



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0000043
(43) 공개일자 2010년01월06일

(51) Int. Cl.

A23L 3/3454 (2006.01) A23L 3/3418 (2006.01)

A23L 3/3409 (2006.01) A23L 3/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0059379

(22) 출원일자 2008년06월24일

심사청구일자 2008년06월24일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

이민석

경기 성남시 분당구 수내동 55 파크타운롯데아파트 133동 701호

김병철

서울특별시 중구 신당동 844 남산타운아파트 13동 902호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

현종철

전체 청구항 수 : 총 17 항

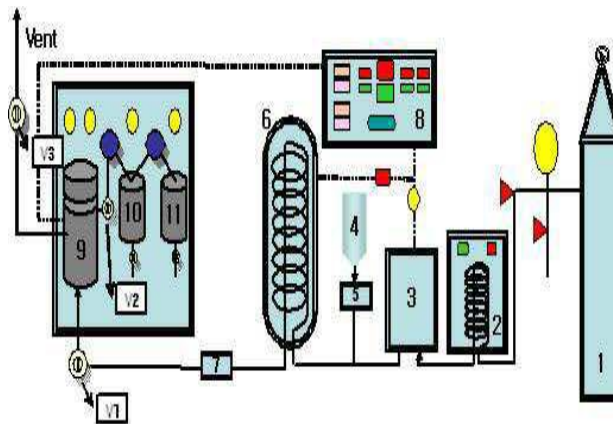
(54) 유기산과 초임계유체를 이용한 살균 방법

(57) 요약

유기산과 초임계유체를 이용한 살균 방법이 제공된다.

본 발명에 따른 유기산과 초임계유체를 이용한 살균 방법은 살균대상 식품을 유기산 용액에 침지시키는 단계; 및 상기 유기산 용액에 침지된 식품을 초임계유체로 처리하는 단계;를 포함하며, 품질은 유지하면서 살균효과는 극대화할 수 있으며 살균공정의 경제성을 높일 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김경현

서울 서초구 서초4동 삼풍아파트 18동 703호

김오연

경기도 광주시 초월읍 지월리 760-67

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 204128033SB010

부처명 농림기술관리센터

연구사업명 농림수산물특정연구개발사업

연구과제명 초임계 이산화탄소를 이용한 돈육과 양념육의 유탄 미생물저감 및 품질향상 기술개발에 관
한 연구

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2006년 05월 25일 ~ 2007년 05월 24일

특허청구의 범위

청구항 1

살균대상 식품을 유기산 용액에 침지시키는 단계; 및 상기 유기산 용액에 침지된 식품을 초임계유체로 처리하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 살균대상 식품은 식육제품인 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 식육제품은 돈육, 우육 및 계육으로 구성된 군 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 살균대상 식품의 목표 미생물은 식중독 세균 또는 장내세균인 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 식중독 세균은 대장균0157:H7, 살모넬라, 리스테리아 모노사이토젠스 및 바실러스 세레우스로 구성된 군 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 장내세균은 대장균인 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 유기산은 젖산 또는 아세트산인 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 유기산 용액은 증류수 대비 2 내지 4 부피 %의 유기산이 포함된 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 유기산 용액에 침지시키는 단계는 30 초 내지 2 분 동안 지속되는 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 유기산 용액에 침지된 식품을 초임계유체로 처리하는 단계는 (a) 30 내지 45 ℃로 설정된 반응기에 살균대상 식품을 투입하는 단계;

(b) 상기 반응기에 초임계유체로 사용되는 기체를 투입하고 150 내지 250 bar로 가압하는 단계;

- (c) 상기 반응기의 온도 및 압력을 유지시키는 단계;
- (d) 상기 초임계유체를 상기 반응기로부터 제거하는 단계; 및
- (e) 상기 반응기로부터 살균된 식품을 얻는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 살균 대상 식품은 외부로 통기 될 수 있는 용기에 담긴 채로 반응기에 투입되는 것을 특징으로 하는 살균 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 용기는 뚜껑이 있으며, 상기 외부와의 통기는 상기 뚜껑을 일부만 닫는 것에 의하여 달성되는 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 13

제 10항에 있어서,

상기 초임계유체로 사용되는 기체는 이산화탄소인 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 14

제 10항에 있어서,

상기 (b) 단계는 상기 반응기를 밀폐시킨 후 상기 반응기에 연결되어 있는 도관을 통해 초임계 유체로 사용되는 기체를 투입하는 것을 특징으로 하는 살균 방법.

청구항 15

제 10항에 있어서,

상기 (c) 단계는 10 내지 30 분 동안 지속 되는 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 16

제 10항에 있어서,

상기 (d) 단계는 상기 반응기의 밸브를 개방하여 상기 반응기로부터 초임계 유체를 제거하는 것을 특징으로 하는 살균방법.

청구항 17

제 10항에 있어서,

상기 (e) 상기 반응기 내부를 상압의 온도 및 상온의 압력으로 유지한 후 상기 반응기를 열어 살균된 식품을 얻는 것을 특징으로 하는 살균방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 유기산과 초임계유체를 이용한 살균 방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 미생물의 살균 효과는 극대화하고 품질변화 수준은 최소화하며, 살균공정의 경제성을 높일 수 있는 살균방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

- <2> 식육 관련 산업에 있어서 식품안전성을 확보하는 것은 식품 본연의 품질을 유지한 상태로 유통기간을 연장하는 것만큼이나 중요한 문제이다. 식육 제품을 매개체로 하는 주요 병원성 미생물은 대장균(*Escherichia coli*) O157:H7, 리스테리아 모노사이토젠스(*Listeria monocytogenes*), 살모넬라(*Salmonella spp.*) 등이 있으며, 이러한 병원성 미생물들은 식중독을 유발시킬 뿐 아니라 심할 경우 사망에 이르게 하기도 한다. 식육에서 병원성 미생물을 효율적으로 제어할 수 있는 기술이 부족하기 때문에 전 세계적으로 식육 제품을 매개로 한 식중독의 발생이 높게 나타나고 있다. 따라서 식육의 안전성을 확보하기 위해서는 도축 후나 가공 과정에서 부가적인 제어 기술의 적용이 요구된다.
- <3> 한편, 유기산은 세포 내로 들어가 반응하여 세포의 성장을 억제 시키는 살균 효과가 있다고 알려져 있다. 이러한 유기산을 돈육의 세척 등에 사용하여도 관능에는 거의 영향을 미치지 않으나 일반적으로 사용되는 유기산의 산도가 클 경우 식품의 성분이 변할 우려가 있어 약산을 사용하거나 증류수로 희석하여 처리하며, 따라서 살균 효과가 크지 않다는 한계점이 있다.
- <4> 또한, 초임계유체를 이용한 살균 방법은 무독성이며 공기 중에 쉽게 증발하는 특징 때문에 식품에 잔류하지 않아 품질에도 악영향을 끼치지 않고, 높은 반응성을 가지고 있으므로 식품에 침투가 쉽고, 물리 화학적인 반응이 동시에 가능하기 때문에 더 높은 살균효과를 나타내는 기술로 식품의 살균공정에 적용할 수 있는 살균 방법으로서의 잠재적 가치가 큰 기술로 여겨지고 있다. 특히 이산화탄소의 경우 구매가 용이하고 가격이 비싸지 않으므로 공정을 실제 운영하는 데 소요되는 비용도 높지 않다. 다만, 식육에서 문제되는 미생물에 의한 식중독이 인체에 치명적인 점을 고려할 때, 살균효과가 크지 않아 초임계유체를 이용한 살균 방법만으로는 식육의 안전성을 보장하기 미흡하다는 단점이 있다. 따라서 인체에 치명적이며, 식중독을 일으키는 미생물을 높은 효율로 사멸시키면서, 동시에 식육의 품질에 미치는 영향을 최소화하는 식육의 살균방법의 개발의 필요성이 더욱 증대되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자 하는 과제

- <5> 본 발명은 상기 종래기술의 문제점을 해결하고자 안출된 것으로서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 살균효과는 뛰어나면서 제품의 품질변화가 적은 살균방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- <6> 본 발명은 상기 과제를 달성하기 위해서,
- <7> 살균대상 식품을 유기산 용액에 침지시키는 단계; 및 상기 유기산 용액에 침지된 식품을 초임계유체로 처리하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 살균방법을 제공한다.
- <8> 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 상기 살균대상 식품은 식육제품인 것을 특징으로 하며, 바람직하게는 돈육, 우육 및 계육으로 구성된 군 중에서 선택된 어느 하나일 수 있다.
- <9> 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따르면, 상기 살균대상 식품의 목표 미생물은 식중독 세균 또는 장내세균이 될 수 있으며, 더 바람직하게는 상기 식중독 세균은 대장균O157:H7, 살모넬라, 리스테리아 모노사이토젠스 및 바실러스 세레우스로 구성된 군 중에서 선택된 어느 하나이며, 상기 장내세균은 대장균인 것이 바람직하다.
- <10> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 유기산은 젖산 또는 아세트산 중의 어느 하나가 될 수 있다.
- <11> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 유기산 용액은 증류수 대비 2 내지 4 부피 %의 유기산이 포함될 수 있다.
- <12> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 유기산 용액에 침지하는 단계는 30 초 내지 2 분 동안 지속되는 것이 바람직하다.
- <13> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 초임계유체를 처리하는 단계는 (a) 30 내지 45 °C로 설정된 반응기에 살균대상 식품을 투입하는 단계;
- <14> (b) 상기 반응기에 초임계유체로 사용되는 기체를 투입하고 150 내지 250 bar로 가압하는 단계;
- <15> (c) 상기 반응기의 온도 및 압력을 유지시키는 단계;

- <16> (d) 상기 초임계유체를 상기 반응기로부터 제거하는 단계; 및
- <17> (e) 상기 반응기로부터 살균된 식품을 얻는 단계;를 포함할 수 있다.
- <18> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 살균 대상 식품은 외부로 통기 될 수 있는 용기에 담긴 채로 반응기에 투입되는 것이 바람직하다.
- <19> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 용기는 뚜껑이 있으며, 상기 외부와의 통기는 상기 뚜껑을 일부만 닫는 것에 의하여 달성되는 것일 수 있다.
- <20> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 초임계유체로 사용되는 기체는 이산화탄소인 것이 바람직하다.
- <21> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 (b) 단계는 상기 반응기를 밀폐시킨 후 상기 반응기에 연결되어 있는 도관을 통해 초임계 유체로 사용되는 기체를 투입하는 것이 될 수 있다.
- <22> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 (c) 단계는 10 내지 30 분 동안 지속 되는 것이 바람직하다.
- <23> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 (d) 단계는 상기 반응기의 밸브를 개방하여 상기 반응기로부터 초임계 유체를 제거할 수 있다.
- <24> 본 발명의 바람직한 또 다른 실시예에 따르면, 상기 (e) 상기 반응기 내부를 상압의 온도 및 상온의 압력으로 유지한 후 상기 반응기를 열어 살균된 식품을 얻을 수 있다.

효 과

- <25> 본 발명에 따른 쓰인 유기산은 식육에 처리시에 관능에 영향을 미치지 않으며, 초임계 이산화탄소는 무독성이며 공기 중에 쉽게 증발하는 특징 때문에 식품에 잔류하지 않아 품질에도 악영향을 끼치지 않고, 높은 반응성을 가지고 있으므로 식품에 침투가 쉽고, 물리 화학적인 반응이 동시에 가능하기 때문에 더 높은 살균효과를 나타내는 등 다양한 장점이 있다. 또한 이산화탄소의 경우 구매가 용이하고 가격이 비싸지 않으므로 공정을 실제 운영하는 데 소요되는 비용도 높지 않다.
- <26> 특히, 본 발명에 따라 유기산과 초임계유체를 식육을 살균할 경우 조합처리에 따른 미생물의 살균 효과가 극대화되며 품질변화 수준은 최소화되며, 살균공정의 경제성을 높일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <27> 이하, 본 발명을 더욱 상세하게 설명하기로 한다.
- <28> 구체적으로, 본 발명은 살균대상 식품을 유기산 용액에 침지시키는 단계; 및 상기 유기산 용액에 침지된 식품을 초임계유체로 처리하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 살균방법을 제공한다. 상기 유기산은 산성을 띠는 유기화합물을 총칭하며, 무기산과 대응하는 말로서 아세트산·부티르산·팔미트산·옥살산·타르타르산 등이 있다. 일반적으로 무기산보다 약하지만, 술폰산과 같이 강한 산도 있다. 또한 미생물의 환경에서는 수소 이온의 농도가 미생물의 생장에 매우 중요한 환경요인의 하나이다. 수소 이온 농도는 pH로 표시($=\log 1/H^+$)하며, pH는 미생물의 효소의 활성을 좌우한다. 즉 새로운 원형질 합성에 관여하는 여러 종류의 효소들은 모두 수소 이온 농도에 따라 활성이 좌우되므로 pH조건은 곧 미생물의 생장과 직결되는 환경 요인인 것이다. 미생물의 최적 살균 범위는 하기 표 1에 나타난 바와 같다.

표 1

미생물	최소 pH	최적 pH	최대 pH
동물 기생 미생물			
<i>Escherichia coli</i>	4.3	6.0~8.0	9.5
<i>Salmonella typhi</i>	4.0	6.8~7.2	9.6
<i>Shigella dysenteriae</i>	4.5	~7.0	9.6
Blood or tissue parasites			
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	7.0	7.8	8.3

<i>Streptococcus pyogenes</i>	4.5	7.8	9.2
<i>Neisseria meningitidis</i>	6.1	7.4	7.8
<i>Brucella melningitidis</i>	6.3	6.6~8.2	8.4
<i>Vibrio cholerae</i>	5.6	7.0~7.4	9.6
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	5.0	6.8~7.7	8.4
<i>Corynebacterium tuberculosis</i>	6.0	7.3~7.5	8.3
<i>Lactobacillus</i>	3.8~4.4	5.4~6.4	7.2
식중독 유발 미생물			
<i>Erwinia caratovora</i>	4.6		9.3
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	3.2~5.0		10.0~11.0
<i>Agrobacterium radiobacter</i>	4.5~5.0		11.5~12.0
토양 세균			
<i>Bacillus subtilis</i>	4.5	6.0~7.5	8.5
<i>Nitrobacter</i>	5.7	8.4~9.2	10.2
<i>Nitrosomonas</i>	7.6	8.5~8.8	9.4
<i>Thiobacillus thiooxidans</i>	1.0	2.0~5.0	8.0
효모			
<i>Candida pseudotropicalis</i>	2.3		8.8
<i>Hansenula canadensis</i>	2.1		8.6
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2.3		8.6
곰팡이			
<i>Aspergillus niger</i>		7.4~7.5	
<i>Coprinus sp.</i>		4.8~6.9	
<i>Fusarium aurantiacum</i>		6.3~7.0	
<i>Neurospora crassa</i>		4.3~6.5	
<i>Penicillium glaucum</i>		5.0~6.5	
<i>Phycomyces blakesleanus</i>		3.5~4.6	

<30> 따라서 상기 유기산을 식품에 처리할 경우 대부분의 미생물이 서식하기 적당하지 않은 환경을 구성하게 되어 살균효과가 있다. 다만, 일부 미생물은 pH 5이하에서도 서식 가능하므로 유기산을 단독으로 처리할 경우 살균효과가 충분하지 않다. 또한 식품에 상기 초임계 유체를 처리할 경우 미생물의 세포벽 붕괴, 세포질의 산성화 및 세포 내부 성분의 유출 등에 의해 미생물의 사멸 효과가 있는데, 더 나아가 본 발명의 특징은 상기 유기산과 초임계유체를 조합하여 사용함으로써 각각의 살균방법을 따로 수행하는 경우에 비하여 보다 향상된 살균효과를 얻는데 있다.

<31> 특히, 식품에 유기산을 처리할 경우, 초임계유체에 의한 식품의 살균효과를 극대화할 수 있을 뿐 아니라 식품의 내부까지도 높은 살균효과를 보이는데 이는 유기산에 의해 식품의 조직이 연화되면서, 초임계유체가 조직 내부로 침투하기 용이한 조건을 조성하기 때문이다. 또한 본 발명에 의해 유기산을 사용하여 식품을 살균한 후 상기 식품에 초임계유체를 처리할 경우, 초임계유체에 의해 식품이 살균되는 동시에 식품 내부에 잔류된 유기산이 초임계유체에 용출되어 식품으로부터 제거되는 효과가 있다. 따라서 본 발명에 의하면, 유기산을 이용한 종래의 식품 살균방법에 있어서 유기산이 식품에 잔류하여 식품의 관능적 특성을 저하시키고, 인체에 해를 끼치는 등의 문제점을 해결할 수 있다.

<32> 상기 살균대상 식품은 특정식품에 한정되는 것은 아니나 식육제품인 것이 바람직하며, 더 바람직하게는 돈육, 우육 및 계육으로 구성된 군 중에서 선택된 어느 하나일 수 있다. 식육을 통하여 전파되는 인축공동전염병에는 결핵, 탄저병, 야토병, 돈단독증 등이 있고, 식육을 오염시키고 변질시키는 미생물은 세균뿐만 아니라 곰팡이와 효모 등이 있으며, 이들 종류에 따라 여러가지 변패 현상이 일어난다. 상기 변패는 식품에 품질저하를 초래할 뿐 아니라 식중독을 일으켜 사람에게 직접 해를 끼치기도 하는데, 특히 상기 식육제품은 단백질의 함량이 높기 때문에 가열살균을 할 수 없는 문제가 있었으나, 본 발명에 의한 살균 방법을 사용할 경우 단백질의 변성 없이 살균효과를 얻을 수 있는 장점이 있다.

- <33> 상기 살균대상 식품의 목표 미생물은 특정 미생물에 한정되는 것은 아니나 식중독 세균 또는 장내세균이 될 수 있으며, 더 바람직하게는 상기 식중독 세균은 대장균O157:H7, 살모넬라, 리스테리아 모노사이토젠스 및 바실러스 세레우스로 구성된 군 중에서 선택된 어느 하나이며, 상기 장내세균은 대장균일 수 있다. 상기 대장균은 사람과 같은 정온동물의 장내에 상재하는 균으로 대장과 변에 주로 존재한다. 또한 대장균은 혈청형에 따라 다양한 성질을 지니고 있는데 O항원은 균체의 표면에 있는 세포벽의 성분인 직쇄상의 당분자(Lipopolysaccharide)의 당의 종류와 배열방법에 따른 분류로서 지금까지 발견된 173종류 중 157번째로 발견된 것이고, H항원은 편모부분에 존재하는 아미노산의 조성 및 배열방법에 따른 분류로서 7번째 발견되었다는 의미이다. 일반적으로 대장균은 장내에서는 비타민 K의 합성 등의 역할을 하기도 하는데 대장에 있는 한 사람에게 무해하나 상기 O157:H7의 경우 다른 대장균과 달리 이질균과 비슷한 독소를 만들어 내며, 이 독소가 장에 염증을 일으켜 혈변이 나오게 하고 드물게는 용혈성요독증후군이라는 합병증을 일으켜 식욕에서 검출되지 않도록 멸균을 해야 하는바, 본 발명에 의한 살균방법으로 식욕을 살균할 경우 대장균O157:H7의 살균효과가 매우 뛰어나다. 본 발명에 의한 대장균O157:H7의 살균효과를 하기 실시예를 통하여 나타내었으며, 그 결과를 도 5에 도시하였다.
- <34> 상기 리스테리아 모노사이토젠스는 그람양성, 통성혐기성에서 증식하며, 아포를 형성하지 않는 작은 간균이다. 최적 발육온도는 30 내지 37 ℃지만 0 내지 45 ℃에서 성장가능하고, 6 % 이상의 식염에도 견디는 특징이 있다. 생채소, 발효소시지, 가공육, 익히지 않은 육류 및 생선 등이 리스테리아 모노사이토젠스에 의해 식중독을 발병시키는 원인식품이며, 특히 3 ℃ 이하에서도 자랄 수 있어 냉장고에 보관한 식품에서도 증식하는 균으로 살균하는데 어려움이 있었으나 본 발명에 의한 살균방법에 의해 뛰어난 살균 효과를 보인다. 도 6에 본 발명에 의한 리스테리아 모노사이토젠스의 살균효과를 도시 하였다.
- <35> 또한, 살모넬라는 장내세균과의 정의에 나타난 성상을 갖는 그람음성 간균으로 주모성이며, 구연산을 탄소원으로 이용하고 포도당으로부터 가스를 생산하는 주된 생화학성을 나타낸다. 이 균은 여러 가지 성상에 따라 서브그룹(Subgroup) I, II, III, IV로 크게 구별한다. 사람의 티푸스성 질환과 급성위장염환자에서 검출된 살모넬라균은 일부 예외적인 것이 있으나 전부 서브그룹(Subgenus) I에 속한다. 본 발명에 의한 살균방법에 의한 경우 서브그룹 I, II, III, IV 모두에 대하여 미생물 저감화 효과가 있으며, 상기 살모넬라의 살균효과를 도 7에 도시하였다.
- <36> 한편, 상기 바실러스 세레우스는 그람양성 간균으로 내열성 아포를 형성한다. 호기성 세균으로 토양, 수중, 공기, 식물표면, 곡류 등 자연계에 널리 분포되어 있고, 증식온도는 5 내지 50 ℃ (최적온도 30 내지 37℃)이다. 다른 균주의 포자에 비해 어느 표면이든 잘 들러붙어 세척과 소독이 어려우며 조리 후 냉각과정 동안 수 시간 상온에 방치된 고기, 야채, 쌀, 스프 등에서 포자의 발아로 세균이 증식되어 문제되는데 특히, 보통 음식에는 10 CFU/g 이하 가량 존재하므로 질병을 일으키지 않으나 이들 균의 생육조건이 맞으면 10⁶ CFU/g 이상까지 증식하여 식중독을 일으킬 수 있는 기회성 식중독균이므로 본 발명에 의해 멸균될 경우 식욕의 안전성을 높일 수 있다. 다만, 본 발명의 살균방법에 의한 살균효과는 상기 열거한 세균에 한정되지 않으며, 그람 음성균뿐 아니라 세포벽이 두꺼운 그람 양성균까지도 높은 사멸효과를 보이므로 식욕에서 문제되는 세균, 기생충, 곰팡이균 등의 살균에 다양하게 적용 가능하다.
- <37> 상기 유기산은 젖산 또는 아세트산 중의 어느 하나가 될 수 있다. 상기 유기산은 무기산과 대응하는 말로서 아세트산·부티르산·팔미트산·옥살산·타르타르산 등이 있다. 그 대부분은 카르복시산이므로 좁은 뜻으로는 카르복시산을 가리키나 아스코르브산이나 요산(uric acid)을 비롯하여 카르복시산이 아닌 산성물질도 상당히 많이 있으며, 널리 술폰산·술폰산·페놀 등도 포함하여 말하는 경우가 많다. 본 발명에 의한 살균방법은 유기산 중 어느 한 종류에 한정되지 않으며, 당업자에 의해 널리 사용되는 유기산을 사용할 수 있다. 상기 젖산(Lactic acid)은 카르복시기 ·수산기 ·메틸기 ·수소의 네 원자단이 결합한 비대칭 탄소원자를 가지는 유기화합물이다. 도 1a에 본 발명에서 사용한 젖산의 구조식을 도시하였다. μ -히드록시프로피온산 ·락트산 ·유산이라고도 하며 동식물체에 널리 존재한다. D ·L ·DL형의 광학이성질체가 있으며, L-젖산은 해당과정의 최종 산물로서 피루브산의 환원에 의해 생성되고 녹는점은 25 내지 26 ℃이다. 상기 아세트산(Acetic acid)은 초산이라고도 하며 대표적인 카복실산 중 하나이다. 아세트산은 수용액에서 이합체로 존재하며 상기 아세트산의 이합체 구조식을 도 1b에 도시하였다. 식초의 원료가 되는 신맛을 가진 화합물이다. 무색이며, 어는점은 16.7° C (62° F)이고 약산으로, 증기는 눈이나 코에 자극을 준다. 상기 젖산 또는 아세트산은 구하기 쉽고, 가격이 저렴하여 본 발명에 의한 살균에 사용할 경우 살균가격을 낮출 수 있으며, 살균효과가 뛰어날 뿐 아니라 식품이나 인체에 유해하지 않아 살균 후 식품에 잔류하는 경우라도 안전성을 확보할 수 있는 장점이 있다.
- <38> 한편, 상기 유기산 용액의 농도는 특정의 범위에 한정되는 것은 아니나, 바람직하게는 증류수 대비 2 내지 4 부

피 %의 유기산을 포함하는 것이 좋다. 유기산의 농도가 2 % 미만일 경우 미생물의 살균효과가 충분하지 않으며, 더욱이 초임계유체를 통한 조잡처리의 효과가 두드러지지 않은 단점이 있다. 또한 상기 유기산 용액의 농도가 4 %를 초과하는 경우 유기산처리 공정의 pH가 지나치게 낮아져 살균대상 식품의 단백질 구조의 변형을 가져올 우려가 있어 바람직하지 않다.

<39> 상기 유기산 용액에 침지하는 단계는 특정 범위에 한정되는 것은 아니나, 30 초 내지 2 분 동안 지속 되는 것이 바람직하다. 30 초 미만의 시간 동안 유기산 용액에 침지하는 경우 유기산이 식품의 내부로 침투하지 못하여 살균효과가 떨어지며, 2 분을 초과하여 침지하는 경우 미생물의 사멸효과는 뛰어나나 식품 내의 단백질이나 효소의 작용기작에 영향을 미쳐 품질을 떨어뜨리고 처리시간이 길어짐에 따라 2차 오염의 가능성이 커지는 단점이 있다.

<40> 상기 초임계유체를 처리하는 단계는 (a) 30 내지 45 ℃로 설정된 반응기에 살균대상 식품을 투입하는 단계;

<41> (b) 상기 반응기에 초임계유체로 사용되는 기체를 투입하고 150 내지 250 bar로 가압하는 단계;

<42> (c) 상기 반응기의 온도 및 압력을 유지시키는 단계;

<43> (d) 상기 초임계유체를 상기 반응기로부터 제거하는 단계; 및

<44> (e) 상기 반응기로부터 살균된 식품을 얻는 단계;를 포함할 수 있다. 본 발명에서 사용하는 초임계유체는 일정한 고온과 고압의 한계를 넘어선 상태에 도달하여 액체와 기체를 구분할 수 없는 시점의 유체를 가리킨다. 초임계 유체는 기체처럼 형태가 없고 점도는 낮지만 액체와 같은 비중과 밀도를 지니는 등 기체와 액체의 장점을 모두 갖고 있다. 또한 초임계 유체를 미생물 살균에 이용할 경우 압력과 온도를 조절함으로써 밀도를 비롯하여 평형물성(용해도), 전달물성(점도, 확산계수, 열전도도), 용매화, 분자 클러스터링 상태 등에 대하여 인위적인 제어가 가능하다는 점에서 유리하다. 즉, 초임계유체로 식품에 있는 미생물을 용해시킨 후 온도를 임계점 이하로 낮추면 초임계유체는 액체가 되어 용해된 미생물 등의 오염물과 함께 식품 외부로 유출되며 여기서 다시 압력을 저하시키면 초임계유체는 기체로 변화하여 증발하고 용해된 물질만 남게 되는 원리이다.

<45> 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면 도 2에 도시한 초임계유체장치를 이용하여 수행될 수 있으며, 이 설비는 실린더(1), 냉각기(2), 펌프(3), 조용매실린더(4), 조용매펌프(5), 항온기(6), 순환 펌프(7), 조절장치(8), 추출기 또는 고압반응기(9), 제1분리기(10), 제2분리기(11)로 구성된다. 본 발명에서는 10과 11을 차단한 채 9의 추출기만을 미생물 현탁액을 처리하기 위한 고압 반응기로 한다. 고압반응기(9)는 내부 용량 100 mL로 304 스테인레스로 재질이며 최대 310 bar, 80 ℃까지 견딜 수 있고 볼트를 이용해 개폐한다. 실린더(1)로부터 초임계유체로 사용되는 기체가 공급된다.

<46> 상기 (a)단계의 반응기의 온도는 특정범위에 한정되는 것은 아니나, 바람직하게는 30 내지 45 ℃인 것이 좋다. 반응기의 온도가 45 ℃를 초과할 경우 미생물의 살균효과는 높으나 미생물 살균에 에너지가 많이 사용되어 공정 비용이 높아지는 단점이 있고, 살균대상 식품의 단백질이 변성될 우려가 있어 바람직하지 않다. 특히, 살균대상 식품이 식육일 경우 식육의 근육은 75 %가 수분이고 25 %가 고형질인데, 고형질의 75 %가 단백질로 매우 큰 비중을 차지하고 있어 더욱 문제된다. 반응기의 온도가 30 ℃ 미만일 경우 대부분의 미생물이 사멸되지 않으며 오히려 일부 미생물에 대해서는 생육에 적합한 온도일 수 있어 바람직하지 않다.

<47> 상기 반응기는 150 내지 250 bar로 가압함이 바람직한데, 최대 가압치가 150 bar 미만일 경우 엔테로박터 사카자키의 살균효과가 충분하지 않으며, 250 bar를 초과하여 가압시 목표 미생물의 세포뿐 아니라 식품의 영양성분이 파괴될 우려가 있어 바람직하지 않다. 상기 가압하는 단계는 반응기를 밀폐한 후 도 2의 밸브V-1을 열어 펌프(3)를 이용하여 초임계유체로 사용되는 기체를 반응기(9)에 유입시켜 반응기의 압력을 목표압력까지 높인다. 반응기의 압력이 목표압력까지 도달하면, 펌프를 끄고 원하는 처리시간만큼 처리한다. 처리시간 경과 후 즉시 밸브 V-3을 열어 압력을 빼준다.

<48> 또한, 상기 살균 대상 식품은 외부로 통기 될 수 있는 용기에 담긴 채로 반응기에 투입되는 것이 바람직하며, 상기 외부와의 통기는 식품을 뚜껑이 있는 용기에 투입하고, 상기 뚜껑을 일부만 닫는 것에 의하여 달성되는 것일 수 있다. 상기 살균 대상 식품을 외부로 통기 될 수 있는 용기에 담긴 채로 반응기에 투입하는 이유는 반응기에 온도가 높아질 경우 식품을 담은 튜브 속의 기체가 팽창되어 식품이나 식품을 담은 튜브가 파손될 우려가 있기 때문이다. 상기 식품을 담은 튜브를 반응기에 넣고 렌치를 이용해 볼트를 완전히 잠금 반응기를 폐쇄한다.

<49> 상기 초임계유체로 사용되는 기체는 이산화탄소인 것이 바람직하다. 상기 초임계유체로 사용되는 기체는 이산화탄소를 사용함이 바람직하다. 이산화탄소는 대량구입이 가능하고, 비교적 저렴하며, 비폭발성이고, 무극성, 무

독성 등의 특징을 지녀 식품가공용으로 충분히 안전하고 인체에 대한 무해성을 동시에 확보할 수 있는 장점이 있다. 이산화탄소는 임계온도가 31.1 ℃이고 임계압력은 73.8 기압이다. 이는 비교적 낮은 임계온도와 임계압력으로 열에 민감한 식품의 살균에도 사용이 가능하고 실온에서 즉시 기화하므로 별도의 폐용매 처리과정이 필요 없다는 장점이 있다. 이러한 초임계 이산화탄소는 기체와 같은 높은 확산도와 낮은 점도 및 액체와 같은 높은 밀도를 가지므로 용매적 특성이 뛰어나 여러 추출공정에서 이용되어왔다. 기존의 고압만을 이용한 살균 방법 대신 이러한 초임계 이산화탄소를 식품살균에 응용하면 물리적인 효과뿐만 아니라 화학적 효과를 동시에 얻을 수 있으므로 적은 에너지로도 효과적으로 미생물을 사멸시킬 수 있다. 더욱이 이산화탄소가 물과 반응하면 탄산을 형성하며, 이렇게 형성된 탄산은 대표적인 불활성 물질로 살균과정에서 불필요한 화학반응을 일으키지 않아 적합하다. 초임계 이산화탄소는 물에 녹아 탄산을 형성하는데 이것이 이온화되면 현탁액의 pH는 4이하로 낮아질 수 있고 이는 세포막의 수소이온펌프가 적절히 기능을 할 수 없는 수준이 된다. 세포가 이 기능을 상실하게 되면 세포 내부의 pH가 낮아지게 되고 세포 인지질에 존재하는 중요 효소들이 불활성화될 수 있다. 또한 초임계 이산화탄소는 친유성의 성질을 가지고 있기 때문에 인지질로 구성된 세포막과 세포 내부 구성 성분들을 추출할 수 있어 세포의 형태를 변형시킬 수 있고 압력에 의한 세포의 물리적 파괴를 일으킨다. 바람직한 일 실시예에 따르면 상기 이산화탄소는 도 2의 실린더(1)로부터 공급될 수 있고, 이산화탄소는 99.5 %의 순도를 가진 액체 이산화탄소일 수 있다.

<50> 상기 (b) 단계는 상기 반응기를 밀폐시킨 후 상기 반응기에 연결되어 있는 도관을 통해 초임계 유체로 사용되는 기체를 투입하는 것이 될 수 있다. 상기 반응기는 렌치를 이용해 볼트를 완전히 잠궈 밀폐시키며, 상기 반응기를 밀폐시키는 이유는 반응기에 압력을 가할 경우 초임계 유체로 사용되는 기체가 반응기 밖으로 유출됨을 방지하기 위함이다.

<51> 상기 (c) 단계의 지속시간은 특정범위에 한정되는 것은 아니나, 10 내지 30 분 동안 지속됨이 바람직하다. 상기 온도와 압력을 10 분 미만의 시간 동안 상기 반응기의 온도와 압력을 유지할 경우 미생물을 비롯한 식품 내의 오염물이 초임계유체에 용해되거나 미생물이 사멸하기 충분하지 않으며, 30 분을 초과하여 지속할 경우 식품의 질감이 변질되거나 파손될 수 있다. 상기 온도와 압력을 유지하기 위해 상기 반응기에 열을 가할 수 있는 장치인 도 2의 항온기(6)를 사용한다.

<52> 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 (e) 상기 반응기 내부를 상압의 온도 및 상온의 압력으로 유지한 후 상기 반응기를 열어 살균된 식품을 얻을 수 있다. 상온은 가열하거나 냉각하지 않은 자연 그대로의 기온을 뜻하며 보통 15 내지 25 ℃를 가리킨다. 상압은 특별히 압력을 줄이거나 높이지 않을 때의 압력을 의미하며 보통 대기압과 같은 1기압(약 1.013 bar) 정도의 압력을 이룬다. 도 2의 밸브 V-3을 통해 압력을 임계치 밑으로 저하시키면, 본 발명에서 사용하는 초임계유체는 상온에서 기체로 존재하므로 기화되어 반응기 상부부로 상승하고 반응기에 연결된 도관을 통해서 반응기 외부로 유출되고, 살균된 식품만이 반응기 바닥에 남게 된다. 반응기 외부로 유출된 초임계유체는 미생물 등의 오염물질과 분리되면 원래의 깨끗한 순도로 돌아가기 때문에 포집한 후 재활용할 수 있다.

<53> 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 구체적으로 설명하기로 하지만, 하기 실시예가 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니며, 이는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것으로 해석되어야 할 것이다.

<54> 실시예. 미생물의 사멸효과 검증실험

<55> 사용균주 및 현탁액 제조

<56> 실험에 사용한 대장균 (*E. coli*(ATCC25922, BE4a, K-12 2B)) 및 세 가지 병원성세균인 살모넬라 타이피머리움 (*Salmonella typhimurium*(ATCC19585, ATCC43174, DT104 Killercow)), 대장균 (*E. coli*) 0157:H7(ATCC35150, ATCC43889, ATCC43890), 리스테리아 모토사이토젠스(*Listeria monocytogenes*(ATCC 19113, ATCC 19114, ATCC 19115))는 TSB(DIFCO, USA)에 접종하여 37 ℃에서 24 시간 동안 배양한 후 -70 ℃에 동결 보존하면서 사용하였다.

<57> 각 세균의 현탁액 제조를 위하여 동결 보관되어 있던 균주들을 각각 TSB에 접종하고 37 ℃에서 24 시간 동안 배양하여 균주의 활성을 최대로 하였다. 배양한 균주는 원심분리기(Centra-CL2, IEC, USA)를 사용하여 2,900 × g로 30 분 동안 원심분리하고, 상정액을 버린 후 0.85 % 생리식염수(pH 7.0)를 넣고 같은 조건에서 원심분리하였다. 이 과정을 3 번 반복한 후 각 세균별로 세 개의 균주를 각각 혼합하여 혼합 현탁액을 제조하였다. 총 세균 수 실험을 위해서는 돼지의 분변을 사용하여 돈육의 분변 오염을 가상하였는데, 돼지의 분변은 농장에서 직접 돼지 5마리의 분변을 채취하여 동량으로 섞은 후 멸균 증류수로 2 배 희석한 것을 냉장 보관하여 실험에 사용하

였다.

<58> 시료 준비 및 접종

<59> 도축 후 24 시간 안에 진공 포장한 돼지 등심근 중 가운데 부분인 근육 등최장근(longissimus thoracis)를 공시료로 이용하였다. 공시료의 최외각 부분을 약 2 cm 정도 제거하고 동일한 크기로 시료를 채취($1 \times 2 \times 10 \text{ cm}^3$)하였다.

<60> 대장균과 세 가지 병원성 세균에 대한 실험을 위해 채취한 시료의 표면에 각 세균의 혼합 현탁액을 spot inoculation 법으로 접종(약 10^6 CFU/cm^2)하고, 멸균봉(spatula)을 이용하여 분산시킨 후 4 °C에서 배양(overnight) 시켰다. 총 세균수에 대한 실험을 위해 채취한 시료의 표면에 돼지의 분변을 spot inoculation 법으로 접종(약 10^6 CFU/cm^2)하고 멸균봉(spatula)을 이용하여 분산시킨 후 4 °C에서 배양(overnight) 시켰다. 분변 및 각 세균의 혼합액을 접종한 시료는 초임계 이산화탄소와의 접촉 면을 최대화하기 위하여 철사를 이용하여 꼬챙이를 만들고 멸균튜브(Falcon USA)에 끼워 초임계 처리를 할 수 있도록 제조하였다.

<61> 유기산 처리

<62> 유기산은 아세트산(acetic acid)과 유산(lactic acid(Sigma-Aldrich Inc., Steinheim, Germany))을 사용하였으며, 멸균 증류수를 이용하여 3 %의 농도가 되도록 희석하였다. 희석한 유기산은 처리 전 pH 측정기(MP220 basic, Mettler-Toledo, Switzerland)를 사용하여 pH를 측정, 기록하였다(Table 1). 희석된 유기산은 0.2 μm membrane filter(Advantec MFS Inc., California, U.S.A.)로 여과 멸균 한 뒤 사용하였다. 모든 유기산 용액은 각 실험 직전에 만들어 바로 사용하였다. 준비된 시료를 농도별로 희석된 유기산에 1 분간 침지하여 처리하였으며, 유기산 처리 후 각 세균의 저감화에 대한 정량분석을 실시하였다. 모든 실험은 3 회 반복하였다. 표 2는 유기산의 pH를 나타낸 것이다.

표 2

<63>

Organic acid	Concentration	pH
Acetic acid	3 %	2.55 $\pm$ 0.04
Lactic acid	3 %	2.02 $\pm$ 0.13

<64> 초임계 이산화탄소 살균처리

<65> 초임계 이산화탄소의 처리는 초임계 이산화탄소 추출장치(Supercritical CO₂ gas extractor, Ilshin engineering, KOREA) 임계 반응기의 압력, 온도, 시간을 설정하여 준비한 시료를 처리하였다. 추출기(Extractor)가 설정된 온도로 맞춰지면, 시료를 추출기에 넣고 액체 이산화탄소를 원하는 압력만큼 채운 후 밸브를 잠궈 추출기 내의 압력을 일정 시간 동안 유지시켰다. 처리 시간에 도달하면 즉시 밸브를 열어 이산화탄소를 제거하였다. 이산화탄소가 모두 제거되어 상압이 되는 데는 1 분 정도가 소요되었다. 그 후 시료를 꺼내어 생균 수를 측정하였다. 하나의 처리가 끝난 후에는 70 %(v/v) 에탄올(ethanol)로 추출기를 세척하였다.

<66> 조합처리는 준비된 샘플을 유기산 용액에 1 분간 침지시킨 후 꺼내어 바로 초임계 처리하는 방법으로 수행하였다. 초임계 처리 조건과 조합처리 조건은 표 3에 정리하였다. 각 처리는 3번 반복하여 이루어졌다.

표 3

<67>

초임계이산화탄소 처리			유기산처리
온도 (°C)	압력 (bar)	처리시간 (min)	
35	120	30	-
			Acetic acid (3%)
			Lactic acid (3%)
40	120	30	-
			Acetic acid (3%)
			Lactic acid (3%)

<68> 조합 처리 후 미생물의 사멸효과 측정

<69> 주어진 조건에 따라 처리한 후 총 세균수 및 대장균, 각 병원성 미생물의 저감화 효과를 정량적으로 검증하였다. 세균수의 측정을 위하여 초임계 처리전과 처리 후의 시료(20 g)를 멸균수에 넣고 0.2 % 펩톤수(peptone water)로 10 배 희석하여 균질화 하였다. 각각의 멸균수에서 취한 1 ml를 0.2 % 펩톤수(peptone water)로 십진 희석하였다. 총 세균수를 측정하기 위해 Plate Count Agar(DIFCO)에 희석한 샘플 0.1 ml를 취하여 도말한 후 32 ℃에서 48 시간 배양하였다. 대장균과 각 병원성 세균을 측정하기 위해 각각 Eosin-Methylene Blue agar(*E. coli* DIFCO), Sorbitol MacConkey agar (*E. coli* 0157:H7; DIFCO), Xylose lysine desoxycholate agar(*Salmonella typhimurium*), Oxford agar base (*Listeria monocytogenes* DIFCO)에 도말하고 37 ℃에서 24 시간 동안 배양하여 세균별 집락의 특성에 따라 집락수를 계수하고 평균값을 계산한 후 로그를 취해서 초기 균수와 비교하였다.

<70> 실험 결과

<71> 총 세균수에 대한 실험을 위해 신선육에 분변을 접종하여 총 세균의 오염을 가상하였다. 유기산과 초임계 이산화탄소 조합처리가 오염된 신선육의 총 세균수에 미치는 영향을 확인한 결과는 도 3에 나타났다. 초임계 처리는 미생물 감소효과를 나타냈으나, 초임계 처리조건 간(35 ℃, 40 ℃)에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 초임계 이산화탄소와 유기산의 조합처리에서 최대 효과를 나타낸 처리는 3 % 젖산(lactic acid)에 1 분간 침지시킨 후 40 ℃, 120 bar에서 30 분간 초임계 이산화탄소처리를 한 것이다. 최대 3.30 log정도의 저감화 효과를 보였으며, 유기산만 단독으로 처리하였을 때의 0.80 log 감소 효과 (3 % lactic acid) (Data not shown)와 초임계 처리에서의 2.10 log 저감화 효과를 합친것 보다 높은 수치를 나타냈다. 이러한 결과는 조합처리로 인한 시너지 효과라고 볼 수 있으며, 총 세균수를 제어하기 위해서는 유기산이나 초임계 이산화탄소를 단독으로 처리하는 것보다 조합처리 하는 것이 저감화 효과를 보다 증가시킬 수 있는 방법이라고 판단된다.

<72> 위생지표세균인 대장균에 대한 결과는 도 4에 나타내었다. 대장균의 경우 아세트산(acetic acid)보다 젖산(lactic acid)과 조합 처리하였을 때 더 높은 저감화 효과를 보였다. 대장균은 총 세균수와는 다르게 초임계 조건에 따라서도 차이를 보였으며 이러한 경향은 조합처리 시에도 동일하게 나타났다. 젖산(Lactic acid)을 처리한 후 40 ℃에서 초임계 처리한 경우에 가장 큰 저감화 효과(3.08 log)를 보였다.

<73> 유기산과 초임계 이산화탄소의 조합처리가 세 가지 병원성 미생물에 미치는 영향을 분석하여 도 5 내지 도 7에 각 미생물별로 감소추세를 그래프로 나타내었다. 대장균(*E. coli*) 0157:H7의 경우 병원성 미생물 중 가장 낮은 감소 추세를 나타냈다. 다른 병원성 미생물의 경우 최대 저감화 효과가 평균 3 log 이상 나타났으나 대장균(*E. coli*) 0157:H7은 최고 조건에서 2.86 log 정도의 감소를 나타냈다. 대장균(*E. coli*) 0157:H7은 감소 추세 경향에 있어서도 다른 균들과 상이한 결과를 나타냈다. 다른 병원성 미생물들의 경우 아세트산(lactic acid)에서 더 큰 저감화 효과를 나타냈으나, 대장균(*E. coli*) 0157 H:7의 경우에는 유기산 간의 차이가 거의 없었다.

<74> 리스테리아(*Listeria*)와 살모넬라(*Salmonella*)의 경우에는 저감화 경향이 대장균과 비슷하게 나타났다. 두 가지 세균 모두 아세트산(acetic acid)보다 젖산(lactic acid)에서 더 큰 감소 추세를 보였으며, 초임계 온도조건에 의해 그 결과 값이 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 두 세균의 경우 조합처리로 인한 추가적 효과(additive effect)를 확인할 수 있었으며, 리스테리아(*Listeria*)와 살모넬라(*salmonella*) 각각 3.25 log와 3.54 log 정도의 높은 저감화 효과를 얻을 수 있었다.

<75> 위의 결과들을 종합해 보면 3 %의 젖산(lactic acid)과 40 ℃에서의 초임계 처리가 최적의 조합처리 조건이라 할 수 있으며, 병원성 미생물의 경우 평균 2.8 내지 3.5 log 정도의 감소 추세를 나타냈다. 또한 총 세균수와 위생지표 세균인 대장균의 경우에도 3 log 이상의 저감화 효과를 확인할 수 있었으며, 특히 총 세균수의 경우에는 유기산이나 초임계 이산화탄소를 단독으로 처리한 것에 비해 조합처리 시 높은 저감화 효과를 나타냈다. 이러한 결과는 위생지표세균의 오염으로 인한 문제가 심각한 신선육의 안전성을 향상 시키는데 있어 획기적인 방법인 것으로 판단할 수 있으며, 이러한 방법이 실제 돈육의 도축과정이나 가공과정 중에 이용된다면 안전성 향상뿐 아니라 대외 신뢰도도 향상되어 축산 산업 발전에 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

도면의 간단한 설명

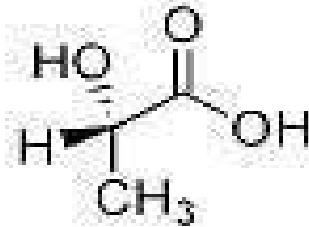
<76> 도 1a는 본 발명에 사용된 젖산의 구조식이다.

<77> 도 1b는 본 발명에 사용된 아세트산의 이합체 구조식이다.

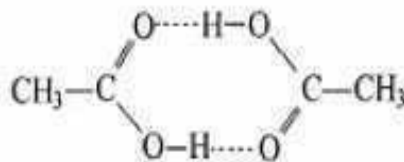
- <78> 도 2는 본 발명에 사용된 초임계 유체 장치의 모식도이다.
- <79> 도 3은 유기산과 초임계 이산화탄소를 조합처리 하였을 때 돈육 내 총 세균수의 사멸 효과를 비교하여 나타낸 그래프이다.
- <80> 도 4는 유기산과 초임계 이산화탄소를 조합처리 하였을 때 돈육 내 대장균의 사멸 효과를 비교하여 나타낸 그래프이다.
- <81> 도 5는 유기산과 초임계 이산화탄소를 조합처리 하였을 때 돈육 내 대장균 0157:H7의 사멸 효과를 비교하여 나타낸 그래프이다.
- <82> 도 6은 유기산과 초임계 이산화탄소를 조합처리 하였을 때 돈육 내 리스테리아(*Listeria monocytogenes*)의 사멸 효과를 비교하여 나타낸 그래프이다.
- <83> 도 7은 유기산과 초임계 이산화탄소를 조합처리 하였을 때 돈육 내 살모넬라(*Salmonella typhimurium*)의 사멸 효과를 비교하여 나타낸 그래프이다.

도면

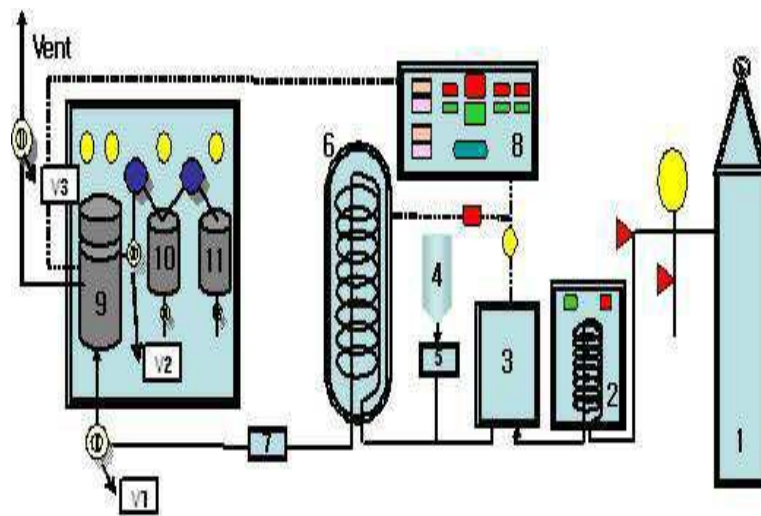
도면1a



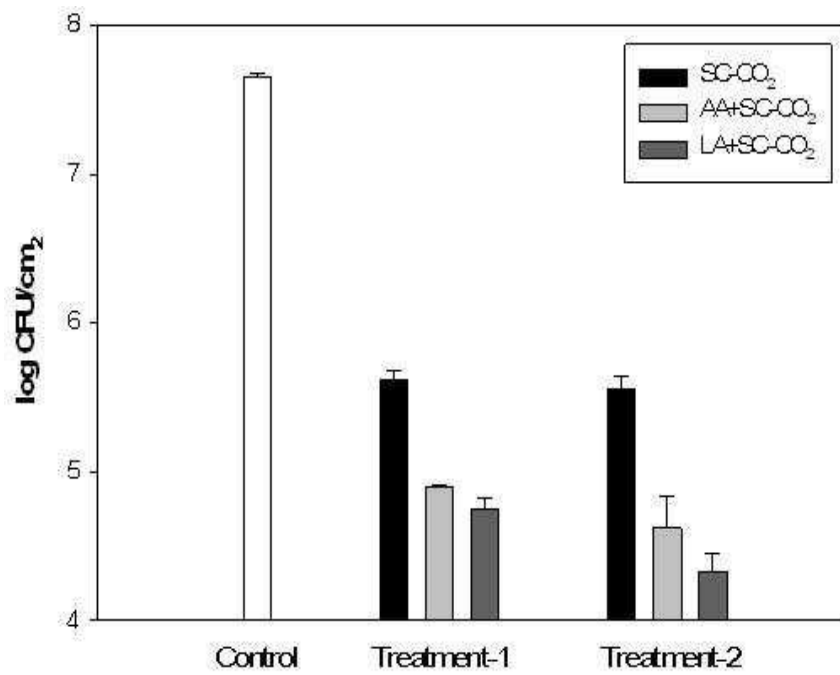
도면1b



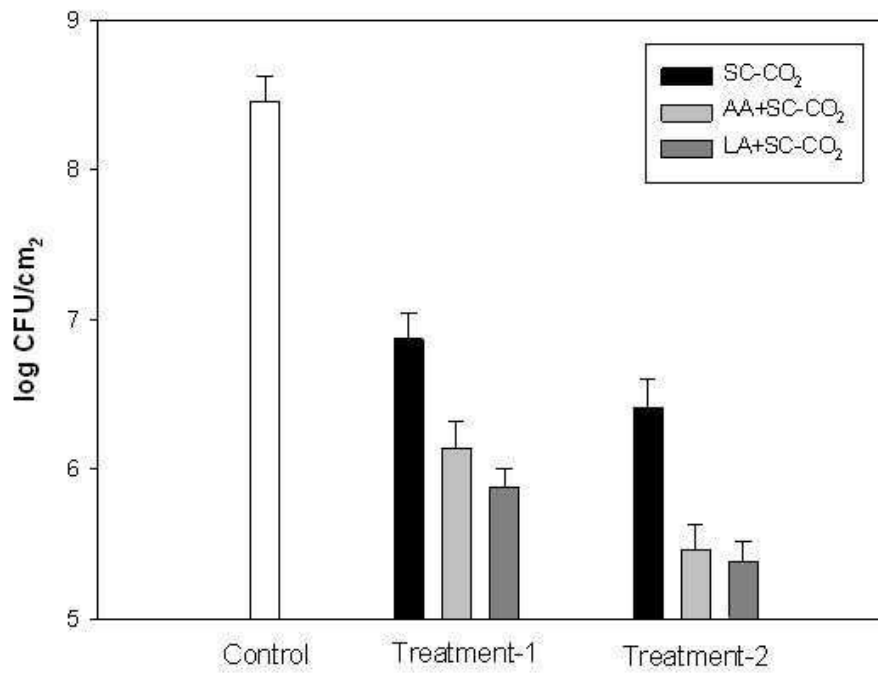
도면2



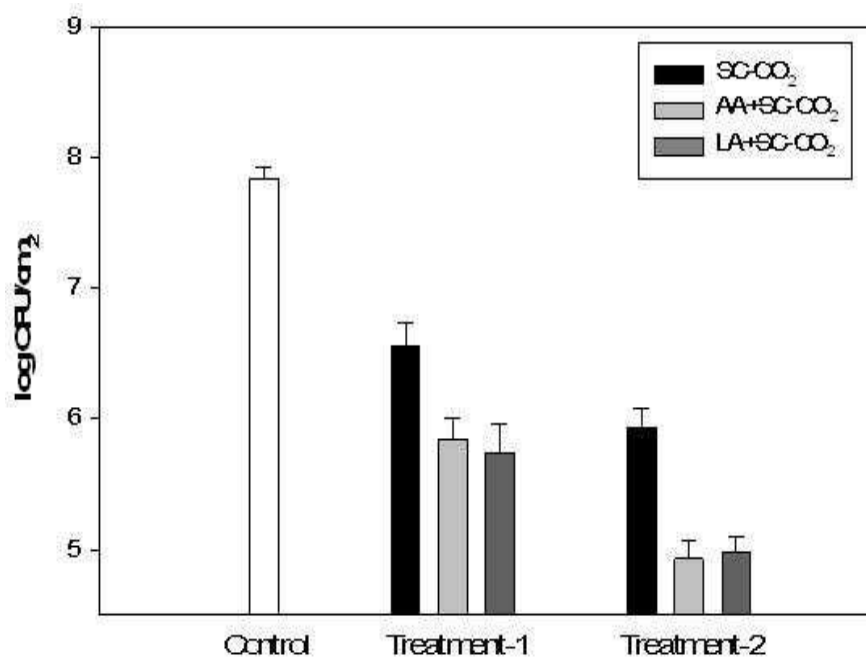
도면3



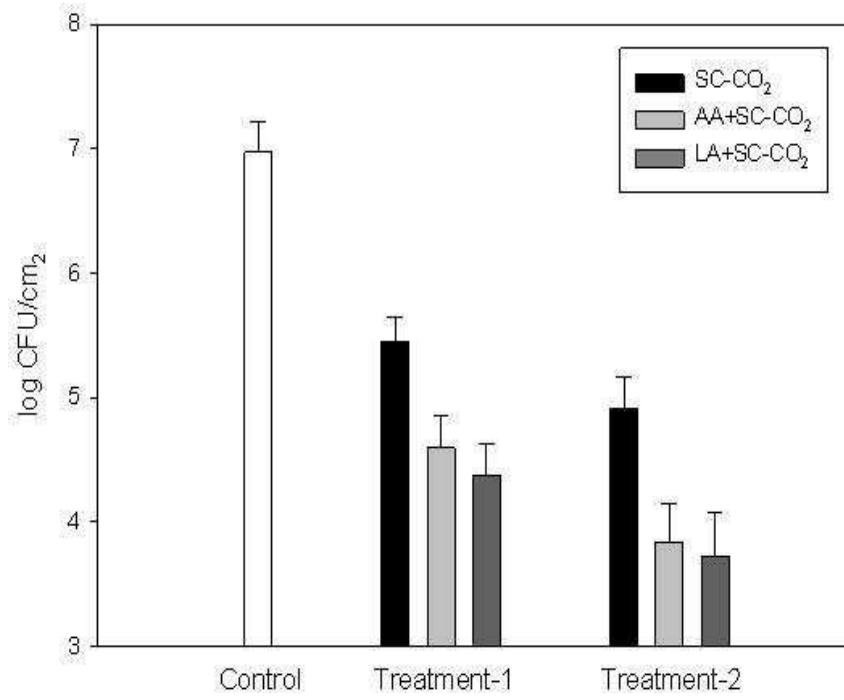
도면4



도면5



도면6



도면7

