

해양심층수를 활용하여 제조한 식육가공품의 안전성 및 이화학적 품질평가

김성연¹ · 박영식^{2*} · 박건택³

¹고려대학교 생명공학과, ²고려대학교 건강기능식품센터, ³인제대학교 바이오테크놀러지 학부

Safety and Physicochemical Quality Evaluation of Processed Meat Products Using Deep Sea Water

Seong-Yeon Kim¹, Young-Sig Park^{2*}, and Kun-Taek Park³

¹School of life sciences and biotechnology, Korea University, Seoul, Korea

²School of life sciences and Biotechnology Functional Food Research Center, Research Professor, Seoul, Korea

³Department of Biotechnology, Inje University, Kimhae-si, Korea

(Received July 26, 2018/Revised August 10, 2018/Accepted September 10, 2018)

ABSTRACT - Deep sea water is deeper than 200 m in depth and maintains cool temperatures. It is clean seawater not contaminated by *E. coli* and other general bacteria. Because deep sea water is a recyclable resource with high industrial value, activities for commercial use are vigorously developing. We investigated safety, quality characteristics, and mineral contents of prototype products using deep sea water as a substitute for a curing agent and compared it with existing commercially processed products. This study examined the potential of deep sea water as an alternative to curing agent solution. As a result, safety and quality characteristics of processed meat products with deep sea water were not different from commercially processed meat products, but mineral contents were higher in processed meat products with deep sea water. Deep sea water could be widely used as purity salt and purity minerals that can replace chemical substances such as chemical salts. A new, active food market using deep sea water will emerge in the near future.

Key words : Deep sea water, Processed meat products, Quality evaluation, Consumer preference, Mineral contents

최근, 인간의 수명이 연장되고 건강에 대한 관심이 지속되면서 건강지향적 소비문화가 형성되고 있다. 즉, 인공 첨가물이 들어있지 않은 안전한 식품에 대한 수요 증가로 이어지고, 가격이 올라가더라도 저염분에 인공 조미료를 사용하지 않은 음식을 선호하고 있는 실정이다. 이에 영양이 뛰어난 축산물을 가공 처리함에 있어서도 이러한 트렌드를 반영할 필요가 있으며 이러한 관점에서, 해양심층수는 천연물질로서 축산 가공품에 널리 이용되는 염지액(침지액)과 아질산 나트륨을 대체할 수 있는 유력한 후보 물질이다¹⁾. 해양심층수는 임상적으로 다양한 효능이 있다고 알려져 있는바 염증에 대한 효능 및 식품 저장기간 증진 등의 경우 세균성 오염물질에 대한 효능이 있음이 보고되고 있다²⁾. 기존 연구에 따르면 해양심층수는 혈액순

환 개선, 세포 신진대사 활성화, 아토피 등 피부 트러블 예방 및 치료, 식품의 숙성 촉진 및 장기간 저장, 음식의 선도 유지 및 맛과 영양 개선 등의 다양하게 탁월한 효과를 지닌다고 알려져 있다³⁾. Lee CL⁴⁾에 따르면 기능성 발효 식품개발에 활용한 해양심층수의 기능 및 장점과 항비만 & 항당뇨 효과, 심혈관병, 십이지장 궤양, 골다공증 예방, 피부보호, 피로회복효과 등 다양한 해양심층수의 효과에 대해 언급하고 있다. 또한 flow cytometry 분석을 통해 CD8 림프구의 유의적인 증가로 인체 면역기능이 개선되었다는 등 면역기능 향상에 대한 보고가 있다⁵⁻¹⁰⁾. 햄, 소세지, 베이컨 등 여러 축산물가공품은 염지액(침지액)을 통한 숙성과정을 거치는데 이 때 염지액으로 해양심층수를 이용한다는 것은 인체의 체액과 가장 유사하여 흡수가 빠를 뿐만 아니라 체내의 미네랄 밸런스 형성에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대되고 있다. 해양심층수를 식육가공품 제조 시 원료물질로 사용한다는 것은 이러한 국내 실정이나 흐름에 매우 부합되는 결정이라 할 수 있겠다. 해양심층수를 활용하여 웰빙(Well-being), 로하스(Lifestyle

*Correspondence to: Young-Sig Park, School of life sciences and Biotechnology Functional Food Research Center, Research Professor, Seoul 02841, Korea
Tel: 82-2-3290-3418, Fax: 82-2-927-5201
E-mail: pysku@korea.ac.kr

of health and sustainability), 네츄럴(Natural), 슬로우푸드(Slow-food) 등 소비자가 요구하는 트렌드를 만족시킬 때 비로소 육가공품은 맛도 좋고, 안전하며, 건강에 이로운 제품으로 평가 받을 수 있는 것이다. 아질산나트륨의 유해성에 대한 논란이 뜨거운 현 시점에서 첨가물을 줄이고 천연물질을 사용하는 것¹¹⁾은 매우 바람직하다. 본 연구에서는 해양심층수를 햄, 소세지, 베이컨의 가공에 활용할 경우 고부가가치의 경쟁력 있는 축산 식품으로의 전환이 가능함을 확인하기 위한 자료를 제공하기 위해 시행되었다.

Table 1. Composition of prototype and control

	Ingredients	Insert ratio (%)	
		Sample	Control
Pork sausage	Pork (Sirloin) (g)	80	80
	Spice (g)	1.4	1.4
	Purified salt (g)	0.2	1.4
	Sodium nitrite (g)	-	0.01
	Water (ml)	-	20
	Mineral-enriched deep seawater (ml)	20	-
	Total	101.8	103.01
Pork bacon	Pork (Belly) (g)	100	100
	Spice (g)	0.43	0.43
	Purified salt (g)	0.4	1.8
	Sodium nitrite (g)	-	0.01
	Water (ml)	-	20
	Mineral-enriched deep seawater (ml)	20	-
	Total	120.83	122.24
Pork ham	Pork (Sirloin) (g)	100	100
	Spice (g)	0.43	0.43
	Purified salt (g)	0.4	1.8
	Sodium nitrite (g)	-	0.01
	Water (ml)	-	20
	Mineral-enriched deep seawater (ml)	20	-
	Total	120.83	122.24
Beef sausage	Beef (g)	85	85
	Spice (g)	1.35	1.35
	Purified salt (g)	0.5	1.45
	Sodium nitrite (g)	-	0.01
	Water (ml)	-	15
	Mineral-enriched deep seawater (ml)	15	-
	Total	101.85	102.81

Materials and Methods

실험군과 대조군 제작

해양심층수를 활용한 식육가공품 대조군과 시제품은 (주)대경햄에서 제작하였다. 실험군과 대조군의 원료 투입비율은 Table 1과 같다.

실험군제조에 사용하는 해양심층수 처리수의 규격

본 연구에서 실험군제조에 사용하는 해양심층수 처리수는 해양수산부에서 공포한 “해양심층수 및 처리수의 기준과 성분 및 함량 등에 관한 표시기준(해양수산부 고시 제 2015-112, 2015년 07월 31일)에서 규정한 처리수 중 해양심층수 미네랄 농축수(Mineral-enriched Deep Seawater)의 규격에 적합한 (주)큐비엠 시판제품을 구입하여 사용하였고, 동법에서 규정한 해양심층수 미네랄 농축수의 규격은 Table 2에 정리하였다.

식품공전 규격 검사에 의한 안전성 평가 시험 방법

이번 연구에서 제조한 식육가공품의 식품공전 규격항목은 아질산이온, 타르색소, 보존료(소르빈산, 데히드로 초산, 안식향산, 파라옥시안식향산메틸과 에틸, 프로피온산), 대장균, 살모넬라, 리스테리아모노사이트제네스 등 11개 항목이며, 모든 시험은 식품공전에서 제시한 시험법에 따라 실시하였다. 시제품과 대조군의 안전성과 안정성을 검토하기 위하여 일정기간 식약처 식품 유통기한 설정 가이드라인 시험법에 따라 저장한 후 식품공전 제5식품별 기

Table 2. Standard of mineral-enriched deep seawater

	Ingredients	Mineral-enriched deep seawater standard
Principal ingredients	Mg (mg/L)	1,300 - 60,000
	Ca (mg/L)	≤ 20,000
	Na (mg/L)	≤ 80,000
	Hardness (mg/L)	≥ 6,200
Harmful effect	B (mg/L)	≤ 300
	As (mg/L)	≤ 0.01
	Pb (mg/L)	≤ 0.01
	Se (mg/L)	≤ 0.01
	Hg (mg/L)	≤ 0.001
	Cr ⁶⁺ (mg/L)	≤ 0.05
	Cd (mg/L)	≤ 0.005
Microorganism	Sr (mg/L)	≤ 216.0
	General bacteria (CFU/ml)	≤ 100
	Coliform bacteria (/250 ml)	ND

준 및 규격 11. 식육가공품의 규격 검사항목을 시험하여 평가하였다.

해서 시험하였다.

품질검사항목 분석에 의한 품질특성 평가 및 유통기한 경과에 의한 안정성 검토 시험방법

식품공전에 정하여져 있지는 않지만 식육제품의 품질평가를 위해 일반적으로 사용되는 수분, 휘발성 염기질소, 조단백질, 조지방, pH, 염도, 보수력을 측정하였다. 시제품과 대조군의 안전성과 안정성을 검토하기 위하여 일정기간 식약처 식품 유통기한 설정 가이드라인 시험법에 따라 30일 동안 저장한 후 식품공전 시험법에 따라 품질평가항목을 시험하여 평가하였다.

시험군과 대조군간의 미네랄 함량 시험방법

해양심층수의 특성인 미네랄 함량의 차이를 알아보기 위하여, 시험군과 대조군의 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 칼슘 4가지 미네랄의 함량을 건강기능식품공전의 시험방법에 의

Results and Discussion

실험군제조에 사용된 해양심층수 처리수의 품질특성

본 연구에 사용하는 해양심층수 처리수는 해양수산부에서 규정한 처리수 중 해양심층수 미네랄 농축수의 규격에 적합한시판제품을 구입하여 개발하는 제품 특성별로 희석하여 사용하였으며, 식품공전 원료의 구비요건에 식품의 제조용수로서 사용가능하다고 규정되어 있다. 이러한 미네랄농축수는 미네랄 함량 중 특히 칼슘이온과 마그네슘이온 함량이 높은 수준으로 유지되도록 가공된 해양심층수 처리수 중 하나로 Ca²⁺, Mg²⁺ 이온은 젖산균을 비롯한 미생물의 중요한 생장인자로서 적정수준으로 풍부하게 제공될 경우 미생물의 생장을 촉진 하는 등의 기능이 있는 것으로 여러 연구^{3,4,6)}를 통하여 알려져 있으며, 본 연구에서는 해양심층수미네랄농축수를 제조용수로 사용하기

Table 3. Food safety tests of prototype and control

Test	Result				Standard	
	Day1		Day30			
	Control	Sample	Control	Sample		
Pork sausage	<i>E. coli</i>	0	0	0	0	Below 10
	<i>Salmonella</i> (CFU/g)	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
	Nitrite (g/kg)	0.02	0	0.01	0	Below 0.07
	Tar	ND	ND	ND	ND	ND
	Preservatives (g/kg)	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
Pork bacon	<i>E. coli</i> (CFU/g)	0	0	0	0	Below 10
	<i>Salmonella</i>	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
	Nitrite (g/kg)	0	0	0.003	0	Below 0.07
	Tar	ND	ND	ND	ND	ND
	Preservatives (g/kg)	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
Pork ham	<i>E. coli</i> (CFU/g)	0	0	0	0	Below 10
	<i>Salmonella</i>	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
	Nitrite (g/kg)	0	0	0.001	0	Below 0.07
	Tar	ND	ND	ND	ND	ND
	Preservatives (g/kg)	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
Beef sausage	<i>E. coli</i> (CFU/g)	0	0	0	0	Below 10
	<i>Salmonella</i>	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
	Nitrite (g/kg)	0.01	0	0.004	0	Below 0.07
	Tar	ND	ND	ND	ND	ND
	Preservatives (g/kg)	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative

Table 4. Quality evaluation tests of prototype and control

	Test	Result			
		Day1		Day30	
		Control	Sample	Control	Sample
Pork sausage	Water (%)	63.81	61.74	62.52	61.19
	Crude protein (%)	12.68	12.78	12.21	12.44
	Crude fat (%)	13.64	14.86	12.72	13.86
	pH	5.42	5.39	6.11	6.08
	Salinity (%)	1.55	1.28	1.26	1.54
	Water-holding capacity (%)	1.3	1.29	1.05	1.33
	Volatile basic nitrogen (mg%)	1.39	1.39	4.18	4.18
Pork bacon	Water (%)	49.61	59.26	50.71	59.46
	Crude protein (%)	15.68	20.96	19.85	22.64
	Crude fat (%)	31.49	20.6	27.29	16.6
	pH	6.07	5.87	5.63	5.58
	Salinity (%)	0.44	0.45	0.6	0.6
	Water-holding capacity (%)	3.13	2.49	2.52	2.25
	Volatile basic nitrogen (mg%)	5.59	5.57	5.58	6.98
Pork ham	Water (%)	61.15	58.85	61.83	90.98
	Crude protein (%)	28.47	30.18	28.17	29.6
	Crude fat (%)	7.53	7.96	7.15	7.36
	pH	5.77	5.87	5.51	5.46
	Salinity (%)	1	1.02	0.97	0.92
	Water-holding capacity (%)	0.84	0.77	1.04	1.24
	Volatile basic nitrogen (mg%)	4.17	4.19	8.37	6.99
Beef sausage	Water (%)	61.79	55.86	63.07	62.38
	Crude protein (%)	17.35	16.83	16.21	17.39
	Crude fat (%)	12.8	22.68	17.47	14.62
	pH	6.02	6.06	5.88	6.12
	Salinity (%)	1.06	1.55	1.23	1.15
	Water-holding capacity (%)	3.07	5.86	4.44	5.79
	Volatile basic nitrogen (mg%)	1.39	1.39	9.75	8.37

때문에 개발된 제품은 이러한 기능성을 나타낼 것으로 기대하고 있다.

식품공전규격검사에 의한 안전성평가시험방법 결과

Table 3의 내용과 같이 네 가지 품목 모두에서 제조초기와 유통기한경과 후 모두 유의적 차이는 보이지 않아서 해양심층수를 사용한 제품의 안전성은 문제가 없는 것으로 판단하였다.

품질검사항목 분석에 의한 품질특성 평가 및 유통기한 경과에 의한 안정성검토 결과

Table 4와 같이 품질검사 항목 간에도 시험군과 대조군 간의 데이터 상 유의적 차이는 나타나지 않았고, 유통기한 경과에 따른 제조 당시와 유통기한 경과 후의 결과 또

한 차이를 나타내지 않아서 안정성도 이상이 없는 것으로 판단하였다.

시험군과 대조군간의 미네랄 함량 시험결과

돈육소세지, 베이컨, 등심햄, 우육소세지 4품목의 시험군과 대조군 8가지에 대한 미네랄 함량차이는 Table 5와 같다. 4품목의 미네랄 평균함량은 나트륨이 76.8%, 칼륨은 96.9%의 함량변화를 보여 줄어들거나 미세하게 증가하여 유의적 차이가 없는 경향을 보이는 반면, 마그네슘은 284.5%, 칼슘은 410% 함량변화로 유의적으로 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는, 실험군 제조 시 육가공품에 통상 1.4-1.8% 사용하는 소금의 사용량을 0.2-0.5%로 감소시킴으로서 소금의 주성분인 나트륨은 25% 이상 줄어들고 혼입물질인 칼륨은 3% 가량 줄어들었으며, 또한 실

Table 5. Minerals content of prototype and control

	Test	Result		Ratio % (Sample/Control)
		Control	Sample	
Pork sausage	Na (mg/100g)	742.92	523.87	70.5
	K (mg/100g)	233.2	262.5	112.6
	Mg (mg/100g)	14.3	52.5	367.1
	Ca (mg/100g)	3.09	20.45	661.8
Pork bacon	Na (mg/100g)	444.74	358.14	80.5
	K (mg/100g)	255.4	213.1	83.4
	Mg (mg/100g)	18.8	46	244.7
	Ca (mg/100g)	3.25	15.14	465.8
Pork ham	Na (mg/100g)	478.5	483.38	101
	K (mg/100g)	302.1	256.3	84.8
	Mg (mg/100g)	23.5	59.5	253.2
	Ca (mg/100g)	7.99	17.37	217.4
Beef sausage	Na (mg/100g)	714.52	394.41	55.2
	K (mg/100g)	224.1	240	107
	Mg (mg/100g)	18.1	49.4	272.9
	Ca (mg/100g)	4.75	14.02	295.1

험균제조 시 대조군에는 사용치 않는 해양심층수미네랄농축수를 20% 사용함으로써 해양심층수미네랄농축수에 20% 정도 함유되어 있는 칼슘과 1.3-60% 함유되어있는 마그네슘의 함량이 유의적으로 증가한 것으로 사료된다.

대조군과 시제품의 식품 공전 규격 항목 검사에 의한 안전성 평가 시험에서 해양심층수를 사용한 제품의 안전성은 결론에서 살펴보았듯이 문제가 없었으며, 품질검사 항목 분석에 의한 품질특성 평가 및 유통기한 경과에 의한 안정성 검토결과 결론에서 살펴본 바와 같이 안정성 또한 양호한 것으로 나타났고, 미네랄 항목 분석에서는 나트륨과 칼륨은 비슷하거나 줄어드는 경향이 보이며, 마그네슘, 칼슘의 함량은 유의적으로 증가되는 경향을 보이고 있음에 따라, 해양심층수 처리수를 이용하여 최초로 육가공품을 개발한 본 연구는 현대인이 바라고 있는 건강에 도움이 되는 식품으로서의 특징점¹¹⁾이 있고, 식품산업에서 해양심층수의 다양한 활용 가능성을 나타내어 새로운 유형의 제품¹²⁻¹⁷⁾ 개발을 통한 유관 산업의 활성화에 기여할 것으로 기대된다.

Acknowledgement

This research was a part of the project titled 'Evaluation of food safety and development of novel processed meat products for application of deep sea water', funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

국문요약

해양심층수는 수심 200 m보다 깊은 심층(深層)에 위치하고 있어 차가운 온도를 유지하고 있으며, 대장균 및 일반세균 등에 의해서도 오염 되지 않은 깨끗한 해수이다. 해양심층수는 산업적 가치가 높은 재생순환형 자원이기 때문에 이를 상업적으로 이용하기 위한 활동이 활발히 전개되고 있다. 해양심층수를 기존 식육가공품의 염지제 대체제로서, 최적인 해양심층수 처리수를 적용한 시제품을 일반 식육가공품 소세지와 비교하여 안전성과 품질특성, 미네랄 함량차이를 알아보았다. 이를 통하여 해양심층수의 염지액 대체제로서의 가능성을 검토하고 이를 이용하여 제작한 식육가공품의 품질을 검토한 결과, 안전성과 품질특성에서는 일반 식육가공품 소세지와 차이가 없었으나, 미네랄 함량은 해양심층수를 적용한 축산가공품이 더 높았다. 이를 통하여 해양심층수는 소금의 대체제와 청정미네랄로 그 활용도가 높아져 해양심층수를 이용한 새로운 식품시장이 크게 활성화될 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 식품공전 규격 검사에 의한 안전성 평가 시험 방법을 이용하여 품질검사항목 분석에 의한 품질특성 평가 및 유통기한 경과에 의한 안정성을 검토하고, 시험군과 대조군간의 미네랄 함량 시험을 진행하여 그 함량을 비교, 분석한 결과 후속 연구를 통한 식품, 의약품 및 축산에 다양하고 차별화된 식육가공품을 제조할 수 있는 가능성이 있다고 판단하였다.

References

1. Korea Ocean Research and Development Institute: A report on the study on the use of deep sea water in the deep sea, (2000).
2. Research Institute for Science and Technology: A Study on the Development of Technologies for the Utilization of Deep Ocean Resources (Phase II), (1991).
3. Hideaki, Y., Masashi, T.: Deep sea water of Yukawakaru, (2000).
4. Toshimitsu, N.: Resources for the 21st Century Aquaculture using deep ocean water, (2000).
5. Kwak J.H., Kim K.B.W.R., Song E.J., Lee C.J., Jung J.Y., Choi M.K., Kim M.J., Ahn D.H.: Effect of salt soluble protein extracts from anchovy on quality characteristics of sausage. *J. Korean Soc. Food Sci.Nutr.*, **39**, 1839-1845 (2010).
6. Miyamura, M., Yoshioka, S., Hamada, A., Takuma, D., Yokota, J., Kusunose, M., Kyotani, S., Kawakita, H., Odani, K., Tsutsui, Y. et al.: Difference between deep seawater and surface seawater in the preventive effect of atherosclerosis. *Biol. Pharm. Bull.*, **27**, 1784-1787 (2004).
7. Hwang, H.S., Kim, H.A., Lee, S.H., Yun, J.W.: Anti-obesity and antidiabetic effects of deep sea water on ob/ob mice. *Mar. Biotechnol.*, **11**, 531-539 (2009).
8. Hwang, H.S., Kim, S.H., Yoo, Y.G., Chu, Y.S., Shon, Y.H., Nam, K.S., Yun, J.W.: Inhibitory effect of deep-sea water on differentiation of 3T3-L1 adipocytes. *Mar. Biotechnol.*, **11**, 161-168 (2009).
9. Radhakrishnan, G., Yamamoto, M., Maeda, H., Nakagawa, A., Kataregopalrao, R., Okada, H., Nishimori, H., Wariishi, S., Toda, E., Ogawa, H. et al.: Intake of dissolved organic matter from deep seawater inhibits atherosclerosis progression. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **387**, 25-30 (2009).
10. Fu, Z.Y., Yang, F.L., Hsu, H.W., Lu, Y.F.: Drinking deep seawater decreases serum total and low-density lipoprotein-cholesterol in hypercholesterolemic subjects. *J. Med. Food.* **15**, 535-541 (2012).
11. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation: 2013 The Report of Market Segmentation of Processed Food Products: Processed Meat Products (2013).
12. Kwon S.Y., Shin M.E., Lee K.H.: Quality Characteristics of Sausage with Added Pine Needle Powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life.*, **22**, 357-364 (2012).
13. Kim D.S., Song Y.R., Seo T.S., Jang A.R., Lee S.K., Pak J.I.: The Effects of Doenjang (Korean Traditional Fermented Soy Bean Paste) Powder on the Quality and Shelf-Life of Chicken Sausages during Storage. *Korean J. Poult. Sci.*, **40**, 315-325 (2013).
14. Kim Y.H., Ahn B.S.: Study on Development of Fermented Sausage using Grapefruit Extract and Kimchi Extracted Starter Culture. *J. East Asian Soc. Dietary Life.*, **24**, 70-79 (2014).
15. Kim H.A., Kim B.C., Kim Y.K.: Quality Characteristics of the Sausages Added with Pepper Seed Powder and Pepper Seed Oil. *Korean J. Food Cookery Sci.*, **29**, 283-289 (2013).
16. Shin J.H., Kang M.J., Kim R.J., Sung N.J.: The Quality Characteristics of Sausage with Added Black Garlic Extracts. *Korean J. Food Cookery Sci.*, **27**, 701-711 (2011).
17. Lee S.K., Kang S.M., Kim Y.S., Kang C.G.: Quality Comparison of Emulsion-Type Sausages Made from *Rhusverniciiflua* Stokes Fed Pork and Extract. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **25**, 210-217 (2005).