

오골계 난백 lysozyme 이 몇가지 동물성 식품의 보존에 미치는 영향

이종수, 최영준, 김나미*, 안용근**, 오홍록***

배재대학교 유전공학과

*한국인삼연구소 연구원 제품개발부

**충청 전문대학 식품영양과

***충남대학교 축산학과

Effect of Egg White Lysozyme from Ogol Fowl on Preservation of Some Animal Foods

Jong-Soo Lee, Young-Jun Choi, Na-Mi Kim*,
Yong-Geun Ann**, Hong-Rok Oh***

Dept. of Genetic Engineering, Paichai University

**Korea Ginseng and Tobacco Research Institute*

***Dept. of Food Nutrition, Chungcheong Junior College*

****Dept. of Animal Science, Chungnam Natl. University*

우유와 소세지 등 몇가지 동물성 식품의 보존에 미치는 오골계 난백 lysozyme의 효과를 검토하기 위하여 이들 식품을 0.05% lysozyme 으로 처리한 후 20℃, 30℃ 및 37℃에 저장하면서 경시적으로 이들의 pH, 휘발성 염기질소 함량 및 생균수의 변화를 조사 하였다. 생우유를 lysozyme 으로 처리하여 20℃에서 2시간 저장 하였을 때 휘발성 염기질소 함량이 63 mg%로 제일 낮아 보존효과가 있었고 30℃에서는 lysozyme 과 glycine 의 혼용처리시 그 보존효과가 상승하였다 또한 시판우유와 어묵에서도 lysozyme 처리에 의한 보존효과가 있었으며 특히 솔비산을 첨가하지 않은 소세지에 lysozyme 을 처리하여 5℃에 저장 하였을 때 휘발성 염기질소 함량이 약 150 mg%로 비교적 낮았다

To elucidate the effect of egg white lysozyme from Ogol fowl on the preservation of milks, fishcurd and sausage, changes of pH, volatile base nitrogen content and viable cell count were investigated during the storage periods at 20℃, 30℃ and 37℃ after the addition of lysozyme in each foods. Volatile base nitrogen content of raw milk as marker of spoilage was lowest(63 mg%) in 0.05% lysozyme addition lot which was stored at 20℃ for 2 days, and its preservation effect by lysozyme at 30℃ was enhanced with addition of glycine(0.1%). Preservation effect by lysozyme in commercial milk at 37℃ and in fishcurd at 5℃ and 20℃ was also good, and when sausage was stored at 5℃ after treatment of lysozyme instead of sorbic acid, its preservation effect was acceptable

Key words: Egg White Lysozyme, Ogol Fowl, Preservation, Animal Foods.

서론

난백 lysozyme (N-acetylmuramidase ; endolysin , endo- β -N-acetylmuramide glycanhydrolase , EC 3.2.1.27)은 주로 그람 양성 세균의 세포벽 중 peptidoglycan 의 n-acetylmuramyl β -1,4-glycoside 결합을 가수 분해하는 효소로서 오래전부터 연구되어 현재 이들의 용균성과 작용기작 및 생화학적 특성 등이 대부분 규명되었다(1).

그러나 난백 lysozyme 의 화학 방부제 대체이용에 관한 연구는 매우 미흡하여 난백 lysozyme 을 쏘세지에 처리하여 10℃에 저장했을때 보존효과가 컸다는 Akashi(2) 의 보고와 한(3) 등의 연산 오골계 난백 lysozyme, Funatsu(4) 등의 난백 lysozyme 의 식품 보존료로서의 이용 가능성에 관한 연구가 발표되었을 뿐이다.

따라서 펄자 등은 전보(5)에서 오골계 난백으로부터 lysozyme 을 추출, 정제 한 후 *Staphylococcus aureus* phage type 29 에 대한 용균성 실험결과를 보고하였고 본 연구에서는 오골계 난백 lysozyme 이 우유와 어묵 및 쏘세지 등의 동물성 식품의 보존에 미치는 영향을 조사 하였다.

후의 P 회사 시판품을, 쏘세지는 보존료로서 솔빈산을 첨가하여 제조한 프랑크 쏘세지와 첨가하지 않은 쏘세지를 D 회사로부터 구입하여 실험에 사용하였다.

3. 식품의 처리 및 보존성 조사

1) 우유

생우유는 무처리구, 0.05% lysozyme 처리구 및 glycine 과 lysozyme 의 혼용처리구로, 시판우유와 멸균우유는 무처리구, 0.05% lysozyme 처리구, *Staphylococcus aureus* P-29 처리구(시판우유: $7.5 \times 10^6/ml$, 멸균우유: $3.2 \times 10^8/ml$) 및 이와 lysozyme의 혼용처리구로 구분하여 이들을 20℃, 30℃ 및 37℃에 저장하면서 경시적으로 pH는 pH meter로, 부패의 지표가 되는 휘발성 염소 질소 함량은 감압증류법(8)으로, 생균수는 연속 희석 평판배양법으로 측정하였다.

2) 어묵과 쏘세지

어묵과 쏘세지를 무균적으로 일정량씩 무게를 단 다음 위의 시판우유에서와 같은 방법으로 처리하여 보존성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 사용 lysozyme

실험에 사용한 오골계 난백 lysozyme 은 전보(5)와 같이 직접 결정법(6)으로 추출, 정제한 것으로 *Micrococcus lysodeiticus* 에 대한 용균활성(7)은 23,600 U/mg이었다.

2. 사용 식품

생우유는 충남대 부속 동물사육장에서 착유즉시의 것을, 시판우유는 우유처리장에서 65℃로 30분간 살균한 것을 구입하여 사용하였고 생우유를 가압살균기로 115℃에서 15분간 살균한 것을 멸균우유로 하여 실험에 사용하였다.

또한 어묵은 보존료를 첨가하지 않은 제조 직

결과 및 고찰

1. 생우유에 대한 보존 효과

생우유에 대한 오골계 난백 lysozyme 의 보존효과를 조사한 결과 Table 1, 2 에서와 같이 부패의 지표가 되는 휘발성 염기 질소 함량이 0.05% lysozyme 을 처리하여 20℃에서 48시간 저장하였을 때 약 63 mg%로 다른 처리구에 비하여 낮아 보존효과가 있었고, 37℃에서는 lysozyme 과 1% glycine 을 혼용하여 처리하였을 때 48시간에 약 75 mg%를 보여 보존성 향상 시킬 수 있었다.

한편 pH는 30℃와 37℃에서 24시간 저장시 초기의 pH 7.0이 3.0까지 급격히 낮아졌는데 이는 모유로부터 유래된 젖산균의 증식에 의한 것으로 생각되며 따라서 생균수도 전처리구 모두 48시간까지 증가하는 경향이였다.

Table 1. Changes of pH and viable cell count of raw milk during storage period at each temperature.

Storage time* (days)	Temp (°C)	20		30		37	
		pH	viable cell count (No./ml)	pH	viable cell count (No./ml)	pH	viable cell count (No./ml)
1	None	5.6	1.0×10^8	2.8	1.9×10^8	2.8	1.3×10^8
	Treatment A**	5.5	6.0×10^7	3.1	1.2×10^8	3.0	1.1×10^8
	Treatment B	5.4	7.5×10^7	3.9	1.2×10^8	2.8	1.0×10^8
2	None	1.9	1.9×10^{10}	2.4	3.5×10^9	1.8	1.0×10^{10}
	Treatment A	2.6	1.6×10^{10}	2.5	6.0×10^9	1.7	6.1×10^9
	Treatment B	3.4	1.8×10^{10}	2.5	4.8×10^9	2.6	7.2×10^9
3	None	3.9	4.7×10^9	3.6	3.1×10^9	3.1	5.0×10^8
	Treatment A	3.9	4.2×10^9	3.5	5.5×10^7	3.1	5.8×10^8
	Treatment B	4.0	9.0×10^9	4.0	4.7×10^9	4.0	2.5×10^9

* Initial pH and viable cell count were 6.5 and 5.5×10^7 /ml, respectively.

** A lot of 0.05% lysozyme treatment

B lot of treatment of 0.05% lysozyme and glycine(10mg/ml)

Table 2. Change of volatile base nitrogen content of raw milk during storage period at each temperature by Ogol fowl lysozyme.

Storage time* (days)	Temp (°C)	(Unit mg%)		
		20	30	37
1	None	98	91	110
	Treatment A**	70	98	70
	Treatment B	63	70	98
2	None	91	77	104
	Treatment A	63	84	77
	Treatment B	77	56	91
3	None	84	91	56
	Treatment A	84	70	70
	Treatment B	98	84	91

* Initial content of volatile base nitrogen was 70 mg%

** Treatment A and B refer to Table 1.

2. 시판우유 및 멸균우유에 대한 보존효과

시판우유에 0.05% 난백 lysozyme 을 처리하여 37°C에서 5일 저장하였을 때 휘발성 염기 질소 함량이 70 mg%에서 약 30 mg%로 급격히 낮아져서 보존효과가 있었지만 20°C와 30°C에서는 효과가 없었다. 또한 pH는 5일까지 4.0 부근으로 낮아졌고 생균수는 초기 7.5×10^6 /ml 이 109~1010/ml으로 증가하였다(Table 3,4).

한편 5°C에서 8일간 저장하였을 때 pH와 생균수 모두 거의 변화가 없었다. 멸균우유의 경우 *Staphylococcus aureus*를 3.2×10^8 /ml 첨가한 후 lysozyme 을 처리하여 보존효과를 조사한 결과 Table 5,6 에서와 같이 휘발성 염기 질소

Table 3. Changes of pH and viable cell count of commercial milk during storage period at each temperature.

Storage time* (days)	Temp (°C)	20		30		37	
		pH	viable cell count (No./ml)	pH	viable cell count (No./ml)	pH	viable cell count (No./ml)
2	None	4.8	6.4×10^9	4.2	1.2×10^9	4.0	1.2×10^{10}
	Treatment A**	4.7	2.9×10^{10}	4.2	7.8×10^9	4.0	1.1×10^{10}
	Treatment B	4.8	5.5×10^{10}	4.0	3.3×10^8	3.9	1.6×10^{10}
	Treatment C	4.8	1.0×10^{10}	4.0	2.6×10^9	3.9	2.9×10^9
5	None	4.3	5.1×10^8	4.0	6.6×10^9	3.9	2.2×10^9
	Treatment A	4.8	1.1×10^{10}	4.0	3.4×10^9	4.0	8.3×10^9
	Treatment B	4.5	2.0×10^{10}	4.0	4.9×10^9	3.9	1.8×10^9
	Treatment C	4.6	7.2×10^9	4.0	1.0×10^{10}	3.9	3.6×10^9
		(5°C / 5 days)		(5°C / 8 days)			
	None	6.8	1.2×10^9	6.7	2.1×10^9		
	Treatment A	6.9	5.2×10^9	6.8	1.8×10^8		
	Treatment B	6.8	5.1×10^8	6.7	1.6×10^8		
	Treatment C	6.9	2.3×10^8	6.7	1.0×10^8		

* Initial pH and viable cell count were 6.8 and 7.5×10^7 /ml respectively

** A lot of 0.05% lysozyme treatment(0.05%)

B lot of *Staphylococcus aureus*(3.2×10^8 /ml) added.

C lot of lysozyme treatment after addition of *Staphylococcus aureus*

Table 4. Change of volatile base nitrogen content of commercial milk during storage period at each temperature.

Storage time* (days)	Temp (°C)	(Unit mg%)		
		20	30	37
2	None	114	94	107
	Treatment A**	87	87	74
	Treatment B	74	74	70
	Treatment C	115	70	74
5	None	107	40	70
	Treatment A	60	70	20
	Treatment B	46	46	70
	Treatment C	46	27	40
		(5°C / 5 days)	(5°C / 8 days)	
	None	100	74	
	Treatment A	87	34	
	Treatment B	40	70	
	Treatment C	40	34	

* Initial content of volatile base nitrogen was 69.9 mg%
 ** Treatment A, B and C refer to Table 3

함량이 전반적으로 무처리구와 비슷하거나 오히려 높아 보존효과가 인정되지 않았고 pH도 무처리구에서 7.0으로 약간 상승하였을 뿐 큰 변화가 없었다.

3. 어묵에 대한 보존효과

오골계 난백 lysozyme 의 어묵에 대한 보존

Table 6. Change of volatile base nitrogen content of sterilized milk during storage period at each temperature

Storage time* (days)	Temp (°C)	(Unit mg%)		
		20	30	37
2	None	105	62	35
	Treatment A**	141	149	106
	Treatment B	106	53	106
6	None	106	62	106
	Treatment A	141	106	106
	Treatment B	132	168	88
14	None	35	89	49
	Treatment A	149	84	84
	Treatment B	84	70	70

* Initial content of volatile base nitrogen was 105.8 mg%
 ** Treatment A and B refer to Table 5

효과를 조사한 결과 lysozyme 을 처리하여 5°C 와 20°C에서 저장하였을 때 휘발성 염기 질소 함량이 낮아져서 저장 2일후 200 mg%을 보여 보존효과가 있었지만 30°C에서는 lysozyme 의 보존효과가 없었다. 또한 생균수는 5°C와 20°C에서는 변화가 없었고 30°C에서 저장하였을때도 처리구간에는 차이가 없었지만 저장일수가 경과함에 따라 증가하는 경향이였다(Table 7,8).

한편 Akashi(2)는 무포장 어묵의 난백 lysozyme 에 의한 보존성 실험에서 lysozyme 은 화학 방부제인 AF₂와 솔빈산의 보존성에 보조효과를 주었다고 보고한 바 있다.

Table 5 Changes of pH and viable cell count of sterilized milk during storage period at each temperature

Storage time* (days)	Temp (°C)	20		30		37	
		pH	viable cell count (No /ml)	pH	viable cell count (No /ml)	pH	viable cell count (No /ml)
2	None	6.4	-	6.3	-	6.3	-
	Treatment A**	6.6	2.6 × 10 ⁹	6.6	3.0 × 10 ⁹	6.1	2.2 × 10 ⁹
	Treatment B	6.5	2.5 × 10 ⁹	6.6	2.8 × 10 ⁹	6.2	1.4 × 10 ⁹
6	None	7.0	-	7.0	-	7.0	-
	Treatment A	7.2	5.8 × 10 ⁹	6.9	6.9 × 10 ⁹	6.5	4.8 × 10 ⁹
	Treatment B	7.1	7.1 × 10 ⁹	6.8	1.2 × 10 ¹⁰	6.4	6.2 × 10 ⁹
14	None	6.6	-	6.6	-	6.5	-
	Treatment A	6.5	1.1 × 10 ¹⁰	6.0	1.1 × 10 ¹⁰	5.6	1.3 × 10 ⁹
	Treatment B	6.4	2.4 × 10 ¹⁰	6.0	2.2 × 10 ¹⁰	5.6	2.0 × 10 ⁹

* Initial pH was 6.3
 ** A lot of *Staphylococcus aureus*(3.2 × 10⁵ /ml) added
 B lot of lysozyme treatment(0.05%) after addition of *Staphylococcus aureus*(3.2 × 10⁵ /ml)

Table 7. Changes of viable cell count of fishcurd during storage period at each temperature.

		(Unit No./ml)		
Storage time (days)	Temp (°C)	5	20	30
1	None	-	2.2×10 ⁴	9.5×10 ⁷
	Treatment A*	-	-	1.5×10 ⁶
	Treatment B	3.3×10 ⁴	3.6×10 ⁵	2.2×10 ⁶
	Treatment C	5.7×10 ⁴	1.0×10 ⁵	3.8×10 ⁶
2	None	-	1.3×10 ⁵	1.1×10 ⁷
	Treatment A	-	5.0×10 ⁵	1.8×10 ⁶
	Treatment B	7.5×10 ⁴	2.6×10 ⁵	1.9×10 ⁷
	Treatment C	5.0×10 ⁴	8.0×10 ⁵	7.8×10 ⁶
5	None	-	3.9×10 ⁵	1.2×10 ⁸
	Treatment A	-	5.2×10 ⁵	1.4×10 ⁸
	Treatment B	1.7×10 ⁴	1.0×10 ⁶	3.9×10 ⁸
	Treatment C	5.3×10 ⁴	2.4×10 ⁵	2.6×10 ⁸

*A lot of lysozyme treatment(0.05%)
 B lot of *Staphylococcus aureus*(7.2×10³/ml) added
 C lot of lysozyme treatment(0.05%) after addition of *Staphylococcus aureus*(7.2×10³/ml)

4. 쏘세지에 대한 보존효과

솔빈산을 첨가한 것과 첨가하지 않은 쏘세지에 오골계 난백 lysozyme 을 처리하여 각 저장 온도와 시간에 따른 휘발성 염기 질소 함량의 변화를 조사한 결과 Table 9,10 에서와 같이 각 저장 온도에서 모두 lysozyme 을 처리한 실험구에서 높은 함량을 나타내어 보존효과가 없었지만 통상 냉장고 저장온도인 5°C에서 5일간 저장하였을 때 솔빈산만을 처리한 쏘세지의 휘발성 염기

Table 8. Change of volatile base nitrogen content of fishcurd during storage period at each temperature.

		(Unit mg%)		
Storage time* (days)	Temp (°C)	5	20	30
1	None	419	234	487
	Treatment A**	302	306	298
	Treatment B	491	643	447
	Treatment C	638	408	466
2	None	500	300	388
	Treatment A	182	153	279
	Treatment B	451	489	293
	Treatment C	389	354	438
5	None	519	320	118
	Treatment A	165	235	206
	Treatment B	165	206	239
	Treatment C	124	158	392

* Initial content of volatile base nitrogen was 536 mg%.
 ** Treatment A, B and C refer to Table 7.

질소 함량은 121.8 mg%, 솔빈산 대신에 lysozyme 만을 처리한 쏘세지에서는 149 mg% 으로 모두 비슷하게 낮았다. 따라서 인체 유해 논란이 있는 화학방부제를 lysozyme 으로 대체가 가능하리라 생각된다. Akashi(2)는 50~200 ppm의 난백 lysozyme 과 3% NaCl 및 12.5 ppm의 NaNO₃를 혼용하여 75°C에서 1시간 처리하여 만든 쏘세지는 10°C에서 4주까지 보존성이 좋았다고 보고 하였는데 본 실험에서도 오골계 난백 lysozyme 과 여러가지 염 및 항균성 물질을 혼용하면 그 보존성이 향상되리라 생각된다.

Table 9. Changes of viable cell count of sausage during storage period at each temperature.

		(Unit No./ml)		
Storage time (days)	Temp. (°C)	5	20	30
2	None	5.4×10 ² (8.8×10 ²)*	1.5×10 ² (1.6×10 ²)	- (-)
	Treatment A**	- (-)	- (-)	2.2×10 ⁴ (1.4×10 ⁷)
	Treatment B	2.5×10 ⁷ (2.0×10 ⁸)	7.8×10 ¹⁰ (1.0×10 ¹¹)	1.3×10 ¹¹ (9.7×10 ¹⁰)
	Treatment C	2.3×10 ⁸ (6.2×10 ⁸)	4.1×10 ⁹ (2.8×10 ⁹)	1.0×10 ⁸ (1.2×10 ⁹)
5	None	- (-)	- (-)	1.1×10 ⁴ (2.6×10 ⁵)
	Treatment A	- (-)	- (1.0×10 ³)	1.9×10 ⁶ (1.3×10 ⁷)
	Treatment B	9.4×10 ⁷ (4.4×10 ⁷)	4.8×10 ¹¹ (1.5×10 ¹¹)	1.4×10 ⁹ (1.3×10 ⁹)
	Treatment C	5.6×10 ⁸ (1.3×10 ⁸)	6.4×10 ¹⁰ (4.8×10 ¹⁰)	1.8×10 ¹⁰ (4.6×10 ⁹)

* () not added sorbic acid.
 ** A lot of lysozyme treatment(0.05%)
 B lot of *Staphylococcus aureus*(3.7×10⁷/ml) added
 C lot of lysozyme treatment after addition of *Staphylococcus aureus*

한편 생균수는 온도가 높아질수록, 저장일수가 길어질수록 다소 증가하는 경향을 보였을 뿐 처리구간에는 큰 차이가 없었다.

Table 10. Change of volatile base nitrogen content of sausage during storage period at each temperature.

		(Unit mg%)		
Storage time* (days)	Temp. (°C)	5	20	30
	None	211(257)**	618(236)	132(174)
2	Treatment A***	249(196)	155(343)	131(451)
	Treatment B	253(359)	172(284)	281(407)
	Treatment C	200(211)	322(705)	477(206)
	None	122(175)	234(186)	174(208)
5	Treatment A	277(150)	223(539)	198(214)
	Treatment B	215(172)	116(64)	211(105)
	Treatment C	169(340)	184(318)	120(289)

* Initial content of volatile base nitrogen were 238.2 mg% (275.9 mg%)

** () not added sorbic acid.

*** Treatment A, B and C refer to Table 9

참 고 문 헌

1. Imoto, T. Vertebrate Lysozyme. The Enzyme. Vol. 7, p.665. Academic Press. New York (1972)
2. Akashi, A. Shokueishi (Japan) 6(6),543 (1965)
3. 한 성욱, 장 규섭, 이 규승, 김 덕환. 연산 오골계의 보호육성을 위한 육종 및 식품개발에 관한 연구. 충청남도 용역 연구 보고서. p.58 (1986)
4. Funatsu, M. and Tsuru, D. Bacteriolytic Enzyme. p.1~ 6, 34~ 55, 227~ 260 Kodansya-Scientific. Tokyo (1977)
5. 오 홍록, 이 종수, 김 찬조. 충남대 농기연보. 14(2).286 (1987)
6. Alderton, G. and Fevald, H L. J. Biol. Chem. 164,1 (1946)
7. Weaver, G. L. and Kroger, M. J. Food Science. 42(4),1084 (1977)
8. 유 주현, 양 한철, 정 동효, 양 윤. 식품공학 실험서(I) p.607 탐구당. 서울