

새우젓 및 찹쌀풀 첨가가 김치발효중 저급 질소화합물 함량에 미치는 영향

정미은 · 이혜준* · 우순자
고려대학교 식품공학과
*신구전문대학 식품영양과
(1994년 3월 22일 접수)

Effect of Soused Shrimp and Cooked Glutinous Rice Flour on the Changes of Low Molecular Nitrogen Compounds Content during Kimchi Fermentation

Mi Eun Chung, Hye June Lee* and Soon Ja Woo
Department of Food Technology, Korea University
**Department of Food and Nutrition, Shin Gu College*
(Received March 22, 1994)

Abstract

This study was intended to observe the effect of the addition of soured shrimp(5%,10%) and/or cooked glutinous rice flour(2.5%) on the changes of low molecular nitrogen compounds content of Kimchi during fermentation at 10°C for 14 days. The pH, total acidity, free sugar, nitrite, dimethylamine(DMA) and volatile basic nitrogen(VBN) contents were measured. The nitrite contents were approximately 0.16 to 1.31 mg/Kg at the initial stage of fermentation. It was found that the nitrite contents of Kimchi samples with 10% soured shrimp(S₂, GS₂) were relatively high among the Kimchi samples. However, nitrite was not detected after the stage of optimum maturity in all Kimchi samples. The dimethylamine(DMA) content of Kimchi samples were increased during the fermentation with increasing the soured shrimp concentration. Cooked glutinous rice flour enhanced the DMA production of Kimchi with soured shrimp. DMA content were 0.93-1.2 mg/kg at initial stage and 1.6-2.26 mg/kg at final stage of fermentation of the Kimchi with soured shrimp. As the fermentation period increased, the VBN contents of Kimchi samples with soured shrimp(S₁, S₂, GS₁, GS₂) were apparently higher than those of Kimchi samples without it(C, G). Though the soured shrimp enhanced the volatile basic nitrogen production but cooked glutinous rice did not affect VBN production during Kimchi fermentation.

I. 서 론

김치는 채소들을 원료로 하여 파, 마늘, 생강, 고추 가루의 기본양념 이외에도 짓갈이나 찹쌀풀을 넣어 젖산발효를 돕고, 맛을 강화하는 경우가 많다. 일반적으로 김치의 발효속도는 저장온도에 따라 크게 영향을 받으나 첨가물에 따라서도 숙성도에 차이가 있다^{1,2)}.

무우와 마늘을 첨가하여 제조한 김치에는 질산염의 함량이 0.045% 함유되어 있으며, 발효초기에 아질산염은 비교적 높은 함량(0.08-0.1 mg/100 g)을 보였고, 6.6%의 새우젓국을 첨가한 김치에서도 적숙기에 아질산

염이 검출되었다³⁾. 김치발효중 생성될 수 있는 아민들 중 dimethylamine(DMA)은 김치 원재료에서보다도 짓갈에서 유래할 수 있다. 짓갈류를 수거하여 실험한 결과 아질산염 함량은 비교적 낮아 멀치젓에 0.66 ppm, 새우젓에 1.44 ppm으로 나타났으며, 짓갈 발효중 생성되는 DMA는 각각 5.05 ppm, 2.59 ppm이었고, 김장 김치에는 2.7 ppm까지 함유된 경우도 있었다⁴⁾. 김치류와 짓갈에 존재하는 질산염이 김치 발효중 질산환원균에 의하여 아질산염으로 환원되는데, 이 아질산염은 N-nitroso 화합물의 전구물질로서 amine이나 amide와 같은 질소화합물과 반응하여 발암성 물질인 nitrosamine을

생성할 수 있다^{5,6)} 그러나 김치 발효중 nitrosamine은 ascorbic acid나 아미노산이 아질산염을 소비하므로 검출되지 않는 것으로 보고되었다⁷⁾.

이와 같이 김치의 발효 과정중에 발생하는 질소화합물의 함량변화에 대한 연구는 계속되어 왔으나, 김치에 젓갈 함량을 달리하고, 젓산 발효균의 활성을 위해 찹쌀풀을 첨가하여 김치 발효에 미치는 영향을 관찰하는 것은 의미가 있으리라 생각된다.

따라서 본 실험에서는 새우젓 및 찹쌀풀의 첨가가 김치 발효중 저급 질소화합물 함량에 미치는 영향을 알아 보기 위해서 pH, 총산도, 유리당을 측정하여 숙성정도에 따른 Nitrite와 Dimethylamine(DMA), 그리고 Volatile Basic Nitrogen(VBN)의 함량 변화를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

(1) 김치재료

김치재료들은 서울시 성북구 보문시장에서 신선한 것을 구입하였으며, Table 1과 같은 비율로 양념을 하여 6종류의 김치를 제조하였다. 절임용 소금과 첨가소금은 정제염(한주소금)을, 새우젓은 육젓을 갈아서, 찹쌀은 가루로 하여 풀을 쑤어 사용하였다.

(2) 김치제조 및 저장조건

김치의 제조는 이⁸⁾ 등의 방법을 참고로 하고 양념 비율은 신⁹⁾과 조¹⁰⁾ 등의 보고를 참고하였다. Sample size는 4 kg으로 하여 2중 비닐 봉지에 싸서 plastic 통에 넣어 10°C ± 1°C 항온기에 저장하면서 2일 간격으로 2주 동안 실험하였다.

본 실험에는 control(C), 5% 새우젓 첨가구(S₁), 10% 새우젓 첨가구(S₂), 2.5% 찹쌀죽 첨가구(G), 2.5% 찹쌀죽+5% 새우젓 첨가구(GS₁), 2.5% 찹쌀죽+10% 새우젓 첨가구(GS₂) 등 6종류의 시료를 사용하였다. 새우

젓의 염도는 28.42%이었으므로 각 sample간의 염도를 동일조건으로 하기 위해 젓갈을 5% 첨가한 Group은 56.8 g, 첨가하지 않은 2 Group은 113.6 g의 정제염을 첨가하였다.

6종류의 Sample중 3종류의 Sample에는 예비실험결과 적절한 양으로 추정되는 2.5%의 찹쌀가루를 첨가하였다. 즉, 찹쌀가루 100 g을 끓인 물 400 ml와 혼합하여 약한 불에서 가열하고 끓기 시작할 때 불을 끄고 식혀서 김치에 첨가하였다. 찹쌀가루를 첨가하지 않은 Sample에는 400 ml의 물을 끓여 식힌 뒤 첨가하였다.

2. 실험 방법

(1) pH, 총산도, 염도의 정량

김치의 발효정도를 비교하기 위하여 측정하였다. pH는 마쇄한 김치시료 20 g에 증류수 180 ml를 가하여 30분간 추출한 후 그 여과액을 METROHM 632 pH-meter(SWISS MADE)로 측정하였고, 총산도는 김치여과액 5 ml를 취하여 1% phenolphthalein을 indicator로 하여 0.1 N NaOH로 적정하고, 이것을 % lactic acid로 계산하였으며, 염도는 Mohr의 질산은 적정법¹¹⁾에 의하여 분석하였다.

(2) 유리당의 정량

김치 발효중 찹쌀죽 첨가에 따른 유리당의 함량변화를 살펴 보기 위해 측정되었다. 유리당은 Somogyi-Nelson법¹²⁾으로 환원당을 측정하고 Glucose 량으로 환산하였다.

(3) 아질산염의 정량

아질산염 질소(Nitrite-N)는 Grau 등의^{13,14)} 방법으로 정량하였다. Nitrite-N 표준용액은 100 mcg/ml를 희석하여 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 mcg/ml의 표준곡선을 작성한 후 시료의 농도를 계산하였다.

(4) Dimethylamine의 정량

河端俊治,石橋亨의 Dimethylamine 정량법인 Cu-dithiocarbamate에 의한 개량비색 정량법¹⁵⁾을 사용하였다. 시료용액 5 ml에 DMA 표준용액 1 ml를 가한 standard addition method에 의해 시료의 농도를 계산하였으며, 그 계산 방법은 다음과 같다.

$$C = \frac{A_1}{A_2 - A_1} \times 5^b \times \frac{\text{희석배수}}{\text{시료채취량}}$$

C : DMA의 ppm

A₁ : 시료용액 5 ml에 2% TCA 1 ml를 가한 때의 흡광도

A₂ : 시료용액 5 ml에 DMA(5 µg/ml) 1 ml를 가한 때의 흡광도

b : 첨가한 표준 DMA의 양(5 µg)

Table 1. Composition of Kimchi ingredients

Ingredients	Ratio (in grams)
Salted Chinese Cabbage	100 (4000)
Garlic	3 (120)
Green Onion	5 (200)
Ginger	1 (40)
Red Pepper Power	2 (80)
Soused Shrimp	5 (200), 10 (400)
Glutinous Rice Power	2.5 (100)
Water	10 (400)
Salt	2.84 (113.6)

(5) Volatile basic nitrogen의 정량

Conway 확산기를 사용하는 미량확산법¹⁵⁾에 의해 정량하였다. 즉, 확산기에 시료용액 1 ml와 알칼리액 (K₂CO₃ 포화용액) 1 ml를 넣고 밀폐하여 시료용액과 알칼리액을 혼합시켜서 생성되는 휘발성 염기를 0.01 N H₂SO₄에 흡수시키고 indicator로서 methyl red 0.1%, methylene blue 0.1%(4 : 1)의 혼합지시약을 적하시켜 0.01 N NaOH로 적정하였다.

김치시료는 Sample 5 g에 해사를 첨가하고 40% TCA 20 ml를 넣어 2분간 혼합하여 30분간 실온에서 incubation 후 여과하여 사용하였다.

$$VBN(mg\%) = 0.14 \times \frac{(b-a) \times 100 \times F \times 100}{\text{Sample 채취량}(mg)}$$

0.01 N H₂SO₄ 1 ml = 0.14 mg VBN과 중화

a : 0.01 N NaOH 적정량

b : Blank test의 적정량

F : 0.01 N NaOH의 factor

III. 결과 및 고찰

1. pH와 산도 및 염도

김치 숙성중 pH, 산도의 변화는 Table 2에서 보는 바와 같다. 새우젓 첨가량에 따라 pH는 높고, 찹쌀풀 첨가로 pH는 낮아지는 경향이다. 그러나 새우젓만 첨가한 김치의 발효가 진행된 4일 이후에는 첨가량에 따른 차이는 없었다.

산도는 찹쌀풀 첨가구가 Control보다 발효가 빨리 진행되었다. 젓갈첨가량을 기준으로 산도의 변화를 살

펴 보면 5% 새우젓 첨가구(S₁)보다는 10% 첨가구(S₂)의 산도가 높았으며, 그 다음에 찹쌀죽+5% 새우젓 첨가구(GS₁), 찹쌀죽+10% 새우젓 첨가구(GS₂)의 순서로 단순한 새우젓 첨가구보다 찹쌀죽에 새우젓을 첨가한 시료들의 산도가 높은 값을 나타내었다.

모든 시료중에서 찹쌀죽+10% 새우젓 첨가구(GS₂)가 총산도 증가현상이 두드러진 경향을 보였다. 이러한 현상은 단백질, 당, 비타민 등 영양성분들이 미생물의 생육에 좋은 배지가 되고 있기 때문으로 생각된다. 그래서 김치발효중 산도를 높이지만, 산도에 비하여 pH의 하강을 둔화시킨다고 볼 수 있다. 즉 저장온도가 높거나 김치의 영양성분, 특히 단백질 함량이 높을 수록 산도의 상승은 급격하고 산도 단위당 pH의 하강폭은 작다²⁾.

김치 시료의 염도함량은 평균 3.1%로 측정일간의 다소의 차이는 보였으나 발효기간 동안 고정, 유지되고 있었다.

2. 유리당

본 실험에서 김치담금 직후의 유리당 함량은 Fig. 1-1과 Fig. 1-2에서 보는 바와 같이 20.0~26.1 mg/g으로 Control, 새우젓 첨가구, 찹쌀죽 첨가구, 찹쌀죽+새우젓 첨가구의 순서로 찹쌀죽을 첨가한 시료들의 유리당 함량이 높게 나타났다. 발효가 점차 진행됨에 따라 이 유리당 함량은 감소하기 시작하여 저장 14일째의 유리당 함량은 젓갈농도 10%(GS₂, S₂), 5%(S₁, GS₁), 0%(C, G) 순으로 0.6~1.0 mg/g, 1.0~3.0 mg/g, 7.5~8.7 mg/g으로서 젓갈을 첨가하지 않은 Control(C, G)이 가장 높은 잔존율을 나타내었다. 이때의 산도가 젓갈 농도 10% 첨가구(S₂, GS₂)는 0.75~0.77%, 젓갈농도 5%

Table 2. Changes of pH and total acidity during the fermentation of various formulated Kimchi at 10°C.

Specificity of Sample		Fermentation period (Days)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Control	pH	5.70*	5.00	4.65	4.60	4.60	4.50	4.45	4.45
	TA	0.05*	0.25	0.29	0.32	0.41	0.51	0.53	0.58
5% Shrimp	pH	6.10	5.00	4.70	4.60	4.55	4.50	4.50	4.45
	TA	0.05	0.27	0.36	0.41	0.55	0.57	0.62	0.65
10% Shrimp	pH	6.40	5.30	4.70	4.65	4.55	4.50	4.45	4.45
	TA	0.05	0.26	0.38	0.46	0.57	0.67	0.75	0.77
Glutinous Rice	pH	5.90	4.71	4.60	4.50	4.45	4.40	4.40	4.40
	TA	0.06	0.28	0.33	0.44	0.47	0.50	0.54	0.63
Glutinous Rice + 5% Shrimp	pH	6.00	4.90	4.60	4.58	4.50	4.45	4.45	4.40
	TA	0.05	0.35	0.40	0.45	0.54	0.63	0.70	0.72
Glutinous Rice + 10% Shrimp	pH	6.40	5.30	4.75	4.66	4.57	4.55	4.50	4.50
	TA	0.50	0.27	0.46	0.48	0.57	0.67	0.73	0.75

TA: Total acidity(% lactic acid), *: Data are means of 3 replication.

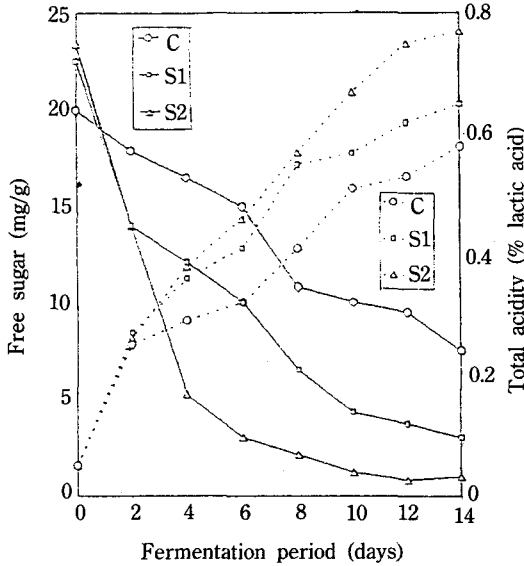


Fig. 1-1. Comparison of free sugar content and total acidity during the fermentation of Kimchi soused shrimp at 10°C.
— Free sugar, ----- Total acidity

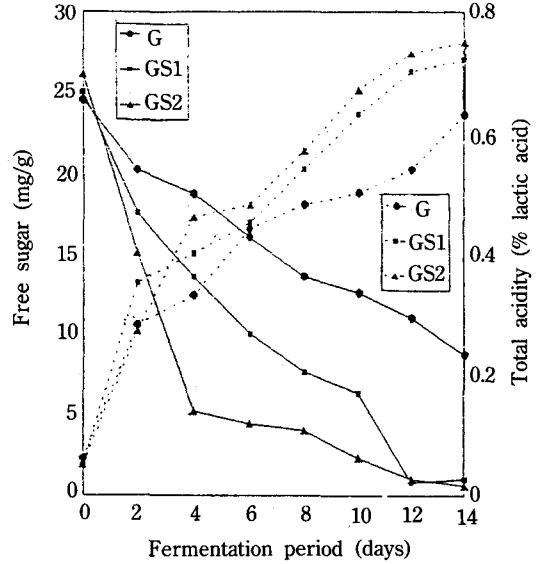


Fig. 1-2. Comparison of free sugar content and total acidity during the fermentation of Kimchi with glutinous rice flour and soused shrimp at 10°C.
— Free sugar, ----- Total acidity

첨가구(S₁, GS₁)는 0.65~0.72%, Control(C)과 참쌀죽 첨가구(G)는 0.58~0.63%로서 젓갈함량이 높을 수록 미생물의 활성을 촉진시키므로 산도는 높고 유리당의 잔존율은 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

이¹⁶⁾ 등은 담금 직후 김치의 유리당 함량이 15.29 mg/g이었다가 숙성 후에는 3.36 mg/g으로 현저히 감소하였다고 보고하였으며, 김치발효중 유리당이 감소하면서 산도가 증가하였다는 보고¹⁷⁾와도 본 실험결과와 일치하고 있다.

3. 아질산염 (Nitrite-N) 및 Dimethylamine(DMA)

김치 숙성중 아질산염 및 DMA의 함량 변화는 Table 3과 같다.

김치 담금 직후 pH 6에서 아질산염은 젓갈을 첨가하지 않은 Control(C)과 참쌀죽 첨가구(G)에서 각각 0.17과 0.16 ppm이고, 5% 수준의 젓갈을 첨가한 시료들(S₁, GS₂)에서는 0.20~0.22 ppm, 10% 수준의 젓갈시료들(S₂, GS₂)에서는 0.28~0.31 ppm으로 젓갈농도에 비례하여 높은 함량을 나타냈으나, 모두 1 ppm 미만이었다.

본 실험에서 적숙기라고 볼 수 있는 발효 6일째, pH 4.5 부근에서는 Nitrite 함량이 급격히 감소하여 모든 시료들은 0.1 ppm 이하 또는 흔적 정도로 검출되었다. 아질산염은 pH 6~7에서 그 생성량이 최대가 되며, pH가 낮아질 수록 함량이 감소되어 pH 4.0 이하에서는

검출되지 않았다는 Kubler등¹⁸⁾의 보고와 김장김치 12종의 아질산염의 평균치가 0.39이였으며, 이때의 pH 4.4 정도라고 보고한 임¹⁹⁾ 등의 보고와 본 실험결과와 비교하여 볼 때, 유사한 양상을 나타내었다.

김치 담금 직후 Nitrite의 함량을 보면, 6종류의 시료에서 0.16~0.31 ppm의 수준을 보였다가 발효 2일째에는 0.11~0.25 ppm으로 감소하였고, 발효 4일째에는 0.13 ppm 이하로 줄어 들을 볼 수 있었다. 본 시료의 적숙기인 6일째에는 아질산염이 0.1 ppm 이하로 흔적량 정도로 검출되었고, 아직 가식기간인 숙성말기에는 검출되지 않았다.

DMA의 함량은 발효가 진행됨에 따라 불규칙하게 증가하는 경향을 보였으며, 젓갈 첨가량이 많을수록 DMA는 많이 검출되었다. 즉, 10% 새우젓 첨가구(S₂)와 참쌀풀+10% 새우젓 첨가구(G)에서 최고 2.5 ppm까지 검출되었으며, 젓갈을 전혀 첨가하지 않은 Control(C)과 참쌀풀 첨가구(G)의 최고치는 각각 0.48 ppm과 0.49 ppm이었다.

DMA와 Nitrite가 반응하여 생성되는 발암성 물질인 N-Nitrosamine의 생성가능성을 살펴 보면, 주재료인 배추중의 질산염이 김치숙성중 아질산염으로 환원될 수 있으며, 10%로 새우젓을 첨가한 경우, DMA가 2.5 ppm까지 검출되었으므로 김치제조시 젓갈류의 첨가량을 줄이는 것이 필요하다고 보여진다.

그러나 본 실험에서 검출된 Nitrite 함량은 모두 1

Table 3. Changes of nitrite and dimethylamine content during the fermentation of Kimchi at 10°C.

Specificity of Sample	Nitrogen Compounds	Fermentation period (Days)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Control	Nitrite-N	0.17*	0.15	0.14	Trace	Trace	Trace	ND	ND
	DMA	0.12*	0.14	0.46	0.48	0.31	0.21	0.20	0.24
5% Shrimp	Nitrite-N	0.22	0.23	0.10	Trace	Trace	Trace	ND	ND
	DMA	1.07	0.97	0.94	1.04	0.70	1.15	0.90	1.60
10% Shrimp	Nitrite-N	0.28	0.23	0.14	Trace	Trace	Trace	ND	ND
	DMA	0.93	1.28	1.00	1.80	1.51	1.77	1.51	2.50
Glutinous Rice	Nitrite-N	0.16	0.11	Trace	Trace	Trace	Trace	ND	ND
	DMA	0.18	0.19	0.41	0.40	0.49	0.48	0.21	0.24
Glutinous Rice+5% Shrimp	Nitrite-N	0.20	0.18	0.13	Trace	Trace	Trace	ND	ND
	DMA	1.20	0.92	1.35	1.30	1.21	0.95	2.15	2.26
Glutinous Rice+10% Shrimp	Nitrite-N	0.31	0.25	0.16	Trace	Trace	Trace	ND	ND
	DMA	1.20	1.51	1.86	1.70	1.80	2.50	2.40	2.30

DMA: Dimethylamine, Trace: below 0.1 ppm, ND: Not detected, *: Data are means of 3 replications.

ppm 미만이었으며, 적숙기인 발효 6일째에는 검출되지 않았으므로 N-Nitrosamine의 생성가능성이 거의 희박할 것 같으나, 김치의 위생적인 측면을 고려할 때, amine류의 검출은 바람직하지 않다. 그러므로 김치에 젓갈을 첨가할 경우, 사용량의 조절이 필요하며, 김치 제조 후 알맞게 숙성시킨 후에 식탁에 올리는 것이 여러 면으로 바람직하다고 판단되어진다. 이러한 위생문제를 감안하여 독일에서는 우리나라의 김치와 비슷한 Sauerkraut의 pH가 4.1 이하로 완숙한 후에 유통될 수 있도록 법적으로 규제하고 있다²⁰⁾.

4. Volatile Basic Nitrogen(VBN)

VBN(휘발성 염기질소)은 Ammonia태 질소를 비롯한 각종 염기성 아민류로 휘발성이 있는 염기성 저급질소화합물들을 포함하며 어육의 신선도 판정의 지표성분으로 이용되고 있다.

젓갈 발효중 VBN 함량에 관한 변동²¹⁾, 김²²⁾, 정²³⁾의 보고에 의하면 발효가 진행됨에 따라 VBN 함량은 증가하고, 특히 저염 및 고온발효조건에서 급격히 증가하였다.

본 실험에서도 김치가 발효되면서 VBN 함량이 계속 증가하였고 대체로 발효 후반기인 10일 이후에 VBN 함량이 최고수준을 나타냈다. Control(C)과 비교하여 보면 5% 새우젓 첨가구(S₁) 10% 새우젓 첨가구(S₂)의 순서로 젓갈 농도가 높을 수록 그 함량이 증가하여, 김치 담금 직후부터 발효말기인 14일째의 VBN 함량은 각각 122~210 ppm, 160~286 ppm, 182~309 ppm으로서, 10% 새우젓 첨가구(S₂)가 가장 높은 함량을 나

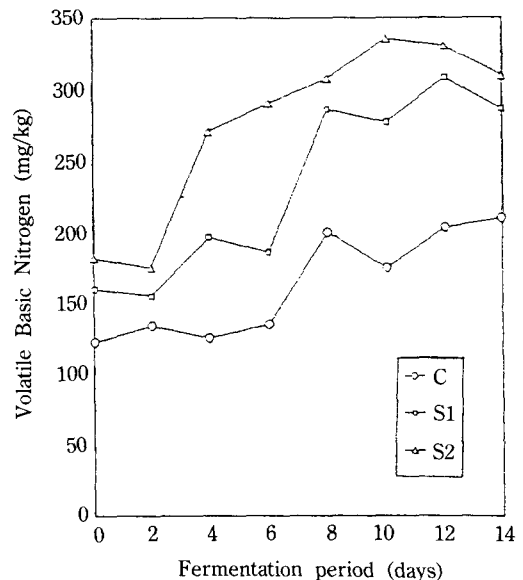


Fig. 2-1. Changes of volatile basic nitrogen content during the fermentation of Kimchi with soused shrimp at 10°C.

타냈으며, 찹쌀죽+새우젓 첨가구들(GS₁, GS₂)도 새우젓만 첨가한 시료들(S₁, S₂)과 유사한 양상을 보였다 (Fig. 2-1과 Fig. 2-2).

VBN과 pH와의 관계를 고찰하여 보면, 발효진행정도가 빠른 10% 새우젓 첨가구(S₂)와 찹쌀죽+10% 새우젓 첨가구(GS₂)의 경우, 다른 시료들보다 발효기간 동안 VBN 함량이 높게 나타났는데 pH가 숙성정도에

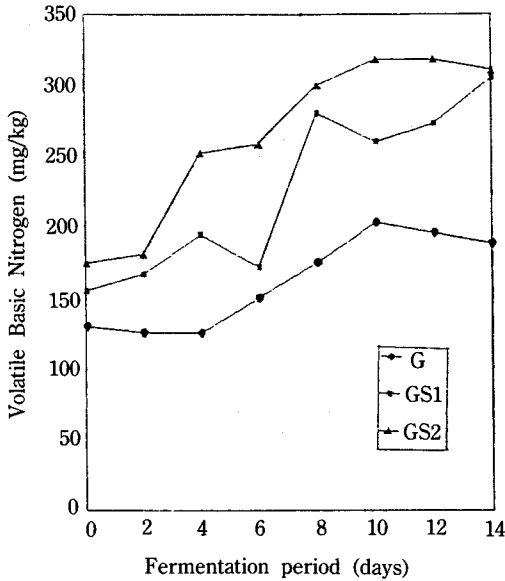


Fig. 2-2. Changes of volatile basic nitrogen content during the fermentation of Kimchi with glutinous rice flour and soused shrimp at 10°C. Volatile Basic Nitrogen(mg/Kg), Free sugar(mg/g), Total acidity(% lactic acid), Fermentation period(days)

비해서 높은 수준을 보인 것은 젓갈에서 비롯한 단백질 분해 생성물들이 높은 VBN 함량으로 나타나 생성된 산들을 중화하기 때문일 것이다.

IV. 요약

본 연구는 새우젓(5%, 10%) 및 찹쌀풀(2.5%)의 첨가가 김치발효중 저급 질소화합물들의 함량변화에 미치는 영향을 살펴 본 것이다. 김치를 10°C 에서 14일간 저장하면서 pH와 총산도, 유리당을 측정하여 김치의 발효정도를 조사하고, nitrite, dimethylamine(DMA)과 Volatile Basic Nitrogen(VBN) 함량을 정량하였다.

김치 발효초기의 아질산염 함량은 0.16-0.31 mg/kg의 수준을 보였으며, 그 중에서도 10% 새우젓 첨가시료들(S₂, GS₂)이 비교적 높은 것으로 나타났다. 그러나 적숙기인 숙성 6일 이후에는 모든 시료들이 검출한계 미만으로 흔적정도를 나타냈다.

발효가 진행되면서 시료중의 DMA 함량은 점차적으로 증가하였으며, 젓갈첨가량이 높을 수록 많이 검출되었다. 새우젓+찹쌀죽 첨가구(GS₁, GS₂)는 새우젓만 첨가한 시료들(S₁, S₂)보다 더 많이 검출되었다. 새

우젓을 첨가한 시료들의 DMA 함량은 발효초기에 0.03-1.2 mg/kg이었으며, 발효말기에는 1.6-2.26 mg/kg이었다.

VBN 함량은 발효가 진행되면서 점점 증가하여 새우젓 첨가구들(S₁, S₂) 또는 새우젓과 찹쌀풀을 첨가한 시료들(GS₁, GS₂)이 새우젓을 첨가하지 않은 시료들(C, G)보다 분명하게 높았으며, 새우젓 첨가구와 새우젓+찹쌀풀 첨가구는 유사한 양상을 보였으므로, 찹쌀풀을 첨가하는 것이 VBN 함량에 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

참고문헌

1. 이선화. 고려대학교 대학원 석사학위논문, p. 25, 1986.
2. 우순자, 이해준. 고려대학교 농림논집 31: 141, 1991.
3. 이해준. 고려대학교 대학원 박사학위논문, p. 66, 1986.
4. 임창국, 윤명조, 권숙표. 한국식품과학회지 5: 169, 1973.
5. A, Scanlan, R. CRC Critical Reviews in foods technology 5: 357, 1975.
6. C, Archer, M. Nutritional Toxicology 1: 328, 1982.
7. Kim S.H., Lee E.H., Toshiara k., Tohru I, Tsugao E. and Masamin M.
8. 이해수. 대한가정학회지 10: 617, 1972.
9. 신선영. 식품과 영양 5: 25, 1984.
10. 조재선, 남창우. 동덕여자대학 동대논총 9: 119, 1979.
11. 日本藥學會編. 衛生試驗法注鮮, p. 195, 金原出版社, 1980.
12. AOAC. Official methods of analysis, 11th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington. D.C., 1970.
13. Reinhold Grau. Flish and Fleischwaren, Paul Parey, 1969.
14. Adriaans and Robbers. Archiv fur Lebensmittelhygiene 31: 35, 1980.
15. 河端俊治, 石橋亨. 水産生物化學, 食品學實驗書, p. 315, 恒星社厚生閣版, 1974.
16. 조영, 이해수. 한국식품과학회지 11: 26, 1979.
17. 이양희, 양익환. 한국농화학회지 13: 207, 1970.
18. Werner Kubler and Reiner Huppe. Ernahrungs-Vmschau 32: 328, 1985.
19. 임창국. 중대 약대학보 14: 28, 1970.
20. F. Martens. Handbuch der Lebensmittelchemie, Band II, p. 134, Springer Verlag, Berlin, 1967.
21. 변재형, 정보영, 황금소. 한국수산학회지 9: 223, 1976.
22. 김영명. 고려대학교 대학원 박사학위논문, p. 53, 1993.
23. 정승용, 이우호. 한국수산학회지 9: 79, 1976.