

국내외 기술정보

신선한 상태로 최소 가공 처리되는 과일과 야채의 과산화수소에 의한 살균

이 부 용
특용작물가공팀

신선한 상태로 최소 가공된(fresh-cut, minimally processed)과일과 야채는 수요가 계속 증가하고 있어서 신선품 가공산업이 크게 성장하는 추세에 있다. 그러나 신선 가공품들은 미생물에 의한 부패가 빠르고 살모넬라나 리스테리아 같은 식중독균의 잠재적인 전염원으로 인식되고 있어서 큰 문제이다.

그동안 염소는 신선하게 가공된 과일과 야채들의 위생적인 살균 처리에 널리 사용되어 왔지만 그 효과는 몇몇 품목으로 제한되어 있었다. 예를들어 먹기 좋게 잘라 놓은 상추에서 *Listeria monocytogenes*의 번식을 억제시키거나 접붙여 재배되고 있는 토마토에서 *Salmonella montevideo*를 사멸시키는 정도에 사용되어 왔다. 그러나 불행하게도 식품중의 어떤 성분은 염소와 반응하여 독성물질을 생성하기도 하기 때문에 식품이나 정수처리에 염소를 사용하는 것에 대한 안전성 문제가 늘 제기되어 왔으며 1995년에 입법된 사용제한법에 따라 염소를 대신할 대체 살균제의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

여러명의 다른 연구자들은 염소를 대체할 대체

살균제로서 chlorine dioxide, ozone, trisodium phosphate 등에 관하여 연구하고 있으나 여기서는 신선 가공되는 과일과 야채에 대하여 과산화수소(hydrogen peroxide, H_2O_2)증기 처리나 세척 등에 관하여 살펴보도록 하겠다.

1. 과산화 수소의 식품에 대한 응용

과산화수소의 미생물살균력은 오랜기간 증명되어 왔다.

묽은농도의 과산화수소는 전통적인 살균제로서도 일반 소비자들의 각광을 받아왔다. 과산화수소 증기는 의료기구나 장비들의 살균과 포장재와 무균포장시스템에도 살균제로서 이용되고 있다.

과산화수소는 일반적으로 안전하다고 인정되는 GRAS 등급의 물질로서 식품의 표백제, 산화나 환원제, 살균제로 사용되어 왔다. 미국 FDA는 다음의 3가지의 경우에 한해서만 현재 살균제로 과산화수소를 사용하도록 허가했다. 첫째, 치즈 제조용 우유의 살균, 둘째, 치즈웨어의 처리, 셋째, 열처리를 할 수 없는 전분의 살균 등이다. 이외의 다른

식품에 응용될 때도 FDA는 적절한 물리적, 화학적 처리에 의해 적용된 식품중의 과산화수소 잔류량을 기준치 이하로 최소화 시킬 것을 규정하고 있다.

과산화수소가 식품용 살균제로서 사용되고 있는 많은 실험예들을 보면, 신선한 채소나 과일의 저장, 생식용 포도의 수확후 부패 방지, 버섯의 세척, 샐러드용 야채와 딸기류 및 신선가공 레몬의 저장등이 있다.

2. 과산화 수소 증기처리

캘리포니아에 소재하는 미국 USDA/ARS Fresno 원예작물 연구소는 생식용 포도에 오염되어 있는 *Botrytis cinerea* 포자에 대해 40℃에서 30~35%의 과산화 수소 증기속에서 10분간 처리했을 때 포자들의 발아율도 감소하고, 부패율도 크게 감소했다는 연구결과를 보고했다.

일련의 다른 연구에서도 1 l 당 0.27mg농도의 과산화수소의 증기는 포도에 눈에 보일 정도의 해를 입히지 않으면서 *Botrytis*균 포자를 효과적으로 살균시키는 것으로 나타났다.

더 높은 농도의 과산화수소 증기를 사용하면 과실에 갈변을 일으키므로 좋지 않다.

캘리포니아 Fresno 연구소의 Simmons 팀은 여



그림 1. AMSCO VHP 1000 Biodecontamination System and 30-ft³ treatment chamber(ARS design)

러가지의 신선 채소나 과일 등에 대해 과산화수소 증기 처리를 실시하는 폭넓은 실험을 수행하였다. 이들은 이 실험에서 과산화수소 증기를 만들어내는 장치로서 AMSCOVHP 1000 Biodecontamination System이라는 30ft³의 부피를 갖는 그림 1과 같은 냉·온 겸용의 기기를 사용했다.

신선 가공된 cantaloupe(주황색 과육의 메론의 일종)는 자른 표면의 부패균과 병원균들을 살균시키기 위해서 주로 염소산 용액에 세척하는 방법을 사용해 왔다. 그러나 대체제로서 3mg/L의 농도를 갖는 과산화수소 증기 속에 cantaloupe를 60분간 노출시킴에 의해 미생물의 수를 크게 감소시켰으며 2℃에서 4주간 아무런 부패없이 그림 2와 같이 저장되었다.

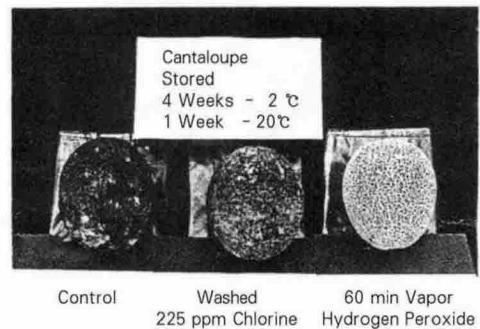


그림 2. Control of decay in cantaloupe by H₂O₂ vapor treatment

말린 자두는 조직감과 관능적 특성 때문에 수분 함량이 30% 정도는 되는데 부패를 방지하기 위하여 potassium sorbate가 사용되고 있지만 미국내 자두 가공 업체는 수출용 말린 자두에 대해서는 다른 대체 살균제를 사용하려고 하고 있다. Simmons 팀은 말린 자두를 3mg/L의 농도를 갖는 과산화수소 증기에 10분간 노출시켰을 때 미생물 수가 크게 감소하였고 저장후 20일이 지나면 과산화수소의 잔류도 검출되지 않았다. 그러나 노출시간이 20분 이상이면 자두가 표백되거나 표면이 부풀어 수포등이 생겨나고 잔류량도 검출되는 것으

로 나타났다.

따라서 자두에 대한 과산화수소 증기 처리는 자두를 무균적으로 포장하기 위한 일종의 hurdle technology(다른 기술과 병용해야만 좋은 효과를 나타내는 기술)로서 사용될 수 있다.

일반적으로 포장된 건포도에는 1g당 72,000cfu의 미생물이 존재한다. Simmons 팀은 건포도를 60분간 과산화 수소 증기에 노출시키는 20회의 실험중 17회의 경우에서 미생물이 1마리도 검출되지 않았다. 과산화 수소 증기 처리는 건포도의 살균에 매우 유망한 처리 기술이다.

호두의 과육은 현재 propylene oxide를 사용하여 미생물수를 감소시키는 살균을 하고 있지만 최근 제정된 규제 때문에 앞으로는 사용할 수 없게 되었다. 과산화수소 증기 처리는 호두 과육의 미생물 수를 95%이상 감소시키는 propylene oxide의 대체 살균제로서 아주 유망하다.

Sapers 팀은 다른 여러가지 생과일이나 생야채, 신선 가공 야채와 과일들에 대해서도 과산화 수소 증기 처리를 실험하였다. 물론 궁극적인 최종목표는 처리되는 식품의 품질을 보존하면서 부패를 방지하는 것이다. 여러가지 야채나 과일들을 1분당 과산화수소 2.5~5.0g을 투입하는 속도로 2~15분간 과산화수소 증기 처리한 후 구멍뚫린 비닐 포장재에 포장하여 7.5℃에 저장하면서 부패정도를 살펴보았다.

오이나 푸른 고추 등은 세균에 의한 연부현상이 뚜렷하게 감소되었으나 브로컬리, 당근, 콜리플라워, 샐러리, 딸기류 등에서는 과산화 수소 증기를 처리하여도 부패 방지 효과가 별로 나타나지 않았다. 과산화 수소 증기 처리시 문제가 되는 품질의 변화는 버섯 등의 갈변과 딸기류 등에 존재하는 안토시안 색소의 탈색이다. 특히 탈색은 과산화 수소 투입량과 노출시간이 길수록 심한 것으로 나타났다.

3. 버섯류 세척시 과산화 수소 사용

일반적으로 버섯재배는 버섯종균이 성장시

*Pseudomonas tolaasii*에 의해 갈색이나 보라색의 부패부위가 나타나는 것을 막기 위해 종균의 세척을 실시한다. 염소나 황화합물로 세척하여 어느 정도 방지는 되지만 완전하게 제거되지는 않는다. 세균을 사멸시킬 정도의 높은 염소 농도로 세척하면 버섯이 검게 변하여 품질이 저하 되기도 한다.

버섯을 세척하기 전에 과산화 수소 증기로 먼저 처리하면 버섯 표면의 미생물들을 살균시키는데 매우 효과적이다. *Pseudomonas tolaasii*로 10⁸만큼 미리 오염시킨 버섯도 과산화 수소 증기로 처리하면 4℃에서 4~6일간 저장하여도 부패가 억제되었다. 물론 이 시스템은 45~60분 정도의 처리시간을 필요로 하기 때문에 버섯에 갈변을 일으키게 된다.

과산화수소 증기의 처리에 의한 갈변은 증기 처리후 즉시 sodium erythorbate가 담긴 용액에 버섯을 세척함으로써 버섯에 붙은 흙도 제거시키면서 갈변을 어느 정도 억제할 수 있다.

그러나 아직도 완벽한 갈변 방지를 위해서는 증기 처리 시간을 줄여야 하고 보다 효과적인 갈변 방지법이 개발되어야 한다.

따라서 과산화수소 증기 처리 대신 용액 상태로 하여 그림 3과 같이 버섯을 5% 과산화수소 용액에 30초간 세척하면 세척후 erythorbate 용액에 담가서 갈변을 방지하는 방법과 매우 잘 병용되는 것으로 판단된다.

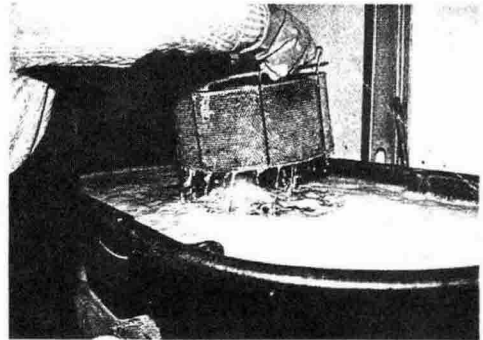


그림 3. Washing mushrooms in 5% H₂O₂

과산화수소 용액에 버섯을 세척하는 것은 표 1과 같이 세균에 의한 부패반점의 형성을 방지하는 좋은 방법이다. 세균에 의한 버섯의 부패와 갈변을 방지하는 방법은 버섯을 1% 과산화수소와 1,000ppm의 EDTA를 함유한 용액에 세척하는 것이다.

표 1. Effect of H₂O₂ dip on lesion development in mushrooms inoculated with *Pseudomonas tolaasii*

Inoculum level ^a	Treatment	No. of mushrooms with bacterial blotch lesion ^c		
		Day3	Day6	Day10
0	Control	0/3	0/3	0/3
	H ₂ O ₂ ^b	0/3	0/3	0/3
10 ⁶	Control	0/3	0/3	3/3
	H ₂ O ₂	0/3	0/3	3±/3
3×10 ⁶	Control	3/3	3/3	3/3
	H ₂ O ₂	0/3	0/3	3/3
10 ⁷	Control	3/3	3/3	3/3
	H ₂ O ₂	2±/3	3±/3	3/3

^aNo. of *P. tolaasii* cells/mushroom; inoculated with 10 L of suspensions containing 10⁶, 3×10⁶, or 10⁷ cells/mL

^bDipped in 3% H₂O₂ for 30 sec; held 2 min; dipped in 4.5% sodium erythorbate(pH5.5) for 20 sec

^cSets of 3 inoculated mushrooms incubated at 4°C for 10 days. ±=atypical lesion, i.e., brown but not sunken

과산화수소 용액 처리후 식품에 잔류하는 과산화수소 양은 FDA의 엄격한 규제를 받고 있다. 현재 매우 감도가 뛰어난 2가지 분석법이 이용되고 있다. 한 가지는 Reflectoquant시스템으로서 그림 4와 같이 가느다란 종이 시험지를 버섯의 표면에 접촉시켜 변하는 색을 보고 잔류 농도를 확인하는 방법으로서 0.2ppm 이상의 과산화수소 농도면 검출이 가능하다.

또 한가지는 TOOS4AA 색도 시험법으로 비슷한 과정을 거치면서 0.1ppm이상의 과산화수소 농

도면 검출이 가능하다. 과산화수소 용액에 버섯을 처리한 후 몇분 이내에 잔류물을 측정하는 것은 좋지 않다. 왜냐하면 처리후 잔류하는 과산화수소는 버섯내에 존재하는 catalase에 의해 분해되기도 하고 갈변 방지 용액의 erythorbate에 의해서도 감소되기 때문에 적당한 시간이 경과한 뒤에 측정하는 것이 좋다.

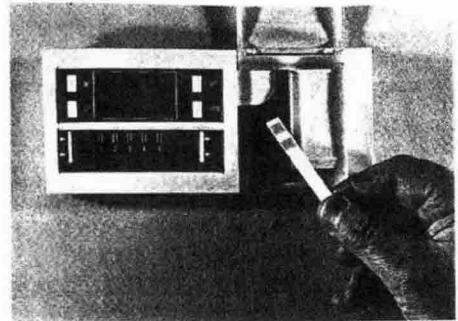


그림 4. Detection of H₂O₂ residues with the Reflectoquant system

버섯에 대한 과산화수소 용액 처리의 효과는 2가지 요인에 따라 결정된다. 하나는 버섯표면에 오염되어 있는 세균들에 대한 과산화수소의 살균력, 또 하나는 버섯을 세척할 때 세척 용액속에 공기방울을 붙어 넣어 버섯표면의 흠을 제거시키고 느슨하게 붙어 있는 미생물들을 기포에 의해 얼마나 많이 제거 시키는가의 기계적, 물리적 역할이다. 현재 버섯 포장 조합의 지원으로 대량 세척 시스템을 개발하고 있으며, 이 공정의 상업성 여부를 평가하고 있는 단계이다.

4. 과산화수소 용액을 이용한 신선 가공식품 처리

신선한 버섯에 대한 과산화수소 세척 효과가 우수하므로 기존의 야채나 과일 of 신선 가공에 사용 해온 염소 처리를 과산화수소로 대체하는 연구를 진행하였다. 과산화수소 용액 처리는 증기 처리보

다 훨씬 빠르고, 상업적으로 적용하기가 더 쉽고, 공정 제어가 더 간단하다.

여러가지 야채나 과일들을 전체 또는 부분적으로 가공된 채로 5~10% 과산화수소 용액에 0.5~5분 간 침지하여 세척하는 연구를 수행했다. 용액에 담겨진 시료표면에서의 기포 발생정도, catalase(잔류하는 과산화수소를 분해하여 갈변을 억제하고, 최종잔류량 규제와 제품의 품질에 중요한 역할을 한다)활성도, 과산화수소 증기 처리에서처럼 용액 처리에 의해 생기는 제품의 손상 정도 등이 관찰되었다.

배추, 당근 자른것, 셀러리 자른것, 고추 자른것, 상추, 껍질 벗긴 토마토 등은 과산화수소 용액에 침지했을 때 기포발생이 격렬하였다. 브로콜리, 콜리플라워, 방울 토마토 등은 거의 기포 발생이 일어나지 않았다. 이와같은 실험에서 대부분의 야채나 과일들의 외관은 변화하지 않았으나 상추의 경우는 버섯과 마찬가지로 심하게 갈변되었다.

그러나 상추의 경우에는 갈변 방지 처리가 별 효과가 없을 것이며, 껍질을 벗기지 않은 토마토의 경우 표피가 약간 탈색 되지만 이것은 가공시 장점으로 작용할 수도 있다.

사과나 배 조각, 체리, 딸기류 등은 용액에 침지 시 거의 기포 발생을 보이지 않는데, 이것은 표면의 catalase 활성이 낮다는 것을 의미하며 따라서 과산화수소의 잔류량이 문제가 될 수 있음을 의미한다. 딸기류의 처리에서는 안토시안 색소의 탈색이 나타나는데 이는 침지 시간보다는 과산화수소 용액의 농도가 높을수록 탈색이 심하였다. 이러한 탈색과 기계적인 손상 때문에 과산화수소 용액 처리가 널리 보편화 되지 못하고 있는 실정이다.

5. 과산화 수소 잔류량

과일이나 야채들의 과산화수소 용액 처리후 잔류되는 과산화수소는 처리된 시료에 내재하고 있는 catalase의 활성에 따라 서서히 분해되지만, 처리후 잔류하는 과산화수소에 의한 부작용을 최소화

하고 품질을 좋게 하기 위해서는 처리후 바로 물을 사용하여 세척할 필요가 있다. 과산화 수소 용액 처리후 물로 헹군것과 1% sodium erythorbate 용액에 침지한 것의 과산화수소 잔류량을 Reflectoquant 시스템과 TOOS4AA 색도 시험법으로 시험한 결과는 표 2와 같다.

표 2. H₂O₂ residues in treated fresh-cut vegetables and melons

Commodity	Treatment ^a	Storage time(min)	H ₂ O ₂ residue	
			Test strips	TOOS-4AA
Mushrooms	5% H ₂ O ₂ + whole browning inhibitor	5	none	none
Cucumber	5% H ₂ O ₂	120	>25ppm	nd ^b
cross-cuts	5% H ₂ O ₂ + H ₂ O ₂ rinse	5	none	none
	5% H ₂ O ₂ + erythorbate	5	none	none
Cantaloupe	5% H ₂ O ₂	20	>25ppm	nd ^d
	5% H ₂ O ₂ + H ₂ O ₂ rinse	20	none	none
cubes	5% H ₂ O ₂ + erythorbate	10	none	none

^aWhole cucumber treated with H₂O₂ and then cut into cross-cuts; cantaloupe cubes dewatered after treatment

^bnd = not determined

^cNegative at 48 hr

^dNegative at 2 hr

버섯은 과산화수소 용액 처리하고 갈변방지 용액 처리후 5분 이내에 잔류하는 과산화수소가 검출되지 않았고, 오이 자른것은 처리후 물로 헹구지 않으면 1~2시간이 지나도 잔류하고 있었다. 그러나 물로 헹구면 5분만 지나도 잔류량이 검출되지 않았다. 신선가공 cantaloupe도 처리후 24시간 까지도 잔류량이 25ppm 이상으로 검출되며, 5일까지도 검출되었으나 물로 헹구면 20분 이내에 0.1ppm 이하로 잔류하였다.

6. 저장기간 연장

과일이나 야채를 과산화수소로 처리하는 주목적

은 표면의 부패미생물을 감소시켜 저장성을 연장시키자는 것이다.

이번 실험에서는 시료의 저장성을 시료의 표면에 눈에 보이는 부패징후 여부로 판단하였다. 오이나 고추, 애호박을 절편으로 자르기 전에 5~10%의 과산화수소 용액에 2분간만 침지하여도 부패에 의한 연부현상을 지연시키는데 매우 효과적이었다. Cantaloupe같은 메론들은 신선 가공후에 5% 과산화수소 용액으로 처리하면 저장기간이 크게 늘어나는 것으로 나타났다.

과산화수소와 염소용액 처리를 직접 비교하면 과산화수소가 신선 가공된 애호박이나 메론류의 부패를 더 효과적으로 지연시켰다. 이 때 너무 오랜시간 노출을 시키거나 너무 높은 농도의 과산화수소 용액에 침지하는 것은 오히려 저장성에 나쁜 영향을 주었다. 이것은 처리되는 세포의 내부에 존재하는 항미생물 성분의 산화나 과산화수소에 의한 세포조직 손상에 의한 세포질 성분의 유출때문인 것으로 판단된다.

버섯이나 자른 메론을 과산화수소 용액에 담으면 catalase에 의해 생성되는 산소때문에 많은 기포가 생긴다. 이렇게 생긴 기포는 시료의 과산화수소 처리나 처리후 잔류량을 감소시키기 위한 행균작용을 방해 할 수도 있다. 따라서 소포제를 과산화수소 용액에 첨가해야만 하는 경우도 있다.

한편 과일이나 야채에 대한 과산화수소 용액 처리에서 향이나 풍미, 외관의 좋지 않은 변화는 관찰되지 않았으나 메론을 처리후 물로 헹구었을 때 약간의 향기 감소가 일어났다.

7. 미생물에 대한 과산화수소의 효과

지금까지의 연구결과를 살펴보면 버섯, 애호박, 메론에 오염되어 있는 *Pseudomonas*는 과산화수소 처리에 의해 표 3과 같이 약 90%이상 제거되는 것으로 나타났다. 처리후 4℃에서 5일간 저장하여도 미생물 감소가 유지되었으나 7~8일째가 되면 미생물 숫자가 처리하지 않은 대조구 만큼 증가되었다.

표 3. Effects of H₂O₂ on fluorescent pseudomonas in fresh-cut vegetables and melons

Product	Treatment	Mean cfu/g of tissue		
		0 days at 4℃	5 days	7/8 days ^a
Mushrooms	Control	2.1×10 ⁸	3.6×10 ⁹	7.5×10 ⁹
	Water wash	1.9×10 ⁸	7.8×10 ⁸	6.6×10 ⁸
	5% H ₂ O ₂ for 30 sec	1.6×10 ⁷	7.2×10 ⁸	9.0×10 ⁸
Zucchini	Control	9.0×10 ⁵	6.3×10 ⁷	4.2×10 ⁷
	Cl ₂ wash	3.0×10 ⁴	9.0×10 ⁵	3.0×10 ⁷
	5% H ₂ O ₂ for 1 min	7.5×10 ⁴	6.0×10 ⁵	3.0×10 ⁸
Cantaloupe	Control	1.3×10 ⁶	9.0×10 ⁸	2.4×10 ⁹
	Cl ₂ wash	9.9×10 ⁵	3.3×10 ⁷	3.0×10 ⁸
	5% H ₂ O ₂ for 1 min	2.7×10 ⁵	2.3×10 ⁶	1.4×10 ⁸

^aMushrooms sampled on day 7, other products on day 8

표 4. Effect of H₂O₂ on bacteria removed from mushrooms or soil during washing

Sample	Bacteria in washing medium	
	Washing medium	(cfu/mL)
Dirty mushrooms ^a (75g/L)	Water	5.5×10 ^{6d}
	0.2% H ₂ O ₂	3.8×10 ^{6d}
	0.5% H ₂ O ₂	4.9×10 ^{6d}
Dirty mushrooms ^b (75g/L)	Water	7.5×10 ⁵
	5% H ₂ O ₂	0
Mushroom soil ^c (2.5g/L)	Water	1.5×10 ⁶
	5% H ₂ O ₂	0

^aWashed 20 sec, drained, immediately diluted for plating

^bWashed 30 sec, drained, held 60 sec before diluting

^cStirred for 30 sec, decanted through glass wool, held 60 sec before diluting

^dMean of 3 replicate treatments

저장기간 연장 효과는 처리대상의 시료를 세척하는 물속에 들어 있는 과산화수소에 의해 세균들이 사멸되기 때문이다. 흙이 많이 묻은 더러운 버섯을 0.2~5% 과산화수소 농도로 세척한 실험결과는 표 4와 같다.

표 4에서 보면 0.2%의 낮은 농도에서는 초기 미생물의 약 90%가 감소한 반면, 0.5% 농도에서는 99%의 감소효과를 나타냈다. 또 다른 흙이 많이 묻은 버섯에 대하여 5% 과산화수소 농도로 30초간 세척했을 때 미생물은 1마리도 생존하지 않았다.

이것은 버섯을 그냥 물로 세척한후 세척수내의 미생물수도 10⁶cfu/ml 정도인데, 5% 농도의 과산화수소 용액으로 세척한후 1분이 경과하면 그 용액 중에는 단 한마리의 미생물도 살아남지 못하였다. 따라서 단순히 물로만 세척하는 것은 세척후 물속에 생존하고 있는 미생물들에 의해 다시 오염되는 현상이 일어나지만 적정농도의 과산화수소 용액을 사용하여 처리하면 미생물이 모두 사멸되므로 처리후 물로 행구어도 재오염이 안된다.

8. 앞으로의 연구방향

신선 가공 과일과 야채들의 살균을 위해서 염소 용액의 대체제로서 과산화수소의 앞날은 매우 밝다. 신선가공 제품들에 대하여 과산화수소를 처리한 실험결과를 보면 미생물의 숫자를 크게 감소시키면서도 어떤 부작용이나 특별한 품질의 저하를 일으키지 않았다. 그러나 과산화수소 처리가 보편화 되려면 아직도 더 많은 실험 데이터가 필요하다.

특별히 처리 대상 시료의 부패를 지연시킨다는 관점에서 과산화수소 처리를 최적화하는 연구가 많이 필요하다. 처리후 잔류하는 과산화수소 문제에 관해서도 시료 자체에 함유되어 있는 catalase의 활성과 반응에 대한 좀더 깊은 연구가 필요하고 색의 변화, 풍미의 변화, 영양성분의 변화등에 대한 조사 연구도 광범위하게 이루어져야 한다. 과산화수소 처리후 잔류량을 없애기 위해 erythorbate 처리를 하는 것은 신선 가공품들에 존재하는 비타민 C같은 파괴되기 쉬운 영양성분들의 손실을 가져 올 수도 있다. 이에 대한 연구도 필요하다.

현재 신선가공품에 대한 과산화수소 처리는 부패 미생물들은 확실하게 살균시키는 것으로 확립되어 있지만, 동시에 신선 가공품에 오염되어 있을 수 있는 인간 병원균에 대해서도 과산화수소 처리 방법이나 효과가 검증되어야 한다. 왜냐하면 병원균 가운데는 catalase 활성이 매우 크기 때문에 과산화수소에 대한 저항성이 있어서 부패 미생물들은 사멸됨에도 불구하고 살아남는 것들이 있기 때문이다.

과산화수소 처리가 보편화되기 위해서는 좀 더 광범위한 신선 가공품에 대한 처리 효과가 조사되어야 하고, 부패가 빠른 야채나 과일부터 과산화수소 처리를 적용하여 그 효과와 장점들을 비교·분석하는 것이 필요할 것이다.

〈출처 : Food Technology, 52(2), 48, (1998)〉