J. Fd Hyg. Safety 12(4), 333 - 339(1997)

김치 숙성중 니트로스아민의 생성에 대한 주원료 및 젓갈의 영향

김준환 · 신효선†
동국대학교 식품공학과

Effects of Main Raw Material and Jeot-Kal (Fermented Fish Sauce) on Formation of N-nitrosamines During Kimchi Fermentation

Jun-Hwan Kim and Hyo-Sun Shin†
Department of Food Science and Technology, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

ABSTRACT — The effects of kind of vegetables and of the kind and amounts of fermented fish sauce on the formation of nitrosamine (NA) during kimchi fermentation were investigated. Kimchies made of Chinese cabbage, cucumber, and radish with fermented shrimp, anchovy and liquid sauces were fermented at 4°C for 6 weeks and the changes in the content of nitrate, nitrite, trimethylamine (TMA), dimethylamine (DMA) and NA were studied. Nitrate content in kimchies made of Chinese cabbage, cucumber, and radish increased at the initial period of fermentation, but it decreased at the later period. Nitrite was not detected at the later period of kimchi fermentation. Overall, there have not been great changes in the contents of nitrite and nitrate. However, there have been considrable changes in the contents of TMA and DMA as fermentation progressed. Only nitrosodimethylamine (NDMA) at the level of 0.5~10.3 μg/kg was formed in three kinds of kimchies. More NDMA was formed in radish and cucumber kimchies than in Chinese cabbage kimchi. The pH was lowered faster in radish and cucumber kimchies than in Chinese cabbage kimchi. More NDMA was formed in Chinese cabbage kimchi made with fermented shrimp sauce than those with anchovy or liquid sauces. Shrimp sauce contained higher amount of DMA than anchovy and liquid sauces. The contents of NDMA tended to increase as the amount of shrimp sauce increased. The kind and amount of fermented fish sauce used for kimchi preparation may be an important factor affecting the formation of NDMA.

Key words □ Kimchi, nitrosamine, nitrosodimethylamine, nitrite, dimethyamine.

김치는 우리나라의 가장 대표적인 전통 발효식품이다. 김치의 주원료인 채소에는 질산염이 다량 함유되어 있으며 이는 김치 숙성중 아질산염으로 전환될 가능성이 있고, 김치의 부재료로 사용되는 젓갈류에는 2급아민의 함량이 높으며, 또한 김치는 숙성중 pH가 3~4까지 도달할 수 있는등 김치는 nitrosamine(NA)이 생성될 가능성이 높은 식품으로 예상된다. 그리하여 김치제조에 사용되는 각종 재료중 NA의 전구물질인 질산염, 아질산염 및 2급아민의 함량과 김치숙성중 이들 성분의 함량변화에 관한 연구가 많이 이루어 졌다.[1-5] 또한 최근에는 김치중의 NA의 함량과 김치숙성중 NA의 생성에 관한 연구보고가 발표되었다.[6-9]

현재까지의 연구는 발표자에 따라 다소 차이가 있으나 김치중 아질산염의 함량은 질산염의 감소와 함께 증가하리라 예상되나 그 생성량은 매우 낮아 측정한계 미만이거나 검출되지 않으며, NA도 거의 생성되지 않는 것으로 보고되고 있다.[10] 그러나 김치중의 NA의 함량은 그 생성량은 미량이나 경우에 따라 검출되고 있다는 것은 김치 숙성중의 환경조건에 따라 생성될 가능성이 있으므로 주목할 필요가 있다. 김 등[6]은 젓갈을 사용하거나 사용하지 않고 만든 김치에서 모두 nitrosodimethylamine(NDMA)은 흔적량(0.05~2 μg/kg)이 검출되었고, nitrosodiethylamine(NDEA)과 nitrosopyrrolidine(NPYR)은 전혀 검출되지 않았다고 하였다. 또 박 등[10]은 새우젓을 사용하여 만든 김치에서 젓갈

† Author to whom correspondence should be addressed.

을 사용하지 않고 만든 김치에서 보다 미량이기는 하나 NA가 더 많이 생성되었다고 보고하였다. 특히 Kim 등[7]과 Seel 등[9]은 니트로소화 한후의 김치에서 NDMA와 total N-nitroso compound(NOC)의 함량이 증가되었다고 보고하였다. 이러한 사실은 앞에서 지적한대로 김치 재료중의 성분과 숙성등 환경조건의 차이에 따라 김치중에서 NA가 생성 또는 억제될 수 있음을 나타내준다. 따라서 김치의 숙성중 NA의 생성 및 억제요인을 규명하는 것은 매우 중요한 과제라 생각된다. 본 연구에서는 김치의 주원료인 채소와 젓갈의 종류를 달리하여 담근 김치를 숙성하였을 때 질산염과 아질산염, trimethylamine(TMA)과 dimethylamine(DMA) 함량변화와 NA의 생성여부와 그 변화를 연구하였다.

재료 및 방법

재료

김치의 주 재료인 채소(배추, 오이, 무우)와 부재료인 고추가루, 생강, 파, 부추, 마늘, 젓갈(새우젓, 멸치젓, 액젓)은 서울지역의 재래시장에서 구입하여 사용하였다.

김치 담그기와 저장조건

배추는 2×3 cm로 절단하였고, 오이는 5 cm로 자르고 다시 세로로 4등분하여 25% 소금물에 약 4시간 절인다음 수돗물로 4회 씻었으며, 무우는 2×2×2 cm로 절단하여 소금물에 절이지 않고 김치를 만들 때 소금을 첨가하였다. 젓갈은 Waring blender로 균질하게 마쇄하였고, 배추김치, 오이김치, 무우김치에는 새우젓을 사용하였다. 마늘과 생강은 잘게 다졌으며, 파와 부추는 적당한 크기로 절단하였다. 이상과 같은 주재료와 부재료를 Table 1과 같은 배합비율[2,5,6]로 김치를 담그었다.

Table 1. The recipe for the preparation of Kimchies

Raw material \ Kind of Kimchi	Chinese cabbage	Cucumber	Radish
Salted chinese cabbage	1 kg	-	-
Salted cucumber	-	1 kg	-
Radish	-	-	1 kg
Red pepper powder	20 g	20 g	20 g
Ginger	10 g	10 g	10 g
Green onion	20 g	20 g	20 g
Garlic	20 g	20 g	20 g
Fermented shrimp sauce	25 g	25 g	25 g
Leek	-	100 g	-
Salt	-	-	10 g

한편, 젓갈의 종류와 그 첨가량에 의한 영향을 알아보기 위하여 배추김치(Table 1)에 새우젓, 멸치젓, 액젓을 각각 25.0 g씩 첨가하여 김치를 만들었고, 또 배추김치에 새우젓을 첨가하지 않은 김치와 새우젓을 각각 12.5, 25.0, 37.5, 50.0 g씩 첨가한 김치를 만들었다. 이상과 같이 담근 각종 김치를 200 g씩 폴리에틸렌 용기에 넣은후 냉장온도(4°C)에서 6주간 발효 숙성하면서 1주일마다 김치를 취하여 분석시료로 사용하였다.

시료의 전처리

위와 같이 만든 각종 김치의 내용물을 전부 취하여 잘게 절단하고 같은 양의 증류수를 넣고 waring blender로 마쇄한 다음 4겹의 거즈로 거르고 그 거른액을 pH, TMA, DMA 및 NA의 분석 시료용액으로 하였다. 이 시료용액의 일부를 다시 원심분리(4,000 g, 30분)하고 그 상징액을 취하여 질산염 및 아질산염의 분석용 용액으로 하였다.

분석방법

질산염은 ion chromatograph(IC, Waterstm ILC-1, USA)로,[11] 아질산염은 diazo법으로 발색시킨다음 spectrophotometer(Shimadzu, UV-1200, Japan)[12]로 540 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 kg당 mg수로 각각 나타내었다. TMA와 DMA는 gas chromatograph(GC, Hewlett-Packard, 5890-II, USA)로 분리정량[13]하였으며, 시료 kg당 mg수로 각각 나타내었다. NA는 시료를 알칼리로 추출증류한 액을 dichloromethane으로 2회 추출하고 농축(Kuderna-Danish evaporator)한 것을 gas chromatograph-thermal energy analyzer (GC-TEA)[14]로 Table 2와 같은 조건으로 분리 정량하였다. NA의 표준물질로는 NDMA, NDEA, NPYR, nitrosodibutylamine(NDBA), nitrosopiperidine(NPIP), nitrosomorpholine (NMOR)을, 내부 표준물질로는 nitrosodipropylamine(NDPA)을 사용하였다. pH는 pH메타(Orion EA 940, Orion Research Inc., USA)로 측정하였다.

Table 2. Operating parameter of GC-TEA for determination of N-nitrosamines in Kimchi

Gas chromatograph	Thermal energy analyzer
Hewlett Packard 5890-II	Thermedics TEA™ 502A
Column: 6ft × 1/8″ stainless steel column	Vacuum: 0.4 mmHg
Packing material: 10% carbowax 20M+5% KOH	Furnace temp.: 500°C
Column temp.: 170°C	Oxygen flow: 20 ml/min
Injector temp.: 200°C	Freezing temp.: -10°C
Carrier gas flow: N_2 40 ml/min	Attenuation: 64~128

결과 및 고찰

김치재료중의 질산염과 아질산염, TMA와 DMA 및 NA의 함량

본 연구의 김치제조에 사용한 주재료인 채소(배추, 오이, 무우)와 각종 부재료인 젓갈 (새우젓, 멸치젓, 액젓), 고추가루, 생강, 마늘, 부추, 파 중의 질산염과 아질산염, TMA와 DMA, NA의 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다.

질산염은 배추가 가장 많이 함유되어 있었고, 파가 그 다음으로 함량이 높았으며, 젓갈류에는 질산염의 함량이 매우 낮았다. 김치재료중의 질산염은 주로 배추에서 공급됨을 알 수 있고, 지금까지 배추중의 질산염의 함량은 55~2500 mg/kg으로 그 함량범위가 큰것으로 보고[1]되어 있는데 본 연구결과도 이 범위내에 있었다. 아질산염의 함량은 채소류에서 0~0.9 mg/kg으로 미량 함유되어 있었고, 부추, 마늘, 생강에는 2.9~6.3 mg/kg으로 채소류보다 다소 함량이 많았다. 배추중의 아질산염의 함량은 지금까지 0~0.56 mg/kg으로 보고되고 있는데[10] 본 연구에 사용한 배추에도 이 범위내로 함유되어 있었다. 젓갈에는 아질산염이 0.3~2.1 mg/kg 함유되어 있었으며, 이는 다른 연구보고[3,9]들과 대체로 일치하였다. 이상과 같이 김치재료중에는 아질산염이 미량 존재하고 있었다.

TMA는 젓갈류에만 함유되어 있었는데 새우젓과 액젓이 멸치젓보다 그 함량이 높았다. DMA는 TMA보다 많이 함유되어 있었는데, 이는 생선류중의 TMA가 효소작용에 의하여 DMA로 변하기 때문이며, 새우젓에 DMA의 함량이 가장 많았고, 액젓에는 멸치젓보다 2배 이상 함유되어 있었다. NA는 새우젓에서 단지 NDMA가 2.8 μg/kg 미량 검출되었다. 현재까지 젓갈류에는 NA는 함유되어 있지 않다는 보고가 대부분이고, 성 등[15]은 젓갈류에서 NDMA가 0.76 ~2.95 μg/kg 검출되었음을 보고하였다. 젓갈에는 DMA의 함량이 높고 아질산염도 미량 함유되어 있음에도 불구하고 NA가 거의 검출되지 않거나 미량 함유되는 것은 젓갈의 pH가 5.5~7.6으로 NA의 최적 생성조건이 아니기 때문인 것으로 추정된다.

Table 3. Contents of nitrate, nitrite, TMA, DMA and NDMA in raw materials used for the preparation of Kimchi

Constituent / Raw material	Nitrate (NO_3-N) (mg/kg)	Nitrite (NO_2-N) (mg/kg)	TMA (mg/kg)	DMA (mg/kg)	NDMA (μg/kg)
Chinese cabbage	139.2	0.4	-	-	-
Cucumber	8.4	0.9	-	-	-
Radish	64.0	ND	-	-	-
Leek	42.8	6.2	-	-	-
Red pepper powder	10.8	1.5	-	-	-
Ginger	69.6	6.3	-	-	-
Green onion	98.2	ND	-	-	-
Garlic	63.4	2.9	-	-	-
Fermented shrimp sauce	4.8	2.1	93.6	235.5	2.8
Fermented anchovy sauce	4.2	0.3	12.1	36.5	ND
Fermented fish	2.0	0.4	81.9	79.9	ND

ND = not detected, TMA = trimethylamine, DMA = dimethylamine, NDMA = nitrosodimethylamine

김치숙성중 질산염과 아질산염, TMA와 DMA, NA의 함량변화

배추김치, 오이김치 및 무우김치를 담근후 4°C에서 6주간 발효 숙성하면서 질산염과 아질산염의 함량변화를 측정한 결과는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

김치숙성중 질산염은 3종의 김치에서 숙성기간에 걸쳐 증감의 변화가 컸다. 그러나 3종의 김치에서 질산염 함량은 대체적으로 숙성초기에는 증가하다가 후기에는 감소하는 경향을 나타내었는데, 이러한 경향은 다른 연구보고들과[1,6,10] 비슷한 결과이었다. 배추김치에서 담근 직후의 질산염 함량은 100.2 mg/kg이었던 것이 숙성 6주째에는 45.6 mg/kg으로 45.5% 감소되었고, 무우김치에서는 담근직후 58.4 mg/kg이었던 것이 숙성 6주째에는 34.5 mg/kg으로 59.1% 감소되었고, 오이김치에서는 담근직후 32.4 mg/kg이었던 것이 숙성 6주째에는 12.3 mg/kg로 38.0% 감소되었다.

한편, 김치숙성중 아질산염은 대체적으로 숙성 1~2주에는 다소 증가 하다가 2주째부터는 감소하기 시작하여 4~6주 경에는 거의 소실되었다. 김치의 종류별로 보면 배추김

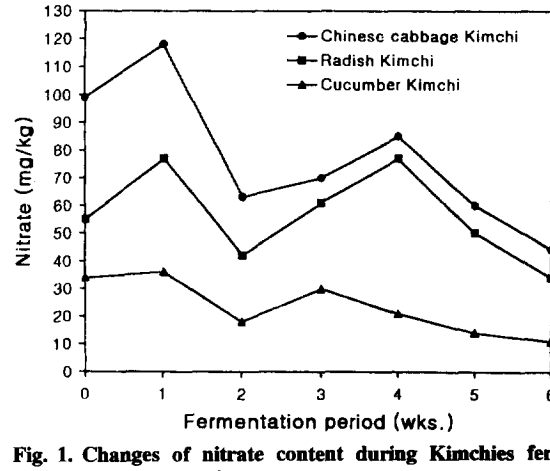

Fig. 1. Changes of nitrate content during Kimchies fermentation at 4°C.

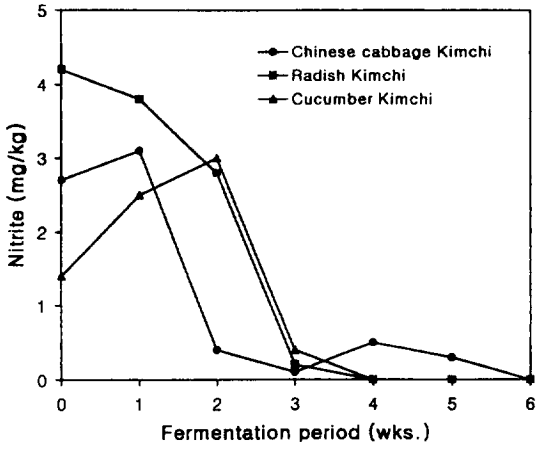

Fig. 2. Changes of nitrite content during Kimchies fermentation at 4°C.

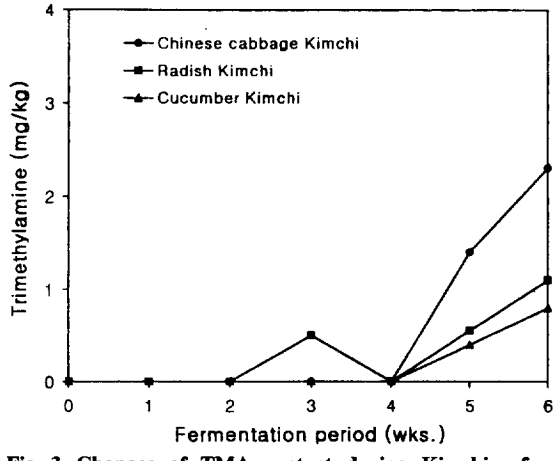

Fig. 3. Changes of TMA content during Kimchies fermentation at 4°C.

치에서는 숙성 1주까지는 다소 증가하다가 2주부터는 급격히 감소되어 3주째에는 미량 검출되었고 6주째는 검출되지 않았다. 무우김치는 담근직후에는 다른 김치에서 보다 아질산염의 함량이 높았으나 숙성중 계속 감소되어 3주째는 거의 검출되지 않았다. 오이김치는 2주까지 다소 증가되었으나 3주째는 급속히 감소되어 4주째에는 검출되지 않았다. 이상과 같이 김치 숙성중 아질산염의 함량은 질산염의 감소와 함께 증가하리라 예상되었으나 매우 낮거나 숙성 후반기에는 거의 검출되지 않았다. 이러한 결과는 다른 연구보고들[1,6,10]과 비슷한 결과이었다.

배추김치, 오이김치 및 무우김치를 담근후 4℃에서 6주간 발효숙성하면서 TMA와 DMA의 함량변화를 측정한 결과는 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

TMA는 3종류의 김치에서 모두 담근 직후에는 검출되지 않았고, 숙성중에도 초기에는 검출되지 않았고, 무우김치에서만 숙성 3주째에 0.45 mg/kg 검출되었다. TMA는 숙성 6주째에 배추김치에서 2.62 mg/kg로 가장 많이 생성되었고, 무우김치와 오이김치에서도 숙성 6주째에 각각 0.73 및 0.64 mg/kg로 가장 많이 생성되었다. 한편, DMA의 함량변화는 Fig. 4에서 보는 바와같이 김치의 종류와 숙성기간에 따라 증감의 변화가 컸다. 담근직후의 김치중 DMA함량은 0.64~2.62 mg/kg이었고 숙성중에도 최대 생성량이 2.15~2.72 mg/kg로 크게 증가되지 않았다. Seel 등[9]은 우리나라 겨울철 김장김치를 1개월 간격으로 3개월간 조사한 결과 2급아민의 함량은 일정하지 않았고, 3개월 후에도 1.5~6.1 mg/kg으로 미량 검출되었다고 보고하였다. 그러나 김 등[6]은 젓갈을 첨가하여 만든 김장김치에서 2급아민은 1개월까지는 완만하게 증가하다가 그 후는 급격히 증가하여 최고 44 mg/kg까지 생성되었다고 하였다.

배추김치, 오이김치 및 무우김치를 4℃에서 6주간 발효숙성하면서 NDMA의 생성량 변화를 측정한 결과는 Fig. 5와 같다.

즉, 김치숙성중 3가지 김치에서 NDEA, NDBA, NDIP, NPYR 및 NMOR은 전혀 검출되지 않았고, 다만 NDMA만이 검출되었다. 3가지 김치의 종류와 숙성기간에 따라 NDMA의 생성량은 차이가 있었다. 즉, 배추김치는 담근직후 NDMA가 0.8 μg/kg이던 것이 숙성 3주까지 큰 변화가 없었고 4주째에 2.69 μg/kg으로 다소 증가하였으나 큰 변화가 없었으며 3종의 김치중 가장 적게 생성되었다. 오이김치는 담근직후 0.5 μg/kg이던 것이 2~3주 사이에 급격히

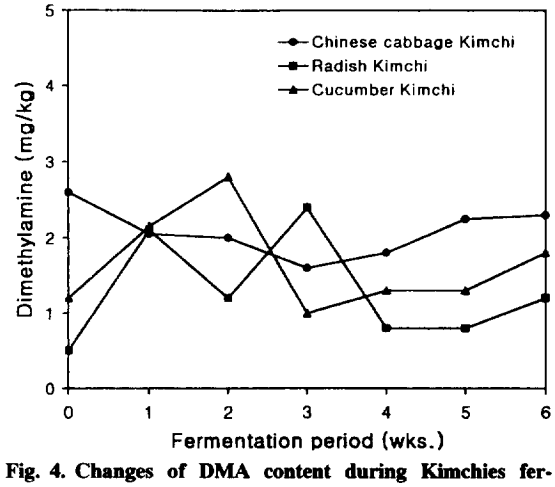

Fig. 4. Changes of DMA content during Kimchies fermentation at 4°C.

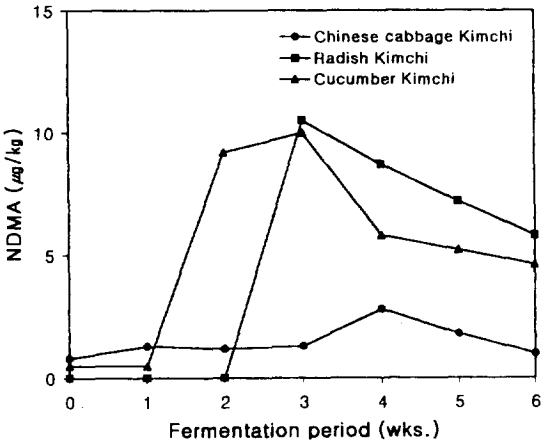

Fig. 5. Changes of NDMA content during Kimchies fermentation at 4°C.

증가되어 최대 9.89 μg/kg까지 생성되었고 4주째 부터는 급격히 감소하였다. 무우김치는 2주째까지는 검출되지 않았으나 3주째 크게 증가하여 10.3 μg/kg로 가장 많이 생성되었고 4주째 부터는 완만하게 감소하였으며 3가지 김치중 가장 많이 생성되었다.

배추김치, 오이김치 및 무우김치를 4℃에서 6주간 발효숙성하면서 pH의 변화를 측정한 결과는 Fig. 6과 같다.

배추김치의 pH는 담근직후 6.70이던 것이 숙성 4주째까지 완만하게 낮아져 6.49였고 6주째는 5.69였다. 그러나 오이김치와 무우김치는 담근직후때 pH가 모두 6.60이던 것이 3주째에 각각 4.55와 4.78로 급격히 저하되어 배추김치보다 숙성중 pH의 저하속도가 빨랐고, 이 기간에 NDMA의 생성량도 많은편이었다. 이와같이 김치의 종류와 숙성기간에 따라 NDMA의 생성량이 다소 차이가 있는 것은 김치의 종류에 따라 숙성기간 동안 pH의 저하속도가 다르기 때문인 것으로 추정되었다.

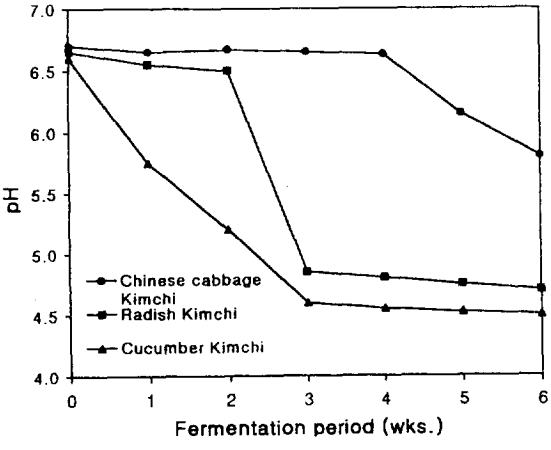

Fig. 6. Changes of pH during Kimchies fermentation at 4°C.

젓갈의 종류와 그 첨가량이 김치숙성중 NDMA의 생성에 미치는 영향

김치숙성중 젓갈이 NDMA 생성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 새우젓, 멸치젓 및 액젓을 첨가하여 만든 배추김

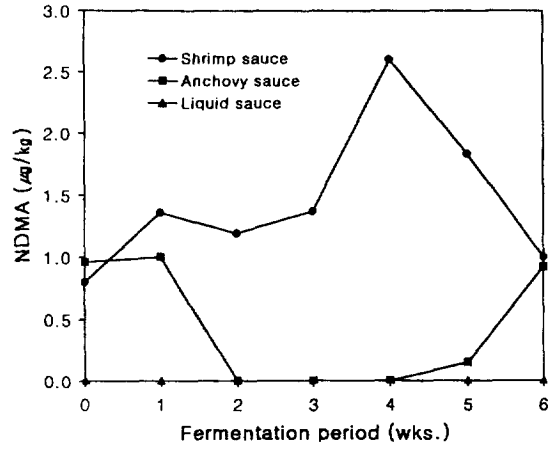

Fig. 7. Changes of NDMA content during fermentation of Chinese cabbage Kimchi with different fermented sauces at 4°C.

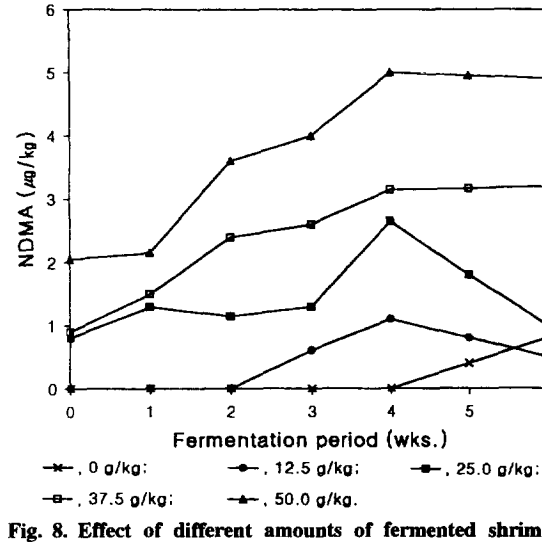

Fig. 8. Effect of different amounts of fermented shrimp sauce on NDMA contents in Chinese cabbage Kimchi during fermentation at 4°C.

치를 각각 4°C에서 6주간 숙성하면서 NDMA의 생성량 변화를 측정한 결과는 Fig. 7과 같다.

젓갈의 종류에 따라 김치숙성중 NDMA 생성량에 약간의 차이가 있었다. 새우젓을 첨가한 김치에서는 NDMA가 0.80~2.69 μg/kg 생성 되었으며, 4주째는 약간 증가되었으나 전체적으로 비슷한 수준이었다. 멸치젓을 첨가한 김치는 초기 1주째와 6주째에 미량 생성되었으며, 액젓을 첨가한 김치에서는 숙성기간 동안 전혀 생성되지 않았다. 젓갈에는 NDMA의 전구물질인 DMA와 TMA가 많이 함유되어 있으나 김치에 첨가되는 젓갈은 적은 양이므로 NDMA에 큰 영향을 주지 않는 것으로 생각된다. 또 멸치젓 또는 액젓보다 새우젓을 첨가한 김치에서 NDMA가 더 많이 생성된 것은 새우젓이 멸치젓 또는 액젓보다 DMA의 함량이 2.9~6.5배 더 많았기(Table 3) 때문으로 생각된다.

한편, 새우젓의 첨가량을 달리하여 만든 배추김치를 4°C에서 6주간 숙성하면서 NDMA의 생성량 변화를 측정한 결과는 Fig. 8과 같다. 새우젓을 0, 12.5, 25.0, 37.5, 50.0 g/kg씩 각각 첨가하여 만든 김치는 숙성 4주째에 NDMA의 생성량은 각각 0, 1.1, 2.7, 3.2, 5.0 μg/kg였으며 새우젓 첨가량에 비례하여 NDMA의 생성량이 증가하였으며, 숙성기간이 경과함에 따라 현저하지는 않았으나 NDMA의 생성량도 증가하는 경향이었다. 따라서 김치를 담글 때 젓갈의 첨가량은 NDMA의 생성의 주요한 인자로 추정되며, NDMA의 생성뿐만 아니라 김치의 산뜻한 맛을 유지시키기 위해서도 젓갈을 많이 첨가할 필요는 없다고 하겠다.

국문요약

김치제조에 사용되는 주원료인 채소의 종류와 젓갈의 종류 및 그 첨가량이 김치숙성 중 NA의 생성에 미치는 영향을 알아보고져 하였다. 배추, 오이, 무우의 3가지 김치와 배추에 새우젓, 멸치젓, 액젓을 각각 첨가하여 만든 배추김치와 새우젓의 첨가량을 달리하여 만든 배추김치를 4°C에서 6주간 각각 숙성하는 동안 질산염과 아질산염, TMA와 DMA의 함량 변화와 NA의 생성량 변화를 연구하였다. 3가지 김치중의 질산염 함량은 숙성초기에는 증가하다가 후기에는 감소하는 경향이었고, 숙성 후반기에 아질산염은 거의 검출되지 않았고, 김치의 종류에 따라 숙성중 질산염과 아질산염의 변화는 뚜렷한 차이점이 없었다. 김치의 종류와 숙성기간에 따라 TMA와 DMA의 함량은 증감의 변화가 컸다. 3가지 김치에서 숙성중 NDMA만이 0.5~10.3 μg/kg으로 미량 생성되었고 무우와 오이김치가 배추김치보다 그 생성량이 많은 편이었는데, 전자의 것이 후자보다 숙성중 pH의 저하속도가 빨랐다. 새우젓을 첨가하여 만든 배추김치가 멸치젓과 액젓을 첨가한 것보다 숙성중 NDMA의 생성량이 많은 편이었는데, 새우젓은 멸치젓과 액젓보다 DMA의 함량이 많았다. 새우젓의 첨가량을 증가함에 따라 배추김치의 숙성중 NDMA의 생성량이 증가하는 경향이었다. 따라서 김치를 담글 때 젓갈의 종류와 첨가량은 NDMA의 생성에 주요한 인자로 추정되었다.

참고문헌

1. 박건영, 최홍식: 김치와 니트로소아민. 한국영양식량학회지, **21**, 109 (1992).
2. 양희천, 권용주: 각종 김치재료와 김치숙성중 질산염 및 아질산염에 관한 연구. 전북대 농대 논문집, **13**, 111 (1982).
3. 이응호, 김세권, 전중균, 정숙현, 차용준, 김수현, 김경삼 : 시판젓갈류와 채소류중의 질산염 및 아질산염 함량. 한국수산학회지, **15**, 147 (1982).
4. 남궁석: 김치류 저장중 pH 및 질산염과 아질산염 함량변화. 서울보건전문대 논문집, **2**, 71 (1982).
5. 박건영, 전영수: 김치발효중의 질산염, 아질산염 및 니트로소아민 생성에 관한 연구. 한국식문화연구원 논문집, **4**, 337 (1993).
6. 김수현, 이응호, 河端俊治, 石橋 亨, 遠藤隆和, 松居正己: 김치숙성중 N-nitrosamine의 생성요인에 관한 연구. 한국영양식량학회지, **13**, 291 (1984).
7. Kim, Soo Hyun, Wishnok, J. S. and Tannenbaum, S. R.: Formation of N-nitrosodimethylamine in Korean seafood sauce. *J. Agric. Food. Chem.*, **33**, 17 (1985).
8. 김수현, 하진환: 시판 발효식품에서 N-nitrosamine의 생성 가능성에 관한 연구. 제주대 논문집, **20**, 133 (1985).
9. Seel, D.J., Kawabata, T., Nakamura, M., Ishibashi, T., Hamano, M., Mashimo, M., Shin, S.H., Sakamoto, K., Jhee, E.C. and Watanabe, S.: N-Nitroso compounds in

two nitrosated food products in southwest Korea. *Food Chem. Toxic.*, **32**, 1117 (1994).
10. 박건영, 최홍식: 김치의 항돌연변이성 및 항암성. 한국식품과학회 심포지움 발표논문집, 김치의 과학, 205 (1994).
11. 什 澄子, 紫田 正, 江崎眞澄, 伊藤勝彦, 佐瀬勝利, 伊藤譽志南: イオクロマトグラヒィ -及び比色法による各種食品中の硝酸根竝び亞硝酸の試料溶液の同時調製法について. 日本食品衛生學雜誌, **34**, 161 (1993).
12. 日本藥學會編: 衛生試驗法注解, 金原出版株式會社 (日本, 東京), pp. 81-82 (1990).
13. Fiddler, W., Doerr, R. C. and Gates, R. A.: Gas chromatographic method for determination of dimethylamine, trimethylamine and trimethylamine oxide in fish-meat frankfutures. *J. Assoc., Off. Anal. Chem.*, **74**, 400 (1988).
14. 佐藤昭南, 木川 寬, 鈴木幸夫, 河村太郎: 食事に由來するN-nitroso化合物の一日攝取量. 日本食品衛生學雜誌, **26**, 184 (1985).
15. 成洛珠, 梁漢喆, 李周喜: 발효식품중의 N-nitrosamine에 관한 연구. 경상대 논문집(이공계 편), **21**, 145 (1982).