

▶ 특별강연 - VI

신선편이 농산식품의 미생물학적 안전성 확보방안

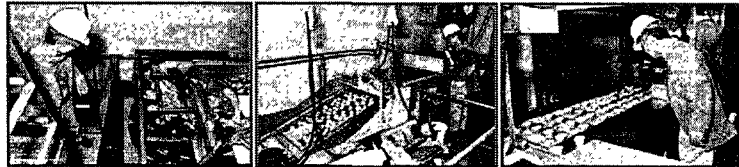
오 덕 환

강원대학교 바이오산업공학부 식품생명공학과



신선편이 농산식품이란?

- 농산물을 수확 후 정선, 세척, 다듬기, 제핵, 절단, 마쇄, 포장 등 일련의 단위조작공정을 거쳐 생산된 농산식품
원래의 형태를 물리적으로 변형시키되, 신선한 상태가 그대로 유지된 과실이나 채소 또는 혼합물





왜 유기농 신선편이 농산식품인가?

- * 소비자들이 건강에 대한 인식이 증가하면서 신선하고 건강에 좋은 식품 선호
- * 저지방, 고식이섬유
- * 암예방, 심장질환, 당뇨병 예방에 도움 건강식품 소재로 인식
- * 전세계적으로 수요와 공급이 확대
- * 비가열처리로 인한 병원성 식중독이 생물의 안전성 위협 증가



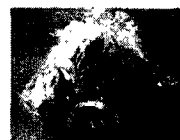
원료농산물과 신선편이 농산물의 저장 중 품질 변화 차이점

원료농산물

신선도 유지기간 연장(몇 주 또는 몇 달)

신선편이

가공처리시 박피, 절단 등 처리 → 조직 손상으로 인한 연화
절단면이 공기에 직접 노출 → 갈변, 미생물 감염
→ 선도기간 유지기간이 매우 짧음(냉장온도에서 3-7일)



신선편이 농산물의 가공시 발생하는 품질변화

1) 생리, 생화학적 변화

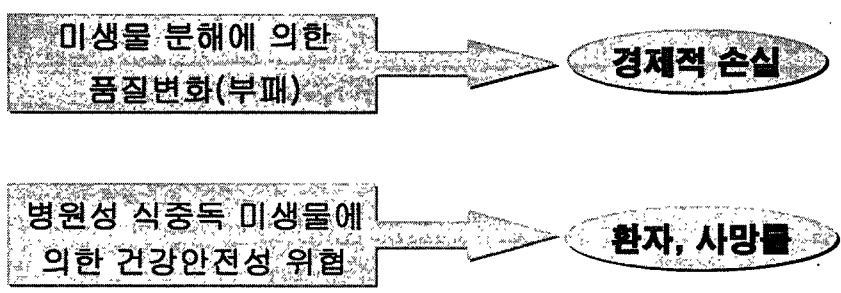
- ▶ 박피 및 절단시 조직손상 : 호흡속도 증가, 에틸렌 생성, 조직 연화, 갈변증가(PP0)
- ▶ 조직 연화 : 세포벽 성분이 폴리갈락투로나아제(polygalacturonase)의 작용에 의한 분해

2) 미생물 변화

- 농산식품(pH 5.8-6.0)으로 높은 수분조각 절단면의 수와 표면이 많아 미생물 생육에 이상적 조건
- ▶ 신선엽채류 (*Pseudomonas*, *Erwinia*): 10^5 CFU/g
 - ▶ MA포장 채소류: 호기성세균 $10^7 \sim 10^9$
Coliform 5.6×10^6
Pseudomonas spp: 1.5×10^6

3) 안전성(잔류농약, 중금속, 위해미생물)

미생물 관점에서 본 신선편이 농산식품의 문제점

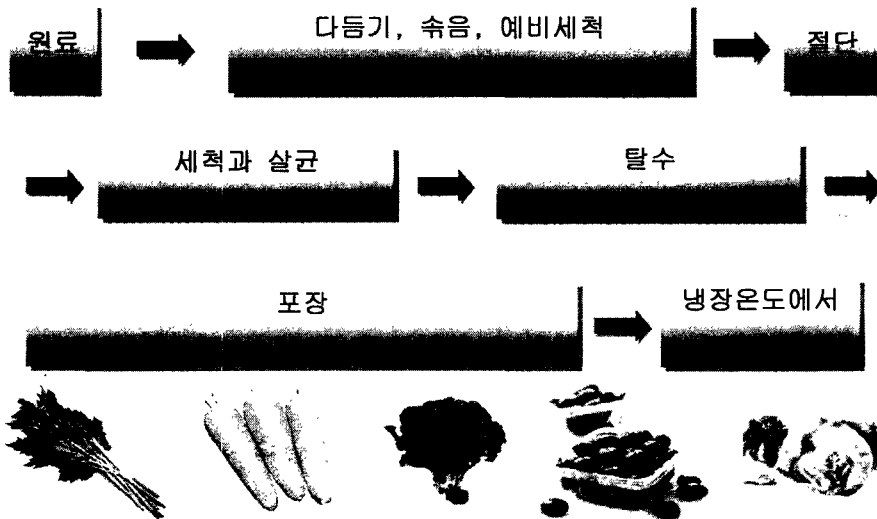


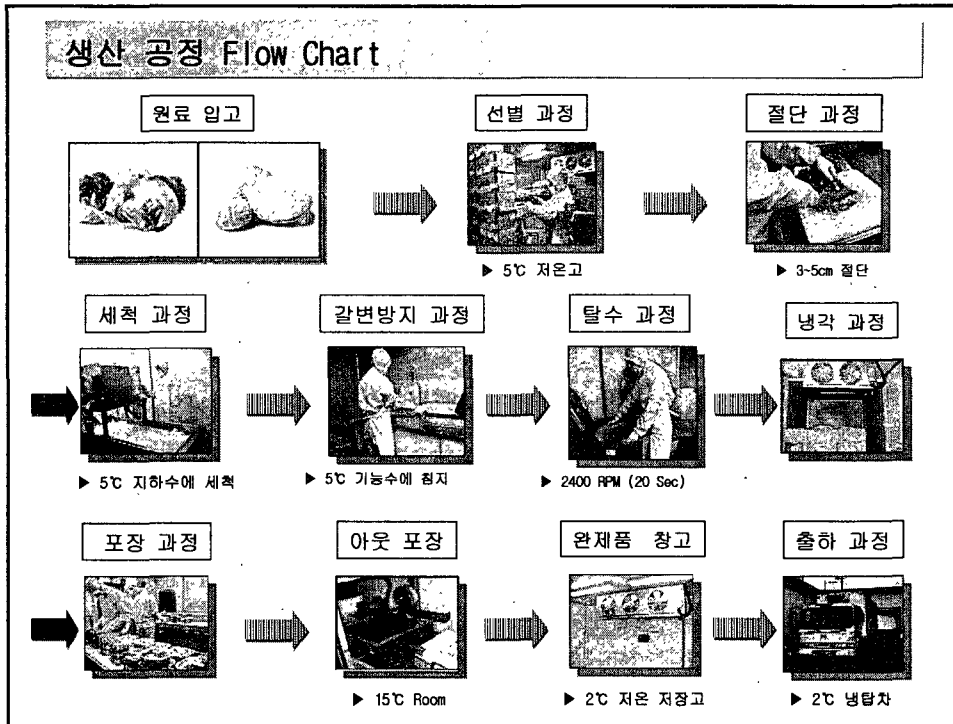
신선편이 농산식품의 병원성 식중독균 오염원

Table 1. Source of Pathogenic Microorganisms on Fresh Produce.

수확 전	수확 후
분변	분변, 종사자
토양	수확용 도구, 운송용기
관개용수	세척수, 행금수
거름	선별, 절단, 포장
먼지	운송차, 온도남용
야생동물	접촉오염
취급자	유통시 부적절한 취급

신선편이 농산물의 가공공정





신선편이 농산식품의 주요 식중독 미생물 종류

Table 2. Type of Pathogenic Microorganisms in Fresh Produce.

Gram negative	Gram positive	Other pathogen
<i>A. Hydrophilia</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>Norwalk virus</i>
<i>Y. enterocolitica</i>	<i>Cl. botulinum</i>	<i>Hepatitis A virus</i>
<i>E. Coli</i> O157:H7	<i>B. cereus</i>	<i>Giardia lambi</i>
<i>Salmonella</i> spp.		
<i>Cam. jejuni</i>		

신선편이 식품과 관련된 병원성 미생물로부터의 식중독발생

Table 3. Pathogenic Bacteria Causing Outbreak Associated with Fresh Produce.

Pathogen	Produce
<i>Aeromonas</i> spp.	Alfalfa sprout, asparagus, celery, spinach
<i>Shigella</i> spp.	Lettuce, green onions, parsley, salad vegetables
<i>Salmonella</i> spp.	Sliced tomatoes, sprouts, sliced water melon, cantaloupe, chili, lettuce, orange juice, tomato
<i>E.coli</i> O157:H7	Alfalfa sprout, unpasteurized apple juice/cider, cabbage, celery, lettuce
<i>L. monocytogenes</i>	Bean sprout, cabbage, cucumber, potatoes, radish, tomato, salad vegetables
<i>B. cereus</i>	Mustard sprout, soybean sprout

신선편이 농산물로부터의 *Yersinia* spp.의 분류현황

Table 4. Prevalence of *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia*.spp. In ready-to-eat vegetables from Korea.

Vegetable sample	No. of samples	No. (%)			
		<i>Y. enterocolitica</i>	<i>Y. intermedia</i>	<i>Y. frederiksenii</i>	<i>Y. kristensenii</i>
미나리	40	4(10)			
시금치	26	1(3.8)			
양배추	55	2(3.6)		1(1.8)	
콩나물	87	3(3.4)	1(1.1)	1(1.1)	
상치	58	2(3.4)			
배추	65	2(3.1)	2(3.1)		
무	32	1(3.1)			
파	51	1(2.0)		1(2.0)	
당근	47			1(2.1)	1(2.1)
숙갓	20			1(6.3)	
무순	22				
양파	20				
버섯	105	2(3.6)			
기타	45				
Total	673	18(2.7)	3(0.4)	5(0.7)	1(0.1)

신선편이 농산물로부터의 *Listeria* spp.의 분류현황

Table 5. Incidence of *Listeria monocytogenes* and *Listeria* spp. From ready-to-use vegetables.

Type of sample	Number of sample	<i>Listeria</i> spp. (%)	
		<i>L. monocytogenes</i>	<i>L. innocua</i>
콩나물	44		3(6.8%)
샐러리	37	1(2.7%)	4(10.8%)
상추	43		1(2.3%)
버섯	46	1(2.2%)	1(2.2%)
시금치	41		
양배추	73		4(5.5%)
깻잎	33		
양파	35		2(5.7%)
기타	50		
Total	402	2(0.5%)	15(3.7%)

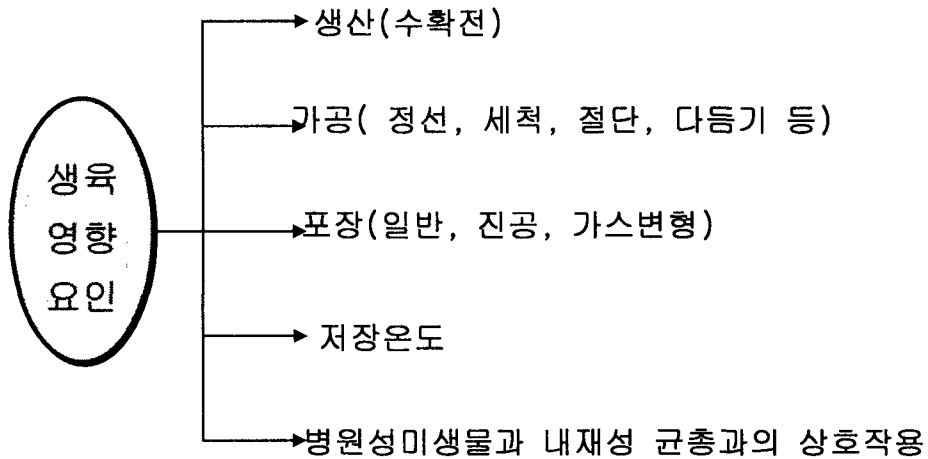
신선편이 샐러드의 미생물 권고 관리기준(독일)

Table 6. Recommended Microbiological Criteria for Prepared, Mixed Salads Vegetable.

Microorganisms	Limit/g
Total counts at production	$< 5 \times 10^6$
Total counts at retail	$< 5 \times 10^7$
<i>E. coli</i>	$< 10^2$
<i>Salmonella</i>	Absent from 25g $< 10^2$ g, no action
<i>L. monocytogenes</i>	$> 10^2$ g, further investigation made $> \text{Zero tolerance (US, UK)}$
Recommended shelf-life	7days(including day of production)
Recommended temperature during transport and sale	2-7°C



신선편이 농산식품에서 병원성미생물의 생육에 영향을 미치는 요인



신선편이 농산식품에서의 병원성 미생물의 생육 및 생존

Table 7. Survival and Growth of Pathogenic Microorganisms on the Fresh Produce.

Pathogen	Produce/conditions	
	Survival	Growth
<i>E. coli</i> 0157:H7	Apple cider 8°C	Melon 25 °C, Shredded lettuce 12 °C
<i>Shigella</i> spp.	Lettuce 5 °C/3d	Lettuce 22 °C, Melon 22-26 °C, Cabbage 22 °C
<i>Salmonella</i> spp.	Mellon 22-27 °C/6h, Sprouts 5 °C/10d	Tomatoes 20 °C, Melon 23 °C, sprouts 21 °C
<i>Campylobacter jejuni</i>	Sliced melon 25-29 °C/6h	
Enterovirus	Fresh produce 4 °C/25-30d, 22 °C/5-25d	
<i>Yersinia enterocolitica</i>		Fresh produce 4 °C
<i>Listeria monocytogenes</i>		Fresh produce 4 °C

온도변화에 따른 신선편이 농산식품(채소류)의 총균수 변화

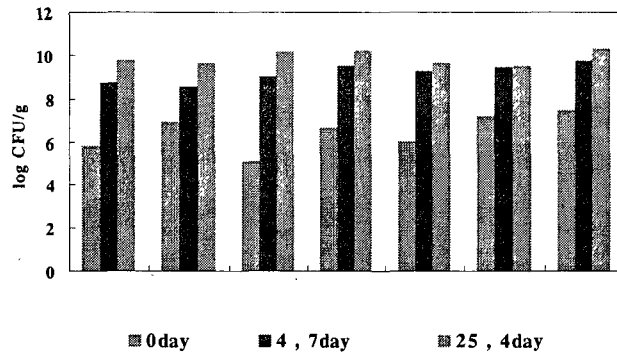


Fig. 1. Changes in microbial flora on RTE vegetables in different storage temperatures and times.

온도변화에 따른 신선편이 농산식품 (채소류)의 *Coliform* 변화

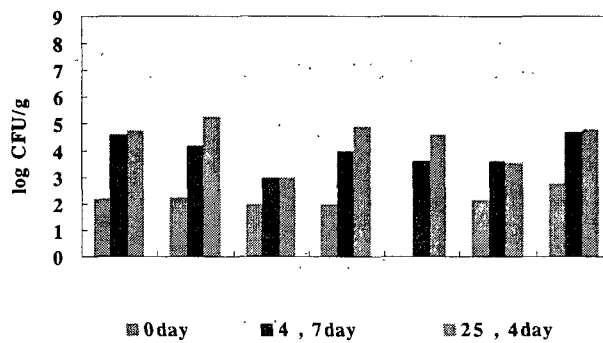


Fig. 2. Changes in *Coliform* on RTE vegetables in different storage temperatures and times.

온도변화에 따른 신선편이 농산식품 (과일류)의 총균수 변화

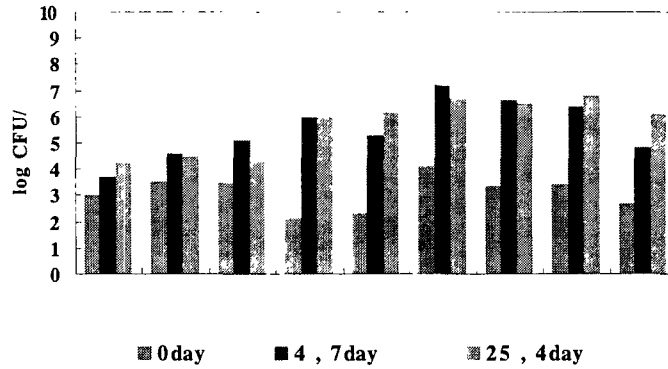


Fig. 3. Changes in microbial flora on RTE fruits in different storage temperatures and times.



Sanitizing agents (염소화합물 또는 합성 보존제)

전해수

오존수

광전압펄스

초고압살균

방사선조사

오존수 원리

- ▶ 물 전해하면 양극 : $3H_2O \rightarrow O_3 + 6H^+ + 6e^-$ (오존발생)
- ▶ 이 이유는 고체분자 전해질 막 (불소계양이온 교환막)의 양면에 전극을 배치하고 양극측에 순수에 공급하는 고체 고분자 전해질 전해법을 이용하여 고농도 오존(약 14%)을 함유한 산소를 발생
- ▶ 염소보다 수백배나 빠른 살균능력
- ▶ 수중에서 종래 염소계 살균제보다 7배의 살균력을 보유, 잔류성 없는 무공해 물질
- ▶ 사용되고 남은 오존가스 자체는 서서히 산소로 완전 분해
(오존농도 반감기 : 공기중에서 10 ~ 15시간, 물 속에서 20 ~ 30분)

오존처리에 의한 신선편이 농산식품의 총균수 저감화 (3분 침지)

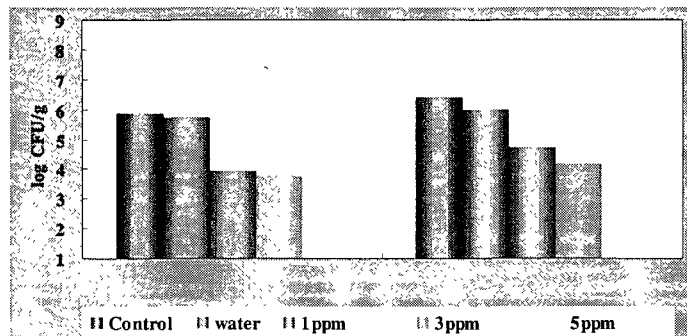


Fig. 4. Effect of Ozone treatment on inactivation of total counts on lettuce and enoki mushroom.

오존처리에 의한 신선편이 농산식품의 *E. coli* O157:H7
저감화(3분 침지)

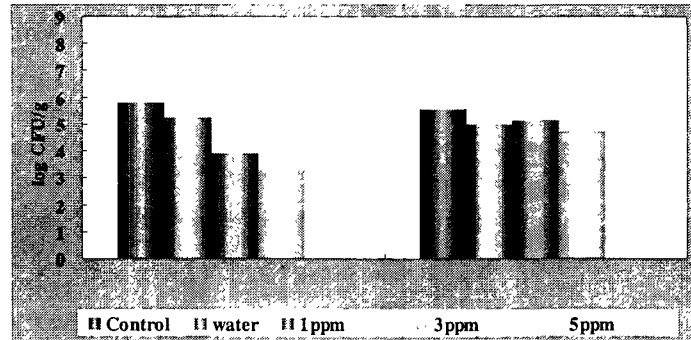


Fig. 5. Effect of Ozone treatment on Inactivation of *E. coli* O157:H7 on lettuce and enoki mushroom.

병용처리에 의한 신선편이 농산식품의 총균수
저감화(3분 침지)

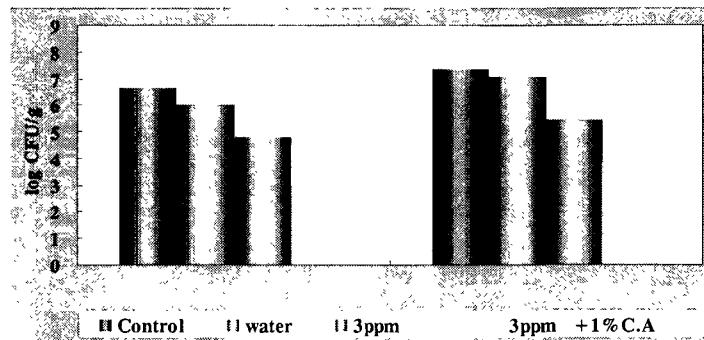


Fig. 6. Effect of Ozone and 1% Citric acid, either alone or in combined on Inactivation of total counts on lettuce and enoki mushroom.

병용처리에 의한 신선편이 농산식품의 *E. coli* 0157:H7 저감화(3분 침지)

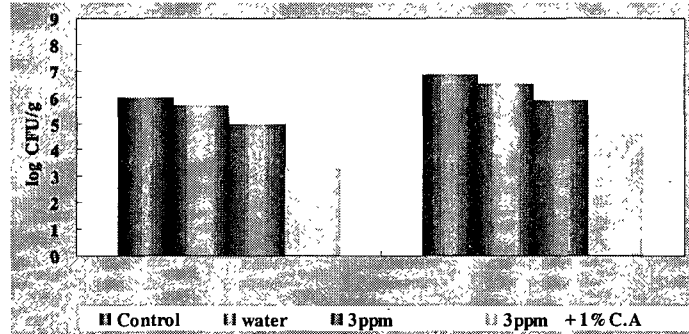
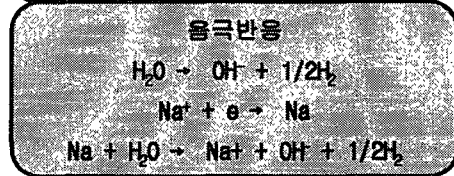
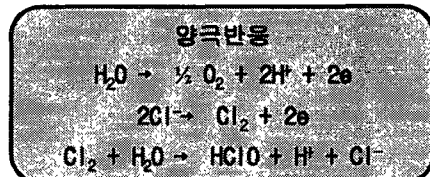
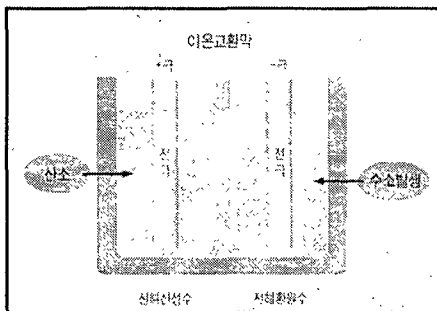


Fig. 7. Effect of Ozone and 1% Citric acid, either alone or in combined on inactivation of *E. coli* 0157:H7 on lettuce and enoki mushroom.

전해수 원리

□ 전해수(電解水)란?

- 물에 NaCl이나 KCl을 첨가하여 강한 전류를 흘려 전기 분해했을 때 얻어지는 강산화수와 강환원수를 말하며 주로 농업, 식품공업, 살균 소독 목적 사용
- 잔유물이 생기지 않고 인체에 해를 미치지 않는 장점



In vitro Broth Study

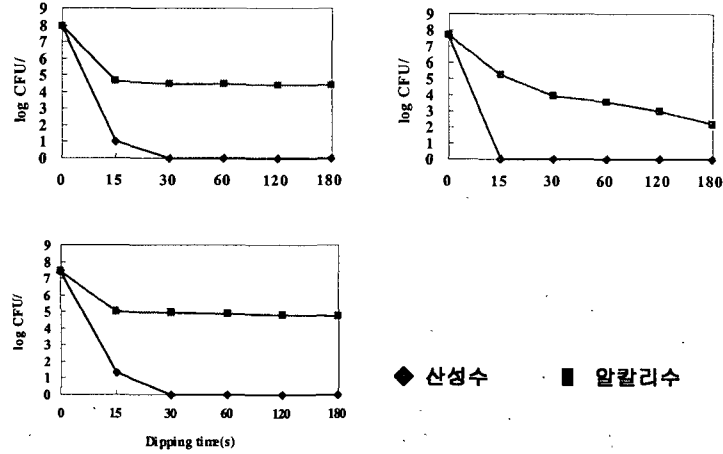


Fig. 9. Effect of Electrolyzed water treatment on Inactivation fo Yeast and mold in the broth system.

식품에 적용 (과채류)

▶ 병용처리에 의한 신선편이 농산식품의 총균수 저감화

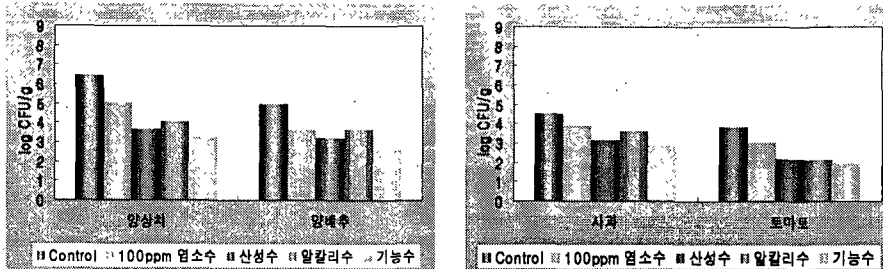


Fig. 10. Effect of Electrolyzed water or functional water on inactivation of total counts on fruits and vegetables.

▼ 병용처리에 의한 신선편이 농산식품의 *L. monocytogenes* 저감화

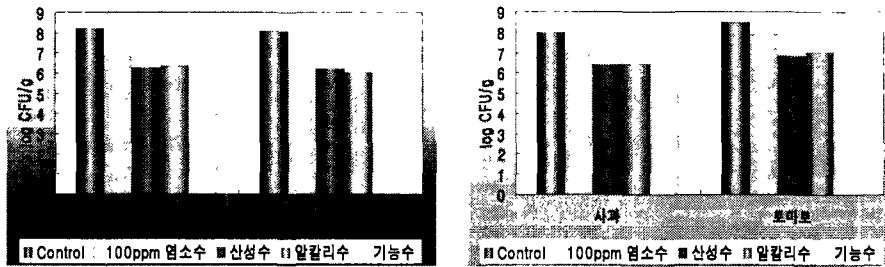


Fig. 11. Effect of Electrolyzed water or functional water on inactivation of *Listeria monocytogenes* on fruits and vegetables.

▼ 병용처리에 의한 신선편이 농산식품의 *E. coli* O157:H7 저감화

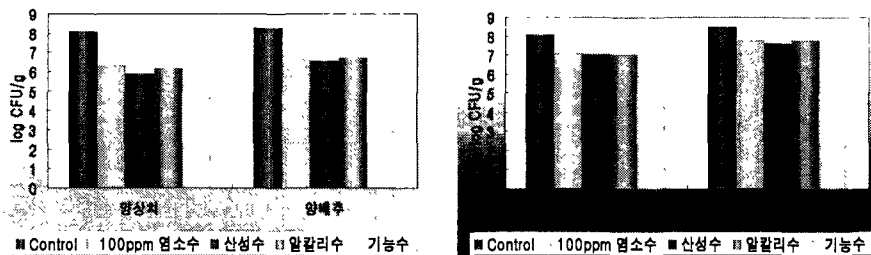


Fig. 12. Effect of Electrolyzed water or functional water on inactivation of *E. coli* O157:H7 on fruits and vegetables.



신선편이 농산식품의 미생물학적 안전성 확보를 위한 향후 대책

- ▶ 재배지에서 철저한 GAP 시행 및 서류화(재배, 수확, 취급, 운송)
- ▶ 엄격한 GMP 시행, SSOP, HACCP(가공공장)
- ▶ 철저한 교육훈련(재배자, 농민, 종사자, 유통업자, 소비자 등)
- ▶ 새로운 전처리 미생물 저감화 기술개발
(GAP 및 HACCP의 일부분)
- ▶ 병원성 미생물 위해도 평가기술개발(예측미생물 모델 등)

