

## PD3) 스테인레스 극판을 이용한 전해수장치의 수질특성과 오징어 선도유지를 위한 전해수 빙장 효과

이남걸\*, 정갑섭  
동명대학교 식품공학과

### 1. 서 론

연근해 어장에서 주로 어획된 오징어, 고등어, 멸치, 정어리 등 일시 다획성 어류의 육상으로 운반시 저장방식은 주로 빙장에 의존하고 있다. 그러나, 이런 방법은 육상에서 만들어진 얼음의 원수(原水)의 오염과 어창의 비위생적인 관리로 인하여 선도보존 효과가 떨어질 뿐만 아니라, 해빙수(담수)에 의한 다획성 어류의 표피색의 백탁화로 상품적인 가치가 상실된다(Cho et al., 1985).

한편, 식품 중에서 미생물적 위해요소를 제어하기 위한 전통적인 식품가공 기술로 건조, 염 또는 당절임, 산성화, 열처리, 냉장 및 동결, 방사선 조사처리 등의 기술이 적용되어왔으나, 이들 기술자체도 식품의 특성에 따라서는 적용가능성에 한계가 있고, 적용결과가 식품의 안전성이외의 다른 품질 특성에 바람직하지 못한 영향을 가져올 수도 있기 때문에 적용 제한성을 가지고 있다.

또한, 효과적인 미생물적 안전성 보증을 위해서는 우선적으로 초기 미생물오염 수준을 안전한 수준 이하로 감소시키거나 제거 하는 것이 중요하며, 특히 소비될때까지 추가적인 미생물적 안전성 확보기술이 적용되지 않는 신선식품의 경우에는 급식에 제공되기 전까지 미생물 오염수준을 별도의 열처리 없이 안전한 수준까지 감소 또는 제거시키는 기술이 무엇보다 시급한 실정이며, 또한 이 기술의 적용 결과가 다른 품질특성에 영향을 미치지 않을 수 있어야만 한다(김, 2005).

본 연구에서는 선도를 유지함과 동시에 비위생적인 요소들을 근본적으로 배제시키기 위하여, 최근에 연구가 되어지고 있는 전기분해수를 이용하여 오징어를 전기분해수 얼음에 저장하면서 선도저하 및 표피색의 변화를 조사하여 향후 전기분해수의 연안산 해산어류의 빙장적용기초 자료로 이용하고자 하였다.

### 2. 실험재료 및 방법

#### 2.1. 실험재료

본 실험에 사용된 오징어(*Todarodes Pacificus*, 500~600g)는 초기VBN값 11.2mg% 정도의 것을 부산시 서구 남부민동 소재 공동어시장 위판장에서 구입하여 수분손실을 막기 위해 곧바로 대조구로서 기존의 활어창 담수빙(아이스박스내에 일반 담수얼음을 채우고 어체를 저장)을 시료구로서 전해수빙(아이스박스내에 산성전해수와 알칼리성 전해수를 각각 채우고 어체를 저장)을 저장하여 운반 후 온도요인을 최소화 하기위하여 얼음이 들은 상태로

5°C냉장고에 저장하면서 경시적으로 시료를 사용하였다.

전해수제조 장치는 부산시 남구 용당동 소재 TMD로부터 보다 개량된장치 즉, 격막의 단자를 구리에서 스테인리스로 교체한 장치를 기증 받아서 식품공학과 실험실내에서 전해수기(TMD-2)의 성능실험과 병행하였다.

## 2.2. 실험방법

### 2.2.1. 장치실험

우선 각 유량에 따른 전해수의 생성정도를 측정하였는데 일반 수돗물을 여러속도로 전해수기를 통과시켜 전해환원수의 전류량에 따른 물리적특성을 조사하였으며 TMD-2장치의 기초자료를 획득하기 위하여 어떠한 염류도 사용하지 않았다.

### 2.2.2. 전해수의 수질분석

부산시 남구 광안동 소재 보건환경연구원에 의뢰를 하여 음용수 수질기준 분석법을 이용하여 7가지의 미생물학적인 검사와 16가지의 이화학적인 검사를 시행하였다.

### 2.2.3. 오징어 일반성분 및 VBN

수분은 상압가열 건조법, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다(AOAC, 1990). 오징어 몸통육 일정량(5g)을 mortar에 취하여 4% TCA 20ml와 함께 1~2분간 마쇄후 30분간 방치하여 제단백 한 것을 여과하여 Conway 미량확산 법으로 정량하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 스테인레스극판 무격막방식의 연속 생산식 전해수의 특성

본 연구에서는 TMD에서 개발된 기기에 단자를 구리에서 스테인리스로 교체한 TMDII기기의 성능을 평가 하였다. 실험결과 전체적으로 동일한 Ampere를 걸 었을때, 산성전해수의 경우 낮은 pH를 유지했으며, 유량을 늘릴수록 산성도가 떨어지는 것을 알 수 있다. 즉, 가장변화의 폭이 큰 9 Ampere 전하에서는 4L/min의 경우가 10L/min의 경우에 비해 pH값이 각각 2.4와 3.4정도의 차이를 나타내었다. 하지만 이러한 pH폭 또한 Ampere를 늘릴수록 극복 가능하였다(fig 1).

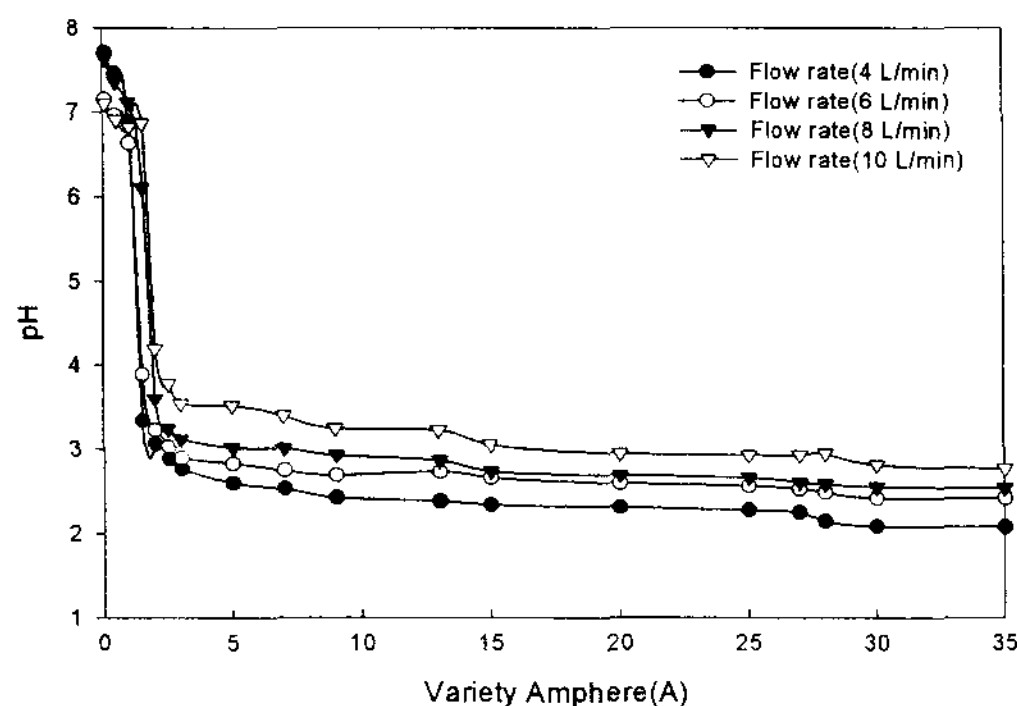


Fig. 1. pH of electrolyzed oxidizing acid part water by various ampere and flow rate tap water

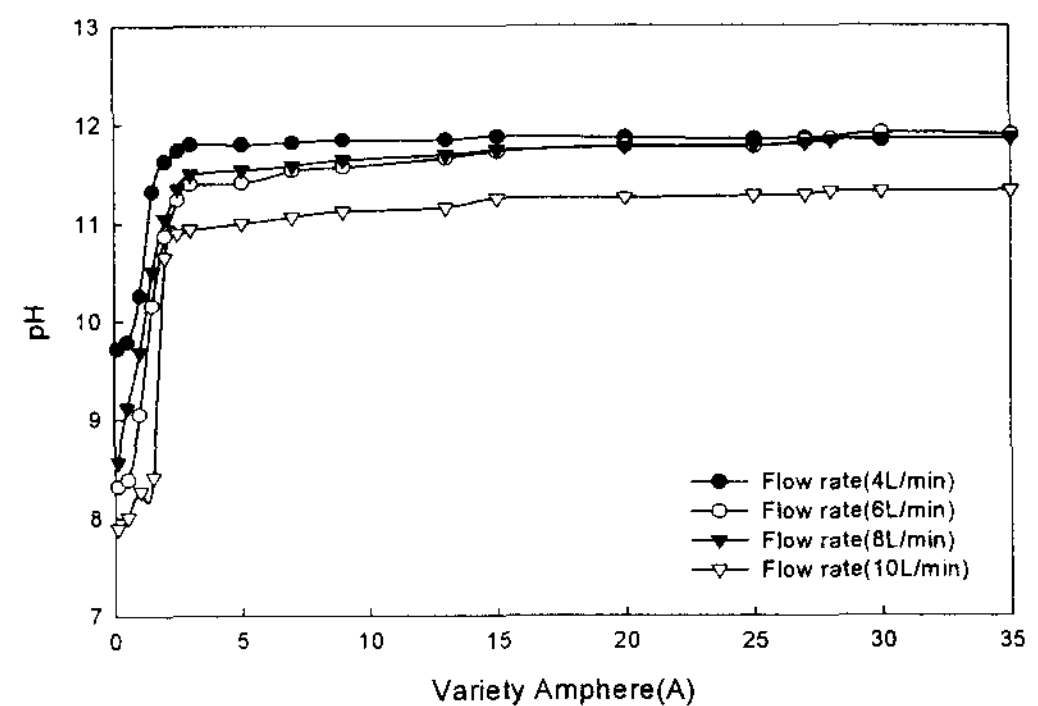


Fig. 2. pH of electrolyzed oxidizing base part water by various ampere and flow rate tap water

알카리 전해수영역은 유량 4L/min의 경우 Amphere를 0.5~1에서 가장 빠르게 알카리도를 나타내어 각각 pH 9.7과 10.2를 나타내어 Amphere 1.5에서 32까지 일정한 값 즉, pH 11.3에서 11.8범위의 값을 나타내었다. 반면 유량 10L/min의 경우 다소낮은 알카리값 즉, Amphere를 0.5~1에서 각각 pH 8.0과 8.2를 Amphere 1.5에서 32까지 일정한 값 즉, pH 10.6에서 11.3범위의 값을 나타내어 유속이 빠를수록 Amphere를 높더라도 유량이 적은 즉, 느린 유속에 비해 낮은 알카리도를 나타내었다(fig 2).

### 3.2. 먹는물 수질기준에 따른 유속별 생산 전해수의 수질분석 및 미생물검사결과

상기의 실험 방법에서 얻어진 즉, 각유량별 전해산화수를 7가지의 미생물학적인 검사와 16가지의 이화학적인 검사를 하여 Table 1 과 2에 요약하였다.

세균학적인 검사의 경우 모든 검사과정에서 먹는물 기준 이하치를 나타내고 있으나 검사요목별 검토사항을 비교해보면 먼저 산성전해수의 경우 미생물학적인 검사에서 음성의 결과를 나타냈다. 이러한 결과에서 산성수의 경우는 그 자체로서 살균의 효과를 나타내고 있으며 이를 이용한 대단위살균을 필요로 하는 곳에 유효한 살균수로 생각된다(김, 1995).

Table 1. Electrolyzed oxidizing acid water quality analysis for difference water flow rate by stainless diaphragm

Parameter	acid water (water flow rate:L/min)				standard
	4	6	8	10	
low temp. bacteria	0	0	0	0	100/ml ↓
med. temp. bacteria	0	0	0	0	20/ml ↓
coliform group	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
Fecal Streptococcus	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
salmonella	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
Pseudomonas	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
shigella	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
Pb	0.03	0.01	0.01	ND	0.05mg/l ↓
F	1.0	0.8	0.8	0.7	1.5mg/l ↓
ammonia nitrogen	ND	ND	ND	ND	0.5mg/l ↓
nitrate	1.2	1.0	0.9	ND	10mg/l ↓
Cd	ND	ND	ND	ND	0.01mg/l ↓
water hardness	70	70	50	30	300mg/l ↓
odour	ND	ND	ND	ND	ND
flavor	ND	ND	ND	ND	ND
color	2°	2°	2°	2°	5° ↓
pH	2.0	2.8	3.0	3.0	5.8~8.5
Zn	0.073	0.071	0.062	0.043	1.0mg/l ↓
Cl	4	ND	ND	ND	250mg/l ↓
evaporation residue	73	70	50	38	500mg/l ↓
iron	ND	ND	ND	ND	0.3mg/l ↓
turbidity	0.08	0.07	0.07	0.06	1 NTU ↓
Sulfur ion	20	18	15	13	200mg/l ↓

ND : Non-detected

Table 2. Electrolyzed oxidizing base water quality analysis for difference water flow rate by stainless diaphragm.

Parameter	base water (water flow : L/min)				standard
	4	6	8	10	
low temp. bacteria	25	18	19	2	100/ml ↓
med. temp. bacteria	46	35	21	22	20/ml ↓
coliform group	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
Fecal Streptococcus	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
salmonella	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
Pseudomonas	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
shigella	ND	ND	ND	ND	ND/250ml
Pb	0.07	0.05	0.02	0.03	0.05mg/l ↓
F	1.1	0.8	0.9	0.6	1.5mg/l ↓
ammonia nitrogen	ND	ND	ND	ND	0.5mg/l ↓
nitrate	8	8	8	5	10mg/l ↓
Cd	ND	ND	ND	ND	0.01mg/l ↓
water hardness	210	210	200	200	300mg/l ↓
odour	ND	ND	ND	ND	ND
flavor	ND	ND	ND	ND	ND
color	1°	1°	1°	1°	5° ↓
pH	11.8	11.0	11.3	11.0	5.8~8.5
Zn	0.531	0.311	0.292	0.294	1.0mg/l ↓
Cl <sup>-</sup>	155	118	110	100	250mg/l ↓
evaporation residue	101	98	98	95	500mg/l ↓
iron	ND	ND	ND	ND	0.3mg/l ↓
turbidity	0.91	0.88	0.88	0.71	1 NTU ↓
Sulfur ion	ND	ND	ND	ND	200mg/l ↓

ND : Non-detected

### 3.3 오징어의 일반성분 및 전해수빙과 담수빙 저장중 오징어의 VBN 결과

실험에 사용되어진 오징어의 일반성분분석결과 수분함량은 77.65%였으며 단백질함량은 18.32%, 지질의 함량은 2.41%, 회분함량은 1.62%로 나타났다. 저장중에 VBN 생성의 경시적 변화를 Fig.3에 나타내었다. 빙장 저장직전 11.2mg/100g이었으며, 저장 초기에 모든 전해 환원산성수 빙장구에서 VBN 증가가 억제되었다.

담수빙법에서의 VBN 증가가 전해수빙중 산성수빙보다 훨씬 빠르게 진행되었으며 염기성수빙 보다는 느리게 진행되었다. 또한, 염기성 전해분해수 빙장구에서는 VBN의 증가속도 담수빙 및 산성전해분해수빙 저장법보다 빨랐으며, 저장 6일 후에는 32.5mg/100g로 초기부패를 나타내었으며, 저장 8일째에는 52.1mg/100g로 완전부패의 과정으로 넘어갔다. 산성 전기분해수빙장의 경우 저장 10일째 까지도 18mg/100g로 보통의 선어로 그 선도를 유지하고 있음을 볼 수 있으며, 저장14일째부터 초기부패치를 나타냄을 볼 수 있다.

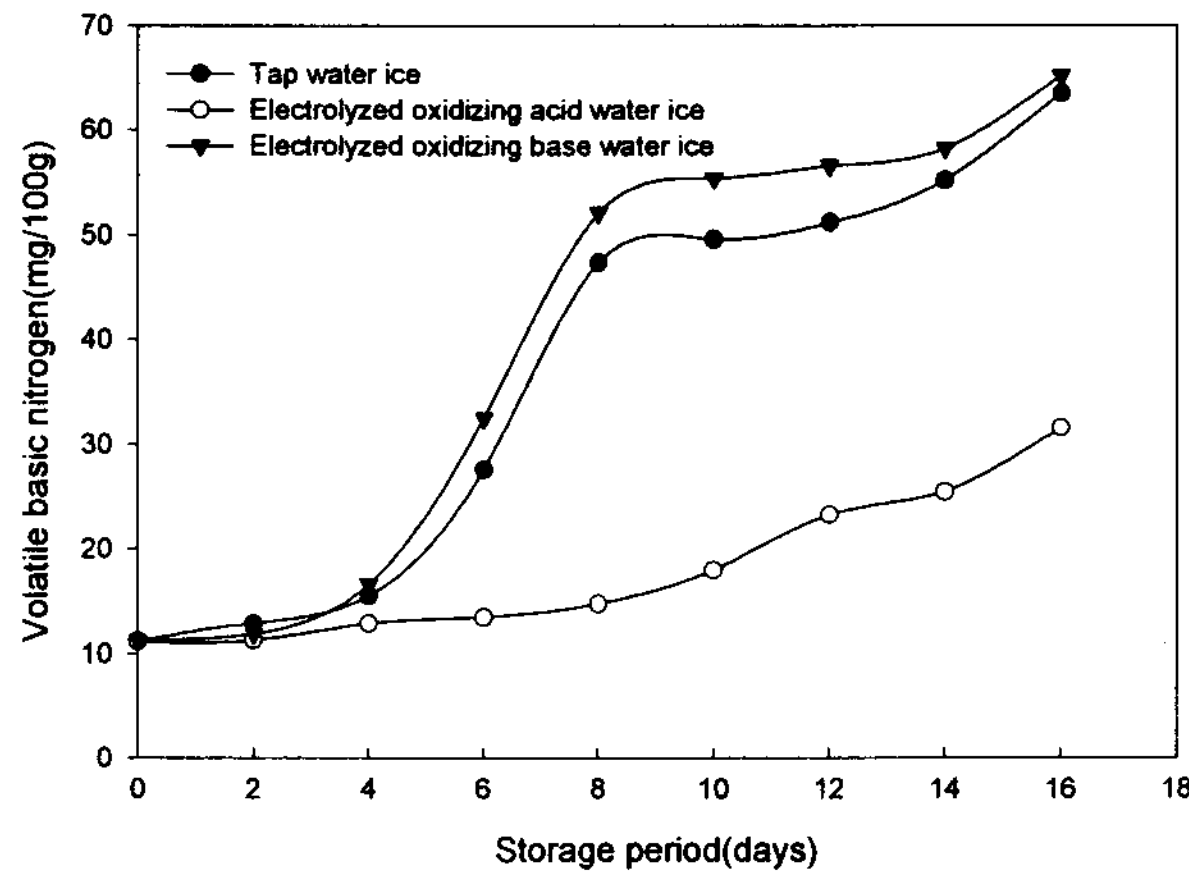


Fig. 3. Changes in VBN content of Squid muscle during storage of electrolyzed oxidizing water ice.

#### 4. 요약

연속식 스테인레스 단자방식의 전해수기를 이용하여, 기기의 특성과 연근해 다핵성 어종인 오징어를 빙장온도대에서 담수빙과 산성전해수빙, 염기성전해수빙으로 저장 중에 선도 보존효과 및 표피색의 변화에 대하여 검토하여 향후 전기분해수의 연안산 해산어류의 빙장 적용기초 자료로 이용하고자 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다. 전체적으로 동일한 Amphere를 걸 었을때, 산성전해수의 경우 낮은 pH를 유지했으며, 유량을 늘릴수록 산성도가 떨어지는 것을 알 수 있었다. 먹는물 수질기준에 따른 유속별 생산 전해수의 수질분석 및 미생물검사결과 세균학적인 검사의 경우 모든 검사과정에서 먹는물 기준 이하치를 나타내고 있으나 산성전해수의 경우 미생물학적인 검사에서 음성의 결과를 나타냈다

전해수빙과 담수빙 저장중 오징어의 일반성분과 VBN관찰 결과 수분함량은 77.65%였으며 단백질함량은 18.32%, 지질의 함량은 2.41%, 회분함량은 1.62%로 나타났다. 빙장 저장직전 11.2mg/100g이었으며, 저장 초기에 모든 전해 환원산성수 빙장구에서 VBN 증가가 억제되었다.

#### 참 고 문 헌

A.O.A.C., 1990. An official methods of analysis, 15th ed., Association of official Analytical Chemists, Washington B.C., 62~113.

Park, J.W., 1994. Functional protein additives in surumi gels. J. Food Sci., 59, 525~527.

D.H. Shaw and J.R. Botte, 1975. Preservation of Inshore Male Capelin stored in Refrigerated Sea Water. J. Fish. Res. Board Can., 32(11), 2047~2052.

Suzuki, T., 1998. Electrolyzed NaCl solution in food industry(in Japanese), Food Processing, 33(3), 10~14.

김의중, 오홍범, 석종성. 1995. 병원균에 대한 초산화수(전해산성수)의 살균효과. 최신의학, 38(1), 21~27.

박형우, 1996. 기능수의 연구동향. 식품기술, 9(1), 151~157.