

녹차 및 매실 추출물이 N-Nitrosodimethylamine의 생성에 미치는 영향

최선영 · 정미자 · 신정혜 · 김행자* · 성낙주[†]

경상대학교 식품영양학과, 농업생명과학연구소

*경상대학교 가정교육과

Effect of Green Tea(*Camellia sinensis*) and Maesil(*Prunus mume*) Extracts on Endogenous Formation of N-Nitrosodimethylamine

Sun-Young Choi, Mi-Ja Chung, Jung-Hye Shin,

Haeng-Ja Kim* and Nak-Ju Sung[†]

Dept. of Food and Nutrition, Institute of Agriculture & Life Science,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

*Dept. of Home Economics Education, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

The effects of nitrite scavenging, electron donating and N-nitrosodimethylamine(NDMA) formation in vitro and green tea(*Camellia sinensis*) and Maesil(*Prunus mume*) were studied. The green tea and Maesil extracts were tested for their nitrite-scavenging effect under the different pH conditions such as pH 1.2, 4.2 and 6.0. The effects of nitrite-scavenging in all concentrations were diminished in the alkali condition, while its effects in the acidic condition of pH 1.2 were reached of more than 99.0% by adding above 0.5ml of green tea extract. And also, nitrite-scavenging effect by adding 3ml of Maesil extract was about 77.0%. The electron donating ability(EDA) of green tea and Maesil extracts was 70.6%, 75.1%, respectively. The formation of NDMA was very effectiveness which was inhibited 82.1%, 73.2% at reaction mixture of pH 2.5 adding 3ml of above extracts, respectively. The ground CW, TW1 and TW2 (refer to Table 1) diets were incubated with 10ml simulated saliva and 40ml gastric juice at 37°C for 2hrs. NDMA formation was inhibited at all levels of green tea and Measil extracts.

Key words : NDMA, nitrite-scavenging, simulated gastric digestion.

서 론

자연식품 및 이들을 가공하는 과정에서 발암 물질의 생성 가능성에 대해 많은 연구가 이루어지고 있으며, 그 중에서도 특히 식품중에 널리 분포되어 있을 뿐만 아니라 동물실험 결과, 그 유도체 중 90% 이상이 발암성을 나타내는 물질로 밝혀진 N-nitrosamine(NA)은 식품의 안정성 측면에서 중요한 문제로 대두되고

있다.^{1,2)}

NA가 강력한 발암물질이라는 보고 이후 NA의 생성기전, 식품 및 생체에서의 생성억제 인자에 대한 많은 연구가 진행되었는데,^{3~6)} NA 생성억제 물질로써 ascorbic acid, α -tocopherol, 황화합물, phenol 화합물 등을 들 수 있다. 이들 물질은 NA 생성의 기질인 아민과 경쟁적으로 작용하여 nitrosating agent를 빠르게 파괴하거나 반응성이 없는 물질로 환원시키는 역할을

[†] Corresponding author : Nak-Ju Sung

하므로 NA 생성을 감소, 최소화시키는데, 이때 pH, 환원 미생물 및 전구물질의 농도 등에 의해 영향을 받는다고 보고되어 있다.⁷⁻⁹⁾

Mirvish 등¹⁰⁾이 ascorbic acid의 첨가에 의한 NA 생성 억제작용을 최초로 보고하였고, Massey 등¹¹⁾은 pyrrolidine, ascorbic acid, cysteine 및 *p*-cresol에 의하여, Reddy 등¹²⁾ α -tocopherol에 의하여 NA의 생성이 억제된다고 보고하였고, Fiddler 등¹³⁾은 ascorbic acid, sodium ascorbate 및 sodium isoascorbate가 아질산염과 반응하여 니트로소화 반응을 차단시킬 수 있다고 주장하였다.

녹차는 예로부터 맛의 감각이 뛰어난 우리 민족이 즐겨 마시는 차로 다른 기호음료에 비하여 질소화합물, polyphenol, 당, 유기산, 비타민 및 무기질 등을 많이 함유하며, 특히 polyphenol에 의해 강한 항산화력을 나타낸다. 또한 녹차에 들어있는 polyphenol 성분의 -OH기가 발암성을 갖는 불안정한 그룹과 결합하여 유리기를 소거함으로써 발암성 물질을 불활성화시키는 것으로 보고되어 있다.^{14,15)}

매실은 알칼리성 식품으로 구연산, 무기질 등 생리활성과 관련된 성분이 상당량 함유되어 있어 인체의 혈액을 알칼리성으로 만들어 정혈, 정장, 강장, 피로회복, 노화예방 및 살균작용 등을 갖는다.^{16,17)}

본 실험에서는 녹차 및 매실 추출물의 *in vitro* 상에서 아질산염 소거작용, 전자 공여작용 및 NDMA 생성 억제효과를 실험한 후 인공타액과 위액을 혼합한 "simulated digestion"을 이용하여 녹차와 매실 추출물을 섭취하였을 때 체내에서 생성가능한 NA를 예측하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

녹차(*Camellia sinensis*)는 사천시 곤명면 영봉다원에서 기증받았고, 매실(*Prunus mume*)은 6월경 경남 진주시 중앙시장에서 구입하여 깨끗이 씻어 물기를 제거하고 설탕을 첨가한 후(매실:설탕=12:10, w/w) 용기에 밀폐하여 냉소에 1개월간 저장·숙성한 후 여과한 여액을 실험재료로 사용하였다. 녹차 추출물은 녹차 0.6g에 80℃ 온수 100ml를 가하여 6분간 추출한 것을 사용하였고, 매실 추출물은 상기 매실액에 물을 가하여 1:1로 희석하여 제조하였다.

2. 아질산염 소거작용

Kato 등¹⁸⁾과 강 등¹⁹⁾의 방법에 의해 1mM NaNO₂ 용

액 1ml에 녹차 및 매실 추출물을 각각 농도별(0.1, 0.5, 1, 1.5 및 3ml)로 첨가하고, 여기에 0.1N 염산 및 0.2M 구연산 완충용액으로 반응용액의 pH를 각각 1.2, 4.2 및 6.0으로 조정하여 총 부피를 10ml로 하였다. 이 용액을 37℃에서 1시간 반응시킨 후 1ml씩 취하여 2% 초산용액 5ml, Griess시약 0.4ml를 가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치한 후 분광광도계를 사용해 520nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 이때 대조구는 Griess시약 대신 증류수 0.4ml를 가하여 상기와 동일한 방법으로 행하였으며, 아질산염 소거작용은 시료 첨가 전·후에 잔존하는 아질산염의 백분율(%)로 표시하였다.

3. 전자공여 작용

Blois²⁰⁾의 방법에 따라 DPPH(α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl)의 환원성을 이용하여 528nm에서 흡광도를 측정하였다. 즉, DPPH 16mg을 100ml 에탄올에 용해한 후, 증류수 100ml를 가하고 여과지로 여과하였다. 이 여액 5ml에 시료 1ml를 가한 후 vortex mixture로 혼합하여 5초 후 시료 대신 에탄올 1ml를 첨가한 대조구에 대한 흡광도의 감소 비율로써 전자 공여능을 나타내었다.

4. NDMA 생성억제 효과

100mM NaNO₂용액 1ml에 녹차 및 매실 추출물(0.1, 0.5, 1.0, 1.5 및 3ml) 및 200mM의 DMA 0.5ml를 차례로 가한 후 0.2M 구연산 완충용액(pH 1.2, 4.2 및 6.0)으로써 10ml로 만든 다음 37℃에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 ammonium sulfamate 500mg을 가한 다음 dichloromethane(DCM) 1ml로 NDMA를 추출하여 DCM 층을 모아 무수황산나트륨으로 탈수시킨 다음 GC-TEA(Thermal energy analyzer : Model 543, Thermo Electron Corp.)로 분석하였다. 이때 GC-TEA의 분석조건은 10% carbowax 20M/80~100 chromosorb WHP로 충전한 칼럼을 사용하였고, He 가스의 유속은 분당 25ml, oven 온도는 140~180℃(5℃/min), injection port의 온도는 110℃, pyrolyzer 온도는 550℃, interface 온도는 200℃, 산소 압력은 1.9 torr로 하였다. 대조구는 시료 대신 완충용액을 사용하여 상기와 동일하게 처리했고, NDMA 생성억제 효과는 시료의 첨가 전·후에 나타나는 peak의 백분율(%)로써 환산하였다.

5. 녹차 및 매실 추출물을 첨가한 소화용 시료의 조제 및 NA 분석

Table 1과 같이 구성된 식이(CW, TW1 및 TW2)를

Table 1. Diet composition CW, TW1 and TW2

(weight, g)

Food materials	CW		TW1		TW2	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Cooked rice	250	180	250	180	250	180
Dried alaska pollack soup	200	200	200	200	200	200
Grilled mackerel	70	60	70	60	70	60
Stir-fried shredded potato	50	50	50	50	50	50
Braised peanuts	20	20	20	20	20	20
Distilled water(NaNO ₃ 466mg) ^a	100	100	100	100	100	100
Drinking water	100	100	—	—	—	—
Green tea extract	—	—	100	100	—	—
Maesil extract	—	—	—	—	100	100
Energy(kcal)	802.6	680.7	804.2	682.3	834.2	712.3

CW : amine-rich diet + nitrate(340mg/day) + drinking water + simulated saliva and gastric juice.

TW1 : amine-rich diet + nitrate(340mg/day) + green tea extract + simulated saliva and gastric juice.

TW2 : amine-rich diet + nitrate(340mg/day) + Maesil extract + simulated saliva and gastric juice.

^a : 466mg NaNO₃ corresponding to 340mg nitrate dissolved, in 100ml of distilled water.

각각 1/25씩 취하여 인공타액 10ml와 녹차 및 매실 추출물을 각각 농도별(0, 4, 8, 12, 16 및 20ml)로 첨가한 다음 37℃에서 5분간 정치하였다. 여기에 인공위액 40ml를 가한 다음 3N 염산으로 pH 2.5로 조정하여 37℃에서 2시간 동안 유지시킨 것을 소화용 시료로 하였다. 이때 인공타액 및 위액은 Weng²¹⁾의 방법에 따라 제조하였으며 NA는 Sung 등²²⁾의 방법에 따라 내부 표준물질로서 N-nitrosodibutylamine(NDBA, 1.04 μg/kg) 1ml를 가한 후 수증기 증류하여 GC-TEA로 상기와 동일한 조건에서 분석하였으며 표준물질과 머무름 시간 비교 및 동시주입을 통해 확인·동정하였다.

결과 및 고찰

1. 녹차 및 매실 추출물의 아질산염 소거작용

녹차 및 매실 추출물의 아질산염 소거작용(Fig. 1)은 모든 시료에서 반응용액의 pH가 낮을수록 시료 첨가량이 많을수록 효과가 높았다. pH 1.2의 경우 녹차 추출물을 0.1, 0.5ml 첨가하였을 때 각각 54.0% 및 99.6%의 높은 아질산염 소거작용을 나타냈으며 1ml 이상 첨가하는 첨가량에 관계없이 모두 99.0% 이상의 아질산염 소거작용을 나타내었다. 매실 추출물은 0.1ml와 0.5ml 첨가하였을 때 15.1 및 45.0% 아질산염 소거작용을 나타내었으나 1, 1.5 및 3ml 첨가시에는 61.7, 64.2 및 77.2%로 아질산염 소거작용이 높게 나타났다. pH 4.2의 경우 녹차 추출물 0.1ml 첨가시에는 48.6%이었으나, 1ml이상 첨가시에는 97.6% 이상으로 아질산

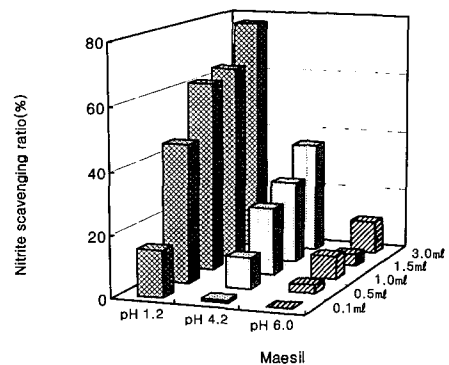
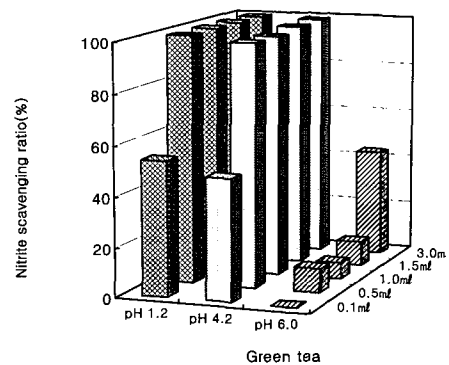


Fig. 1. Nitrite-scavenging effect of green tea and Maesil extracts under different pH.

염 소거작용이 뛰어났고, 매실 추출물은 0.1~3ml를 첨가하였을 때 0.8~36.1%로 아질산염 소거작용이 비교적 낮았다. pH 6.0의 경우 녹차 추출물에서는 0.1~

1.5ml 첨가시 10.2% 이하였으나 3ml 첨가시 43.5%의 아질산염 소거능을 보였으며, 매실 추출물은 첨가량에 관계없이 10.8%로 소거능이 낮았다.

여 등²³⁾은 pH에 따른 아질산염 소거작용은 위내의 pH와 유사한 pH 1.2에서 가장 높았고, pH가 높아질수록 아질산염 분해작용은 감소하는 경향이었는데, 특히 이런 현상은 총 페놀의 함량이 높은 껌에서 더 큰 효과를 나타내므로 아질산염 소거작용에 영향을 주는 물질은 주로 페놀화합물이라 하였다. 이 등²⁴⁾은 16종의 천연 식물류를 대상으로 하여 아질산염 소거작용을 실험한 결과 차류, 약용식물류 및 제조류 추출물을 pH 1.2의 반응용액에 첨가할 경우 18~100%, 과채류 주스 첨가시에는 pH 1.2에서 58~100%, pH 4.2에서 29~100%, pH 6.0에서 18~82%로서 산성 pH 영역일수록 시료량이 많아질수록 아질산염 소거작용이 뛰어났는데 그 이유는 시료 중에 존재하는 ascorbic acid, 페놀화합물, 황화합물 및 카르보닐 화합물과 유기산, 당질, 식이섬유 등의 성분 때문이라고 보고하였다. 심 등²⁵⁾은 매실에 유기산이 다량 함유되어 있기 때문에 다른 시료에 비해 ascorbic acid가 월등히 낮음에도 불구하고 아질산염 소거작용이 뛰어났다고 보고한 바 있으며, 유기산 및 당질 등과 같은 γ -pyrone구조, 즉 hydroxyl기와 carbonyl기가 근접해 있는 구조를 가진 물질들도 니트로소화 반응을 억제한다고 보고되어 있다.¹⁴⁾ 따라서 본 실험결과, 녹차와 매실 추출물에서 아질산염 소거작용이 높게 나타나는 것은 시료 중에 함유된 ascorbic acid, catechin, 유기산 및 당질 등과 같은 물질이 관여하기 때문이라 사료된다.

2. 녹차 및 매실 추출물의 전자공여 작용

Fig. 2에 나타난 바와 같이 녹차 및 매실 추출물의 전자공여 작용은 각각 70.6%, 75.1%로서 높게 나타났다.

정²⁶⁾은 시료에 따른 전자공여 작용은 녹차가 89.7%, 결명자가 83.4%이었으며 그 다음으로 둥글레>오미자>구기자 순으로 나타났고, 특히 녹차와 결명자 추출물을 DPPH용액에 첨가한 후 곧 DPPH의 색이 소실되는 것으로 보아 전자를 공여하는 능력이 강한 물질이 존재한다고 보고하였다. 정²⁷⁾은 페놀성 화합물의 함량이 높은 석이버섯 diethylether 및 butanol추출물의 전자공여 작용은 흡광도 감소율이 각기 80.8%와 72.8%로서 높게 나타났으며, DPPH와의 반응에서 반응초기단계에 DPPH를 많이 흡수하여 급격히 감소하였다가 반응 30초 이후부터는 서서히 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다. 강 등¹⁹⁾은 hydroxyben-

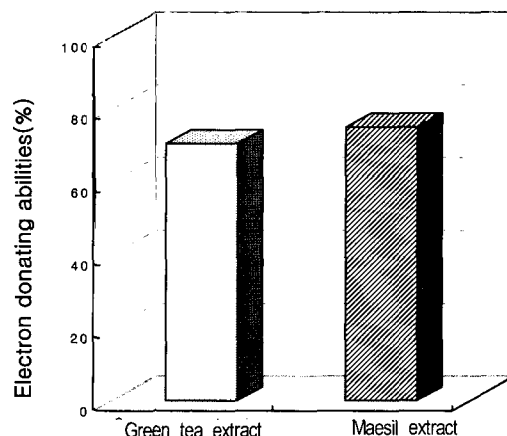


Fig. 2. Electron donating abilities of green tea and Maesil extracts.

zoic acids, hydroxycinnamic acids, flavonoids, phenolic acids 등 여러 페놀성 화합물의 전자공여 작용을 조사한 결과, gallic acid, hydrocaffeic acid, (+)catechin, chlorogenic acid가 가장 높은 전자공여능을 보였다고 하였다.

3. 녹차 및 매실 추출물의 NDMA 생성억제 효과

녹차 및 매실 추출물이 NDMA 생성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 시료를 첨가하지 않은 대조구의 NDMA 생성량을 100%로 하였을 때, pH 1.2에서 NDMA 생성억제 효과가 가장 우수하였으며, 시료량이 증가할수록 억제효과가 뛰어나 녹차 및 매실 추출물을 3ml 첨가시 각각 82.1%와 73.2%의 억제효과를 나타내었다. pH 4.2에서 녹차 추출물을 1.0, 1.5 및

Table 2. Effect of green tea and Maesil extracts on NDMA formation under different pH

Sample	Adding amount (ml)	NDMA formation (%)		
		pH 1.2	pH 4.2	pH 6.0
Control	0.0	100.0	100.0	100.0
Green tea	0.1	76.7	108.0	104.3
	0.5	94.0	104.0	106.3
	1.0	36.7	88.5	103.1
	1.5	29.5	62.9	101.1
	3.0	17.9	41.0	90.2
Maesil	0.1	74.8	81.3	107.3
	0.5	91.5	103.8	108.0
	1.0	61.5	103.6	156.1
	1.5	32.5	70.5	108.1
	3.0	26.8	68.7	105.0

3.0ml 첨가할 때 각각 11.5, 37.1 및 59.0%의 NDMA 생성억제 효과를 나타내었고 매실 추출물은 1.5와 3.0ml 첨가시 각각 29.5%와 31.3%의 NDMA 생성억제 효과를 나타내었고 pH 6.0에서는 녹차 추출물 3ml 첨가시 9.8%의 NDMA 생성 억제효과가 나타난 것을 제외하고는 오히려 NDMA 생성이 촉진되었다.

NDMA 생성억제 효과는 동일 시료일지라도 첨가량에 따라 차이가 나는데 DMA와 아질산나트륨의 반응용액에 녹차 추출물을 1~8ml로 첨가하여 NA 생성억제 효과를 실험한 결과 1~2ml 첨가시 오히려 NDMA 생성이 촉진되었고, 7~8ml 첨가시에 비로소 NDMA 생성이 억제되었다는 보고²⁸⁾가 있는데 이는 본 실험 결과와도 비슷한 경향이였다. 반면에 알칼리의 반응 조건에서 천연 페놀류가 N-nitroso-diethylamine (NDEA)의 생성을 촉진시킨다는 보고²⁹⁾와 아질산염 존재시 급속하게 *p*-nitroso phenol로 전환되어 니트로소화를 촉매시킨다는 보고³⁰⁾로 미루어 볼 때 시료 중에 존재하는 페놀화합물 중 아질산염과 반응하여 C-nitroso 유도체를 생성한 후 quinone monoxime tautomer로 되어 NO와 반응하여 니트로소화 인자를 생성하기 때문에 NA 생성에 촉매 작용을 하는 것으로 알려져 있다.³¹⁾

4. 실험식이의 인공소화시 NDMA 생성에 미치는 영향

Table 1과 같이 구성된 실험식에 인공타액과 위액을 혼합하여 인공소화시킨 후 NDMA를 분석한 결과는 Table 3과 같다. CW에서 7.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 NDMA가 검출된데 비해 TW1 및 TW2에서 각각 4.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 와 5.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 NDMA가 검출되어 녹차와 매실 추출물이 NA 생성을 각각 40.0%와 28.6% 억제시킴을 *in vitro*

Table 3. The contents of NDMA in experimental diets under simulated gastric digestion

Diet groups	NDMA ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Recovery of NDMA(%)
CW	7.0	99.7
TW1	4.2	94.6
TW2	5.0	94.2

Reaction conditions were as follows

CW : amine-rich diet + nitrate(340mg/day) + drinking water + simulated saliva and gastric juice

TW1 : amine-rich diet + nitrate(340mg/day) + green tea extract + simulated saliva and gastric juice

TW2 : amine-rich diet + nitrate(340mg/day) + Maesil extract + simulated saliva and gastric juice.

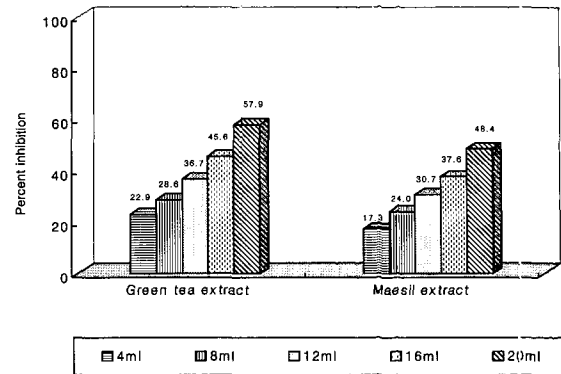


Fig. 3. Percent inhibition of NDMA formation by simulated digestion of green tea and Maesil extracts added to experimental diets under simulated gastric condition.

상에서 확인할 수 있었다. 이러한 NDMA 생성억제 효과는 녹차의 경우 catechin, 매실의 경우 ascorbic acid, flavonoid류, 페놀화합물 및 유기산 등의 작용으로 추정된다.

Bartsh 등³²⁾은 betel nut, 커피, 차 및 과일 주스와 같은 식품이 *in vitro* 상에서 N-nitroso 화합물의 생성을 저해시키며 주된 물질은 ascorbic acid와 페놀화합물이라 하였다.

Fig. 3은 실험식에 녹차 및 매실 추출물의 첨가량을 달리하여 인공소화시킨 후 NDMA 생성에 미치는 영향을 나타내었다. 녹차 및 매실 추출물의 첨가량이 많을수록 NDMA 생성억제 효과가 증가하여 20ml 첨가시 녹차 추출물은 57.9%, 매실 추출물은 48.4%의 억제효과를 보여 녹차 추출물이 매실 추출물에 비해 NDMA 생성 억제효과가 더 뛰어났다.

피망, 파인애플, 토마토, 딸기, 당근 및 셀러리 주스에 동일한 양의 ascorbic acid를 첨가하여 인체에 급여한 후 N-nitrosoproline(NPRO)의 배설량을 측정된 결과, 대조구에 비해 NPRO의 배설이 17% 낮게 나타났는데 NPRO의 주된 생성억제 물질은 ascorbic acid와 페놀화합물이라는 보고도 있다.³³⁾

요 약

녹차 및 매실추출물이 아질산염 소거, 전자 공여능 및 NDMA 생성 억제에 미치는 영향을 분석하고, 질산염과 아민이 풍부한 식단(CW)에 인공타액과 위액을 이용한 “simulated digestion”에서 확인하였다. 녹차와 매실 추출물의 아질산염 소거작용을 pH 1.2, 4.2 및 6.0에서 실험한 결과, pH가 낮을수록, 시료 첨가량이 많

을수록 효과적이었으며 pH 1.2에서 녹차 추출물 0.5ml 첨가시킬 경우 99.6%의 높은 소거작용을 나타내었고, 매실 추출물 3ml 첨가시 77.2%의 소거작용을 나타내었다. 녹차 및 매실 추출물의 전자공여 사용은 각각 70.6%, 75.1%로 높게 나타났다. 녹차와 매실 추출물의 NDMA 생성억제 효과는 pH 1.2에서 가장 뛰어났고, 시료량이 증가할수록 억제효과가 높아 3ml 첨가시에 82.1%와 73.2%의 억제효과를 나타내었다. 실험식이에 녹차 및 매실 추출물의 첨가량을 달리하여 인공소화시킬 때 NDMA 생성억제 효과는 시료 첨가량에 비례하여 각각 20ml첨가시 녹차 추출물은 57.9%, 매실 추출물은 48.4%의 NDMA 생성억제 효과를 나타내었다.

감사의 말

이 논문은 보건의료기술 연구개발사업(관리번호 : HMP-99-F-06-001, 식품 중 각종 위해요인의 위해성평가와 관리방안 수립에 관한 연구)의 연구비 지원에 의하여 수행된 결과의 일부이며 이에 감사하는 바입니다.

참고문헌

- Hotchkiss, J. H., Barbour, J. K. and Scanlan, R. A. : Analysis of malted barley of N-nitrosodimethylamine. *J. Agric. Food Chem.*, **28**, 678~684 (1980).
- Bogovski, P and Bogovski, S. : Animal species in which N-nitroso compounds induce cancer. *Inter. J. Cancer*, **27**, 471~474 (1981).
- Bartsh, H., Ohshima, H. and Pignatelli, B. : Inhibition of endogenous nitrosation : Mechanism and implications in human cancer prevention. *Mut. Res.*, **202**, 307~324 (1988).
- Macrae, R., Robinson, R. K. and Sadler, M. J. : Encyclopedia of food science food technology and nutrition. Academic Press Harcourt Brace Javanovich Publishers, vol. 5, pp. 3240~3249 (1993).
- Leaf, C. D., Wishnok, J. S. and Tannenbaum, S. R. : Mechanisms of endogenous nitrosation. *Cancer Surveys*, **8**, 323~334 (1989).
- Sen, N. P., Smith, D. C. and Schwinghamer, J. : Formation on N-nitrosamines from secondary amine and nitrite in human and animal gastric juice. *Fd. Cosmet. Toxicol.*, **7**, 301~307 (1969).
- Byers, T. and Perry, G. : Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu. Rev. Nutr.*, **12**, 135~159 (1992).
- Kyrtopoulos, S. A. : N-nitroso compound formation in human gastric juice. *Cancer Surveys*, **8**, 423~442 (1989).
- Forman, D. : Are nitrates a significant risk factor in human cancer?. *Cancer Surveys*, **8**, 443~458 (1989).
- Mirvish, S. S., Walcave, L., Eagen, M. and Shubik, P. : Ascorbate-nitrite reaction : possible means of blocking the formation of carcinogenic N-nitroso compounds. *Science*, **177**, 65~68 (1972).
- Massey, R. C., Crews, C., Davis, R. and Mcweeny, D. J. : A study of the competitive nitrosations of pyrrolidine, ascorbic acid, cysteine and ρ -cresol in a protein-based model system. *J. Sci. Food Agric.*, **29**, 815~821 (1978).
- Reddy, S. K., Gray, J. I., Price, J. F. and Wilken, W. F. : Inhibition of N-nitrosopyrrolidine in dry cured bacon by α -tocopherol-coated salt systems. *J. Food Sci.*, **47**, 1598~1602 (1982).
- Fiddler, W., Piotrowski, E. G., Pensabean, J. W., Doerr, R. C. and Wassermann, A. E. : Effect of sodium nitrite concentration on N-nitrosodimethylamine formation in frankfurters. *J. Food Sci.*, **37**, 668 (1972).
- Graham, H. N. : Green tea composition, consumption and polyphenol chemistry. *Pre. Med.*, **21**, 334 (1992).
- 堀内孝彦 : 緑茶に含まれる タンニン, (-)-epigallocatechin gallate による發癌プロモーションの抑制, 第45回 日本カソ學會總會, p. 6 (1986).
- 松本紘濟 : 梅の健康法. 東京, 文理書院, p. 210 (1984).
- 横田昌典 : 梅效用と療法. 東京, 日東書院, p. 41~50 (1988).
- Kato, H., Lee, I. E., Chuyen, N. V., Kim, S. B. and Hayase, F. : Inhibition of nitrosamine of formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.*, **51**(5), 1333 (1987).
- 강운환, 박용곤, 이동기 : 페놀성 화합물의 아질산염 소거능 및 전자공여작용. *한국식품과학회지*, **28**, 232~239 (1996).
- Blois, M. S. : Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature*, **181**, 1199~1200 (1958).
- Weng, Y. M. : Nitrosamine formation and mutagenicity of chinese-style salted fish treated with nitrite under simulated gastric digestion. The requirements for the Degree of Master of Science of Cornell Univ. (1989).
- Sung, N. J., Klausner, K. A. and Hotchkiss, J. H. : Influence of nitrate, ascorbic acid and nitrate reductase microorganisms on N-nitrosamine formation during Korean-Style Soysauce fermentation. *Food Additives and Contaminants*, **8**(30), 291~298 (1991).
- 여생규, 엄동민, 이동호, 안철우, 김선봉, 박영호 : 녹차 추출물의 아질산염 분해작용. *한국영양식량학회지*, **23** (2) : 287~292 (1994).
- 이수정 : 천연성분의 첨가가 염건조기의 인공소화시 N-nitrosamine의 생성과 돌연변이원성에 미치는 영향. 경향대학교 박사학위논문 (1999).
- 심기환, 성낙계, 최진상, 강갑석 : 매실의 성숙 중 주요성

- 분의 변화. *한국영양과학회지*, **18**(1), 101~108 (1989).
26. 정해정 : 고추씨 기름에 대한 다류 에탄올 추출물의 항산화 효과. *한국식품영양과학회지*, **28**(6), 1316~1320 (1999).
27. 정은재 : 1998. 석이버섯 용매 추출물의 항산화 및 아질산염 소거작용. *한국식품영양과학회지*, **11**(4), 426~430 (1998).
28. Nakamura, M. and Kawabata, T. : Effect of Japanese green tea on nitrosamine formation *in vitro*. *J. Food Sci.*, **46**, 306~307 (1981).
29. Challis, B. C. : Rapid nitrosation of phenols and its implication for health hazards from dietary nitrites. *Nature*, **244**, 466 (1973).
30. Walker, E. A., Pignatelli, B. and Friesen, M. : The role of phenols in catalysis of N-nitrosamine formation. *J. Sci. Food Agric.*, **33**, 81~88 (1982).
31. Davies, R., Massey, R. C. and McWeeny, D. J. : The catalysis of the N-nitrosation of secondary amines by nitrosophenols. *J. Food Chem.*, **6**, 115 (1980).
32. Bartsh, H., Ohshima, H. and Pignatelli, B. : Inhibition of endogenous nitrosation : Mechanism and implications in human cancer prevention. *Mut. Res.*, **202**, 307~324 (1988).
33. Helser, M. A. and Hotchkiss, J. H. : Comparison of phenolic and ascorbate on the inhibition of N-nitroso compound formation. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 129~132 (1994).

(2002년 2월 20일 접수)