

천연식품성분에 의한 발암성 니트로사민의 생성억제작용

안방원 · 이동호 · 여생규* · 강진훈** · 도정룡*** · 김선봉 · 박영호

부산수산대학교 식품공학과 · *부산전문대학 식품가공과

고신대학 식품영양학과 · *한국식품개발연구원

Inhibitory Action of Natural Food Components on the Formation of Carcinogenic Nitrosamine

Bang-Weon AHN · Dong-Ho LEE · Saeng-Gyu YEO* · Jin-Hoon KANG** · Jeong-Ryong DO** · Seon-Bong KIM and Yeung-Ho PARK

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

**Department of Food Processing, Pusan Junior College, Pusan 616-093, Korea*

***Department of Food and Nutrition, Koshin University, Pusan 606-080, Korea*

****Korea Food Research Institute, Songnam, Kyonggi, 463-420, Korea*

The present paper was investigated in the inhibitory action of vegetable and seaweed water-soluble extracts on the formation of carcinogenic N-nitrosodimethylamine(NDMA).

The vegetable and seaweed extracts obtained from garlic(*Allium sativum*), onion(*Allium cepa*), green onion(*Allium fistulosum*), chinese pepper(*Fagara mandshurica*), green pepper (*Capsicum annuum*), red pepper(*Capsicum annuum*), ginger(*Zingiber officinale*), carrot (*Daucus carota*), laver(*Porphyra tenera*), sea lettuce(*Enteromorpha compressa*), sea mustard (*Undaria pinnatifida*) and sea staghorn(*Codium fragile*) were incubated with sodium nitrite-dimethylamine mixtures at 37°C under different pH conditions.

The formation of NDMA was reduced to 10~40% and 25~50% by the addition of vegetable and seaweed extracts 30mg at pH 1.2, respectively. The inhibition degree by the extracts at pH 1.2 was similar to that at pH 4.2 and to that by ascorbic acid at pH 1.2. The inhibitory action of the extracts against NDMA formation was not decreased by heat treatment at 80°C for 10min, but decreased by the treatment of sodium borohydride.

It is assumed that reducing powers of the extracts participated in their inhibitory actions.

서 론

식품의 가공, 저장 및 조리중에 식품성분간의 상호반응이나 식품의 기호성과 저장성의 향상을 목적으로 식품에 첨가되는 식품첨가물과 식품성분과의 반응에 의해 돌연변이 유발작용이나 발암작용을 갖는 유전독성물질의 생성이 식품의 안정성 측면에서 중요한 문제로 대두되고 있다. 그 대표적인

것이 식품 및 생체내의 잔존 아질산염과 식품, 의약품 및 잔류농약 등의 성분으로 함유되고 있는 아민과의 반응으로 생성되는 발암성 니트로사민이다(Crosby and Sawyer, 1976).

니트로사민은 1956년에 Magee와 Barnes가 N-nitrosodimethylamine의 발암성을 보고(Magee and Barnes, 1956)한 이래로 많은 종류의 니트로사민의 발암성이 입증되고 있다. 그 중에서도 N-methyl-

N'-nitro-N-nitrosoguanidine(MNNG)은 경구투여로 쥐나 개에 위암을 유발시킨다고 알려지고 있다 (Sugimura *et al.*, 1972).

니트로사민은 산성 pH에서 용이하게 생성되고 (Mirvish, 1970) 그 생성 최적 pH가 인체의 위(胃)의 pH(gastric pH)조건과 유사하므로 인체의 위(胃)내에서 니트로사민의 생성 우려성이 무엇보다도 높다고 하겠다. 또한 중성부근의 pH를 갖는 대부분의 식품에서는 가열에 의해서도 생성(Scanlan *et al.*, 1974)되고 formaldehyde나 장내세균과 같은 적당한 촉매제가 있을 경우에도 중성이나 알칼리 영역에서도 생성된다(Oshima and Kawabata, 1977; Yang *et al.*, 1977).

식품 및 생체에서의 니트로사민의 생성을 억제하기 위하여 많은 연구가 진행되었는데, Mirvish 등 (1972)이 ascorbic acid의 첨가에 의해 니트로사민 생성억제를 보고한 이래, NaHSO₃(Kubberod *et al.*, 1974), sorbic acid(Tanaka *et al.*, 1978) 및 α -tocopherol(Reddy, 1982) 등의 억제효과도 보고되고 있다. 또한 식품중의 단백질(Woolford *et al.*, 1976) 및 linoleic acid(Kurechi and Kikugawa, 1979)을 비롯하여 Maillard반응 생성물인 melanoidin(Kato *et al.*, 1987)에도 니트로사민의 생성억제효과가 있는 것으로 알려져 있다.

이와같이 식품의 가공 및 저장중에 사용되는 첨가물에 의한 니트로사민의 생성억제에 관하여는 많은 연구가 이루어져 왔지만 아직까지 그 생성억제기구에 관해서는 완전히 해명이 되지 않고 있으며 또한 식품자체의 공존성분에 의한 식품 및 생체내에 있어서 니트로사민의 효과적인 억제에 관하여도 不明한 점이 많다.

따라서 본 연구에서는 니트로사민 생성의 직접적인 영향인자인 아질산염에 대한 야채 및 해조추출물의 분해효과에 대한 보고(金 等, 1987a, b)에 이어, 이들의 니트로사민 생성억제효과에 관하여 연구·검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 야채류는 마늘(*Allium sativum*), 양파(*Allium cepa*), 파(*Allium fistulosum*), 산초(*Fagara mandshurica*), 고추(*Capsicum annuum*), 붉은고추(*Capsicum annuum*), 생강(*Zingiber officinale*) 및 당근(*Daucus carota*), 해조류는 김

(*Porphyra tenera*), 파래(*Enteromorpha compressa*), 미역(*Undaria pinnatifida*), 청각(*Codium fragile*)으로 마늘, 산초, 생강, 고추 및 붉은고추는 부산새벽시장에서, 양파, 파 및 당근은 부산대연시장에서, 김, 파래, 미역 및 청각은 부산자갈치시장에서 각각 구입하여 실험에 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 야채 및 해조추출액의 조제

金 等(1987a)의 방법에 따라 각 시료 200g을 세절하여 균질화시킨 다음 증류수를 500ml 가하여 5시간 동안 교반시켰다. 교반후 원심분리하여 상등액을 여과하여 수용성 획분을 얻었다.

(2) 야채 및 해조추출물의 NaBH₄처리

金 等(1987a)의 방법에 따라 야채 및 해조추출액을 6N NaOH용액으로 pH 8로 조정하고, 여기에 sodium borohydride(NaBH₄)를 150mg 가하여 실온에서 하룻밤 교반시키면서 야채추출액이 가지고 있는 환원력을 소실시켰다. 반응용액중에 잔존하는 sodium borohydride는 6N HCl로 분해시켜 반응을 정지시켰다.

(3) 야채 및 해조추출물의 니트로사민 생성억제효과 측정

야채 및 해조추출물의 니트로사민 생성억제효과는 다음과 같이 측정하였다. 즉, 25ml용 공전시료병에 3.48M NaNO₂용액 5ml와 소정농도의 시료추출물을 첨가하였다. 그후 2.4M dimethylamine 용액에 0.1N HCl용액(pH 1.2) 및 0.2M 구연산 완충용액(pH 4.2 및 pH 6.0)을 가하여 각각 pH 1.2, pH 4.2, pH 6.0으로 조정한 다음 상기 완충용액으로 50ml로 정용하여 pH 1.2, pH 4.2 및 pH 6.0의 dimethylamine(DMA)용액 각 50ml중 2.5ml를 아질산-시료추출물 용액중에 가하여 총 부피를 12ml로 한후에 37°C에서 1시간 동안 반응시켜서 N-nitrosodimethylamine(NDMA)을 생성시켰다. 그 후 ammonium sulfamate를 700mg 가하여 잔존 아질산을 분해시켜서 반응을 정지시킨 다음, 6N NaOH로 반응용액의 pH를 10으로 조정하고 식염 3g과 dichloromethane 30ml를 사용하여 반응용액중에 있는 NDMA를 추출하였다. 추출 후, dichloromethane층을 모아서 무수황산나트륨을 통과시키면서 탈수, 여과시킨 다음, NDMA용액을 얻었다. 이것을 회전식 진공증발기로 25°C에서 감압하여 농축시킨 후 dichloromethane으로 1ml되게 하였다. 이 용액을 GLC(Pye-unicam GC 303)로 분석하였다. 공시험은 이들 야채 및 해조추출물 대신 완충용액을 사용하

여 상기와 같은 조작으로 행하였다. 야채 및 해조 추출물의 NDMA 생성억제효과는 이들 추출물 첨가 전후에 나타나는 면적의 백분율(%)로써 나타내었으며 이 수치가 큰 것일수록 NDMA 생성억제효과가 크다는 것을 의미한다.

(4) Gas-Liquid Chromatography(GLC)

GLC분석은 10% DEGS chromosorb w(100~120 mesh)를 채운 유리칼럼(3m×4mm i.d.)을 사용하여 칼럼온도 100℃에서 유속 4ml/min의 질소를 흘려 200℃로 유지된 FID로 행하였다.

결 과

1. 야채 및 해조추출물의 니트로사민 생성억제효과

Table 1과 2는 야채 및 해조추출물의 pH와 농도 변화에 따른 N-nitrosodimethylamine(NDMA)의 생성억제효과를 나타낸 것이다. 실험에 사용한 야채 및 해조류 모두에서 NDMA 생성억제효과가 나타났는데, 시료추출물 모두 乾物量으로 30mg을 첨가하였을 때, pH 1.2에서 파가 약 40% 정도, 생강과 마늘이 약 30% 정도의 NDMA 생성억제효과를 보였고, 고추와 산초가 비교적 낮아 15% 정도의 억제효과를 나타내었다. pH 4.2에서도 pH 1.2에서와 비슷한 NDMA 생성억제효과를 나타내었다.

해조추출물이 나타내는 NDMA 생성억제효과도 야채추출물의 경우와 비슷한 결과를 나타내었는데, 30mg 첨가시 pH 1.2에서 김과 파래가 40~50% 정도의 NDMA 생성억제효과를, 미역과 청각은 약 25% 정도의 NDMA 생성억제효과를 각각 나타내었다. pH 4.2에서도 비슷한 결과를 나타내었다.

그리고 모든 pH 영역에서 야채 및 해조추출물의 농도가 증가함에 따라 NDMA 생성억제효과도 증가하였다.

또한, 야채 및 해조추출물이 가지고 있는 NDMA 생성억제효과가 어느 정도인지를 확인하기 위하여 니트로사민 생성억제제로서 널리 알려져 있는 ascorbic acid를 사용하여 이들 시료추출물의 NDMA 생성억제효과와 비교하여 Fig. 1에 나타내었다. 이때 시료추출물과 ascorbic acid 첨가량은 모두 30mg으로 동일하게 하였다. 그 결과, pH 1.2에서 ascorbic acid의 경우는 약 35% 정도의 NDMA 생성억제효과를 나타내었으며, 야채추출물중 파, 마늘과 생강 등이 30~40% 정도의 NDMA 생성억제효과를 보여 ascorbic acid와 비슷한 효과를 가지고

Table 1. Inhibition of N-nitrosodimethylamine(NDMA) formation by vegetable extracts under different pH conditions

Samples	Amount of Vegetable Extracts Added, mg	Inhibition of NDMA Formation, %		
		pH 1.2	pH 4.2	pH 6.0
Garlic	10	10.36	15.58	61.34
	30	28.19	39.38	71.09
	50	56.46	49.87	75.67
Chinese pepper	10	12.48	8.45	26.38
	30	15.86	17.57	54.16
	50	25.35	19.00	76.26
Ginger	10	0.38	12.84	28.71
	30	28.87	43.14	43.61
	50	47.81	52.82	92.49
Onion	10	5.40	31.70	40.80
	30	19.28	33.14	45.00
	50	25.01	39.87	54.20
Green onion	10	31.19	16.29	40.51
	30	40.06	19.56	53.66
	50	52.53	33.18	61.18
Carrot	10	20.15	51.64	15.29
	30	37.75	54.16	57.77
	50	50.91	55.93	73.07
Red pepper	10	15.15	8.81	65.04
	30	27.87	25.70	66.45
	50	59.76	29.21	74.78
Green pepper	10	13.85	8.73	61.96
	30	15.29	18.74	71.07
	50	17.69	28.44	80.25

있었고, 해조류에서는 김과 파래가 약 40~45% 정도의 NDMA 생성억제효과를 나타내어 오히려 ascorbic acid보다 그 억제 효과가 높게 나타났다. pH 4.2에서도 pH 1.2에서와 비슷한 경향을 볼 수 있었으며, NDMA 생성억제효과는 pH 1.2에서 나타났던 것과 거의 비슷하였다. 그러나 pH 6.0에서는 ascorbic acid와 대부분의 시료추출물 모두 NDMA 생성억제효과의 증가를 보여 50~80% 정도의 억제효과를 나타내었다.

2. 니트로사민 생성억제효과에 관여하는 효소의 영향

Table 2. Inhibition of N-nitrosodimethylamine(NDMA) formation by seaweed extracts under different pH conditions

Samples	Amount of Seaweed Extracts Added, mg	Inhibition of NDMA Formation, %		
		pH 1.2	pH 4.2	pH 6.0
Sea mustard	10	21.24	13.50	19.91
	30	24.14	17.71	25.15
	50	25.10	24.05	25.75
Laver	10	13.46	20.57	73.11
	30	42.76	40.15	85.77
	50	65.08	70.47	89.81
Sea staghorn	10	19.30	14.38	12.95
	30	22.45	23.78	21.45
	50	25.02	27.37	27.95
Sea lettuce	10	19.82	23.12	59.47
	30	46.39	44.35	74.88
	50	76.88	65.38	82.13

NDMA 생성억제효과에 관여하는 인자를 밝힘과 동시에 아질산염 분해효과와 NDMA 생성억제효과와의 연관성을 밝히기 위하여 야채 및 해조추출액을 80℃에서 10분간 가열처리하여 시료추출물을 가지고 있는 효소의 활성을 실험시킨 다음, 가열 전후의 NDMA 생성억제효과를 비교하여 Table 3과

Table 3. Effect of heating on the inhibition of N-nitrosodimethylamine(NDMA) formation by vegetable extracts under different pH conditions

Samples	Inhibition of NDMA formation, %		
	pH 1.2	pH 4.2	pH 6.0
Garlic	29.04(28.19)*	14.95(39.38)	6.62(71.09)
Chinese pepper	16.71(15.86)	17.89(15.57)	50.15(54.16)
Ginger	45.17(28.87)	61.98(43.14)	61.58(43.61)
Onion	25.23(19.28)	16.16(33.14)	10.08(45.00)
Green onion	49.72(40.06)	20.41(19.56)	12.65(53.66)
Red pepper	18.56(27.87)	21.76(25.70)	14.19(66.45)
Green pepper	17.73(15.29)	16.92(18.74)	7.77(80.25)

* The numbers in parentheses indicate the values without heating.
Each vegetable extracts was maintained at 80℃ for 10min.

4에 각각 나타내었다. 그 결과 가열전, 후의 NDMA 생성억제효과에 있어서 야채 및 해조추출물 모두 모든 pH영역에서 뚜렷한 유의차를 나타내지 않아 시료자체에 존재하는 효소의 관여가 극히 미약한 것으로 나타났다.

Table 4. Effect of heating on the inhibition of N-nitrosodimethylamine(NDMA) formation by seaweed extracts under different pH conditions

Samples	Inhibition of NDMA formation, %		
	pH 1.2	pH 4.2	pH 6.0
Sea mustard	28.54(24.14)*	25.17(17.71)	30.08(25.15)
Laver	19.84(42.76)	21.61(40.15)	59.54(85.77)
Sea staghorn	18.69(22.45)	20.12(23.78)	29.45(21.45)
Sea lettuce	29.64(46.39)	47.73(44.35)	56.70(74.88)

* The numbers in parentheses indicate the values without heating.

Each vegetable extracts was maintained at 80℃ for 10min.

3. NDMA 생성억제효과에 관여하는 환원인자의 영향

야채 및 해조추출물을 환원제인 sodium borohy-

Table 5. Effect of reducing ability on the inhibition of N-nitrosodimethylamine(NDMA) formation by vegetable extracts under different pH conditions

Samples	Inhibition of NDMA formation, %		
	pH 1.2	pH 4.2	pH 6.0
Garlic	8.86(28.19)*	12.38(39.38)	2.49(71.09)
Chinese pepper	9.72(15.86)	16.14(15.57)	6.71(54.16)
Ginger	8.51(28.87)	21.99(43.14)	2.54(43.61)
Onion	5.41(19.28)	15.83(33.14)	7.24(45.00)
Green onion	9.76(40.06)	6.72(19.56)	4.64(53.66)
Carrot	12.56(37.75)	16.27(54.16)	6.71(57.77)
Red pepper	4.90(27.87)	5.25(25.70)	1.83(66.45)
Green pepper	0.41(15.29)	9.39(18.74)	3.49(80.25)

* The numbers in parentheses indicate the values before reducing by NaBH₄.

dride를 사용하여 환원력소실 전후의 NDMA 생성억제효과를 측정하여 Table 5와 6에 각각 나타내었다. 그 결과, 야채 및 해조추출물을 모두 NDMA 생성억제효과는 환원력 소실후가 소실전에 비해 감소하는 것으로 나타났고, 그 정도는 pH 1.2와 4.2에서는 3~10배 정도 생성억제효과가 감소하였고, pH 6.0에서는 이보다 더 큰 감소를 나타내었다.

Table 6. Effect of reducing ability on the inhibition of N-nitrosodimethylamine(NDMA) formation by seaweed extracts under different pH conditions

Samples	Inhibition of NDMA formation, %		
	pH 1.2	pH 4.2	pH 6.0
Sea mustard	8.30(24.14)*	9.14(17.71)	5.69(25.15)
Laver	14.23(42.76)	18.39(40.15)	2.02(85.77)
Sea staghorn	3.73(22.45)	7.88(23.78)	5.88(21.45)
Sea lettuce	14.58(46.39)	20.31(44.35)	1.76(74.88)

* The numbers in parentheses indicate the values before reducing by NaBH₄.

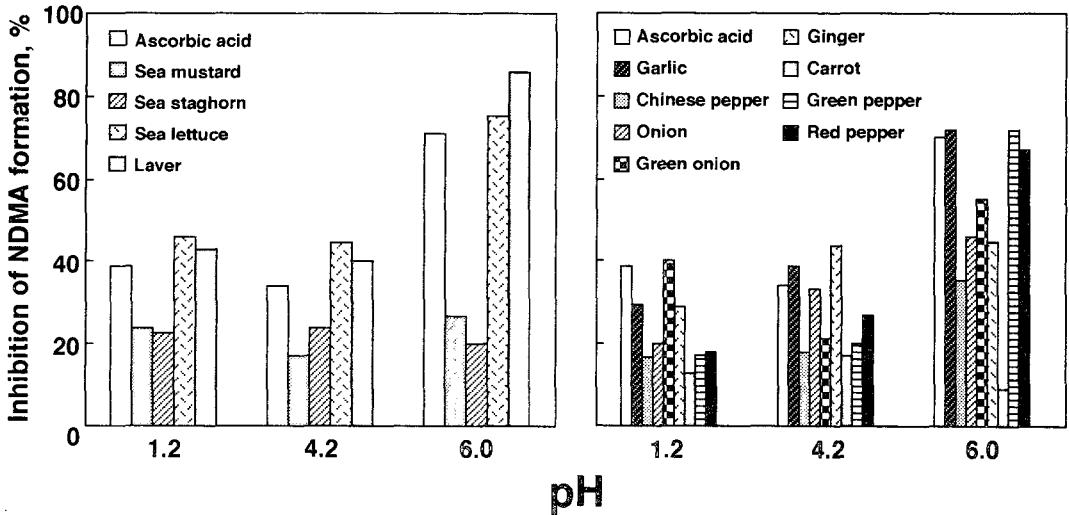


Fig. 1. Inhibition of N-nitrosodimethylamine(NDMA) formation between ascorbic acid and each seaweed and vegetable extracts.

고찰

니트로사민은 아질산염과 아민과의 반응으로 식품 및 생체내에서 중성 또는 산성의 조건하에서 용이하게 생성되고(Sen *et al.*, 1969; Mirvish, 1970), 생성된 니트로사민중 N-nitrosodimethylamine과 같은 nitrosodialkylamine은 생체내의 microsomal mono-oxygenase에 의하여 산화 분해되어 alkyl cation (RCH₂⁺)을 형성하여 DNA를 공격하고 MNNG와 같은 N-nitrosoamide는 대사활성화없이 스스로 분해되어 alkyl cation을 생성하여 DNA를 공격하여 돌연변이 등을 유발시킨다고 알려져 있다(Magee and Barnes, 1967). DNA에의 주된 공격부위는

guanine의 N-7위치와 O-6위치인데 발암성에는 O-6위치의 alky화가 중요하다고 알려지고 있다(Singer and Grunberger, 1983).

본 실험에서 각종 야채 및 해조추출물에 의한 니트로사민의 생성억제효과를 검토한 결과, 측정된 시료 대부분이 그 억제효과가 입증되었다. 니트로사민 생성은 pH의존성이 크므로 야채추출물에 의한 니트로사민의 생성억제효과의 pH의존성을 검토한 결과, 아질산염 분해효과와는 달리(金等, 1987a, b) pH 6.0에서 억제효과가 높게 나타났고, pH 1.2와 pH 4.2에서는 서로 비슷한 억제효과를 보였다(Table 1, 2). 이는 아질산염 분해작용에서 나타난 것과는 상반된 결과로 보이지만 니트로사민 생성

량의 GLC분석결과, pH 1.2에서 니트로사민 생성량을 100으로 기준했을때, pH 4.2에서는 91, pH 6.0에서는 9정도로 나타나 pH 1.2에서는 니트로소화 반응이 빨라 니트로사민의 생성량이 많고, 야채 및 해조추출물 첨가후에 나타나는 니트로사민생성억제 절대량도 많으므로, 실제로는 시료추출물에 의한 N-nitrosodimethylamine 생성억제효과는 pH 1.2에서 가장 크다는 것이 입증되었다.

그리고 억제효과가 50%이하로 다소 낮은 것은, 본 실험에 사용한 아질산염 농도가 야채 및 해조추출물의 농도에 비해 비교적 높기 때문에 N-니트로소화반응 중에 nitric oxide로 분해된 것이 다시 아질산으로 되어 재차 N-니트로소화반응에 참여 (Fan and Tannebaum, 1973)하기 때문인 것으로 생각된다.

산성영역에서 니트로사민 생성억제량이 많은 것은 산성 pH영역에서 니트로사민의 전구물질인 아질산염의 분해작용(金等, 1987a, b)이 큰 때문이라 생각된다.

한편, 이들 야채 및 해조추출물이 나타내는 니트로사민 생성억제작용이 어느 정도인지를 알아보기 위하여 니트로사민 생성억제제로 널리 알려져 있는 ascorbic acid와 비교해 본 결과, 이들 야채 및 해조추출물의 대부분은 ascorbic acid와 거의 동등한 효과를 가지고 있는 것으로 나타나서 그 억제효과가 뛰어나다는 것이 입증되었다(Fig. 1).

이와같이 야채 및 해조추출물은 ascorbic acid와 동일한 니트로사민의 생성억제효과를 나타내고, 그 억제정도는 첨가량의 증가와 더불어 증가하는 것으로 나타났고, 이러한 효과에는 야채 및 해조추출물이 갖는 아질산염분해작용(金等, 1987a, b)이 크게 관여한 것으로 밝혀졌다.

또한 아질산염분해작용 이외에 야채 및 해조류에는 각종 효소류가 존재하므로 이들 효소류의 관여를 검토한 결과 효소류의 관여는 미약한 것으로 밝혀졌다(Table 3, 4).

한편, 야채류 중에는 ascorbic acid(Gray and Dugan, 1975), 페놀화합물(Kurechi *et al.*, 1980) 및 SH화합물(湯上進等, 1971) 등의 환원력이 강한 성분이 함유되어 있고 또한 해조류에도 페놀화합물, 황화합물 및 카르보닐화합물(片山, 1961) 등의 환원성 물질이 함유되어 있는데 이들 환원성물질의 관여에 대해 NaBH₄ 처리를 통하여 검토한 결과, 야채추출물들의 니트로사민 생성억제효과는 환원성인자의 관여가 큰 것으로 나타났다(Table 5, 6).

이들 야채 및 해조류중에 함유되어 있는 환원성 물질들이 아질산염분해작용에 크게 관여한다(金等, 1987a, b)는 결과와 검토하여 볼 때, 이들 시료에 함유되어 있는 환원성물질의 아질산염분해 및 니트로소화 반응의 억제를 통하여 니트로사민의 생성을 억제한다고 생각된다.

요 약

천연식품성분에 의한 발암성 니트로사민의 생성억제작용을 밝히기 위하여 야채류 중에서는 고추, 마늘, 파, 산초, 양차, 생강 및 당근을, 해조류 중에서는 김, 파래, 미역 및 청각 등을 시료로 하여 발암성 니트로사민의 하나인 N-nitrosodimethylamine (NDMA)의 생성억제작용에 관하여 연구·검토하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 본 실험에 사용한 야채 및 해조추출물들은 모두 니트로사민 생성억제작용이 있었으며, 그 중에서도 야채류 중에서는 마늘, 생강, 파 등이 pH 1.2에서 30~40%, 당근이 10%로 나타났고, 해조류 중에서는 김과 파래 등이 40~50%, 미역과 청각 등이 25% 정도의 니트로사민 생성억제작용을 나타내어, 해조류가 야채류에 비하여 억제효과가 좋았다. 또한, 야채 및 해조추출물의 첨가량이 증가함에 따라 니트로사민 생성억제효과도 증가하였다.

2. 반응용액의 pH변화에 따른 야채 및 해조추출물의 니트로사민 생성억제작용을 살펴본 결과, pH 6.0에서 가장 높은 억제효과를 보였고, pH 1.2와 pH 4.2에서는 서로 비슷한 억제효과를 나타내었다. NDMA의 생성억제절대량은 pH 1.2에서 가장 많았다.

3. 야채 및 해조추출물들을 30mg씩 취하여 동량의 ascorbic acid와 니트로사민 생성억제효과를 비교해 본 결과, 야채추출물들 중 마늘, 파 및 생강은 pH 1.2에서 ascorbic acid와 거의 동등한 효과를 나타내었고 해조류중 김과 파래는 오히려 ascorbic acid보다 높게 나타났다.

4. 야채 및 해조추출물들을 80℃에서 10분간 가열처리한 후, 니트로사민 생성억제효과를 가열 전과 비교해 본 결과, 가열 전후에 있어서 뚜렷한 유의차를 볼 수 없었다.

5. 야채 및 해조추출물들은 NaBH₄ 처리로 니트로사민 생성억제작용이 감소하였다.

참 고 문 헌

- Crosby, N. T. and R. Sawyer. 1976. N-nitrosoamines: A review of chemical and biological properties and their estimation in foodstuffs. "Advances in food research"(C. O. Chichstered.), Academic press, 21, pp. 1~56.
- Fan, T. Y. and S. R. Tannenbaum. 1973. Natural inhibitors of nitrosation reaction: The concept of available nitrite. J. Food Sci. 38, 1067~1069.
- Gray, J. J. and J. R. Dugan. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. J. Food Sci. 40, 981~984.
- Kato, H., I. E. Lee, N. V. Chuyen, S. B. Kim and F. Hayase. 1987. Inhibitory of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric. Biol. Chem. 51(5), 1333~1338.
- Kubberod, G., R. G. Cassens and M. L. Greaser. 1974. Reaction of nitrite with sulfhydryl groups of myosin. J. Food Sci. 39, 1228~1230.
- Kurechi, T. and K. Kukugawa. 1979. Nitrite reaction in aqueous system: inhibitory effects on N-nitrosamine formation J. Food Sci. 44, 1263~1267.
- Kurechi, T., K. Kikugawa and S. Fukuda. 1980. Nitrite-reacting substances in Japanese radish juice and their inhibition of nitrosamine formation. J. Agric. Food Chem. 28, 1265.
- Magée, P. N. and I. M. Barnes. 1956. The production of malignant primary hepatic tumours in the rat by feeding dimethylnitrosamine. Br. J. Cancer 10, 114~122.
- Magée, P. N. and I. M. Barnes. 1967. Carcinogenic nitroso compounds. Adv. Cancer Res. 10, 163.
- Mirvish, S. S. 1970. Kinetics of dimethylamine nitrosation in relation to nitrosamine carcinogenesis. J. Nat. Cancer. Toxicol. 18, 459~461.
- Mirvish, S. S., L. Walcave, M. Eagen and P. Shubik. 1972. Ascorbate-nitrite reaction: possible means of blocking the formation of carcinogenic N-nitroso compounds. Science 177, 65~68.
- Oshima, H. and T. Kawabata. 1977. Mechanism of the N-nitrosodimethylamine formation from trimethylamine. Bull. Japan Soc. Fish. 44(1), 77~81.
- Reddy, S. K., J. I. Gray, J. F. Price and W. F. Wilken. 1982. Inhibition of N-nitrosopyrrolidine in dry cured bacon by α -tocopherol-coated salt systems. J. Food Sci. 47, 1598~1602.
- Scanlan, R. A., S. M. Lohsen, D. D. Bills and L. B. Libbey. 1974. Formation of dimethylnitrosamine from dimethylamine and trimethylamine at elevated temperatures. J. Agric. Food Chem. 22(1), 149~151.
- Sen, N. P., D. C. Smith and L. Schwinghamer. 1969. Formation of N-nitrosoamines from secondary amines and nitrite in human and animal gastric juice. Food Cosmet. Toxicol. 7, 301~307.
- Singer, B. and D. Grunberger. 1983. Molecular biology of mutagens and carcinogens pp. 77.
- Sugimura, T., T. Kawachi, K. Kogure, M. Nagao, N. Tanaka, S. Fujimura, S. Takayama, Y. Shimotsato, M. Noguchi, N. Kuwabara and T. Yamada. 1972. "Topics in chemical carcinogenesis", Nakahara, W., et al. eds., Univ. Tokyo Press, Tokyo, pp. 105.
- Tanaka, K., K. C. Chung, H. Hayatsu and T. Kada. 1978. Inhibition of nitrosamine formation in vitro by sorbic acid. Food Cosmet. Toxicol. 16, 209~214.
- Woolford, G., R. G. Cassens, M. L. Greaser and G. Sebranek. 1976. The fate of nitrite: reaction of protein. J. Food Sci. 41, 585~588.
- Yang, H. S., J. D. Okun and M. C. Archer. 1977. Nonenzymatic microbial acceleration of nitrosamine formation. J. Agric. Food Chem. 25(5), 1181~1183.
- 金東洙·安芳遠·廉東敏·李東祐·金善奉·朴榮浩. 1987a. 天然食品成分에 의한 發癌性 니트로사민 生成因子 分解作用. 1. 野菜抽出物の亞窒酸鹽 分解作用. 韓水誌 20(5), 463~468.
- 金善奉·安芳遠·廉東敏·李東祐·朴榮浩·金東洙. 1987b. 天然食品成分에 의한 發癌性 니트로사민 生成因子 分解作用. 2. 海藻抽出物の亞窒酸鹽 分解作用. 韓水誌 20(5), 469~475.
- 片山輝久. 1961. 藻類の香氣と臭氣成分. New Food Industry 11(4), 41~50.
- 湯上進·木村雄吉·齊藤浩. 1971. 香辛料化學(2); 香辛料の抗酸化性について. 食品工業 14(6), 57~65.

1993년 6월 5일 접수

1993년 7월 3일 수리