head lettuce	96.01±0.17	0.96±0.01	6.27±0.04	6.63±2.36	0.01±0.00
	Celery	93.50±0.03	0.93±0.02	6.23±0.09	11.81±1.74	N.D.[3]
	Cherry tomato	93.45±0.39	0.94±0.00	4.06±0.06	21.76±2.01	N.D.
Mixing&Seasoning		93.20±0.54	0.94±0.01	4.21±0.04	20.50±1.19	
Holding		93.41±0.39	0.94±0.01	4.02±0.01	18.82±0.13	
Assembly&Service		92.70±0.10	0.92±0.00	4.17±0.07	17.29±0.73	

[1] Mean±standard deviation
[2] Samples were taken at the end of phase in product flow
[3] Not detected

나. 사과

1) 수분함량

염소수 및 전해수로 세정 처리한 사과 생산과정에 있어 각 단계에서 채취한 시료의 평균 수분함량의 측정 결과는 Table 22에 나타난 바와 같다.

먼저, 대상 급식소의 전해수 처리의 경우, 원재료의 수분함량은 84.68%였으며 전처리 및 세정처리 후에는 85.87%로 0.98%의 증가율을 보였다. 보관과정에서는 큰 차이가 없었으며 배식 직전에는 평균 수분함량이 87.90%로 나타났다.

염소수 처리의 경우, 원재료의 수분함량은 87.76%였으며 전처리 및 세정처리 후에는 89.11%로 0.98%의 증가율을 보였다. 보관과정에서는 큰 차이가 없었으며 배식 직전에는 평균 수분함량이 88.05%로 나타났다. 이와같이 모든 처리구에서 절단과정 후에 수분함량이 높게 나타난 것은 갈변현상 방지를 위해 레몬액과 설탕물에 담갔다가 배식통에 담아 보관하여 수분이 증가한 것으로 생각된다.

Table 22. Moisture contents of apple at various phase in product flow with chlorine water and electrolyzed water.

Phase in product flow[1)]	Moisture contents (%)	
	EW[3)]	CW[4)]
Receiving Raw ingredients	84.68±0.33[2)]	87.76±0.50
Immersing in chlorine water	85.87±0.63	89.11±0.50
Peeling & Cutting	84.26±0.24	85.83±0.17
Holding	87.95±0.09	88.65±0.94
Assembly& Service	87.90±0.10	88.05±0.95

1) Samples were taken at the end of phase in product flow.
2) Mean±Standard deviation.
3) Product flow treated with EW.
4) Product flow treated with CW.

2) pH

처리구별에 따른 사과 생산과정에 있어 각 단계에서 채취한 시료의 pH 측정결과는 Table 23과 같다.

염소수처리의 경우, 원재료 pH는 4.9로 미생물 증식과 관련된 pH 범위에 해당되었지만 절단 후에 레몬즙의 첨가로 pH가 4.6으로 낮아졌으며 보관과 배식과정을 거치면서 다소 증가하여 되었으나 다소나마 미생물 증식의 억제를 기대할 수는 있었다.

반면에 전해수 처리의 경우, 원재료의 pH는 4.8 수준으로 전처리 및 세정과정에서는 4.7~4.9 수준으로 전해수의 영향은 거의 나타나지 않았으며 절단후 레몬즙의 첨가로 4.5로 낮아졌다.

Table 23. Changes in pH of apple at various phase in product flow with chlorine water and electrolyzed water.

Phase in product flow[1)]	pH	
	EW[3)]	CW[4)]
Receiving Raw ingredients	4.8±0.01[2)]	4.9±0.00
Immersing in chlorine water	4.9±0.01	4.8±0.01
Peeling & Cutting	4.7±0.00	4.7±0.01
Holding	4.5±0.02	4.6±0.02
Assembly& Service	4.7±0.01	4.9±0.01

1) Samples were taken at the end of phase in product flow.
2) Mean±Standard deviation.
3) Product flow treated with EW.
4) Product flow treated with CW.

3) 총비타민 C

처리구별 사과 생산과정의 각 단계에서 채취한 시료의 총비타민 C의 측정 결과는 Table 24에 제시한 바와 같다. 염소수 생산과정의 경우, 원재료 반입시 총 비타민C는 3.54 mg%였고 초기 보관단계까지 총비타민 C 함량의 변화는 거의 없었으나 염소수 침지처리 및 3회 헹굼후에 2.26 mg%로 낮아져 1.28 mg%의 감소율을 보였다. 반면에 전해수 처리를 한 경우에는 초기 1.29 mg%에서 보관 및 전해수 침지 후 1회 헹굼후, 원재료의 총비타민 C함량은 1.23 mg%의 완만한 감소율을 보였으며 염소수로 세정한 사과 생산과정에 비하여 1/2~1/3 수준의 낮은 감소율을 나타내었다. 절단시 총비타민 C 함량은 1.57 mg%에서 보관을 거치는 동안 2.45 mg%로 보관단계에서 비타민 C가 소량 증가한 것은 레몬즙에 1분 이상 담구어 두었다가 배식하였기 때문이다. 마지막 배식단계에서는 보관단계보다 0.18 mg% 낮아져 추가적인 손실이 일어났다. 이와같이 절단 직후부터 배식까지의 총비타민C 손실은 염소수 처리시와 비슷한 경향으로 나타났는데 이것은 조리실의 온도 및 처리시간에 의한 영향으로 추정되었다.

Table 24. Changes in total vitamin C content of apple at various phase in product flow with chlorine water and electrolyzed water.

Phase in product flow[1)]	Total vitamin C[2)]	
	EW[3)]	CW[4)]
Receiving Raw ingredients	1.19±0.00	3.54±0.01
Immersing in chlorine water	1.23±0.01	2.26±0.00
Peeling & Cutting	1.57±0.01	2.17±0.01
Holding	2.45±0.02	2.10±0.02
Assembly& Service	2.27±0.01	1.34±0.01

1) Samples were taken at the end of phase in product flow.
2) Mean±Standard deviation.
3) Product flow treated with EW.
4) Product flow treated with CW.

4) 잔류염소

처리구별 사과 생산단계별에서 채취한 시료의 잔류염소 측정 결과는 Table 25와 같다.

염소수로 처리한 사과의 경우, 유효염소 50 ppm의 차아염소산나트륨 용액에 5분간 침지한 직후 원재료의 잔류염소는 0.66 ppm을 나타냈으나 수돗물로 3회 헹굼 과정을 거친 직후에는 0.36 ppm으로 낮아져 일반 수돗물의 유효염소 수준의 범위 값을 보였다. 일반적으로 상수도로 세정처리 10분 후의 잔류염소 함량은 0.2~0.4 ppm 수준이다.

반면에 전해수에 5분간 침지후 1회 헹굼 처리한 후의 잔류염소는 0.01 ppm으로 염소수 처리의 차아염소산나트륨 용액에 5분간 침지했던 시료에 비하여 1/66 수준으로 잔류염소가 거의 소실되었으며, 1회의 헹굼 직후 그 값이 0.02 ppm 낮아졌으며 껍질제거, 절단과정을 거친 후에는 0.00 ppm으로 잔류염소가 거의 없는 것으로 나타났다.

Table 25. Changes in residual chlorine of apple at various phase in product flow with chlorine water and electrolyzed water.

Phase in product flow[1)]	Residual chlorine	
	EW[3)]	CW[4)]
Immersing in chlorine water	0.01±0.01[2)]	0.66±0.09
Rinsing	0.02±0.01	0.36±0.02
peeling & cutting	N. D.	0.30±0.02

1) Samples were taken at the end of phase in product flow.
2) Mean±Standard deviation.
3) Product flow treated with EW.
4) Product flow treated with CW.

3. 품목별 조리 및 급식단계에서의 미생물학적 품질평가

가. 채소 샐러드

일반적 생산과정(염소수 처리)과 전해수 적용 처리에 따른 샐러드 생산과정의 각 단계에서 채취한 시료의 미생물 분석결과는 각각 Table 26 및 27과 같다. 일반적인 샐러드 생산과정의 경우, 검수 직후 원재료인 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 총균수는 각각 1.38×10^5, 1.98×10^6, 1.47×10^5 CFU/g였고 대장균군수는 각각 7.10×10^3, 4.30×10^2, 8.15×10^4 CFU/g로 Solberg 등(22)이 제시한 원재료의 미생물적 안전기준치인 총균수 10^6 CFU/g이하, 대장균군수 10^3 CFU/g이하를 대부분 초과하여 초기단계의 위해요소로 지적되었다. 전처리 전, 93분간의 보관단계에서는 총균수가 1.43×10^5~2.05×10^6CFU/g, 대장균군수가 2.60×10^2~7.80×10^4 CFU/g로 미생물 수치가 약간 증가하였으나 큰 변화는 없었다. 전처리 단계의 염소수 침지 직후에는 총균수가 1.75×10^3~2.61×10^4CFU/g, 대장균군수가 4.90×10~1.58×10^3 CFU/g로 염소수 처리전보다 1/10~1/80 수준으로 감소하여 방물토마토의 대장균군수를 제외하고 모두 기준치를 만족하였으며 4회의 헹굼과정 후에는 미생물 수치의 변화가 미미하였다. 허 등(13)은 돌나물 생채의 원재료의 총균수와 대장균군수가 대부분 안전기준치를 초과했으나 씻는 과정에서 총균수만이 기준치 이하로 감소하였다고 보고하여 수돗수만으로는 생채소의 적절한 위생처리가 이루어지지 않음을 시사하였다.

한편, 썰기와 다듬기 과정에서 양상추 등의 모든 재료는 다시 미생물 수치가 조금씩 증가하였고 특히 방울토마토의 대장균군수가 기준치를 초과하였다. 이는 각 단계에서 손으로 다루는 과정에서 미생물의 교차오염도이 증가하므로 샐러드와 같이 가열하지 않는 음식은 전처리 단계에서 손으로 다루는 과정을 최소할 필요가 있으며 준비된 즉시 4℃이하의 냉장보관을 함으로써 배식 전까지의 미생물 증식을 방지할 필요가 있다(36).

조리직후에는 총균수가 1.51×10^5CFU/g, 대장균군 수가 2.05×10^2CFU/g로 급식단계 음식의 미생물적 안전기준치인 총균수 10^5이하, 대장균군수 10^2이하를 초과하였으며 48분간의 보관단계와 24분간의 배식단계를 거치면서 조리직후보다 총균수는 약 5배, 대장균군수는 약 2배가 더 증가하여 초기 원재료의 미생물 수치와 비슷한 수준이 되었다.

이와같은 연구결과는 김 등(6)의 연구에서도 야채샐러드 원재료의 총균수와 대

장균군수가 조리 후와 거의 비슷하였으며, 유 등(15)도 생채류 원재료의 일반세균수가 조리 후 음식의 일반세균수 및 대장균군수와 비슷하여 생채류의 조리특성상 원재료의 위생상태가 그대로 전이되어 전반적으로 위생상의 문제가 있으므로, 가열조리과정이 없는 음식의 경우 급식에 있어서 원재료의 위생관리가 철저히 요망된다고 하였다.

차아염소산나트륨은 *L. monocytogenes*균과 같은 일부 특정 균에 대한 항균효과는 좋은 것으로 밝혀졌으나 소독제로서 야채류의 표면에 부착된 미생물을 제거하는 데는 큰 효력이 없는 것으로 보고되었는데 그 이유는 여러 가지 요인 중에서 차아염소산나트륨 용액이 야채류의 표면에 존재하는 왁스층의 소수성 표면을 침투하지 못하기 때문인 것으로 알려져 있다(73). 세균성 식중독균의 분리시험 결과, *E. coli, Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*는 전 단계에서 음성반응을 나타내었다.

결과적으로 일반적 생산과정에서 조리된 샐러드는 염소수 소독에도 불구하고 시간이 경과함에 따라 미생물이 증식하여 안전기준치를 초과하였으므로 중요관리점으로는 원재료의 초기균수를 최대한 낮출 수 있도록 최상의 원료를 구입하고 생산단계의 시간단축, 보관단계에서의 냉장온도 유지 및 위생적인 기구사용 등에 의한 교차오염 억제와 전처리 과정에서 좀 더 효과적인 세척과 소독이 이루어지도록 새로운 위생관리방안을 강구해야 할 것으로 판단되었다.

한편, 전해수를 적용한 샐러드 생산과정의 경우, 검수 직후 원재료인 양상추, 샐러리 및 방울토마토의 총균수는 각각 6.40×10^5, 1.25×10^6, 2.42×10^5 CFU/g였고 대장균군수는 각각 3.85×10^3, 6.10×10^2, 1.02×10^4 CFU/g로 원재료의 미생물적 안전기준치를 대부분 초과하였다. 전처리 전, 106분간의 보관단계에서는 총균수가 2.80×10^5~1.30×10^6 CFU/g, 대장균군수가 6.50×10^2~1.37×10^4 CFU/g로 미생물 수치가 약간 증가하였으나 큰 변화는 없었다. 전처리 단계의 전해수 침지 직후, 총균수는 3.45×10~5.60×10^2 CFU/g, 대장균군수는 방울토마토만이 3.60×10 CFU/g였고 양상추와 샐러리에서는 대장균군이 전혀 검출되지 않았다. 이것은 전해수 처리전 원재료보다 1/380~1/10,000 수준으로 크게 감소한 것으로 모두 기준치를 만족하였으며 1회의 헹굼과정 후에는 미생물 수치의 변화가 거의 없었다.

썰기와 다듬기 과정에서 양상추의 대장균군수와 샐러리의 총균수가 약간 증가하였으나 모두 기준치를 만족하였으며 앞의 일반적 생산과정에 비하여 현저히 낮은 수준이었다. 이것은 샐러드 생산에 사용되는 칼, 도마, 용기 및 싱크대, 작

업대와 고무장갑 등을 작업시작단계에서 미리 전해수로 1회 세척한 결과 교차오염이 효과적으로 방지된 때문으로 생각된다. 조리직후에는 총균수가 3.35×10^2 CFU/g, 대장균군수가 2.50×10 CFU/g로 급식단계 음식의 미생물적 안전기준치인 총균수 10^5 CFU/g이하, 대장균군수 10^2 CFU/g이하를 만족하였으며 47분간의 보관단계와 28분간의 배식단계를 거치면서 조리직후보다 총균수는 약 3배, 대장균군 수는 약 1.3배의 수가 증가하였으나 급식단계의 안전기준치를 모두 만족하였으며 일반적 생산과정에 비하여 총균수는 1/700, 대장균군수는 1/13 수준이었다. 또한, 세균성 식중독균의 분리시험 결과, *E. coli, Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*는 전 단계에서 음성반응을 나타내었다.

전해수를 적용한 생산과정의 샐러드는 일반적 생산과정에 비하여 작업장의 온도가 평균 2℃가 높았고 원재료의 초기균수가 기준치를 초과했음에도 불구하고 모든 작업 단계에서 미생물의 수준이 안전기준치를 모두 만족할 수 있었으므로 가열과정이 없는 샐러드의 조리특성상 전해수의 이용이 일반적 생산과정의 중요관리점으로 지적되었던 사항을 충분히 개선, 제어할 수 있는 매우 효과적인 새로운 위생관리방안으로 판단되었다.

Table 26. Microbiological evaluation of salad at various phase in general product flow

Phase in product flow[1)]	Food items	Total plate count (CFU/g)	Coliforms (CFU/g)	*E. coli*	*Salmonella* spp.	*Staphyllo-coccus aureus*
Receiving Raw ingredients	Head lettuce	1.38×10^5	7.10×10^3	— [2)]	—	—
	Celery	1.98×10^6	4.30×10^2	—	—	—
	Cherry tomato	1.47×10^5	8.15×10^4	—	—	—
Holding	Head lettuce	$1.43.\times10^5$	8.00×10^3	—	—	—
	Celery	2.05×10^6	4.60×10^2	—	—	—
	Cherry tomato	1.59×10^5	7.80×10^4	—	—	—
Pre-preparation						
Immersing in chlorine water	Head lettuce	$1.75.\times10^3$	2.96×10^2	—	—	—
	Celery	2.61×10^4	4.90×10	—	—	—
	Cherry tomato	2.84×10^3	1.58×10^3	—	—	—
Rinsing	Head lettuce	$1.72.\times10^3$	2.70×10^2	—	—	—
	Celery	1.95×10^4	5.20×10	—	—	—
	Cherry tomato	2.48×10^3	1.29×10^3	—	—	—
Cutting & Trimming	Head lettuce	3.45×10^3	6.20×10^2	—	—	—
	Celery	1.05×10^5	6.50×10	—	—	—
	Cherry tomato	1.38×10^4	6.90×10^3	—	—	—
Mixing & Seasoning		1.51×10^5	2.05×10^2	—	—	—
Holding		5.25×10^5	2.35×10^2	—	—	—
Assembly & Service		6.91×10^5	4.30×10^2	—	—	—

1) Samples were taken at the end of phase in product flow
2) A value of - indicates that the sample was negative by enrichment

Table 27. Microbiological evaluation of vegetable salad at various phase in product flow with electrolyzed water

Phase in product flow[1]	Food items	Total plate count (cfu/g)	Coliforms (cfu/g)	*E. coli*	*Salmonella* spp.	*Staphyllo-coccus aureus*
Receiving Raw ingredients	Head lettuce	6.40×10^5	3.85×10^3	—[3]	—	—
	Celery	1.25×10^6	6.10×10^2	—	—	—
	Cherry tomato	2.42×10^5	1.02×10^4	—	—	—
Holding	Head lettuce	$7.05.\times10^5$	3.04×10^3	—	—	—
	Celery	1.30×10^6	6.50×10^2	—	—	—
	Cherry tomato	2.80×10^5	1.37×10^4	—	—	—
Pre-preparation						
Immersing in electrolyzed water	Head lettuce	7.00×10	ND[2]	—	—	—
	Celery	5.60×10^2	ND	—	—	—
	Cherry tomato	3.45×10	3.60×10	—	—	—
Rinsing	Head lettuce	7.85×10	ND	—	—	—
	Celery	5.30×10^2	ND	—	—	—
	Cherry tomato	3.78×10	3.10×10	—	—	—
Cutting & Trimming	Head lettuce	3.65×10	2.60×10	—	—	—
	Celery	8.37×10^2	ND	—	—	—
	Cherry tomato	5.28×10	2.10×10	—	—	—
Mixing & Seasoning		3.35×10^2	2.50×10	—	—	—
Holding		9.70×10^2	1.30×10	—	—	—
Assembly & Service		9.90×10^2	3.20×10	—	—	—

[1] Samples were taken at the end of phase in product flow
[2] Not detected
[3] A value of - indicates that the sample was negative by enrichment

나. 사과

일반적 염소수처리와 전해수 처리에 따른 사과 생산과정의 각 단계에서 채취한 시료의 미생물 분석결과는 Table 28 및 29와 같다.

염소수 처리한 사과의 경우, 검수 직후 원재료의 총균수는 4.65×10^4CFU/g, 대장균군수 1.60×10^2 CFU/g, *Staphylococcus aureus*는 음성이었으며 총균수의 경우는 10^6 CFU/g이하의 범위에 있어 원재료의 오염도는 높지 않으나 위생관리는 필요한 것으로 판단되었다.

전처리 단계에서는 염소수 침지 후 3회 수도수로 헹굼한 후의 총균수는 10^2 CFU/g으로 감소하였으며 절단과정, 보관 및 배식 단계에서 각각 1.40×10^3 CFU/g, 1.55×10^3CFU/g, 6.20×10^3CFU/g로 경미한 변화가 있었다. 대장균군수는 염소수 침지후 3회 헹굼후에 음성이었으며, 껍질제거 및 절단 후, 보관 단계, 배식 단계에서 각각 1.95×10^2 CFU/g, 2.10×10^2 CFU/g, 3.00×10^2 CFU/g으로 나타나 미생물수의 변화는 거의 없었다. 또한, *Staphylococcus aureus*는 모든 단계에서 음성으로 나타났다.

한편, 전해수로 처리한 경우 검수 직후 원재료의 총균수는 1.13×10^4CFU/g, 대장균군수는 2.00×10^1CFU/g, *Staphylococcus aureus*는 음성으로 나타났다.

전처리 단계의 전해수 침지 후 1회 수도수로 헹굼후의 총균수는 10^3 CFU/g로 감소하였으며 절단과정, 보관 및 배식 단계에서 각각 7.50×10^2 CFU/g, 9.50×10^2 CFU/g, 2.05×10^3CFU/g로 약간의 변화가 있었다. 대장균군수는 전해수 침지후 1회 헹굼후에 껍질제거와 절단후, 보관 단계, 배식 단계에서 각각 1.00×10^1 CFU/g, 1.00×10^2 CFU/g, 2.80×10^2 CFU/g로 나타나 미생물의 변화는 거의 없었다. 또한 *Staphylococcus aureus* 는 모든 단계에서 음성으로 나타났다. 이와 같은 결과는 원재료의 미생물 오염도가 기준치보다 낮았기 때문에 세정수 처리 후 미생물 수치가 낮아진 경향으로 볼 수 있었다.

한편, Bryan(74)은 급식소에서 발생하는 식중독의 대부분은 조리원의 청결, 시설, 기구의 위생관리, 원재료로부터의 오염방지, 적절한 냉장 단계로부터 예방할 수 있다고 하였으므로 적절한 대처가 요구된다고 하였다. 따라서 취급시간을 최소화할 필요가 있으며 준비된 즉시 4℃이하의 냉장보관을 함으로써 배식 전까지의 미생물 증식을 방지할 수 있어야 한다.

또한, 김과 정(75)의 연구에서도 부추의 부착 미생물(총균, 대장균군)수는 20℃에서 0.5% 식초용액으로 소독하면 미생물수가 감소한다는 비슷한 결과를 보여주어

식초의 영향으로 배식 시까지 미생물의 수가 크게 늘지 않았던 것으로 생각된다.

Table 28. Total plate count evaluation of apple at various phase in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

Phase in product flow[1)]	Total plate count (CFU/g)	
	EW[2)]	CW[3)]
Receiving Raw ingredients	1.13×10^4	4.65×10^4
Immersing in chlorine water & Rinsing	1.00×10^1	4.00×10^2
Peeling & Cutting	7.50×10^2	1.40×10^3
Holding	9.50×10^2	1.55×10^3
Assembly& Service	2.05×10^3	6.20×10^3

1) Samples were taken at the end of phase in product flow.
2) Product flow treated with electrolyzed water.
3) Product flow treated with immersed in chlorine water.

Table 29. Coliform count evaluation of apple at various phase in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

Phase in product flow[1)]	Coliform count(CFU/g)	
	EW[2)]	CW[3)]
Receiving Raw ingredients	2.00×10^1	1.60×10^2
Immersing in chlorine water & Rinsing	ND[4)]	ND
Peeling & Cutting	1.00×10^1	1.95×10^2
Holding	1.00×10^2	2.10×10^2
Assembly& Service	2.80×10^2	3.00×10^2

1) Samples were taken at the end of phase in product flow.
2) Product flow treated with electrolyzed water.
3) Product flow treated with immersed in chlorine water.
4) Not detected.

Table 30. *Staphylococcus aureus* evaluation of apple at various phase in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

Phase in product flow[1)]	*Staphylococcus aureus*(CFU/g)	
	EW[2)]	CW[3)]
Receiving Raw ingredients	ND[4)]	ND
Immersing in chlorine water & Rinsing	ND	ND
Peeling & Cutting	ND	ND
Holding	ND	ND
Assembly& Service	ND	ND

1) Samples were taken at the end of phase in product flow.
2) Product flow treated with electrolyzed water.
3) Product flow treated with immersed in chlorine water.
4) Not detected.

한편, 농촌지역의 공동조리 형태와 도시형의 단독조리 형태에서 사과를 대상으로 세정 처리시 기존의 염소수와 전기분해수 처리에 따른 각 단계별 미생물 살균효과를 비교한 결과를 Fig. 24에 나타내었다.

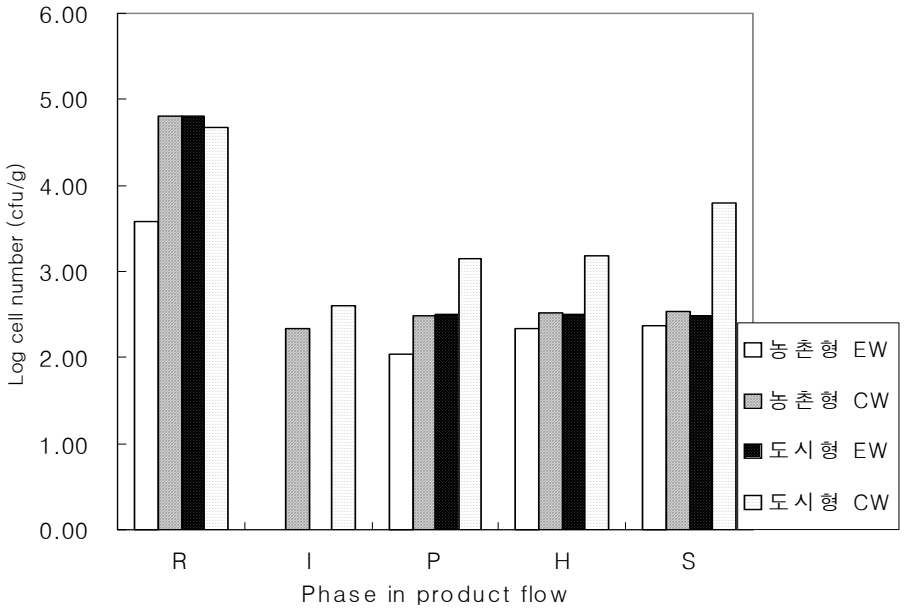


Fig 24. Comparison of total plate count on apples in rural area and urban area by using EW and CW.

R Receving raw ingredients.
I Immersing in chlorine water & Rinsing.
P Peeling & Cutting.
H Holding.
S Assembly& Service.

4. 사용 기기 및 용기에 대한 미생물학적 평가

가. 채소 샐러드

집단급식소에서 일어날 수 있는 모든 활동 중 위해요소의 종류 및 범위는 상당히 넓으나 급식소에서 사용되는 조리기구 및 용기, 급식소 환경 또한 중요한 부분을 차지하고 있는 바, 채소 샐러드 생산과정의 각 단계에서 사용한 기구와 용기에 대한 미생물 분석 결과는 Table 30 및 31과 같다.

Harrigan과 Mccance(24)는 기구와 용기에 대한 미생물 기준을 제시하였는데 총균수는 100cm^2당 500미만은 만족할 만한 수준이고 500~2500은 시정을 필요로 하며, 2500이상일 때는 즉각적인 조치를 강구해야 한다고 하였으며, 대장균군수는 100 cm^2 당 10이하여야 하며, 전혀 분리되지 않아야 양호하다고 평가하였고 Snyder(25)는 도마의 세척·소독 직후 일반세균수가 $inch^2$당 30이하가 적절한 수준이라고 하였다. 이 기준과 비교해볼 때 일반적 생산과정의 경우, 조리종사자가 착용한 고무장갑은 총균수가 2.89×10^3 CFU/100cm^2, 대장균군수가 6.50×10^2 CFU/100cm^2로 즉각적인 조치를 강구해야 하는 수준으로 나타났다. 배(8)는 단체급식소의 HACCP 제도 도입에 따른 개선효과에 관한 연구에서 작업 중의 고무장갑과 손의 미생물 수준을 비교해 보았을 때, 맨손보다는 조리용 고무장갑을 착용하고 작업하는 것이 더 위생적이었으나 고무장갑의 경우도 안심할 수 있는 수준은 아니므로 손 세척방법과 동일하게 세척, 소독하면서 작업해야 한다고 하였다.

썰기 단계에 사용된 칼과 도마도 각각 총균수는 2.45×10^3, 5.36×10^3 CFU/100cm^2, 대장균군수는 4.60×10^2, 5.15×10^1 CFU/100cm^2로 기준치를 훨씬 초과하여 즉각적인 조치를 강구해야 하는 수준으로 나타났다. 이밖에 채소를 건져두었던 플라스틱 광주리, 배식용기 및 행주는 총균수가 7.95×10^2~2.34×10^3 CFU/100cm^2으로 시정이 필요한 수준이었으며, 대장균군수는 배식용기에서만 전혀 분리되지 않아 양호한 수준이었고 나머지는 4.50~7.95×10^1 CFU/100cm^2로 기준치를 훨씬 초과하였다. 싱크대는 모두 만족할만한 수준이었으나 주방바닥은 미생물의 오염 상태가 매우 심각한 것으로 나타났다. 이는 작업장을 구역별로 구분하기에는 작업장의 크기가 협소하였으며, 작업량에 비하여 전처리 작업구역이 너무 좁고 동선의 빈번함으로 인한 교차오염 때문으로 생각된다. 그러나 *Staphylococcus aureus*는 모두 음성으로 나타났다.

Bryan(76)이 미국 내에서 집계한 자료에 의하면 급식소에서 발생한 식중독의 원인 중 교차오염에 의한 것이 6%, 기구의 부적절한 세척에 의한 것이 9%로 나타났다. 계(42)는 조리기구 미생물 평가 결과, 칼의 총균수가 최대 3.52 log CFU/100cm^2, 대장균군수는 최대 3.23 log CFU/100cm^{2}로 여러 기준과 비교해 볼 때 위험수준이었고 행주의 총균수도 조사대상 9개 업소에서 모두 기준치를 초과하였고 대장균군은 3개소만이 양호한 상태였다고 보고하였다. 곽 등(77)은 학교급식소의 사용기기 및 용기의 분석결과 식판표면의 총균수가 대부분 시정을 필요로 하거나 즉각적인 조치를 취해야 할 수준이었으며, 사용하는 도마 역시 교차오염 가능성이 존재하여 위생대책이 요구된다고 보고하였고 Stauffer(78)도 싱크대와, 칼, 도마, 손 등을 통한 재오염에 의해 식중독이 발생할 수 있다고 보고하였다. 급식생산 과정에 사용되는 기구 및 용기의 미생물 분석결과 총균수, 대장균군수 모두 대체로 기준치를 초과하였다. 이는 적절한 세척, 소독이 이루어지지 않았거나 세척 및 건조 후 적절한 장소에 보관되지 못하고 공기중에 장시간 노출로 낙하미생물 등에 기인한 것으로 생각된다.

한편, 전해수(무격막; EW-3)를 조리과정의 사용기구, 용기 및 작업장 위생처리에 적용하여 작업 시작단계에 1회 세척한 결과, 조리종사자가 착용한 고무장갑의 총균수는 2.00×10^1 CFU/100cm^2, 대장균군수는 전혀 검출되지 않아 안전기준치를 모두 만족하였으며 썰기에 사용된 칼과 도마도 각각 총균수는 2.11×10^1, 4.50×10^1 CFU/100cm^2, 대장균군수는 전혀 검출되지 않아 안전기준치를 모두 만족하는 수준으로 나타났다.

이밖에 야채를 건져두었던 배식용기, 행주 및 싱크대는 총균수와 대장균군수 모두 전혀 분리되지 않아 매우 양호한 수준이었고 플라스틱 광주리와 주방바닥은 총균수가 각각 1.15×10^1, 6.80×10^2 CFU/100cm^2, 대장균군수는 전혀 검출되지 않아 기준치를 모두 만족하였고 *Staphylococcus aureus*는 모두 음성으로 나타났다. 이는 샐러드 전처리단계 중 썰기와 다듬기 과정에서 조리종사자의 손이나 칼, 도마 등에 의한 교차오염이 효과적으로 방지되었다는 결과를 잘 뒷받침하는 것으로 무격막 전해수는 기구 및 용기 세척에 있어서 단순 세척만으로도 급식소의 위생적인 개선효과와 경제성을 모두 만족시킬 수 있다고 판단된다.

Table 30. Microbiological evaluation of utensil and equipment used in general product flow

Utensil & equipment	Total plate count (CFU/100cm^2)	Coliform count (CFU/100cm^2)	*Staphylococcus aureus*
Rubber gloves	2.89×10^3	6.05×10^2	–[2)]
Chef knife	2.45×10^3	4.60×10^2	–
Cutting board	5.36×10^3	5.15×10	–
Wicker basket	2.34×10^3	7.95×10	–
Serving dish	7.95×10^2	ND[1)]	–
Dishcloth	8.95×10^2	4.50×10	–
Sink	2.50×10	ND	–
Bottom of kitchen	1.15×10^5	1.53×10^4	–

1) Not detected
2) A value of – indicates that the sample was negative by enrichment

Table 31. Microbiological evaluation of utensil and equipment used in product flow with electrolyzed water

Utensil & equipment	Total plate count (CFU/cm^2)	Coliform count (CFU/cm^2)	*Staphylococcus aureus*
Rubber gloves	2.00×10	ND	–[2)]
Chef knife	2.11×10	ND	—
Cutting board	4.50×10	ND	—
Wicker basket	1.15×10	ND	—
Serving dish	ND[1)]	ND	—
Dishcloth	ND	ND	—
Sink	ND	ND	—
Bottom of kitchen	ND	ND	—

1) Not detected
2) A value of – indicates that the sample was negative by enrichment

나. 사과

농촌지역의 공동조리 형태와 도시형의 단독조리 형태에 있어 사과를 대상으로 기존의 염소수와 전기분해수 처리에 따른 각 단계별로 사용한 기구 및 용기에 대한 미생물 살균효과를 조사하였다.

1) 검수대

검수대는 조리실에 검수할 식재료를 올려놓고 검수하는 기구로 Table 32에서 보는 바와같이 총균수는 조리전 전해수 처리구가 염소수 처리구에 비해 1/130 감소되었고, 조리후는 모든 처리구에서 증가하였다. 대장균군은 농촌지역이 조리전 전해수 처리시 10^1 CFU/cm^2 검출 되었는바, 이는 전날 세척 소독후의 뒷처리 미비로 발생된 것으로 생각되었다. 그리고 조리전 염소수로 처리한 경우 대장균군이 검출되지 않았으며 조리 후에는 전해수 및 염소수 처리구가 각각 3.00×10^2 CFU/cm^2, 2.25×10^3 CFU/cm^2로 나타났다. 이는 Harrigan과 Mccance가 기구와 용기에 대한 미생물 기준을 제시한 바에 따르면 총균수가 100cm^2당 500미만은 만족할 만한 수준이고 500~2500는 시정을 필요로 하며, 2500이상일 때는 즉각적인 조치를 강구해야 한다고 하였으며, 대장균군수는 100cm^2 당 10이하여야 하며 전혀 분리되지 않아야 양호하다고 평가할 수 있다고 밝혔는 바, 이 기준과 비교해 볼 때 총균수는 모든 처리구에서 시정을 필요로 하는 수준이었다.

2) 작업대

작업대는 조리실에서 모든 식재료의 전처리를 비롯하여 썰기, 조리후 처리를 하는 곳으로 Table 33에서 보는 바와같이 농촌지역의 경우 총균수는 조리전에 전해수로 처리한 경우가 염소수로 처리 했을 때보다 약간 높게 검출되었고, 조리후는 미생물이 10^2~10^3 CFU/cm^2증가하였으나 세척·소독 후에는 검출되지 않았다. 도시형에 있어 총균수는 조리전 전해수 처리구에서는 검출되지 않았으나 염소수 처리구는 조리전 3.50×10^1 CFU/cm^2로 나타났다. 조리후는 전해수 및 염소수 처리구 모두에서 균수가 증가하였으며 특히 염소수는 1.70×10^5CFU/cm^2로 나타나 기준치를 훨씬 초과하였고 미생물의 오염상태가 매우 심각한 것으로 조사되었다.

대장균군에 있어서도 농촌지역에 있어 전해수 및 염소수 처리구 모두 음성으로 나타났으나 도시형의 경우 염소수가 조리후에 5.45×10^2 CFU/cm^2 수준으로 나타났다. 이는 Harrigan과 MacCanes(79)에 의한 기구, 설비 및 용기에 대한 미생물적 수준평

가에서 대장균군수는 100cm^{2}당 10이하가 되어야 하며 하나도 분리되지 않아야 양호한 수준이라고 정의하였으나 위 기구의 기준치는 위생상태가 단적으로 미흡함을 보여주고 있다.

Table 32. Microbiological evaluation of receiving board used in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

		Total plate count (CFU/cm^2)		Coliform count (CFU/cm^2)	
		EW[1)]	CW[2)]	EW[1)]	CW[2)]
In rural area (Commissary system)	Before cooking	1.62×10^3	1.85×10^4	3.50×10^1	ND[3)]
	After cooking	1.55×10^2	8.70×10^5	3.00×10^2	2.25×10^3
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND
In urban area (Conventional system)	Before cooking	ND	1.30×10^2	ND	ND
	After cooking	1.89×10^3	1.70×10^3	ND	3.10×10^2
	Washing & after disinfection	ND	2.00×10^1	ND	ND

1) Electrolyzed water.
2) Immersed in chlorine water.
3) Not detected.

곽 등(80)의 연구에 의하면 김발을 사용하여 작업할 경우 완성된 김밥이 직접 닿는 작업대 표면의 위생상태가 매우 불량하다고 밝혀진바 있다. 또한 김(82)의 부산지역 4학교의 급식기구의 소독실태에 관한 연구에서도 4학교 중 2곳이 1.2×10^4~3.5×10^5 CFU/cm^{2}의 균이 검출되어 즉시 시정을 요구하는 수준이었다고 조사되었다. 이 결과로 볼 때 본 연구의 결과도 오염 상태가 높아 작업대의 조리후 위생상태가 철저히 관리되어야 할 것으로 생각된다. 즉, 대상 학교의 학생수가 1,600명 이상의 인원임을 감안할 때 조리전, 조리후, 세척소독후의 관리가 미흡하면 교차오염의 근원이 될 수 있는 작업대가 식중독 원인균의 오염원이 될 수 있으므로 반드시 조리 후에는 세척 소독할 수 있도록 지도해야 할 것으로 본다.

Table 33. Microbiological evaluation of work table used in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

		Total plate count (CFU/cm^2)		Coliform count (CFU/cm^2)	
		EW[1]	CW[2]	EW	CW
In rural area (Commissary system)	Before cooking	9.00×10^1	6.00×10^1	ND[3]	ND
	After cooking	5.45×10^2	5.80×10^3	ND	ND
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND
In urban area (Conventional system)	Before cooking	ND	3.50×10^1	ND	ND
	After cooking	4.1×10^1	1.70×10^5	ND	5.45×10^2
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND

[1] Electrolyzed water.
[2] Immersed in chlorine water.
[3] Not detected.

3) 운반 카트

운반 카트는 급식소에서 통상적으로 기구 또는 식재료의 운반에 사용하는 도구로 Table 34에 나타낸 바와같이 농촌형의 경우 전해수 처리구의 조리전 단계의 총균수는 1.55×10^2 CFU/cm^2이며, 염소수 처리구는 1.85×10^4 CFU/cm^2로 나타났다. 사용후 전해수 및 염소수 각각 1.62×10^3, 8.70×10^4 CFU/cm^2로 미생물 오염이 심각한 수준이었으나 세척·소독후에는 모든 처리구에서 검출되지 않았다. 도시형은 전해수 처리구의 조리전 단계에서는 총균수가 검출되지 않았으나 염소수 처리구는 2.55×10^2 CFU/cm^2로 나타나 소독효과가 부족한 것으로 생각되었다. 조리 후에는 전해수 및 염소수 처리구가 각각 1.62×10^3 CFU/cm^2, 3.85×10^3 CFU/cm^2 수준으로 증가하였으나 세척소독후에는 검출되지 않았다.

대장균군수도 총균수와 마찬가지로 조리 후에는 균수가 증가하였으나 세정처리 후에는 검출되지 않았다.

정과 류(81)는 운반대 바구니에서 수 만군이상의 세균이 오염된 것으로 조사되었다고 밝혔는데 이는 운반대가 급식소에서 식품을 비롯한 여러 가지 물건을 넣고 여러 곳으로 이동하는데 이용되기 때문에 운반대를 통한 2차오염이 많을 것으로

예상되기 때문이라고 하였다. 본 연구에서 나타난 결과에서도 사용하기 전에 올바르게 소독되지 않아 미생물이 많이 잔존해 있음을 볼 수 있었다. 따라서 여러 물건을 옮기는 운반카트는 특히 미생물이 증가되기 쉬우므로 세척에 유의하고 소독을 철저히 해야 할 것으로 판단되었다.

Table 34. Microbiological evaluation of cart for equipment used in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

		Total plate count (CFU/cm^2)		Coliform count (CFU/cm^2)	
		EW[1)]	CW[2)]	EW[1)]	CW[2)]
In rural area (Commissary system)	Before cooking	1.55×10^2	1.85×10^4	3.00×10^1	ND[3)]
	After cooking	1.62×10^3	8.70×10^4	3.50×10^2	2.25×10^3
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND
In urban area (Conventional system)	Before cooking	ND	2.55×10^2	ND	ND
	After cooking	1.62×10^3	3.85×10^3	2.40×10^3	2.20×10^4
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND

1) Electrolyzed water.
2) Immersed in chlorine water.
3) Not detected.

4) 도마 및 칼

사과 생산과정에서 비교적 오염도가 높은 기구에 속하는 도마와 칼을 대상으로 염소수 및 전해수 처리에 따른 미생물 분석 결과는 Table 35 및 36에 나타내었다. 먼저 Table 35에 나타낸 도마를 살펴보면, 농촌형의 경우 조리 전에는 전해수 및 염소수 처리구 모두에서 총균수가 검출되지 않았으나 조리후에 전해수 처리구는 7.55×10^3 CFU/cm^2이며, 염소수 처리구는 1.42×10^5 CFU/cm^2로 나타나 Harrigan과 McCance(79)이 제안한 한계 범위를 벗어나 오염이 매우 높은 수준이었다. 그리고 도시형에 있어서도 조리후 전해수 및 염소수 처리구에서 각각 1.67×10^5 CFU/cm^2, 1.80×10^5 CFU/cm^2로 나타났으며, 대장균군에 있어서도 조리후에는 $1.56\sim9.10\times10^3$ CFU/cm^2 수준으로 나타나 오염이 심각함을 보여주었다. 그

리고 Table 36과 같이 칼의 경우에도 조리 후에는 전해수 및 염소수 처리구에서 각각 3.20×10^3 CFU/cm^2, 5.05×10^4 CFU/cm^2으로 나타났으며 대장균군에 있어서도 조리 후에는 10^3 CFU/cm^2 수준으로 검출되었으나 전해수 처리 및 염소수 처리 후에는 모두 검출되지 않는 것으로 나타났다.

이러한 결과로 미루어 볼 때 도마 및 칼은 조리 후에는 오염의 우려가 매우 높았지만 사용후 반드시 세척 및 소독을 함으로써 미생물 수치를 감소시킬 수 있음을 보여주었다.

한편, 김(81)의 조사에 의하면 단체급식소에서 도마는 주로 화학제 소독(차아염소산나트륨)과 열탕소독을 사용하여 대체로 잘 실시하고 있었으나 완전 건조가 불가한 환경으로 인해 위생문제를 일으킬 가능성이 있다고 하였으며, 허(82)의 연구에서도 도마와 칼은 1일 1회 열탕소독을 실시하고 있었으나 그 외의 다른 소독은 하지 않고 있었다고 보고한 바 있다. 이와는 반대로 전 등(83)의 연구에 의하면 학교급식소의 가열조리 및 가열조리 후처리공정의 미생물적 평가 결과, 실험에 사용한 모든 용기, 도마, 칼, 위생장갑 등에 대한 미생물적 품질 수준은 만족할 만한 수준이었다고 보고하였다.

Table 35. Microbiological evaluation of cutting board used in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

		Total plate count (CFU/cm^2)		Coliform count (CFU/cm^2)	
		EW[1]	CW[2]	EW[1]	CW[2]
In rural area (Commissary system)	Before cooking	ND[3]	ND	ND	ND
	After cooking	7.55×10^3	1.42×10^4	2.15×10^3	1.56×10^3
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND
In urban area (Conventional system)	Before cooking	ND	1.49×10^3	ND	3.90×10^2
	After cooking	1.67×10^5	1.80×10^5	9.10×10^3	2.85×10^3
	Washing & after disinfection	ND	1.70×10^2	ND	ND

[1] Electrolyzed water.
[2] Immersed in chlorine water.
[3] Not detected.

Table 36. Microbiological evaluation of knife used in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

		Total plate count (CFU/cm^2)		Coliform count (CFU/cm^2)	
		EW[1]	CW[2]	EW[1]	CW[2]
In rural area (Commissary system)	Before cooking	ND[3]	ND	ND	ND
	After cooking	3.20×10^3	5.05×10^4	1.50×10^1	5.55×10^3
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND
In urban area (Conventional system)	Before cooking	2.00×10^1	4.00×10^1.	ND	ND
	After cooking	1.95×10^2	3.15×10^3.	1.00×10^2	3.20×10^3.
	Washing & after disinfection	ND	2.50×10^1	ND	ND

[1] Electrolyzed water.
[2] Immersed in chlorine water.
[3] Not detected.

5) 사과 껍질 제거 및 분할기

Peeler는 급식소에서 과일의 껍질을 제거하거나 채소류 무, 당근 등의 껍질제거용으로 사용하는 기구로서, 본 연구에서는 사과 껍질을 제거하는데 사용되었다. 그리고 농촌형에서 사용된 과일 분할기는 껍질 그대로 6분할하여 배식하였으며 도시형에서는 껍질을 제거한 후 6분할하여 배식하였다.

Table 37에 나타낸바와 같이 peeler의 총균수는 조리 전에는 전해수 및 염소수 처리구에서 각각 8.35×10^2 CFU/cm^2, 3.95×10^3 CFU/cm^2로 나타났다. 이러한 결과는 peeler의 경우 평상시에는 소독고 안에 보관하고 있음에도 미생물 오염이 비교적 심한 실정임을 알 수 있었다. 조리 후에도 전해수 및 염소수 처리구에서 각각 4.10×10^3 CFU/cm^2, 8.75×10^5 CFU/cm^2로 미생물 오염이 심각한 수준이었으며 즉각적인 시정조치가 필요했다. 그리고 세정처리 후에 있어서도 염소수 처리구에서는 1.45×10^2 CFU/cm^2로 총균수가 크게 감소되지 않은 반면에 전해수 처리구에서는 세정 처리후 검출되지 않은 것으로 나타났다. 대장균군수에 있어서도 세정처리 후 전해수 처리구에서는 검출되지 않았으나 염소수 처리구는 2.80×10^2 CFU/cm^2로 미생물 오염이 높은 수준이었으며 즉각적인 시정조치가 필요했다.

Table 37. Microbiological evaluation of peeler used in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

		Total plate count (CFU/cm^2)		Coliform count (CFU/cm^2)	
		EW[1]	CW[2]	EW[1]	CW[2]
In urban area (Conventional system)	Before cooking	8.35×10^2	3.95×10^3	2.50×10^1	1.00×10^1
	After cooking	4.10×10^3	8.75×10^3	1.50×10^2	2.80×10^2
	Washing & after disinfection	ND[3]	1.45×10^2	ND	ND

1) Electrolyzed water.
2) Immersed in chlorine water.
3) Not detected.

Table 38은 과일분할기를 대상으로 염소수 및 전해수 처리에 따른 미생물 분석 결과를 나타낸 것으로, 지역적 특성에 관계없이 총균수 및 대장균수가 조리전에도 전해수 처리구가 염소수 처리구에 비해 다소 균수가 적었으며, 조리후 세정처리 후에는 전해수 처리구에서는 전혀 검출되지 않은 반면에 염소수 처리구에서는 다소 불안전한 결과를 보여주었다.

Table 38. Microbiological evaluation of fruit divider used in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

		Total plate count (CFU/cm^2)		Coliform count (CFU/cm^2)	
		EW[1]	CW[2]	EW[1]	CW[2]
In rural area (Commissary system)	Before cooking	4.00×10^1	2.90×10^2	N.D.	2.00×10^1
	After cooking	9.95×10^2	9.95×10^3	5.00×10^1	5.55×10^3
	Washing & after disinfection	ND[3]	ND	ND	ND
In urban area (Conventional system)	Before cooking	1.95×10^2	2.35×10^2	ND	ND
	After cooking	1.21×10^3	8.65×10^3	1.10×10^1	2.75×10^2
	Washing & after disinfection	ND	2.50×10^1	ND	ND

1) Electrolyzed water.
2) Immersed in chlorine water.
3) Not detected.

5) 고무장갑

손과 고무장갑의 오염은 이미 여러 연구들에 의해 보고된 바 있어서 학교급식에서도 이런 오염원을 감소시키고자 고무장갑을 전처리용, 조리용, 세척용 3단계로 분리하여 사용하고 있는 실정이다.

조사 결과 Table 39에서 보는 바와같이 세정처리구에 관계없이 고무장갑은 조리시에만 주로 검출되었으나 전해수 및 염소수 처리후에는 모두 살균되는 것으로 나타났다.

Table 39. Microbiological evaluation of Rubber gloves in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

		Total plate count (CFU/cm^2)		Coliform count (CFU/cm^2)	
		EW[1)]	CW[2)]	EW[1)]	CW[2)]
For trimming	Before cooking	ND[3)]	ND	ND	ND
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND
For cooking	Before cooking	ND	ND	ND	ND
	After cooking	1.04×10^6	1.40×10^6	2.59×10^3	7.05×10^3
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND
For washing	Before cooking	ND	1.00×10^2	ND	ND
	Washing & after disinfection	ND	ND	ND	ND

1) Electrolyzed water.
2) Immersed in chlorine water.
3) Not detected.

6) 행주

사과 생산에 사용된 행주를 대상으로 염소수 및 전해수 처리에 따른 미생물 분석 결과를 Table 40에 나타내었다. 총균수의 경우 지역에 관계없이 염소수 처리구는 $8.50\sim3.50\times10^1$ CFU/g로 나타났으나 전해수 처리구는 전혀 검출되지 않았다. 또한 대장균군수에 있어서도 염소수 처리구는 1.75×10^2 CFU/g로 나타나 오염의 우려가 상존하는 것으로 나타났다.

이와 유사한 연구로서 이(90)는 염소수 처리에서 행주의 총균수가 8.95×10^2 logCFU/cm^2, 대장균군수 4.50×10 CFU/g로 시정이 필요한 수준으로 나타났다고 밝혔지만 본 연구에서는 전해수 처리 후 총균수와 대장균군수 전혀 검출되지 않은 매우 양호한 수준으로 나타났다.

Table 40. Microbiological evaluation of dishcloth used in chlorine water and electrolyzed water applied product flow

	Total plate count (CFU/g)		Coliform count(CFU/g)	
	EW[1)]	CW[2)]	EW	CW
In rural area (Commissary system)	ND	8.50×10^1	ND	ND
In urban area (Conventional system)	ND	3.50×10^1	ND	1.75×10^2

1) Electrolyzed water.
2) Immersed in chlorine water.
3) Not detected.

이상과 같은 결과로 미루어 볼 때, 본 실험에서 얻어진 전반적 미생물적 변화 경향은 조리전 기구 및 용기 등은 사전 세척에 의해 어느 정도 감소되었다가 조리를 하고난 직후에는 미생물 수준이 크게 증가됨을 알 수 있었으며, 지역적 위생관리의 특성차는 거의 볼 수 없었으나 염소수 처리보다는 전해수 처리가 세정에 있어 훨씬 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 학교급식소 위생관리에 전해수를 사용하면 염소수를 제조하는 번거로움을 피할 수 있을 뿐만아니라 통상적으로 발생되는 교차오염을 충분히 방지 할 수 있을 것으로 여겨진다.

또한, 단체급식소에서 식중독 발생을 감소시키기 위한 방안으로 위생에 대한 구체적인 정보를 얻기 위해서는 의심이 가는 장소에서 육안 검사와 함께 주기적인 미생물평가가 이루어져야 한다고 판단되었다. 따라서 본 연구와 같은 현장 실태조사를 근거로 정기적인 세척 및 소독 횟수를 체계화하여 중점 관리하는 방안도 강구하여야 할 것이다.

5. 위해요소 분석 및 중점관리기준 설정

본 연구에서 측정한 각 생산 단계별 소요시간과 온도상태, 식재료의 pH와 Aw 및 미생물 분석결과를 토대로 위해요소 분석을 실시하여 중요관리점(Critical control point)을 결정하였다. 처리구 별로 위해분석을 통한 CCP의 결정 결과는 Table 41, 42에 나타내었고 전기분해수 적용에 따른 최종적인 위해요소 중점관리기준(HACCP plane)은 Table 43에 제시하였다.

염소수에 의한 통상적 생산과정의 경우, 샐러드의 중요관리점은 검수, 전처리 전 보관, 전처리, 조리, 조리 후 보관 및 배식의 모든 단계로 나타났으며 무격막 방식으로 제조한 전기분해수를 적용한 과정에서는 검수 및 전처리 전 보관단계만이 샐러드의 중요관리점으로 나타났다.

일반적 생산과정에서 사용된 원재료에서는 총균수와 대장균군수가 안전기준치 10^6 CFU/g이하, 10^3 CFU/g이하를 대부분 초과하였는데 이는 최종음식의 미생물적 품질에 직접적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 식중독 발생의 원인이 될 수 있으므로 샐러드와 같이 가열과정을 거치지 않는 음식의 경우, 구매 및 검수 단계에서 승인된 공급원으로부터 재료를 구입하고 잠재적으로 위험성이 있는 식품은 운송 냉장차의 내부온도가 4±1℃로 유지되는지 반드시 확인하도록 한다.

또한 전처리 전 보관단계에서도 재료가 실온에 방치되어 미생물의 증가가 확인되었으므로 4±1℃ 수준의 냉장보관 및 온도확인이 반드시 필요하다. 전처리 단계에서 원재료를 100ppm의 차아염소산나트륨에 5분간 침지 소독한 후에도 일부는 미생물적 안전기준치를 초과하였는데 이 단계에서는 무격막 전해수를 적용하여 5분간 소독하는 방식을 적용하면 안전기준치를 충분히 만족할 수 있는 것으로 나타났다.

또한 썰기와 다듬기 단계 및 조리(재료 섞기와 양념하기)에 사용되는 기구, 용기 및 조리자의 고무장갑 등도 전해수로 세척함으로써 일반생산과정의 교차오염을 충분히 방지할 수 있었다. 이밖에 조리 후 보관단계와 배식단계는 일반과정에서는 모두 중요관리점으로 나타났으므로 세균의 증식을 억제할 수 있도록 채소 샐러드 품온을 7.2℃이하로 유지 가능한 4±1℃냉장보관을 하도록 해야하나 전처리 단계부터 전해수를 적용할 경우, 원재료의 초기 오염균을 효과적으로 제거하여 마지막 배식단계까지 미생물적 안전기준치를 만족할 수 있는 것으로 나타났다.

따라서 중점관리기준으로는 무격막 방식의 전기분해수를 이용하여 전처리 과정에서 채소 샐러드를 5분간 침지 세정함으로써 초기 미생물을 효과적으로 살균할 수 있으며, 또한 채소 샐러드 생산에 사용되는 기구, 용기 및 관련 부속기기 등도 전기분해수로 세정함으로써 통상적인 생산과정에 있어 빈번히 발생되는 교차오염을 방지하면 학교 단체급식에 있어 전처리 단계에서 마지막 배식단계까지 미생물학적 안전기준치를 충분히 만족할 수 있을 것으로 여겨진다.

이와같이 비가열처리로 제공되는 신선 채소 샐러드와 같은 식품은 조리 특성상 위해 미생물이나 식중독균에 오염되었을 경우 심각한 위생문제를 초래할 수 있지만 전기분해수의 식품에의 활용은 단체급식에 있어 일반적 생산과정의 중점관리점으로 지적되었던 사항을 충분히 개선, 제어할 수 있는 효과적인 위생적 관리방안이라 판단된다.

Table 41. Hazard analysis, CCP's and control methods in vegetable salad produced by general product flow

Phase in product flow	Significant hazard	CCP	Control methods
Receiving raw ingredients	Pathogens present	Yes	Fresh vegetables at harvest may have the region of 10^5~10^6/g of bacteria, which are controlled by purchasing high quality products.
Holding	Pathogens growth	Yes	Temperature abuse may allow growth of pathogens present in the raw vegetables. Raw vegetables should be controlled by keeping temperature below 5℃ at holding area.
Pre-preparation			
Immersing in chlorine water	Pathogens remain	Yes	Immersing raw materials in 100ppm chlorine water for 5 min was not good enough to meet standard. Population of pathogens can be controlled by using electrolyzed water for immersing raw materials.
Rinsing	Pathogens remain	Yes	Rinsing raw materials with tap water for 4 times was not good enough to meet standard. Population of pathogens should be controlled by using raw vegetables immersed in electrolyzed wter

Table 41. (continued)

Phase in product flow	Significant Hazard	CCP	Control methods
Cutting & trimming	Pathogens related with cross-contamination	Yes	Cross-contamination can be minimizes by using cutting board, knifes and sanitary gloves sanitized with electrolyzed water.
Mixing & seasoning	Pathogens related with cross-contamination	Yes	Cross-contamination can be minimizes by using utensil and sanitary gloves cleaned with electrolyzed water.
Holding	Pathogens growth	Yes	Long-time holding at room temperature may allow growth of pathogens. Growth of pathogens can be controlled by keeping salad at temperature below 5℃ and minimize holding time.
Assembly & service	Pathogens related with cross-contamination	Yes	Cross-contamination can be minimizes by using utensil and food container cleaned with electrolyzed water.

Table 42. Hazard analysis, CCP's and control methods in vegetable salad produced by product flow with electrolyzed water

Phase in product flow	Significant hazard	CCP	Control methods
Receiving raw ingredients	Pathogens present	Yes	Fresh vegetables at harvest may have the region of $10^5 \sim 10^6$/g of bacteria, which are controlled by purchasing high quality products.
Holding	Pathogens growth	Yes	Temperature abuse may allow growth of pathogens present in the raw vegetables. Raw vegetables should be controlled by keeping temperature below 5℃ at holding area.
Pre-preparation			
Immersing in electrolyzed water	None	No	Raw materials immersed in electrolyzed water for 5 min.
Rinsing	None	No	Raw materials rinsed with tap water for 1 time.
Cutting & trimming	None	No	No hazard is introduced as cross-contamination minimized by using clean utensil and sanitary gloves washed with electrolyzed water.
Mixing & seasoning	None	No	No hazard is introduced as cross-contamination minimized by using clean utensil and sanitary gloves washed with electrolyzed water.
Holding	None	No	Long-time holding at room temperature may allow growth of pathogens. Growth of pathogens controlled by minimizing the initial population of bacteria in vegetables treated with electrolyzed water
Assembly & service	None	No	Cross-contamination minimized by using clean utensil and food container washed with electrolyzed water.

Table 43. Summary of HACCP plan for vegetable salads produced by general product flow

CCP	Hazard	Monitoring	Critical limt	Corrective action	Record keeping	Verification
Receiving raw ingredients	Pathogens present	Chech the quality of raw ingredients Check the temperature of conveyance car when receiving	Receive only high quality of raw ingredients ≤4±1℃	If the raw materials do not satisfy the standards required, return the product and notify the supplier	Receiving log	Receiving inspector check the quality of raw ingredients and temperature of conveyance car
Holding	Pathogens growth	Check the temperature of refrigerator for raw ingredients	≤4±1℃	Raw vegetables should be controlled by keeping temperature below 5℃ at holding area(refrigerator)	Refrigerator temp. log	Check the temperature of refrigerator
Immersing in chlorine water	Pathogens remain	Check the population of pathogens in ingredients after immersing	$\leq 10^6$ of total cell counts $\leq 10^3$ of coliform group	Immerse raw materials in electrolyzed water for 5 min	Food preparation log	Microbiological assessment
Cutting & Trimming	Pathogens related with cross-contamination	Check the using of sanitized cutting board, knifes and gloves	Use only sanitized cutting board, knifes and gloves	Wash cutting board, knifes and gloves with electrolyzed water before using	Food preparation log	Visual assessment

(Continued)

Table 43. Summary of HACCP plan for vegetable salads produced by general product flow

CCP	Hazard	Monitoring	Critical limt	Corrective action	Record keeping	Verification
Mixing & Seasoning	Pathogens related with cross contamination	Check the using of sanitized utensil and gloves	Use only sanitized utensil and gloves for mixing	Use clean utensil and sanitary gloves washed with electrolyzed water	Food preparation log	Visual assessment
Holding	Pathogens growth	Check the temperature of refrigerator for salads	≤4±1℃	Salads should be controlled by keeping temperature below 4±1℃ at refrigerator	Refrigerator temp. log	Check the temperature of refrigerator
Assemble & Service	Pathogens growth and contamination	Check the temperature of for salads	≤7.2℃	Keep temperature of salads below 7.2℃	Food temp. log	Check the temperature of salads
		Check the using of clean utensil and food container	Use only sanitized utensil and food container	Use clean utensil and food container washed with electrolyzed water	Assembly & service log	Check the using of sanitized utensil and food container washed with electrolyzed water

Table 44. Summary of HACCP plan for vegetable salads produced by product flow with electrolyzed water

CCP	Hazard	Monitoring	Critical limt	Corrective action	Record keeping	Verification
Receiving raw ingredients	Pathogens present	Check the quality of raw ingredients	Receive only high quality of raw ingredients	If the raw materials do not satisfy the standards required, return the product and notify the supplier	Receiving log	Receiving inspector check the quality of raw ingredients and temperature of conveyance car
		Check the temperature of conveyance car when receiving	≤4±1℃			
Holding	Pathogens growth	Check the temperature of refrigerator for raw ingredients	≤4±1℃	Raw vegetables should be controlled by keeping temperature below 5℃ at holding area(refrigerator)	Refrigerator temp. log	Check the temperature of refrigerator

참 고 문 헌

1. Marchetti, R., Casadei, M.A. and Guerzoni, M.E. : Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads. *Ital. J. Food Sci.,* **2**, 97(1992)
2. 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(1996)
3. Bean, N.H., P.M. Griffin, J.S. Goulding and C.B. Ivey. : Foodborne disease outbreaks, 5-year summary, 1983~1987. *J. Food Prot.*, 53(8), 711(1990)
4. 식품의약품안전청 : 식중독 발생 현황 및 예방대책(2001)
5. 전희정, 주나미 : □□단체급식관리□□. 교문사, pp. 14(2000)
6. Kim, H.Y. and Cha, J.M. : A study for the quality of vegetable dishes without in foodservice establishments. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 18(3), 309(2002)
7. Kwak, D.K., Leu, K. and Kim J.M. : The microbiological assessment of a university foodservice establishment, and hazard analysis for quality control of fried fish cake soup preparation. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 18(4), 283(1985)
8. Bae, H.J. : Survey on sanitation practice and the analysis of improvement by implementing HACCP system in foodservice operations. *Ph. D. Thesis*, Sookmyung Univ., Seooul, Korea(2001)
9. Kwak, T.K., Hong, W.S., Moon, H.K., Ryu, K. and Chang, H.J. : Assessment of Sanitary Management Practices of School Foodservice Operations in Seoul. *J. Food Hyg. Safety*, 16(3), 168(2001)
10. Kim, J.W., Kim, D.Y., Kwak, T.K and Suh, H.J. : Analysis of Sanitary Management Practices for hospital food service in Korea. *Korean J. of Dietary Culture*, 17(2), 105(2001)
11. Choi, M.O., Park, U.Y. and Kim, J.Y. : A Study on the Sanitary Perception of the Food Suppliers for the Business and Industry Foodservice in Busan Area. *J. Korean Dietetic association*, 7(1), 19(2001)
12. Angelillo, I.F., Vigiani, N.M., Greco, R.M. and Rito, D. : HACCP and food

hygiene in hospital-knowledge, attitudes and practices of foodservice staff in Calabria, Italy. *Infect Control Hosp Epidemiol*., 22(6), 363(2001)

13. Heo, Y.S. and Lee, B.H. : Application of HACCP for Hygiene Control in University Foodservice Facility - Focused on Vegetable Dishes(*Sengchae* and *Namul*). *J. Food Hyg. Safety* 14(3), 293(1999)

13. Solberg, M., Miskimin, D.K., Karamer, R., Riha, W.E., Franke, W.C., Buchanan, R.L., O'Leary, V. and Berkowitz, K. : Assurance of microbiological safety in a university feeding system. *J. Milk Food Technol*., 39, 200(1976)

14. Kim, H.Y. and Jeong, H.J. : A Study about Microbiological Quality and Safety Control of a Central Commissary School Food-service System in Daejeon City Area. *Korean J. of Dietary Culture*, 10(1), 67(1995)

15. You, H.C., Park, H.K. and Kim K.L. : Microbiological assessment for the menu of institutional food service and raw ingredients. *Korean J. of Dietary Culture,* 15(2), 123(2000)

16. Choi, S.H. : A Study on the Perception of the dietician for impediment factors according to application of HACCP system at school foodservice operation. *M.S. Thesis,* Yeonse Univ., Seoul, Korea(2001)

17. Kwak, D.K., Jang, H.J. and Rew, K. : Hazard Analysis and Microbiological Quality Control of Sauteed Beef or Pork in Hospital Food-service Operations. *J. Food Hyg. Safety,* 5(3), 99(1990)

18. Kwak, D.K., Lee, H.S., Yang, I.S., Kim, H.S. and Moon, H.K. : Assessment of Nutritional Adequacy and Microbiological Quality of Foods served in Day - Care Centers. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 7, 111(1991)

19. Lee, H.S. and Ryu, S.Y. : The Seasonal Microbiological Quality Assessment of *Kimbap* (seaweed roll) Production flow in Food-service facilities for Univ. students - HACCP model - *Korean J. Soc. Food Sci.*, 14(4), 367(1998)

20. www.cpb.or.kr

21. Kim M.J. : A study on development of hazard analysis and critical control points(HACCP) model for using raw material from among potentially

hazardous foods(PHF)in school lunch. *Ph. D. Thesis*, Kyungsan Univ., Pusan, Korea(2000)

22. Solberg, M., Buckalew, J.J., Chen, C.M., Schaffner, D.W., O'Neill, K., Mcdowell, J. Post, L.S. and Boderck, M. :Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *J. Food Tech.*, 68(1990)
23. Land, B.M. : The microbiological safety of prepared salad vegetables. *Int. Food Sci. and Technol.*, 196(1993)
24. Harrigan, W.F., McCance, M.E. : □□Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology□□. Academic Press, NY, U.S.A.(1976)
25. Snyder, O.P. : Food safety technical standards workshop report. J. Food-service systems, 6, 107(1991)
26. Buckalew, J.J., Schaffner, D.W. and Solberg, M. : Surface sanitation and microbiological food quality of a university food-service operation. J. Food-service systems, 9, 25(1995)
27. Ahvenainen, R. and Hurme, E. Minimal processing of vegetables. in *Minimal Processing of Foods* (VTT Symposium Series No. 142) (Ahvenainen, R., Mattila-Sandholm, T. and Ohlsson, T., eds.), pp. 17-35, Technical Research Centre of Finland (VTT), Espoo, Finland (1994)
28. Kabir, H. Fresh-cut vegetables. in *Modified Atmosphere Food Packaging* (Brody, A.L., ed.), pp. 155-160, Institute of Packaging Professionals, Herndon, VA, USA (1994)
29. Brackett, R.E. Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. in *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables* (Wiley, R.C., ed.), pp. 269-312, Chapman & Hall (1994)
30. Torriani, S. and Massa, S.: Bacteriological survey on ready-to-use sliced carrots. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 27, 487-490, 1994
31. Hägg, M., Häkkinen, U., Kumpulainen, J., Hurme, E. and Ahvenainen, R. Effects of preparation procedures and packaging on nutrient retention in different vegetables. in *Proceedings of the Sixth International Symposium of the European Concerted Action Program COST 94 Post-harvest Treatment*

of Fruit and Vegetables. Current Status and Future Prospects, Commission of the European Community, Brussels, Belgium (1995)

32. Ohta, H. and Sugawara, W. Influence of processing and storage conditions on quality stability of shredded lettuce. *Nippon Shokuhin Kogyo GakkaiShi* 34, 432-438 (1987)

27. 한국식품공업협회 : 식품공전, 일반시험법(1999)

28. 농림부 : 저온처리 전해산화수를 이용한 과채류의 선도유지 기술개발. 농림수산 특정연구사업보고서, G0114-9902, pp. 19(1999)

29. The Association of Official Analytical Chemists : □□Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists□□, 15th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, pp. 497～498(1990)

30. Kim, H.Y. and Kim, H.J. : A Study for the Quality Control of Food Served by Contracted Management in High School Food-service Centre. *J. Food Hyg. Safety*, 15(4), 304(2000)

31. Joo, H.G., Ma, S.J. and Park, C.G. : □□Analysis methods of foods□□, 2nd ed., Hackmoon publishing, Co., Seoul, pp. 49～143(1996)

32. 농림부 : 초저온수 제조 및 처리에 의한 신선 과채류의 초기 품질유지 기술개발, 농림수산특정연구사업보고서, GA 0261-0169, pp. 26(2001)

33. American Public Health Association : □□Compendium of methods for the microbiological examination of food□□, 3rd ed., American Public Health Association, Washington DC, pp. 126 (1992)

34. Kim, K.O., Kim, S.S., Saung, N.K. and Lee, Y.C. :□□Sensory evaluation methods and applications□□.Sinkang press, Inc., Seoul, pp. 161～175, 207～217(1993)

35. Sly, T. and Ross, E. : Chinese food: Relationship between hygiene and bacterial flora. *J. Food Prot*., 45, 115(1982)

36. Kye, S.H. and Moon, H.K. : Hazard Analysis and Critical Control Point of Korean Soups prepared at Korean Restaurants (Ⅰ): Hazard Analysis of Tang (*Galbitang , Sullungtang , Jangkuk*). *Korean J. Dietary Culture*, 10(1), 35(1995)

37. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천 : □□SAS를 이용한 통계자료 분석□□. 자유아

카데미, pp. 61～84(1989)
38. 酒井重男 : 機能水の開發と應用の現況. 食品工業, 38(8), 35(1995)
39. Harris, L.J., Beuchat, L.R., Kajs, T.M., Ward, T.M. and Taylor, C.H. : Efficacy and Reproducibility of a Produce Wash in Killing *Salmonella* on the Surface of Tomatoes Assessed with a Proposed Standard Method for Produce Sanitizers. *J. Food Prot.,* 64, 1477(2001)
40. 鈴木鐵也: 電解水の食品分野での利用. 食品と開發, 33(3), 10(1999)
41. 堀田國元 : 强酸性電解水の殺菌機構と應用. 食品と開發, **33**(3), 5(1999)
42. Jeong, J.W., Park, N.H., Lee S.H. and Jung, S.W. : Changes in Quality of Crown Daisy and Kale Washed with Cooled Electrolyzed Acid Water during Storage. *Korean J. Postharvest SCI. Technol.*, 6(4), 417(1999)
43. Lee, H.S. : □□Culinary Science□□. Kyomoonsa publishing, Co., Seoul, pp. 156(2002)
44. Park, H.Y., Kim, K.H. and Yun, S. : A Study of Characteristics of Pectinesterase, Polygalacturonase and Peroxidase in Kimchi Materials. *Korean J. of Dietary Culture*, 5(4), 433(1990)
45. Jang, M.S. :□□Foods and culinary principles□□. 2nd ed., Hyoil publishing, Co., Seoul, pp. 261(2000)
46. 小宮山 : 電解水の安全性. 食品と開發, **33**(3), 8(1999)
47. Roh, P.U. : Food Safety Policies on School Lunch Program in Foreign Countries - Food Safety Policies Practiced Especially in U.S.A. - *J. Food Hyg. Safety*. 12(4), 361(1997)
48. Kim, B.S., Kim, D.C., Lee, S.E., Nam, G.B. and Jeong, J.W. : Freshness Prolongation of Crisphead Lettuce by Vacuum Cooling and Cold - Chain System. *Korean J. Food SCI. TECHNOL.*, 27(4), 546(1995)
49. Bolin, H.R. and Huxsoll, C.C. : Effect of preparation procedures and storage parameters on qulity retention of salad-cut lettuce. *J. Food Science*, 56(1), 60(1991)
50. Castamer, M., Gil, M.I., Artes, F. and Tomas-Barberan, F.A. : Inhibition of browning of harvested head lettuce. *J. Food Science*, 61(2), 314(1996)
51. Lee, S.L. and Sin H.S. :□□Food chemistry□□. 4th ed., Singang publishing,

Co., Seoul, pp. 313(1997)
52. Kim, D.H. : □□Food chemistry□□. 2nd ed., Tamgudang publishing, Co., Seoul, pp. 47(1997)
53. Jeong, D.K. and Lyu, E.S. : The Microbiological Evaluation of Environments and Facilities at Food Service Operations in Elementary School, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31(2), 216(2002)
54. Food and Drug Administration : 1995 Food Code, Washington D.C.(1995)
55. Kim, C., Hung, Y.C. and Robert E. B. : Roles of oxidation reduction potential in electrolyzing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens, *Journal of food Protection*, 63(1), 19(2000)
56. 보건복지부 : 식품위해요소중점관리기준. 식품의약품안전청고시 제2002-33호(2002)
57. 신광순 : HACCP의 개념에 근거한 대량조리 시설 위생관리 메뉴얼. 국민영양, 98(1), 38(1998)
58. 계승희, 신애자, 김초일, 김동엽, 하명주 : □□식중독 발생동향 분석 및 효과적인 관리방안 모색 연구 -집단급식소 관리방안-□□. 한국식품위생연구원, pp. 175(1996)
59. Park, H.O., Kim, C.M.,Woo, G.J., Park, S.H., Lee, D.H., Jang, E.J. and Park, K.H. : Monitoring and Trends Analysis of Food Poisoning Outbreaks Occurred in Recent Years in Korea. *J. Food Hyg. Safety*, 16(4), 280(2001)
60. Kim, HY and Cha, JM : A study for the quality of vegetable dishes without heating in foodservice establishments. Korean J. Soc. FOod Sci., 18:309~318, 2002.
61. Huh, K.S. : Establishing hygienic standards of fast food restaurant based on HACCP system. *M.S. Thesis*, Chung-Ang Univ., Seoul, Korea(2000)
62. Kim H.Y. : A Study on Total Vitamin C Content Changes in Process of Food Products Flow and Holding Time of Cooked Soybean Sprouts and Fresh Vegetable Salads in Food Service Operations. *Korean J. of Dietary Culture*, 13(1), 9(1998)
63. Jeong, H.G., Yeom, G., Oh, M.C. and Lee, G.L. : □□Food hygienics□□. 4th ed., Kangmoonkag publishing, Co., Seoul, pp. 47(2002)
64. Beuchat, L. R., Harris, L. R., Linda, J., Ward T. E. and Kajs, T.M. :

Development of a Processed Standard Method for Accessing the Efficacy of Fresh Produce Sanitizers, *J. Food Prot.*, 64, 1103(2001)

65. Holliday, S.L., Scouten, A.J. and Beychat, L.R. : Efficacy of Chemical Treatments in Eliminating *Salmonella and Esherichia coli 0157:H7* on Scarified and Plished Alfalta Seeds, *J. Food Prot.*, 64, 1489(2001)
66. 編輯部 : 電解水・オン゛ン水生成裝置開發の動向. 食品と開發, 33(3), 20(1999)
67. Oh, D.H. : Microbiological safety of minimally processed vegetables. Food industry and nutrition, 4(3), 48(1999)
68. Bryan, F, L. : Factors that contribute to outbreaks of foodborne disease, J, Food Prot., 41(10) pp816, 1978.
69. 김소희, 정수열, 단체급식에서 채소류 전처리를 위한 식초 소독의 미생물적 효과, 한국식품영양과학회지, 32(2), (2003).
70. Bryan, F.L., Bartleson, C.A. and Sugi, M.: Hazard analysis of char-siu and roast pork in Chinese restaurant and market, *J. Food Prot.*, 45, 422(1982)
71. Kwak, T.K., Nam, S.L., Kim, J.L., Park, S.J., Seo, S.Y., Kim, S.H. and Choi, E.H. : Hazard Analysis of Commissary School Food-service Operations. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 11(3), 249(1995)
72. Stauffer, L.D. : Sanitation and the human ingredient. Hospital, 45, 62(1971)
73. Harrigan, WF, McCance, ME : Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press, NY, U.S.A., 1976.
74. 곽동경, 김성희, 박신정, 조유선, 최은희, 편의점 판매용 김밥 도시락 생산 및 유통과정의 품질개선을 위한 연구, 한국식품위생안전성학회지,11(3):(1996).
75. 노병의, 외국의 학교급식의 관리 현황 -미국의 학교급식위생을 중심으로-, 한국식품위생안전성학회지,12(4):(1997).
76. 곽동경, 홍완수, 문혜경, 류경, 장혜자, 서울지역 학교급식 위생관리 실태평가, 한국식품위생안전성학회지,16(3):(2001).
76. Bryan, FL, Bartleson, CA and Sugi, M : Hazard analysis of char-siu and roast pork in chinese restaurant and market, J. Food prot., 45 :422～428, 1982.
77. 권성희, 이헌옥, 정덕화, 신원선, 엄애선, 초등학교 급식소에서의 HACCP 적

용을 위한 계절별 환경미생물학적 위해분석, 한국조리과학회지, 19(5): (2003).
78. 정동관, 류은순, 초등학교 단체급식소의 환경과 급식설비에 대한 미생물 평가, 한국식품영양과학회지, 31(2):(1992).
79. 곽동경, 이혜상, 양일선, 김성희, 문혜경, 서울시내 탁아기관 급식의 영양적 균형 및 미생물적 품질 평가, 한국조리과학회지, 7(4):(1991).
80. 곽동경, 박경해, 서울 시내 요식업소의 위생 상태 및 급식되는 음식의 미생물적 품질 개선을 위한 연구, 한국식품위생학회지, 1(2):(1986).
81. 김이선, 급식기구 재질별 소독실태 및 소독방법에 관한 연구, 부산대학교대학원, 2002.
82. 허영수, 대학급식소의 미생물적 품질관리를 위한 HACCP 설정에 관한 연구, 중앙대학교대학원 석사학위논문, 1999.
83. 전인경, 이연경, 학교급식소의 HACCP 시스템 적합성 검증-가열조리 및 가열조리 후처리 공정의 미생물적 품질평가를 중심으로-, 한국영양학회지, 36(10), p1071～1082, (2003).
84. 계승희, 문현경, 시판 음식의 조리 단계별 HACCP 설정을 위한 연구(Ⅰ), 한국식생활문화학회지, 10(1):(1995)
85. Heo, YS and Lee, BH : Application of HACCP for hygiene control in university food service facility -Focused on vegetable dishes(*sengchae and Namul*). J.Food Hyg. Safety 14:293～304, 1999.
86. 이혜상, 류승연, 대학생 대상 급식시설의 김밥 생산과정에 따른 계절별 미생물적 품질평가, 한국조리과학회지,14(4):(1998).
87. 김영숙, 학교급식의 위생현황 및 HACCP system 도입에 관한 중요성, 식품과산업, 36(2), (2003).
88. 조현옥, 단체급식소 조리원 손 위생교육 효과의 미생물적 평가, 숙명여자대학교대학원 석사학위논문, (2002).
89. 곽동경, 학교급식 식사만족 향상을 위한 방안, 학교급식식사만족 향상을 위한 세미나 자료집, (주)HRS 주최, 1996.12.6.
90. 이승현, 학교급식의 채소 샐러드 생산과정에서 미생물학적 품질관리를 위한 전해수의 적용에 관한 연구, 단국대학교 박사학위논문,(2003).
91. 곽동경, 남순란, 김정리, 박신정, 서소영, 김성희, 최은희, 공동조리 학교급식의 미생물적품질보증을 위한 위험요인 분석, 한국조리과학회지, 11(3), (1995).

Appendix Ⅰ. Score card for Sensory Evaluation

Name: _____ Date: _____

Please evaluate each of samples after reading instruction below and score according to the following 9 scales.

Instruction

Preference evaluation : Fill on the blank according to the following 9 scales value. How do you like each sample?

* Scale value for question No. 1-7

9 ---------- like extremely
8 ---------- like very much
7 ---------- like fairly
6 ---------- like slightly
5 ---------- neither like nor dislike
4 ---------- dislike slightly
3 ---------- dislike fairly
2 ---------- dislike very much
1 ---------- dislike extremely

	796	842	630	217	432
1. Appearance					
2. Discoloration					
3. Clearness					
4. Smell of chlorine					
5. Taste					
6. Texture					
7. Overall acceptability					

Appendix Ⅱ. Comparison of sterilization effect by electrolyzed water(EW) and chlorinated water(CW) on utensil and equipment for school foodservices

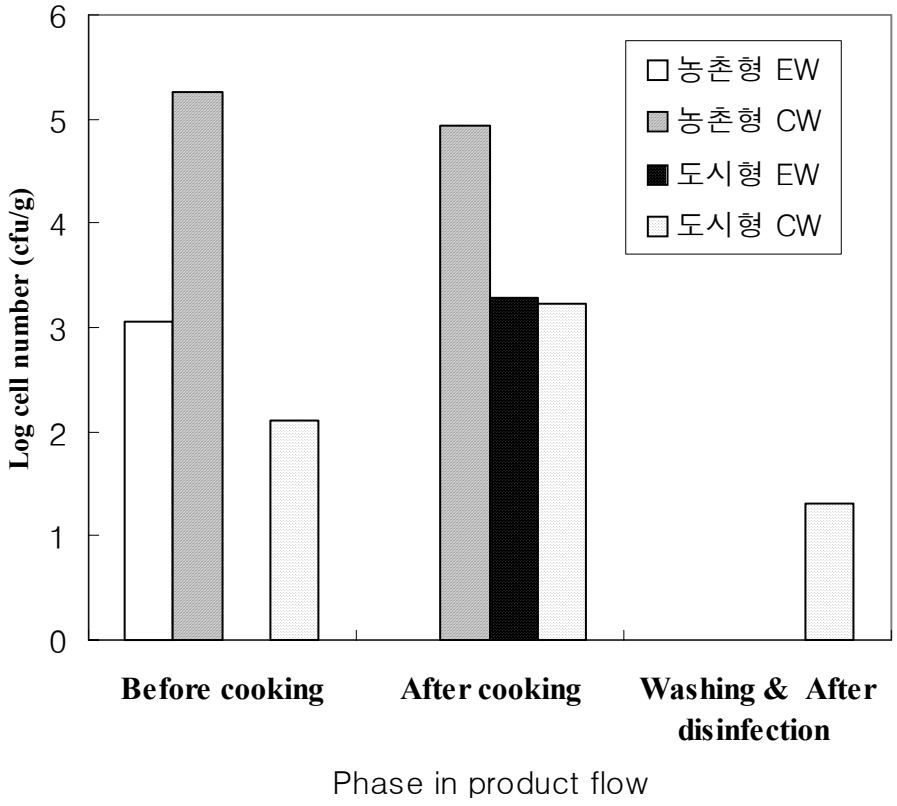


Fig. 1. Inactivation of total cell count by EW and CW on receiving board.

Fig. 2. Inactivation of coliform group by EW and CW on receiving board.

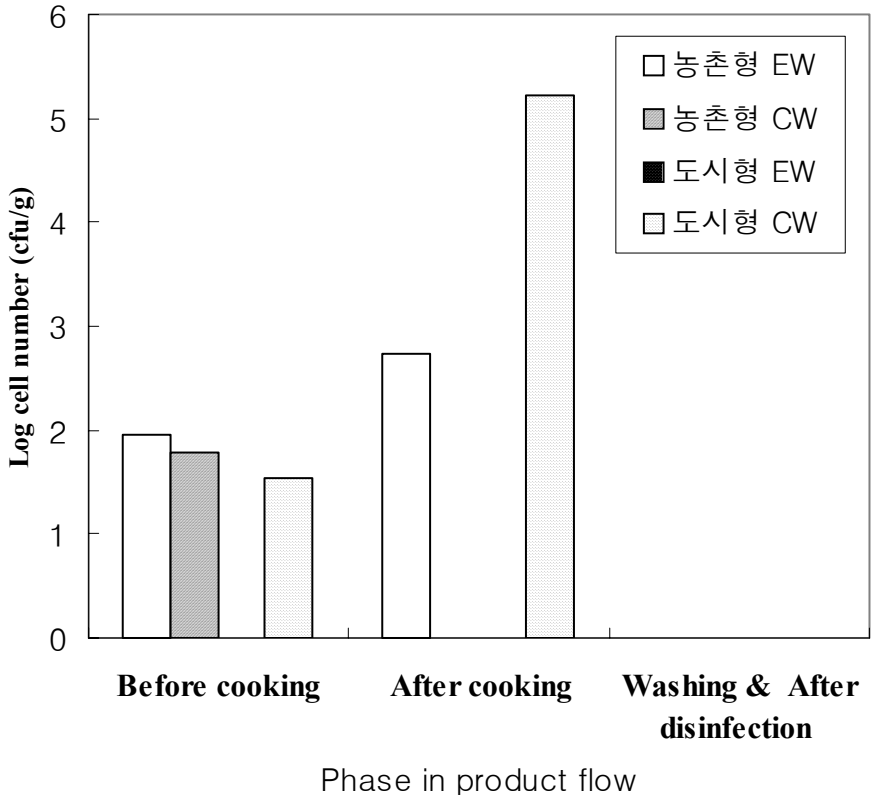


Fig. 3. Inactivation of total cell count by EW and CW on working table.

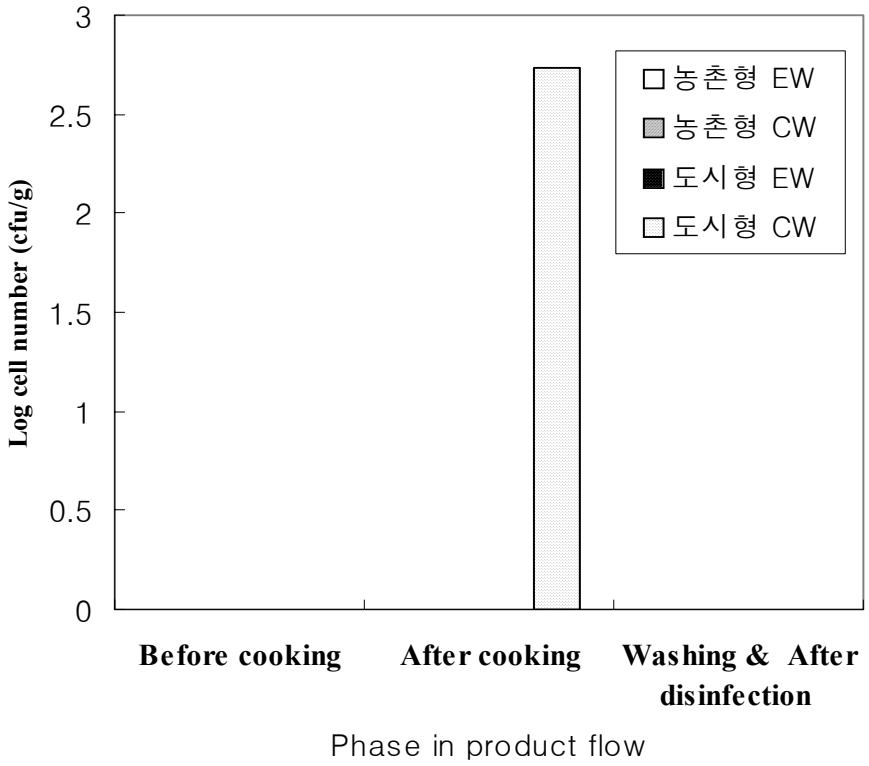


Fig. 4. Inactivation of coliform group by EW and CW on working table.

Fig. 5. Inactivation of total cell count by EW and CW on cart for equipment.

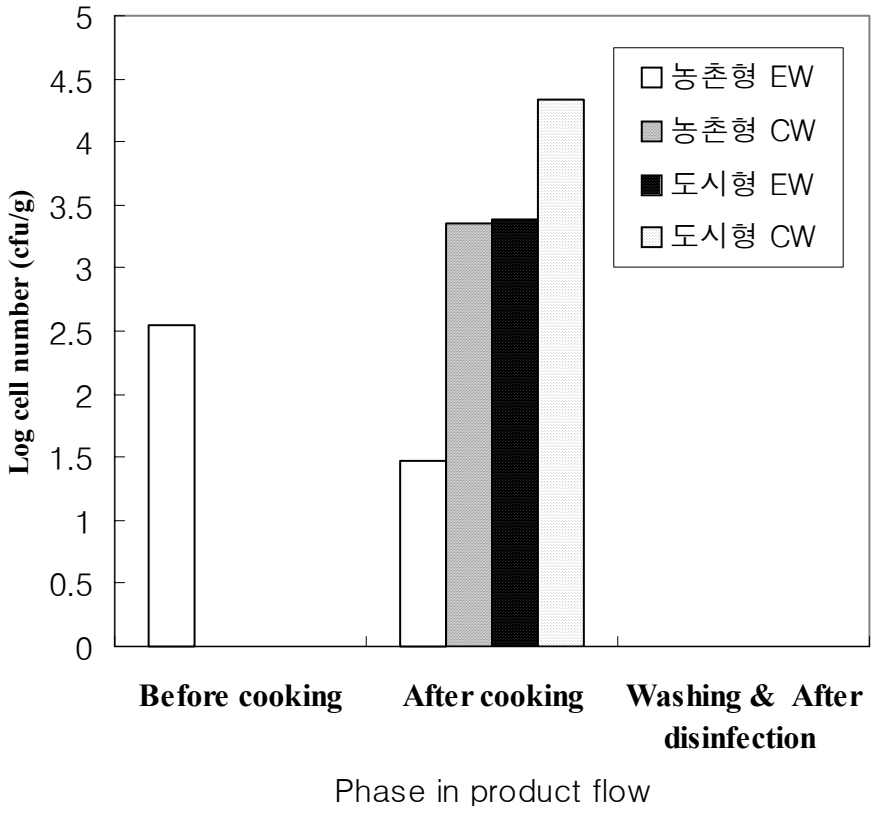


Fig. 6. Inactivation of coliform group by EW and CW on cart for equipment.

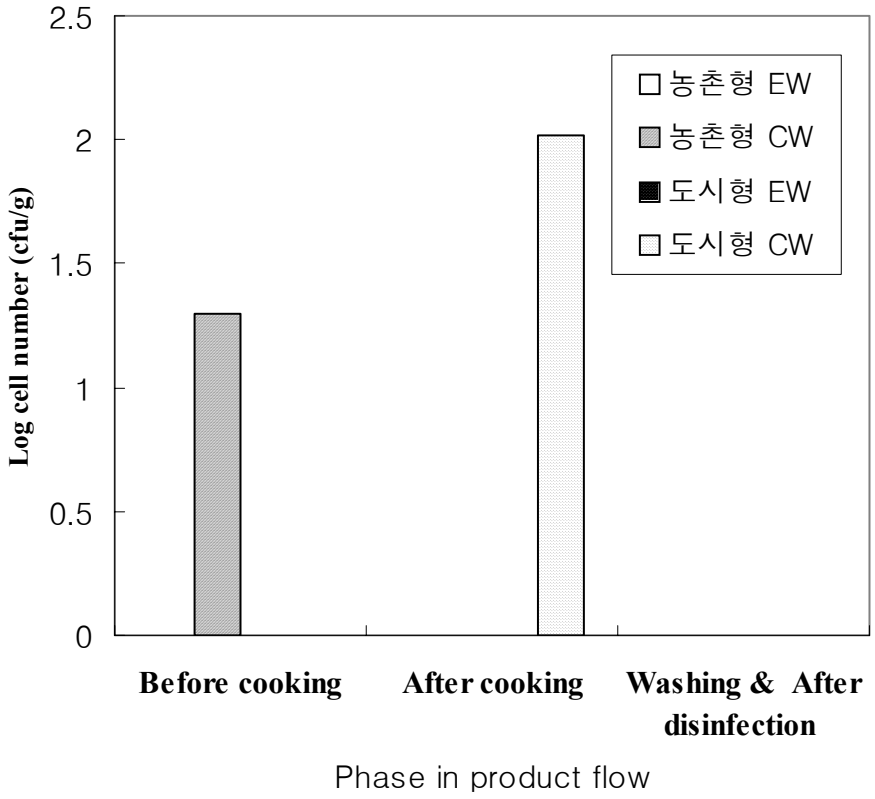


Fig. 7. Inactivation of total cell count by EW and CW on cart for class room.

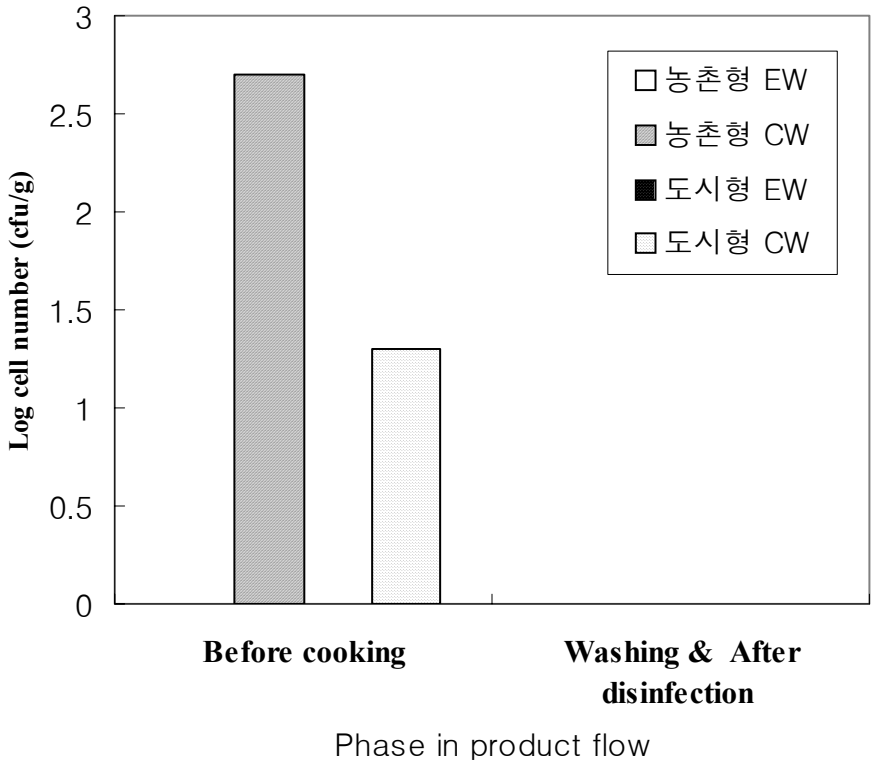


Fig. 8. Inactivation of total cell count by EW and CW on sheves.

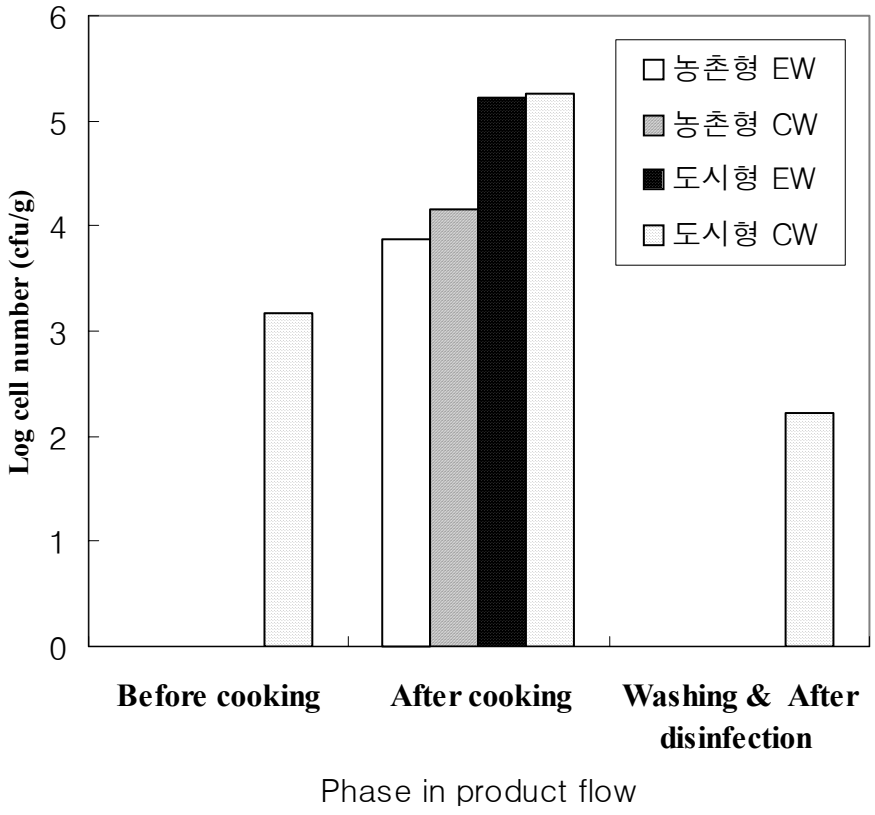


Fig. 9. Inactivation of total cell count by EW and CW on cutting board.

Fig. 10. Inactivation of coliform group by EW and CW on cutting board.

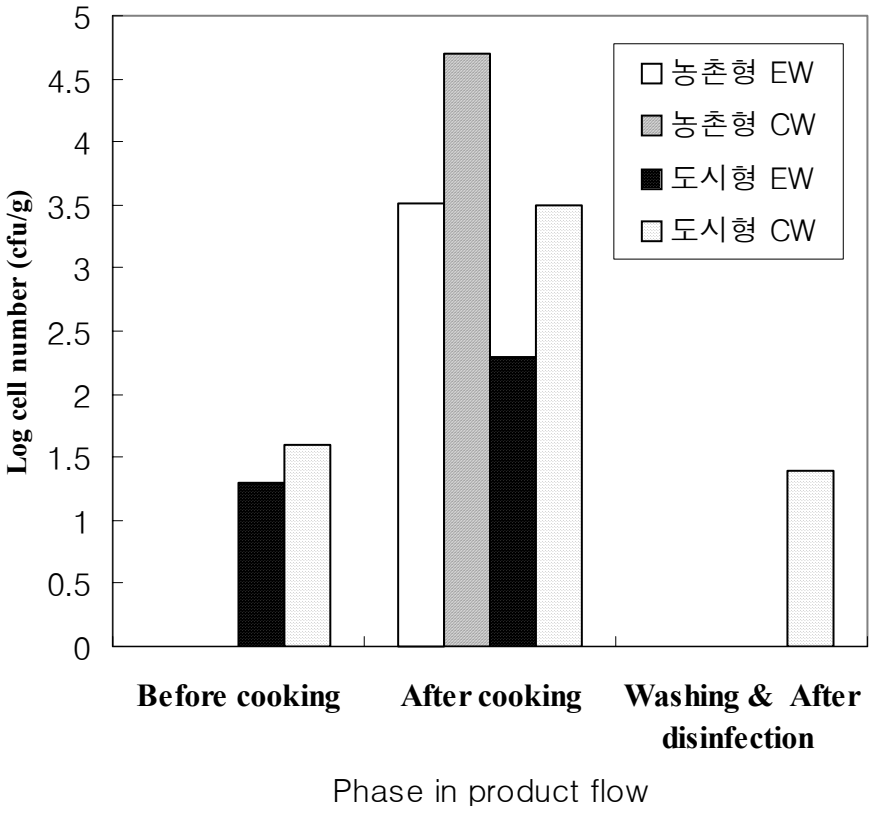


Fig. 11. Inactivation of total cell count by EW and CW on knives.

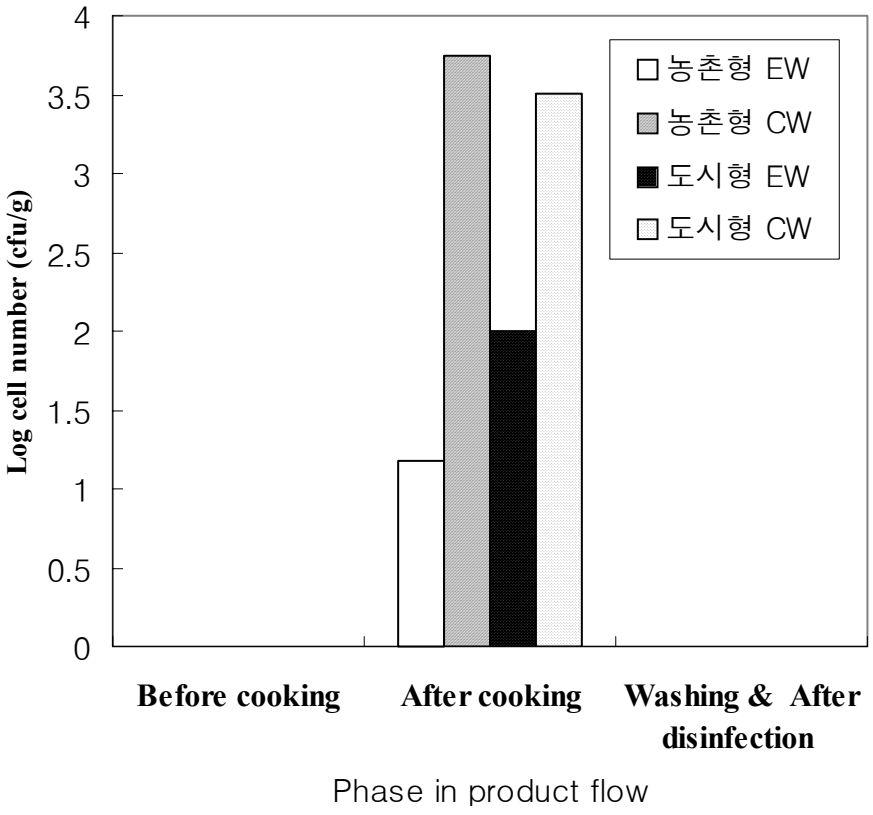


Fig. 12. Inactivation of coliform group by EW and CW on knives.

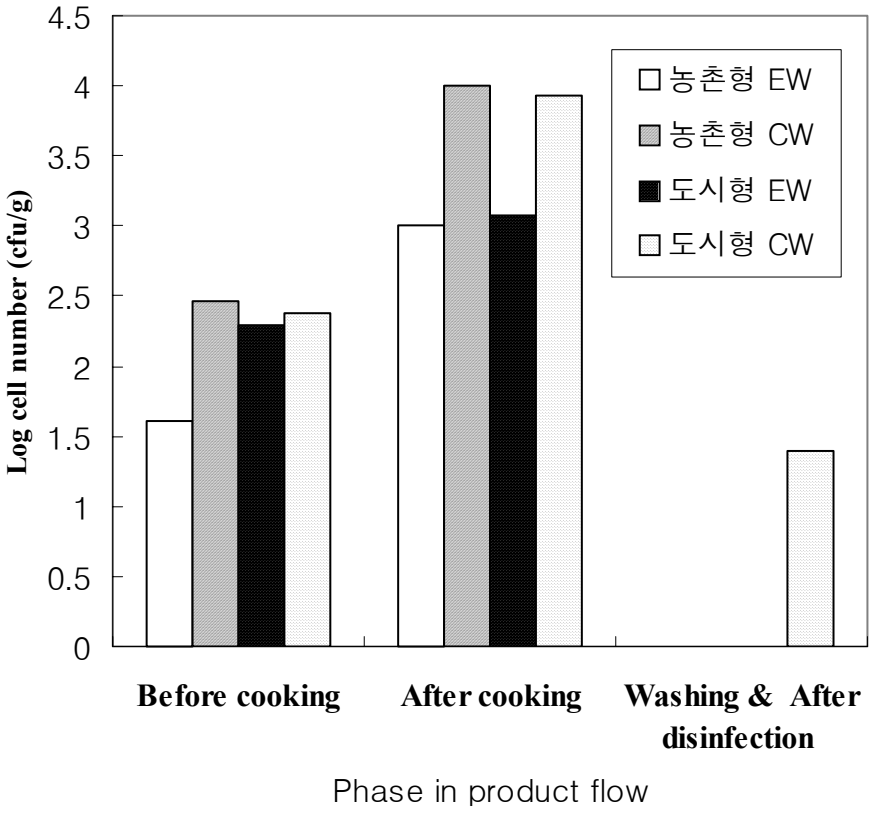


Fig. 13. Inactivation of total cell count by EW and CW on fruit divider.

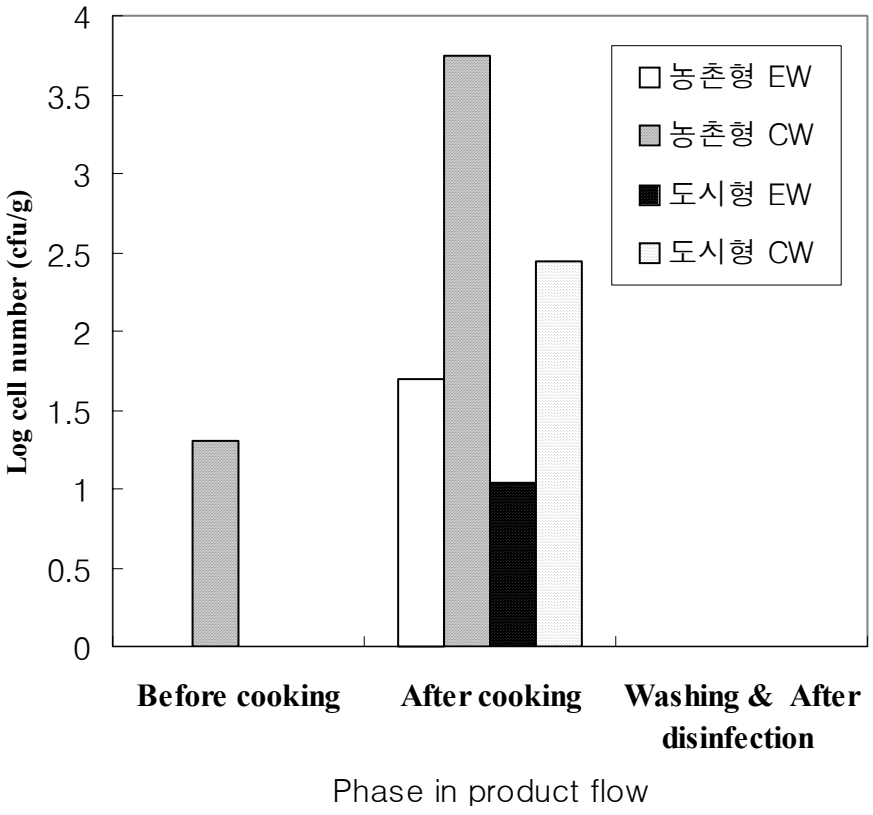


Fig. 14. Inactivation of coliform group by EW and CW on fruit divider.

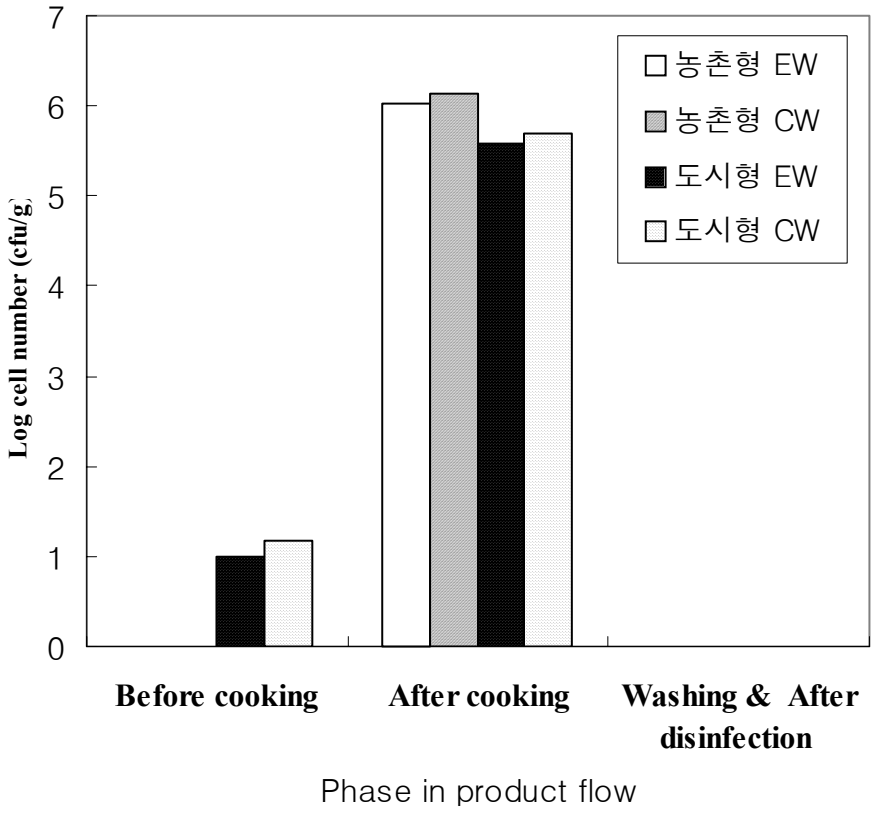


Fig. 15. Inactivation of total cell count by EW and CW on rubber gloves.

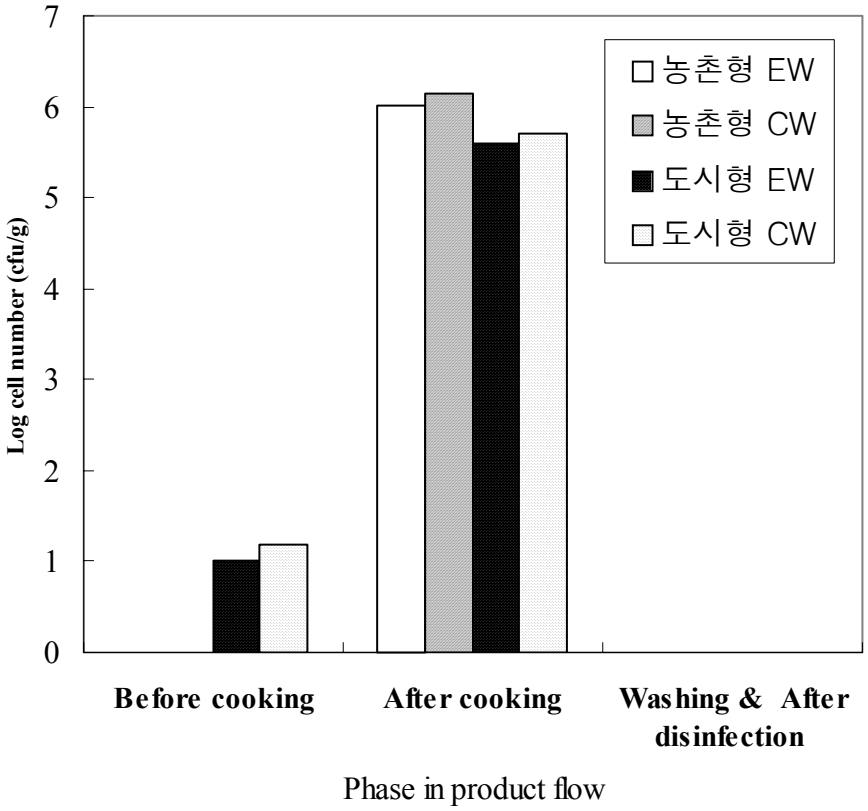


Fig. 16. Inactivation of coliform group by EW and CW on rubber gloves.

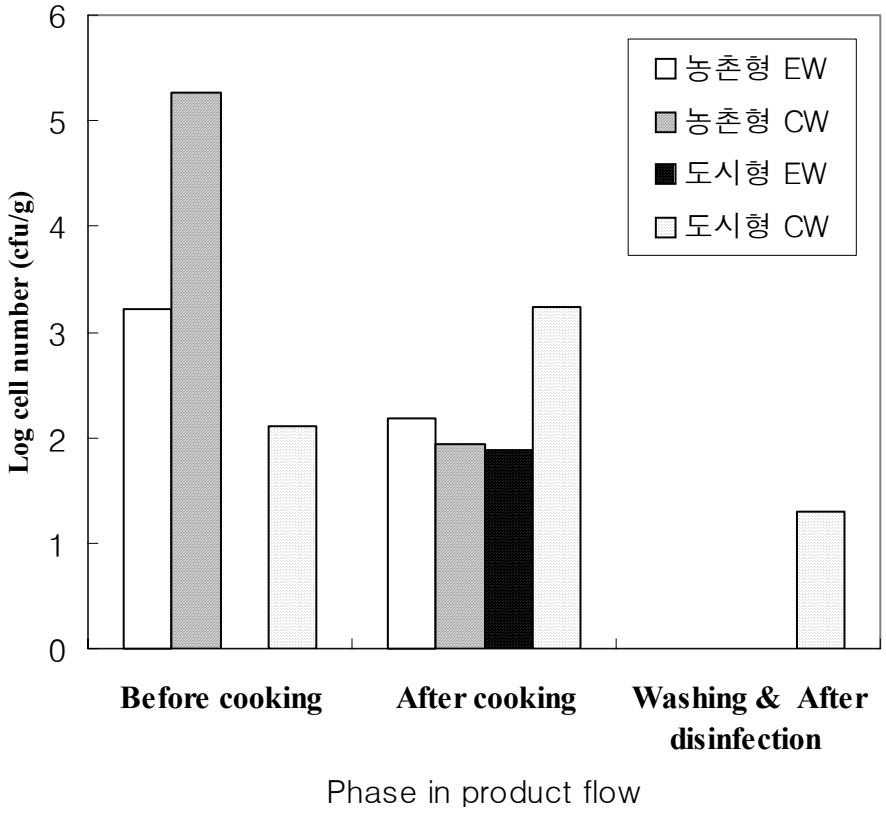


Fig. 17. Inactivation of total cell count by EW and CW on vegetable slicer.

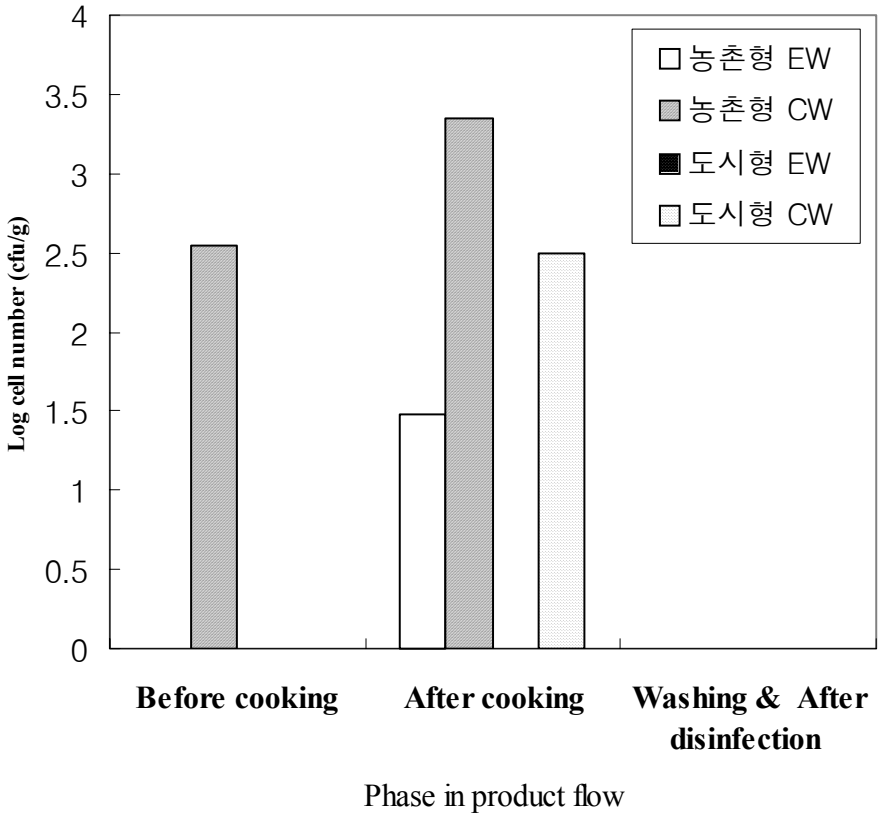
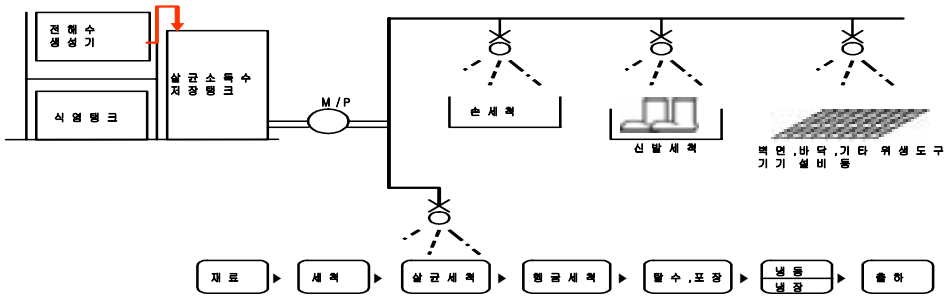


Fig. 18. Inactivation of coliform group by EW and CW on vegetable slicer.

Appendix Ⅲ. 제조설비 lay out 및 경제성 관련 자료



구 분	일체형	분리형	산업용
모델명	DES-4000S	DES-4000	주문 사양
정격소비 전력	AC 220V 60Hz 250W		
제품크기	W470×D440×H1200mm	W480 × D440 ×H325mm(본체)	
중 량	35kg	15kg	
생성량	4.5ℓ ±10 % /분	2ℓ ±10 % /분 4ℓ ±10 % /분	10ℓ ±10 % /분 20ℓ ±10 % /분 30ℓ ±10 % /분
pH	약 7.5 이상 약 알칼리		
전해방식	무격막전해방식		
유효염소 농도	50~200 PPM 조절 가능		

Fig. 1. Lay-out 및 시판용 기본 사양

Table 1. 격막 및 무격막 방식 비교

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

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