J. Fd Hyg. Safety 19(3), 126–131 (2004)

유자 중 NDMA 생성억제에 영향을 미치는 인자의 검색

신정혜[1] · 이준열[1] · 조희숙[2] · 이수정[2] · 정경희[2] · 성낙주[2†]
[1]창신대학 호텔조리제빵과, [2]경상대학교 식품영양학과

Screening of Effective Factor to Inhibition of NDMA Formation in Yuza (*Citrus junos*)

Jung-Hye Shin[1], Jun-Yeal Lee[1], Hee-Sook Cho[2], Soo-Jung Lee[2], Keung-Hee Jung[2] and Nak-Ju Sung[2†]
[1]*Department of Hotel Curinary & Bakery, Changshin College, Masan, 630-522, Korea*
[2]*Department of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea*

ABSTRACT – This study was conducted to investigate of inhibition activity of yuza (*Citrus junos*) extracts and juice on nitrite scavenging and N-nitrosodimethylamine (NDMA) formation in model system. Yuza juice was separated into organic acid, ascorbate and phenolic portion using sep-pak C_{18} cartridge, respectively. Nitrite scavenging activity and inhibition of NDMA formation from yuza extract has shown higher inhibition with pH of reaction condition lower and amount of added sample more. And peel extract of yuza was higher than those of flesh extract. Nitrite scavenging activity was excellent juice portion rather than 3 portions. Of the 3 portions, its activity was the highest in the organic acid portion, and decreased in the following order; phenolic acid, ascorbate portion. Therefore, organic acid of yuza was suggested to expect effective inhibitor of NDMA formation.

Key words: Yuza(*Citrus junos*), nitrite scavenging activity, nitrosodimethylamine

식품 내에서 nitrosamine(NA)의 존재와 생성 가능성이 중요시 되는 이유는 NA와 그 전구물질이 식품내에 폭넓게 분포하고 있으며, 조리과정시 그 함량이 증가하거나 전구물질을 섭취하더라도 인체내에서 생성될 수 있으며, 특히 돌연변이성, 발암성 및 기형발생의 가능성이 있기 때문이다.[1)] 체내에서 NA는 diazoalkane으로 전환되어 핵산, 체단백질 및 기타 세포내의 성분을 알킬화시킴으로써 발암성을 나타낸다.[2)] NA의 주요 전구물질은 아민과 아질산염이며 이 중 아민은 1급, 2급 및 3급 아민 모두가 NA 생성에 관여하며 2급아민은 diazonium ion과 1급 아민의 반응에 의해 NA를 생성하거나 직접 그 자신이 NA 생성의 전구물질로 작용한다.[3,4)] 아질산염은 적절한 산성조건에서 nitrous acid(HNO_2)를 형성하며 계속해서 nitrous anhydride(N_2O_3), nitrous acidium ion(H_2ONO^+) 및 nitrosonium ion(NO^+)으로 전환되어 강력한 니트로소화 물질이 된다.[5)] 따라서 아질산염과 아민을 함유하고 있는 음식물을 동시에 섭취할 경우 위장 내에서 발암성 NA가 생성될 가능성은 매우 높아진다.

식품이나 체내에서 NA의 생성반응은 아민의 농도에 비례하며 아질산염 농도의 제곱에 비례하므로 아질산염과 반응할 수 있는 화합물에 의해 그 생성이 촉진되거나 억제될 수 있다.[6,7)] 폴리페놀 화합물은 그 수산기의 위치와 수에 의해 니트로소화를 촉진시키거나 억제하며, 아질산염과 페놀 화합물의 농도비는 1보다 작을 때 NA 생성억제능이 뛰어나며 1보다 클수록 NA 생성은 촉진되어진다.[8)] NA의 생성을 억제시키는 물질은 아질산염을 nitric oxide로 전환시키며 자신은 니트로소화 인자에 의해 산화되어 quinone으로 되는데,[9)] 이러한 기작은 반응용액의 pH, 아질산염과의 몰비 등에 따라 상당히 달라질 수 있다.[10)]

유자(yuza, *Citrus junos*)는 운향과 감귤류속에 속하는 식물류로써 신맛이 강하여 생식용보다 유자청 제조에 주로 이용되고 있으며 최근에는 유자주스의 이용으로 유자소비가 다소 증대되고 있다. 유자에 관한 연구는 유자의 가공분야[11,12)]와 생리활성 측면에서 비타민 C, flavonoids, carotenoids 및 페놀 화합물의 기능성이 연구되어져 있으며,[13)] 이러한 생리활성 물질은 식품의 조리과정 중 생성될 수 있는 발암성 NA의 생성억제에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다.[6,14)] 따라서 유자에 함유된 다량의 환원성 물질은 생체내, 특히 위장에서 NA 생성 및 억제반응의 변수로 작용하리라고 기대된다. 이에 따라 본 연구에서는 유자추출물 및 유자주스로부터 분리한 유기산, ascorbate 및 phenolic 획분을 이용하여

†Author to whom correspondence should be addressed.

아질산염의 소거에 미치는 영향을 반응계의 pH를 달리하여 실험하고 대표적인 NA 화합물인 N-nitrosodimethylamine (NDMA)의 생성에 미치는 영향을 알아보고자 *in vitro* 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

유자(yuza, *Citrus junos*)는 2002년 11월 경상남도 남해지역에서 완숙유자를 구입하였다. 유자는 흐르는 물에 깨끗이 씻은 후 물기를 제거한 다음 4등분하여 과피와 과육으로 분리하고 씨를 제거하였다. 분리된 과피와 과육은 각각 두께 0.5 cm 이하로 세절한 다음 각 시료 100 g에 증류수 400 ml를 가하여 60°C의 수욕상에서 4시간 환류냉각하였다. 2회 반복추출하여 원심분리(4,500 rpm × 15 min.)한 상등액을 진공농축하여 50 ml로 정용한 것을 물추출물로 하였고, 시료 각 100 g에 95% 메탄올 400 ml를 가하여 동일한 방법으로 처리한 것을 메탄올 추출물로 하여 분석용 시료로 사용하였다.

씨를 제거한 과육과 과피를 혼합하여 착즙기로 착즙한 후 원심분리(4,500 rpm × 15 min.)한 상등액을 유자주스로 하여 각 획분의 분획물 제조를 위한 시료로 사용하였다.

유자주스로부터 유기산 획분의 분획

상기의 유자주스를 Jayaprakasha와 Sakariah[15]의 방법을 응용하여 2N HCl로 활성화시킨 양이온 교환수지(Dowex 50W^{-}×8, 50~100 mesh, H^{+})에 통과시킨 후 증류수에 용리시킨 것을 유기산 획분으로 하였다.

유자주스로부터 ascorbate 및 phenolic 획분의 분획

유자주스에 2 N HCl을 첨가하여 pH 2.5로 조정한 후 원심분리한 상층액을 Seo와 Morr[16]의 방법에 따라 메탄올, 3차 증류수 및 0.01 N HCl 각 5 ml로 미리 활성화시킨 sep-pak C_{18} cartridge에 통과시켰다. 이때 sep-pak을 통과한 용액을 ascorbate 획분으로 하였고, sep-pak에 잔존하는 물질을 0.01 N HCl로 세척한 후 75% 메탄올 5 ml로 용리시킨 것을 phenolic 획분으로 하였다.

아질산염 소거능 측정

Gray 등[17]의 방법에 따라 1 mM 아질산나트륨 용액 1 ml에 시료액을 첨가하고, 0.1 N HCl 완충액 및 0.2 M 구연산 완충액으로 각각 반응용액을 pH 1.2 및 4.2로 조정한 다음 반응용액의 총 부피를 10 ml로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액 1 ml를 취하여 2% 초산용액 5 ml, 30% 초산용액으로 조제한 Griess 시약을 차례로 가하여 잘 혼합한 다음, 실온에서 15분간 방치시킨 후 분광광도계로 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산량을 산출하였다. 아질산염 소거능은 시료의 첨가 전·후에 잔존하는 아질산염의 백분율(%)로써 나타내었다.

NDMA 생성억제능 측정

NDMA 생성억제능은 Helser와 Hotchkiss[18]의 방법을 응용하여 100 mM 아질산나트륨 용액 1 ml에 시료액, 200 mM dimethylamine(DMA)용액 0.5 ml를 차례로 가한 후 상기의 완충액으로 각각 pH 1.2 및 4.2로 조정한 다음 총 부피를 10 ml로하여 37°C에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 ammonium sulfamate를 가하여 반응을 정지시키고 dichloromethane 1 ml를 첨가하여 반응용액 중에 생성된 NDMA를 추출하여 Gas Chromatography(GC, model 5890A, Hewlet-Packard, USA)-Thermal Energy Analyzer(TEA, model 543, Thermo Electron Corp., Waltham, MA)에 주입시켜 분석하였다. GC-TEA의 칼럼은 10% carbowax 20M/ 80~100 chromosorb WHP로 충전한 glass칼럼을 사용하였고, oven온도는 130~180°C(5°C/min)로 하였으며 injection port, pyrolizer 및 interface 온도는 각각 180°C, 550°C 및 200°C로 조정하였으며, 압력은 1 mmHg, He가스의 유속은 25 ml/min으로 하였다. 대조구는 시료액 대신 동량의 증류수를 사용하였으며, NDMA 생성억제능은 대조구에 대한 peak의 백분율(%)로써 환산하였다.

결과 및 고찰

유자 추출물의 아질산염 소거능 및 NDMA 생성억제능

유자 과육 및 과피를 물과 95% 메탄올로 각각 추출하여 NA의 생성 전구물질인 아질산염에 대한 소거능과 발암성 NDMA 생성에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 1과 같다. pH 1.2 및 4.2의 반응조건에서 시료액 대신 증류수를 첨가한 대조구의 아질산 및 NDMA 생성량을 100%으로 하였을 때, 시료액의 첨가량이 증가하고 반응용액의 pH가 산성영역일수록 아질산염 소거능 및 NDMA 생성억제능은 높게 나타났다. pH 1.2의 반응조건에서 3 ml 이상의 시료액 첨가시 아질산염 소거능은 92.0% 이상이었으며 특히 유자과육의 물추출물을 10 ml 첨가시 98.3±4.2%로 가장 높았다. pH 4.2의 반응조건에서 아질산염 소거능은 40.1±2.1~75.3±2.4%로 과육보다 과피 추출물에서 아질산염 소거능이 다소 높게 나타났다. 유자 추출물의 추출용매에 따른 차이는 미미하였다.

NDMA 생성억제능은 pH 1.2에서 10.5±0.8~39.5±3.1%,

Table 1. Effect of water and MeOH-soluble extracts from yuza on Nitrite-scavenging activity and inhibition rate of NDMA formation in different pH reaction system

Sample	Extract	Added amount (ml)[1)]	Nitrite-scavenging activity(%)		Inhibition rate of NDMA formation(%)	
			pH 1.2	pH 4.2	pH 1.2	pH 4.2
Yuza flesh	water	1	88.2±3.5[2)]	40.1±2.1	12.2±1.5	0.8±0.5
		3	92.2±4.1	50.2±3.5	23.1±1.9	10.3±1.1
		10	98.3±4.2	71.2±2.9	30.8±2.2	13.2±2.1
	MeOH	1	89.2±2.1	39.5±2.1	10.5±0.8	3.1±2.6
		3	95.4±3.1	60.2±2.5	17.2±2.2	15.5±2.1
		10	97.2±2.0	72.1±2.6	30.2±3.1	18.2±2.9
Yuza peel	water	1	91.2±1.2	45.1±2.1	18.2±1.8	9.1±1.6
		3	95.2±0.8	63.2±1.2	23.1±2.5	13.2±2.2
		10	97.3±2.9	75.3±2.4	39.5±3.1	18.2±2.2
	MeOH	1	89.7±0.9	58.2±1.7	15.3±2.8	9.2±1.7
		3	95.2±1.3	70.2±2.0	20.2±3.1	11.2±2.3
		10	97.8±1.4	72.1±1.9	35.2±3.5	15.7±3.1

[1)] Added amounts of 3 and 10 ml were vaccum evaporated to 1 ml before the nitrite scavenging activity and nitrosation assay.
[2)] All datas are mean±SD of triplicates determinations.

pH 4.2에서는 0.8±0.5~18.2±2.9%였으며 시료의 첨가량에 따라 생성억제능이 높아져 아질산염 소거능과 일치하는 경향을 나타내었다. pH 4.2에서 과육 물추출물 1 ml 첨가시 0.8±0.5%의 생성억제능을 나타내었으나 과피 물추출물 1 ml 첨가시에는 9.1±1.6%였으며 메탄올 추출물에서도 1 ml의 과육 및 과피 추출물을 첨가했을 때 각각 3.1±2.6% 및 9.2±1.7%의 생성억제능을 나타내어 NDMA 생성억제능은 과육에 비하여 과피에서 더 높게 나타났다.

Song 등[19)]은 감귤류 주스의 아질산염 소거능이 pH 2.5의 반응용액 중에서 50% 이상으로 활성을 나타낸 이유로 시료에 함유된 비타민 C 및, 페놀 화합물의 작용때문이라고 하였다. 야채 및 과실 주스에 함유된 비타민 C의 함량과 NDMA 생성관계에 있어서 비타민 C의 함량이 낮은 레몬에서 NDMA 생성억제능이 가장 높게 나타나 레몬에는 비타민 C 이외에 NDMA생성억제에 영향을 주는 다른 물질이 있는 것으로 보고되어져 있다.[20)] 밀의 배아는 pH 2.5의 반응조건에서 아질산염 소거능이 비타민 C의 효력과 유사하였으며, 이는 배아에 함유된 ferulic acid에 기인된 결과로 보고되어 있다.[21)] pH 1.2의 강산성영역에서 아질산염의 소거능은 플라보노이드류보다 페놀산류에 의한 영향이 더 크게 작용하는데,[9)] 커피 중에 함유된 caffeic acid 및 ferulic acid는 산성의 반응조건에서 아질산염과 급속히 반응하여 이를 분해시킴으로써 NA의 생성이 감소된 것으로 보고되어 있다.[22)] 유자에는 citric acid, oxalic acid, succinic acid, malic acid 및 malonic acid 등의 유기산이 다량 함유되어 있으며,[23)] Lee 등[24)]은 매실 주스의 아질산염 소거 및 NDMA 생성억제에 영향을 주는 주된 물질은 유기산으로 특히 citric acid의 효과가 가장 크다고 보고한 바 있다. 따라서 유자 추출물의 아질산염 소거능 및 NDMA 생성억제능은 유자에 함유된 비타민 C, 페놀성 화합물 및 유기산의 상호작용인 것으로 생각된다.

유자주스, 유기산, ascorbate 및 phenolic 획분의 아질산염 소거능 및 NDMA 생성 억제능

유자 중 아질산염 소거 및 NDMA 생성억제 활성을 나타내는 유효성분을 알아보고자 유자주스와 유자주스로부터 sep-pak C_{18} cartridge를 사용하여 분획한 유기산, ascorbate 및 phenolic 획분을 pH를 달리한 반응조건에서 아질산염 소거능 및 NDMA 생성에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 아질산염 소거능 및 NDMA 생성억제능은 시료의 첨가량이 증가함에 따라 상승되었으며, pH 4.2보다 pH 1.2의 반응조건에서 활성이 더 우수하였다. 아질산염 소거능은 pH 1.2에서 주스를 첨가한 경우에 92.2±3.2~98.2±3.4%, 유기산 획분을 첨가한 경우에 81.2±2.5~86.2±2.3%, ascorbate 획분은 70.4±3.1~77.2±2.1%, phenolic 획분은 70.2±2.1~80.4±1.9%로 나타나 주스를 첨가한 경우에 아질산염 소거능이 가장 뛰어났으며, 획분을 첨가한 경우에는 유기산 획분에서 활성이 가장 우수하였고 다음으로 phenolic 획분 및 ascorbate 획분 순이었다.

NDMA 생성억제능은 pH 1.2에서 주스를 첨가했을 때 39.4±1.6~73.5±1.2%, 유기산 획분은 58.7±2.2~71.3±3.1%, ascorbate 획분은 32.1±2.1~59.7±0.9%, phenolic 획

Table 2. Influence of juice, organic acid, ascorbate and phenolic portion from yuza juice on nitrite-scavenging activity and inhibition rate of NDMA formation in different pH reaction system

Portion of sample	Added amount (ml)[1)]	Nitrite-scavenging activity(%)		Inhibition rate of NDMA formation(%)	
		pH 1.2	pH 4.2	pH 1.2	pH 4.2
Juice	1	92.2±3.2[2)]	60.1±2.4	39.4±1.6	10.18±2.1
	3	95.3±2.1	65.3±1.5	58.5±0.8	18.2±4.1
	10	98.2±3.4	72.4±1.9	73.5±1.2	22.1±2.1
Organic acid	1	81.2±2.5	50.2±1.2	58.7±2.2	32.1±0.5
	3	83.4±3.0	55.3±2.2	70.2±2.5	35.2±1.2
	10	86.2±2.3	59.6±3.2	71.3±3.1	37.4±0.5
Ascorbate	1	70.4±3.1	41.2±2.5	32.1±2.1	21.0±0.9
	3	72.6±2.1	42.5±1.3	36.7±1.2	23.2±1.2
	10	77.2±2.1	45.2±1.8	59.7±0.9	25.2±2.2
Phenolic	1	70.2±2.1	41.0±2.1	40.2±1.1	18.0±2.2
	3	73.1±3.3	48.4±1.2	65.2±2.2	24.1±3.1
	10	80.4±1.9	55.3±2.3	68.4±3.1	24.2±1.1

[1)] Added amounts of 3 and 10 ml were vaccum evaporated to 1 ml before the nitrite scavenging activity and nitrosation assay.
[2)] All datas are mean ± SD of triplicates determinations.

분은 40.2±1.1~68.4±3.1%로 아질산염 소거능과 유사한 경향이었으며 아질산염의 소거능이 높을수록 NDMA 생성억제능이 상승하였으나 시료의 첨가량에 정비례하지는 않았다.

5종의 감귤류 주스로부터 분획한 ascorbate 및 phenolic 획분의 아질산염 소거 및 NDMA 생성에 미치는 영향을 분석한 결과에서 아질산염 소거능은 모든 획분의 첨가시에 우수하였으나, NDMA 생성은 ascorbate 획분 첨가시에 오히려 촉진되었으며 phenolic 획분 첨가시에는 시료의 첨가량 및 반응용액의 산성도에 따라 NDMA 생성이 억제되어 pH 2.5의 반응계에서는 무려 90% 이상의 NDMA 생성억제능이 나타나 감귤류에 함유된 페놀 화합물 및 유기산이 NA 생성억제에 주된 유효물질인 것으로 보고되어 있다.[25)] 한편, Kang 등[9)]은 여러종류의 페놀성 물질을 이용한 아질산염 소거능의 측정에서 hesperidin 및 naringin 등의 플라보노이드 화합물이 페놀산류에 비해 소거능이 낮았다고 보고한 바 있다. Lee[26)]는 매실의 유기산 및 phenolic 획분을 이용하여 NDMA 생성억제능을 실험한 결과 매실의 phenolic 획분은 NDMA 생성을 촉진시켰으나 유기산 획분은 NDMA 생성을 억제하여 매실의 NDMA 생성억제는 citric acid에 기인된 결과라고 보고하였다.

페놀성 화합물 중 phenol, guaiacol 및 resorcinol 등은 니트로소화 반응을 촉진시키며,[8)] 유기산 및 당질과 같은 γ-pyrone 구조를 가지는 화합물은 NA 생성반응을 억제시키는 것으로 알려져 있다.[27)] DMA가 공존하는 반응계에서 아질산염은 시료중에 함유된 물질보다 DMA와의 반응성이 더 크기 때문에[28)] 비록 아질산염의 소거작용이 우수한 물질이라 하더라도 DMA와의 반응으로 인해 아질산염의 소거능이 감소되어진다. 따라서 동일한 조건에서 DMA가 존재할 경우 아질산염의 소거능은 감소되므로 NDMA의 생성억제능은 아질산염의 소거능에 비해 훨씬 낮은 활성으로 나타난다. 이는 아질산염과 DMA와의 반응계에 1~2 ml의 녹차추출물을 첨가했을 때 NDMA 생성량이 가장 높았고 7~8 ml로 첨가한 경우 비로소 NDMA 생성이 저해되었다는 보고[29)]로 미루어 보아 NDMA 생성억제능을 가지는 물질이라 하더라도 일정 농도 이상으로 존재할 경우에 비로소 활성을 나타낼 수 있기 때문이다.

이상의 결과로 유자의 아질산염 소거 및 NDMA 생성억제능은 유자에 함유된 유기산, 페놀성 화합물 및 ascorbic acid의 상호작용에 기인되며, 특히 유자 과피추출물 및 유기산 획분에서 활성이 다소 높았던 점으로 볼 때 주된 유효물질은 유기산인 것으로 판단된다.

국문요약

유자추출물 및 유자주스와 유자주스의 유기산, ascorbate 및 pheolic 획분을 이용하여 nitrosamine(NA) 생성의 주요 전구물질인 아질산염의 소거능과 N-nitrosodimethylamine(NDMA)의 생성에 미치는 영향을 분석하였다. pH 1.2와 4.2의 반응계에서 아질산염 소거능과 NDMA 생성억제능은 시료 첨가량이 증가함에 따라 반응계의 pH가 산성영역일수록 더 높은 활성을 보였다. 유자 과육 및 과피추출물을 첨가한 경우 아질산염 소거능 및 NDMA 생성억제능은 과피추출물에서 다소 높은 활성을 보였다. 유자주스와 각 획분의 아질산염 소거능은 pH 1.2에서 주스를 첨가한 경우에 92.2±3.2~98.2±3.4%로 가장 높았으며, 다음으로 유기산 획분, phenolic 획분 및 ascorbate 획분의 순으로 나타났다. 유자로부터 NDMA 생성억제에 주된 영향을 주는 물질은 유기산인 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Druckrey, H., Pressmann, R., Ivankovic, S. and Schmahl, D.: Organotropic carcinogenic effects of 65 various N-nitroso compounds on BD rats. *Zeitscrift Fur Krebsforschung,* **69**, 103-201 (1967).
2. Bartsh, H. Ohshima, H. and Pignatelli, B.: Inhibition of endogenous nitrosation: Mechanism and implications in human cancer prevention. *Mut Res.,* **202**, 307-324 (1988).
3. Ridd, J.H.: Nitrosation, diazotization and deamination. *Q. Rev. Chem. Soc.*, **15**, 418 (1961).
4. Warthesem, J.J., Scanlan, R.A., Bills, D.D. and Libbey, L.M.: Formation of hetero cyclic N-nitrosamines from the reaction of nitrite and selected primary diamines and amino acids. *J. Agric. Food Chem.,* **23**, 898 (1975).
5. Fan, T.Y. and Tannenbaum, S.R.: Factors influencing the rate of formation of nitrosomorpholine from morpholine and nitrite. - accelation by thiocyanate and other anions. *J. Agric. Food Chem.*, **21**, 237-240 (1973).
6. Cooney, R.V. and Ross, P.D.: N-nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqeous solution. - Effect of vanillin and related phenols, *J. Agric. Food Chem*., **35**, 789-793 (1987).
7. Pignatelli, B., Bereziat, J.C., Descotes, G. and Bartsch, H.: Catalysis of nitrosation *in vitro* and *in vivo* in rats by catechin and resorcinol and inhibition by chlorogenic acid. *Carcinogenesis*, **3**, 1045-1049 (1982).
8. Walker, E.A., Pignatelli, B. and Friesen, M.: The role of phenols in catalysis of nitrosamine formation. *J sic. food Agric.,* **33**, 81-88 (1982).
9. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, G.D.: The Nitrite Scavenging and Electron Donating Ability of phenolic Compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **28**, 232-239 (1996).
10. Fox, J.B. and Ackerman, S.A.: Formation of nitric oxide myoglobin-Mechanisms of the reaction with various reductants. *J. Food Sci.*, **33**, 364 (1968).
11. Lee, Y.C., Kim, I.H., Jeong, J.W., Kim, H.K. and Park, M.H.: Chemical characteristics of citron (*Citrus junos*) juice. *Koran J. Food Sci. Technol.,* **26**, 552-556 (1994).
12. Jeoung J.W., Kwon, D.J., Hwang, J.B. and Jo, Y.J.: Influence of the extraction method on quality of citron juice. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **26**, 704-708 (1994).
13. Cha, J.Y. and Cho, Y.S.: Biofunctional activities of citrus flavonoids. *J. Korean Soc. Agric. Chem, Biotechnol.* **44**, 122-128 (2001).
14. Kato, H., Lee, I.E., Chuyen, N.V., Kim, S.B. and Hayase, F.: Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.,* **51**, 1333-1338 (1987).
15. Jayaprakasha, G.K. and Sakariah, K.K.: Determination of organic acids in leaves and rinds of Garcinia indica (Desr.) by LC. *Journal of Pharmaceutical and Bio-medical Analysis,* **28**, 379-384 (2002).
16. Seo, M. and Morr, C.V.: Improved high performance liquid chromatographic analysis of acids and isoflavonoids from soybean protein products. *J. Agric. Food Chem*., **32**, 530-533 (1984).
17. Gray, J.J., Redy, S.K., Drice, J.F., Mandagerre, A. and Wilkens, W.F.: Inhibition of N-nitrosamines in bacon. *Food Tech.*, **36**, 39-41 (1982).
18. Helser, M.A. and Hotchkiss, J.H.: Comparison of tomato phenolic acid and ascorbic acid fractions on the inhibition of N-nitroso compound formation. *J. Agric. Food Chem*., **42**, 129-132 (1984).
19. Song, M.H., Shin, J.H., Sung, N.J.: The effect of citrus juice on nitrite scavenging and NDMA formation. *J. Inst. Agri. & Fishery Develop. Gyeongsang Nat'l. Univ.*, 19, 7-14 (2000).
20. 阿知弓子, 桶廻博重, 賀田恒夫, 小宮孝志: 青果物ジュスの ニトロソジメチルアミン生成抑制. *日本食品料學工學會誌*, **44**, 50-54 (1997).
21. Moller, M.E., Dahl, R. and Bockman, O.D.: A possible role of the dietary fiber product, wheat bran, as a nitrite scavenger.

Fd. Chem. Toxic., **26**, 841-845 (1988).
22. Challis, B. and Bartlett, C.D.: Possible cocarcinogenic effect of coffee constituents. *Nature*, **254**, 532 (1975).
23. Jung, J.H.: Studies on the chemical compositions of *Citrus junos* in Korea. *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **17**, 63-80 (1974).
24. Lee S.J., Chung, M.J., Shin, J.H. and Sung N.J.: Effect of natural plant components on the nitrite scavenging. *J. Fd Hyg. Safety*, **15**, 88-94 (2000).
25. Song, M.H., Lee S.J., Shin, J.H., Choi S.Y. and Sung N.J.: Effect of the N-nitrosodimethylamine formation in ascorbate and phenolic portion from citrus juice. *Korean J. Food & Nutr.*. **15**, 97-103 (2002).
26. Lee, S. J.: Effect of N-nitrosamine formation and mutagenicity in salted and dried yellow corvenia treated with extracts of natural components under simulated gastric digestion. Ph. D. thesis, Gyeongsang National Univ. (1999).
27. Fox, J.B.: The chemistry of meat pigment. *J. Agric. Food Chem.*, **14**, 207 (1966).
28. Yeo, S.G, Yeum, D.M., Lee D.H., Ahn, C.W., Kim, S.B. and Park, Y.H.: The nitrite scavenging effects by component of green tea extracts. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 287-292 (1994).
29. Nakamura, M. and Kawabata, T.: Effect of Japanese green tea on Nitrosamine formation *in vitro*. *J. Food Sci.*, **46**, 306-307 (1981).