Korean J. Food & Nutr. Vol. 15. No. 2, 97 ~ 103 (2002)

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION
한국식품영양학회

감귤류의 Ascorbate 및 Phenolic 획분이 N-nitrosodimethylamine의 생성에 미치는 영향

송미향 · 이수정 · 신정혜 · 최선영 · 성낙주†
경상대학교 식품영양학과, 농업생명과학연구원

Effect of the N-nitrosodimethylamine Formation in Ascorbate and Phenolic Portions from Citrus Juice

Mi-Hyang Song, Soo-Jung Lee, Jung-Hye Shin, Sun-Young Choi and Nak-Ju Sung
Dept. of Foods and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

Five citrus juices were separated into a ascorbate and phenolic portion using sep-pak C_{18} cartridge, respectively, in order to elucidate the nitrite scavenging effect and N-nitrosodimethylamine(NDMA) formation in model system. The nitrite scavenging effect of ascorbate portion from citrus juices, in the different pH, when added with 5ml were 79.9 ~ 98.6% under the condition of pH 2.5, 48.5 ~ 86.3% at pH 4.2 and lower than 35.2% at pH 6.0. The nitrite scavenging effect was excellent phenolic portion rather than ascorbate portion. Particularly, the effect was more 2 times than ascorbate portion under the reaction condition of pH 6.0. When added the phenolic portion in the reaction mixture, NDMA formation was inhibited 92.8% or more in kum quat, mandarin orange and sweet orange juices. But the ascorbate portion was a negative response of the inhibition of NDMA formation. The inhibition on NDMA formation in citrus juice may be due to phenolic compounds were reacted.

Key words : citrus juice, nitrite scavenging, NDMA.

서 론

Ascorbate, flavonoid 및 polyphenol 화합물은 식품의 조리과정 중 생성되는 발암성 물질인 N-nitrosamine (NA)의 생성억제에 효과가 있음이 이미 보고되어져 있다[1~3]. Fiddler 등[1]은 ascorbate, sodium ascorbate 및 sodium isoascorbate가 아질산과의 반응에서 아질산을 급속히 환원시켜 산화질소를 생성하고, 동시에 자신은 dehydroxyascorbate로 됨으로써 NA의 생성을 저해시킨다고 하였다. 토마토 추출물로부터 분획된 ascorbate와 phenolic 획분은 N-nitrosomorpholine(NMOR)의 생성을 억제시키며, 이들 phenol화합물 중 주된 작용물질은 ρ-coumaric acid로 밝혀져 있다[4]. 또한 phenol 화합물로서 hydroquinone, catechol 및 chlorogenic acid 등은 NA 생성을 억제시키나 phenol, guaiacol 및 resorcinol은 NA 생성을 촉진시키는 것으로 보고되어 있는데[3,5], phenol화합물은 수산기의 위치와 수에 의해 니트로소화를 촉진시키거나 억제시키며 이런 작용은 반응용액의 pH, 기질의 농도 및 아질산염과의 몰비 등에 의해 좌우된다. NA 생성억제에 대한 아질산염과 phenol화합물의 농도비는 1보다 작을 때 억제효과가 우수하며, 1보다 클수록 NA의 생성은 촉진되어 phenol 화합물과 아질산염의 상호반응으로 C-nitroso유도체를 형성함으로써 NA 생성 및 억제반응에 관여한다[6].

† Corresponding author : Nak-Ju Sung

NA는 식품내 고유의 성분인 아질산염과의 상호반응에 의하여 생성되며[7], formaldehyde나 장내 세균과 같은 적절한 촉매제가 있을 경우 중성이나 알칼리성 영역뿐 아니라, 사람의 위장내 pH에서도 생성 가능성이 높다는 것이 증명됨에 따라 NA 생성을 억제시키기 위해서는 전구체를 다른 물질로 전환시키거나 분해시킴으로써 NA 생성을 방지하는 것이 무엇보다 중요하리라 생각된다[8,9].

본 실험은 식품 및 생체내에서 NA의 효과적인 저해에 있어 가장 직접적인 요인인 아질산을 분해시키는 것이 NA 생성억제와 밀접한 관련이 있는 것으로 사료되어 시각, 미각 및 후각적 기호성을 충족시키는 식품으로 선호도가 높은 감귤류를 sep-pak C_{18} cartridge를 사용하여 ascorbate 및 phenolic 획분으로 분획한 후 pH에 따른 아질산염 소거 및 N-nitrosodimethylamine (NDMA) 생성에 미치는 영향을 분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

감귤류는 자몽(*Citrus paradisi*, Grapefruits), 레몬(*Citrus limonium*, Lemon), 금귤(*Fortunella mararita*, Kum quat), 밀감(*Citrus unshium*, Mandarin orange) 및 오렌지(*Citrus sinensis*, Sweet orange)를 진주시 중앙시장에서 신선한 것을 구입하여 흐르는 수도수에 깨끗이 씻어 물기를 제거한 다음 금귤을 제외한 자몽, 레몬, 밀감 및 오렌지는 과육만 착즙하여 원심분리한 상층액을 "쥬스"로 하여 실험재료로 사용하였다.

2. 감귤류 쥬스로부터 Ascorbate 및 Phenolic 획분의 분획

상기 쥬스에 2N HCl을 첨가하여 pH 2.5로 조정한 후 원심분리한 상층액을 Seo와 Morr[10]의 방법에 따라 100% 메탄올 5ml, 3차 증류수 5ml 및 0.01N HCl 5ml로 미리 활성화시킨 sep-pak C_{18} cartridge에 통과시켜 얻은 용액을 ascorbate 획분으로 하였고, sep-pak에 잔존하는 물질을 0.01N HCl로 세척한 후 75% 메탄올 5ml로 용리시킨 것을 phenolic 획분으로 하였다.

3. 아질산염 소거작용

1mM 아질산나트륨 용액 1ml에 자몽, 레몬, 금귤, 밀감 및 오렌지 쥬스의 ascorbate 및 phenolic 획분을 농도별로 첨가하고, 0.1N HCl 및 0.2M 구연산 완충액으로 반응용액의 pH를 각각 pH 2.5, 4.2 및 6.0으로 조정한 다음 반응용액의 총 부피를 10ml로 하였다. 이 용액을 37℃에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액을 1ml 취하여 2% acetic acid 5ml, 30% 초산용액으로 용해한 Griess 시약을 차례로 가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 분광광도계로 520nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산량을 산출하였다. 아질산염 소거능은 시료의 첨가 전 · 후에 잔존하는 아질산염의 백분율(%)로써 나타내었다.

4. NDMA 생성억제 효과

NDMA 생성억제 효과는 100mM 아질산나트륨 용액 1ml에 각 시료쥬스의 ascorbate 및 phenolic 획분을 농도별로 첨가한 후 0.1N HCl 및 0.2M 구연산 완충액으로 각각 조제한 200mM dimethylamine(DMA)용액을 0.5ml 가하고 상기 완충액으로 총 부피를 10ml로 한 후 37℃에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 ammonium sulfamate를 가하여 반응을 정지시키고 dichloromethane(DCM) 1ml를 가하여 반응용액 중의 NDMA를 추출한 후 회수한 DCM층을 무수황산나트륨으로 탈수시켜 GC-TEA로 NDMA를 분석하였다. GC-TEA 조건은 oven온도를 130~180℃(5℃/min)로 하여 10% carbowax 20M/ 80-100 chromosorb WHP로 충전한 칼럼을 이용하였고, injection port온도는 180℃, pyrolizer온도는 550℃, interface온도는 200℃, 압력은 1mmHg, He가스의 유속은 25ml/min으로 하였다. NDMA 생성억제 효과는 시료의 첨가 전 · 후에 나타나는 peak의 백분율(%)로써 환산하였다.

결과 및 고찰

1. 감귤류쥬스의 Ascorbate 및 Phenolic 획분의 아질산염 소거능

Sep-pak C_{18} cartridge를 사용하여 감귤류쥬스로부터 분획한 ascorbate 및 phenolic 획분의 아질산염 소거능을 pH 2.5, 4.2 및 6.0의 반응조건에서 실시한 결과는 Fig. 1 및 2에 나타난 바와 같다. 각 시료의 아질산염 소거능은 이 등[11]이 보고한 결과와 같이 pH가 낮아질수록, 시료의 첨가량이 많아질수록 아질산염의 소거능이 우수한 것으로 나타났으며, 전반적으로 phenolic 획분이 ascorbate 획분에 비해 높은 소거능을 나타내었다. 각 시료쥬스의 ascorbate 획분을 pH 2.5의 반응용액에 5ml 첨가했을 때 아질산염 소거능은 79.9~98.6%였고, pH 4.2의 약산성에서는 시료의 첨가량이 많아질수록 소거능이 증가하여 각 시료쥬스의 ascorbate 획분을 5ml 첨가시에 48.5~86.3%의 범위였으나 pH 2.5의 강산성 조건보다는 소거능이 다소 낮았다. pH 60에서

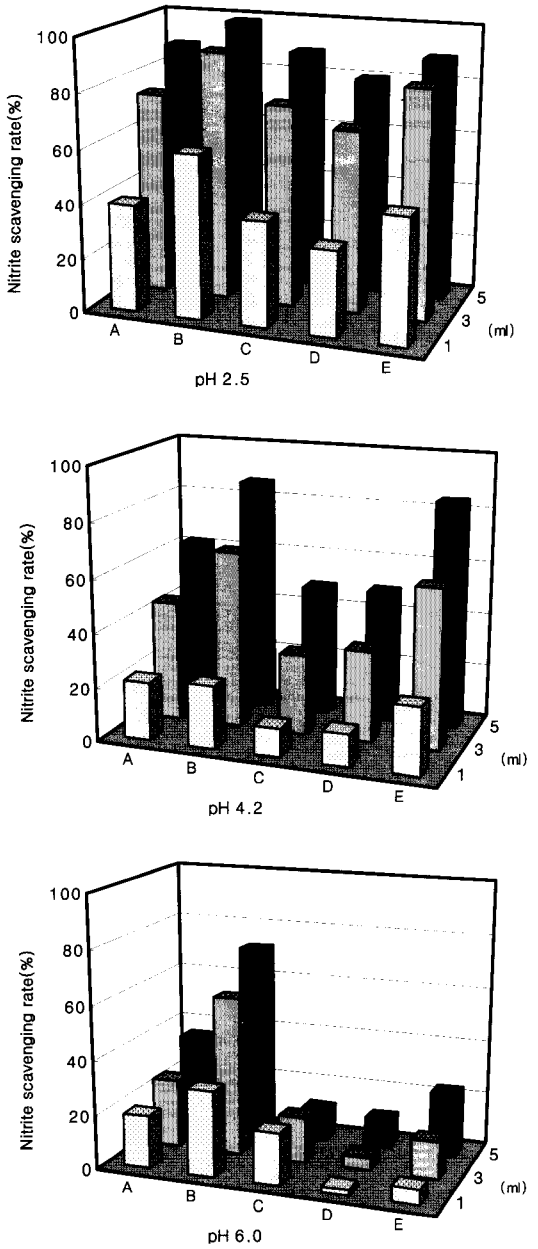

Fig. 1. Nitrite scavenging effect of ascorbate portion isolated from citrus juice under different pH(A: Grapefruits, B: Lemon, C: Kum quat, D: Mandarin orange, E: Sweet orange).

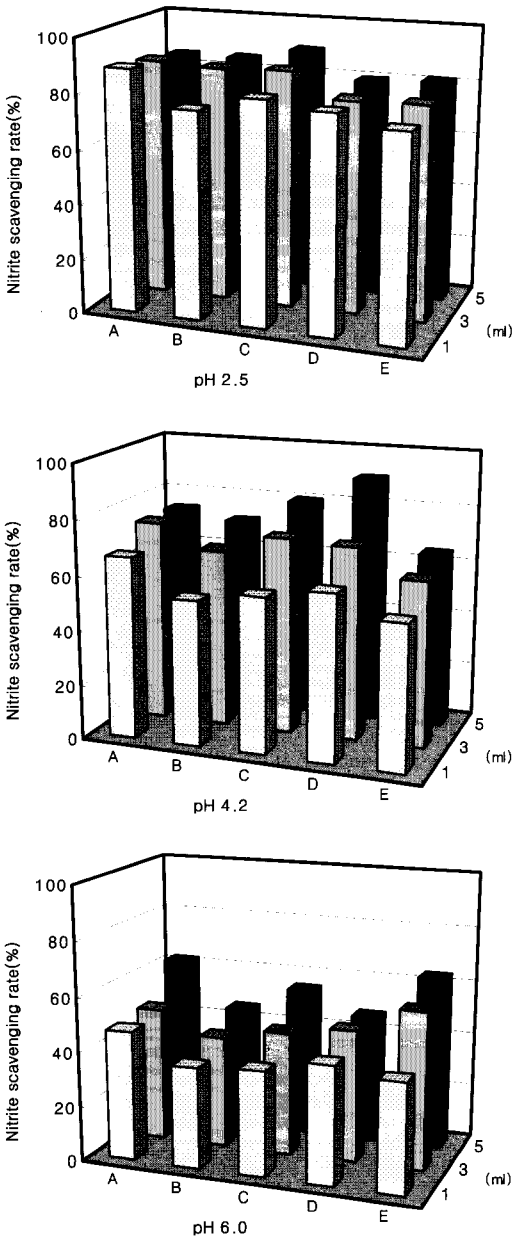

Fig. 2. Nitrite scavenging effect of phenolic portion isolated from citrus juice under different pH(A: Grapefruits, B: Lemon, C: Kum quat, D: Mandarin orange, E: Sweet orange).

는 레몬 쥬스의 ascorbate 획분을 제외한 다른 시료의 첨가구에서 11.6~35.2% 범위로 낮은 소거능을 보여 시료간에 차이는 있으나, 반응용액의 pH가 증가할수록 아질산염 소거능은 대체로 감소하는 경향이었다.

감귤류쥬스 phenolic 획분의 아질산염 소거능은 pH 2.5에서 시료의 종류 및 첨가량에 관계없이 75.0~89.5 %였다. pH 4.2에서는 밀감쥬스의 phenolic 획분을 5ml 첨가한 경우에 90.0%로 가장 높았고 다음으로 금귤쥬스(80.0%)의 순이었다. pH 6.0에서는 오렌지, 자몽 및 금귤쥬스의 phenolic 획분을 각각 5ml씩 첨가하였을 때 50% 이상의 아질산염 소거능을 보였으며, 특히 pH 6.0에서는 이들 시료의 ascorbate 획분과 비교해 볼 때 2배 이상으로 높은 아질산염 소거능을 나타내었다.

Kurechi 등[12]은 일본산 무즙의 아질산염 소거능이 19.9~31.8%이었는데, 이는 시료중의 ascorbate보다 phenol 화합물의 작용이 주요인이라고 고찰한 바 있

다.이 등[11]은 16종의 천연 식물류를 대상으로 아질산염 소거능을 실험한 결과 차류, 약용식물류 및 해조류 추출물을 pH 1.2의 반응용액에 첨가할 경우 18~100%, 토마토, 매실, 자두 및 포도 쥬스 첨가시에는 pH 1.2에서 58~100%, pH 4.2에서 29~100%, pH 6.0에서 18~82%로써 산성 pH 영역에서 시료의 첨가량이 많아질수록 아질산염이 효과적으로 분해되는데, 그 이유로 시료 중에 존재하는 ascorbate, phenol 화합물, 황화합물, 유기산 및 식이섬유가 주된 작용을 하기 때문이라고 하였다. 황화합물 중 sulfoxide와 bisulfite는 아질산을 NO로 환원시키며 sulfamic acid는 < pH 2에서 아질산을 N_2로 환원시킴으로써 니트로소화를 저해시킨다[13]. 또 총 페놀화합물이 다량으로 함유된 시료일수록 산성 pH 영역에서 아질산염의 소거능이 높으며 반응용액의 pH가 증가할수록 효과는 낮았다고 하였다.

Lee와 Choi[14]는 catechin, chlorogenic acid, morin, luteolin, naringenin 등의 flavonoid가 아질산염 소거에 상당한 효력이 있다고 보고하였으며, Eun 등[15]은 감귤류의 과육 및 과피에는 naringin 및 hesperidin과 같은 flavonoid가 존재하고 과육에는 가용성 식이섬유소와 펙틴의 함량이 과피보다 다량으로 함유되어 있다고 하였다. 따라서 본 실험에서 phenolic 획분의 아질산염 소거능이 높게 나타난 것은 감귤류에 함유된 naringin 및 hesperidin 등의 flavonoid 및 그 외 phenol화합물의 상호작용으로 추정된다.

2. 감귤류쥬스의 Ascorbate 및 Phenolic 획분의 NDMA 생성억제 효과

감귤류쥬스로부터 분획한 ascorbate 및 phenolic 획분의 pH에 따른 NDMA 생성억제 효과는 Fig. 3 및 4에 나타내었다. 시료를 첨가하지 않은 대조구의 NDMA 생성량을 100%로 하였을 때, 감귤류 쥬스 ascorbate 획분의 첨가에 따른 NDMA 생성억제 효과는 밀감쥬스의 획분을 pH 2.5의 반응용액에 각각 1 및 3ml 첨가하였을 때 17.3 및 14.3% 정도로 NDMA 생성을 억제시킨 것을 제외하면, 다른 시료의 첨가구에서는 오히려 NDMA 생성이 촉진된 것으로 나타났다. 감귤류 쥬스 phenolic 획분의 NDMA 생성억제 효과는 ascorbate 획분과는 상반된 결과를 보였는데, pH 6.0의 반응용액에 첨가된 자몽 및 레몬쥬스의 phenolic 획분을 제외하고는 NDMA 생성억제 효과가 뛰어난 것으로 나타났다. 금귤, 밀감 및 오렌지쥬스의 phenolic 획분을 농도별로 pH 2.5의 반응용액에 첨가하였을 때 NDMA 생성억제 효과는 92.8% 이상이었고, pH 4.2에서는 50.0% 이상으로 나타났다.

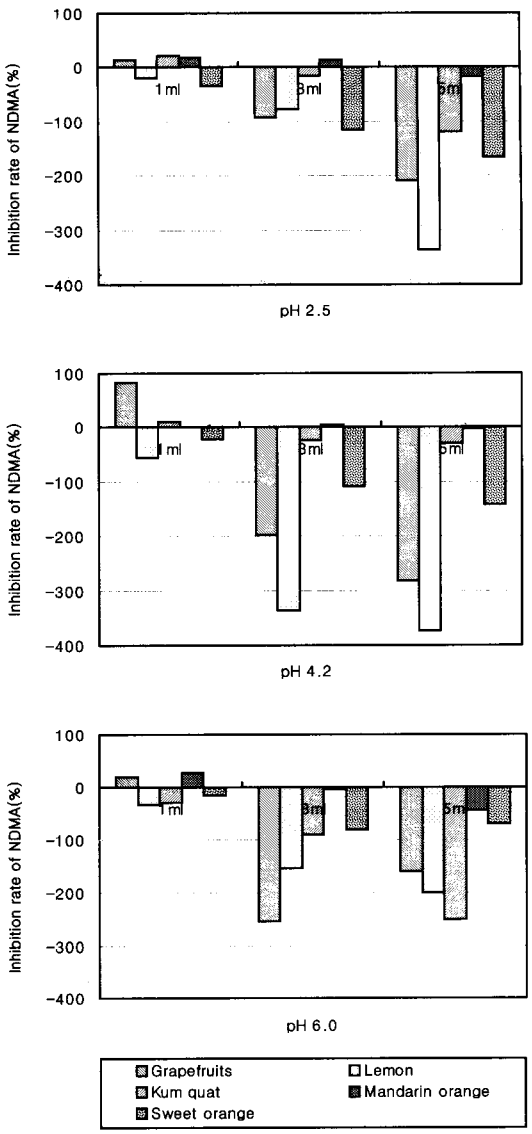

Fig. 3. Effect of ascorbate portion isolated from citrus juice on NDMA formation in different pH.

이와 관련된 보고로 이 등[16]은 채소 및 과실류 쥬스를 사용하여 반응용액의 pH 및 시료첨가량을 달리하여 NDMA 생성억제 효과를 실험한 결과 pH 1.2에서 채소류 쥬스는 57.6~99.7%, 과실류 쥬스는 35.9~99.7%, pH 4.2에서는 각각 55.0~97.5% 및 21.3~96.8% 범위였으나, pH 6.0의 경우 일부 시료에서는 NDMA 생성억제 효과를 볼 수 없었는데, 이러한 현상은 반응용액의 pH가 산성영역일수록 NA의 전구물질인 아질산염의 분해작용이 크기 때문이라 하였다. 佐藤 등[17]은 채소나 과실류가 diethylamine과 아질산염의 반응계에 미치는 영향을 실험한 결과, 시금치, 피망 및 오렌지에

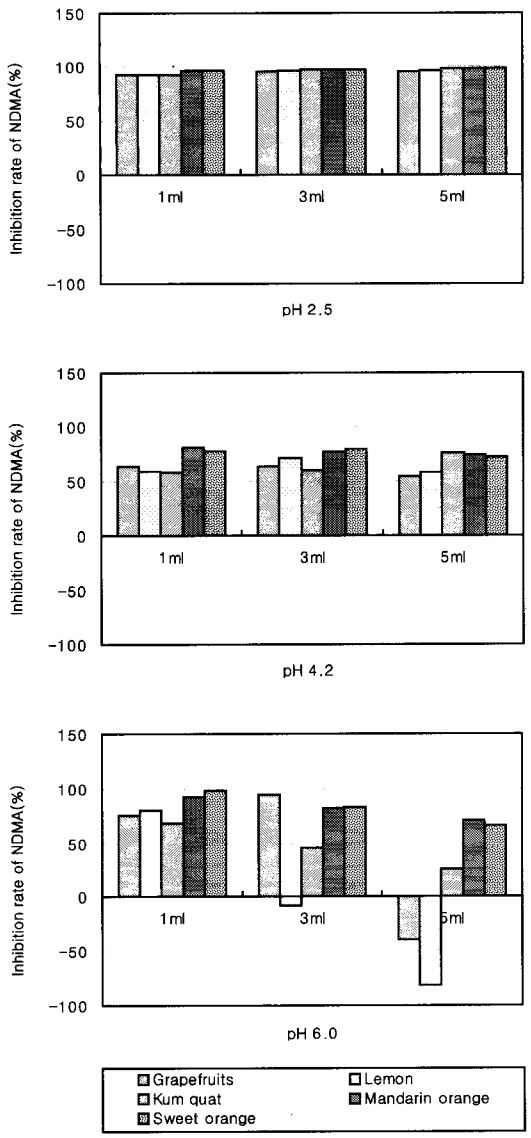

Fig. 4. Effect of phenolic portion isolated from citrus juice on NDMA formation in different pH.

서 N-nitrosodiethylamine(NDEA)의 생성억제 효과는 각각 10~49%, 15~75% 및 52~58%였으며, 오이, 자두 및 사과쥬스에서는 192~576%로 오히려 NDEA 생성을 촉진시킨다고 하였는데, 이는 채소나 과실류의 종류에 따라 성분조성이 상이하기 때문이라고 하였다. 또 다른 연구자들[18]은 DMA와 아질산나트륨과의 반응용액에 채소 및 과실류쥬스를 첨가했을 때, 레몬쥬스를 첨가한 경우에만 50%의 억제효과를 나타내었고 그 외 시료에서 억제작용은 20% 미만에 불과하였는데, 이때 사용된 레몬쥬스와 동량의 ascorbate용액에 대한 NDMA 생성억제 효과가 0.6%였던 것을 고려해 보면 레몬쥬스의 NDMA 생성억제 효과는 ascorbate 이외에 다른 물질과 관련이 있을 것으로 추정하였는데 이는 본 실험과도 유사한 결과였다. Nakamura와 Kawabata[19]는 DMA와 아질산나트륨의 반응용액에 녹차추출물을 첨가하여 NA 생성억제 효과를 실험한 보고에서 1~2ml의 녹차추출물을 첨가한 경우 NA의 생성은 대조구보다 촉진되었으며, 7~8ml를 첨가했을 때 NA 생성은 급격히 저해되었다고 하였다. 본 실험에서도 5ml의 레몬쥬스 ascorbate 획분을 pH 6.0의 반응용액에 첨가했을 때 아질산염 소거능이 64.7% (Fig. 1)였는데 반해 NDMA 생성억제 효과는 나타나지 않았다. 이는 반응용액 중에 DMA가 존재할 경우 아질산염과 DMA의 상호반응으로 인한 NDMA 생성속도가 시료에 의한 아질산염의 분해속도보다 크기 때문에[20] 반응용액 중에 DMA가 첨가될 경우 아질산염 소거능이 감소되었거나, 시료 중에 존재하는 phenol화합물 중 일부가 아질산염과 반응하여 니트로소화인자를 생성함으로써[21] 이들이 NA 생성촉매제로 작용할 수 있기 때문으로 판단된다. 또한 천연 페놀류는 아질산염의 존재시 급속하게 ρ-nitrosophenol로 전환되어 니트로소화를 촉진시킨다는 보고[13]로 비추어 볼 때, 레몬쥬스 중에는 오히려 니트로소화를 촉진시키는 물질이 존재하여 NDMA 생성을 촉진시키는 것으로 추정되어진다.

Ascorbate가 발암성 NA의 생성을 저해시키는 것은 이미 잘 알려져 있으나, 본 실험에 사용된 감귤류쥬스로부터 얻은 ascorbate 획분은 이와 상반된 결과를 나타내었다. 이는 ascorbate가 단독으로 존재하거나 미량일 경우 오히려 NA 생성의 촉매제로 작용되어 NA 생성억제 효과를 현저하게 저하시킨다는 보고[23]와도 일치하는 현상이며, 시료의 착즙중에 과립이 파괴됨으로써 공기 중 노출에 의해 ascorbate가 부분적으로 산화되었기 때문이라 추정된다. 한편 금귤은 감귤류 중 유일하게 과피를 함께 섭취하는 품종으로서 금귤쥬스의 phenolic 획분에서 NDMA 생성억제 효과가 나타났던 것도 과피에 함유된 flavonoids와 식이섬유소의 상호작용인 것으로 사료된다. 이와 같이 감귤류에 함유된 여러 가지 환원성 물질이 아질산염의 소거능 및 NDMA 생성억제 효과에 관여한다는 사실은 생체내 특히 사람의 위장내에서도 NA의 생성억제에 큰 변수로 작용하리라 기대된다.

요 약

감귤류(자몽, 레몬, 금귤, 밀감 및 오렌지)를 착즙하여 얻은 쥬스를 sep-pak C_{18} cartridge를 사용하여 ascorbate 및 phenolic 획분으로 분리한 다음 pH를 달리

한 *in vitro* 반응계에서 아질산염 소거 및 N-nitrosodimenthylamine(NDMA) 생성억제 효과를 분석하였다. 감귤류 쥬스 ascorbate 획분의 아질산염 소거능은 5ml 첨가시 pH 2.5에서 79.9~98.6%, pH 4.2에서 48.5~86.3%였으나, pH 6.0에서는 35.2% 이하였다. Phenolic 획분은 ascorbate 획분에 비해 높은 소거능을 보였으며 특히 pH 6.0에서는 ascorbate 획분에 비해 2배 이상의 높은 소거능을 나타내었다. NDMA 생성억제 효과는 phenolic 획분의 첨가시에 월등히 뛰어나 pH 2.5의 반응용액에 금귤, 밀감 및 오렌지쥬스의 phenolic 획분을 첨가했을 때 92.8% 이상이었으나, ascorbate 획분이 첨가된 경우에는 NDMA 생성억제 효과를 거의 나타내지 못하였다. 따라서 감귤류 쥬스의 NDMA 생성억제와 관련된 주된 인자는 phenol 화합물인 것으로 사료된다.

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 바 입니다.

참고문헌

1. 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).
2. 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**(5), 1333(1987).
3. Cooney, R. V. and Ross, P. D. : N-nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqeous solution. - Effect of vanilin and related phenols, *J. Agric. Food Chem.*, **35**, 789~793(1987).
4. 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).
5. 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).
6. 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).
7. Scanlan, R. A., Lohsen, S. M., Bills, D. D. and Libbey, L. B. : Formation of dimethylnitrosamine from dimethylamine and trimethylamine at elevated temperatures, *J. Agric. Food Chem.*, **22**(1), 149(1974).
8. Oshima, H. and Kawabata, T. : Mechanism of the N-nitrosodimethylamine formation from trimethylamine, *Bull. Japan Soc. Fish*, **44**(1), 77(1977).
9. Ohshima, H. and Bartsch, H. : Quantitave estimation of endogenous nitrosation in humans by monitoring N-nitrosoproline excreted in the urine. *Cancer Res.*, **41**, 3658 (1981).
10. 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).
11. Lee, S. J., Jung, M. J., Shin, J. H. and Sung, N. J. : Effect of natural plant components on the nitrite-scavenging, *J. Fd. Hyg. Safety*, **15**(2), 88~94(2000).
12. Kurechi, T., Kikugawa, K. and Fukuda, S. : Nitrite-reacting substances in Japanese radich juice and their inhibition of nitrosamine formation, *J. Agric. Food Chem.*, **28**, 1265~1269(1980).
13. 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**(2), 232~239(1996).
14. Lee, J. H. and Choi, J. S. : Influence of some flavonoids on N-nitrosoproline formation *in vitro* and *in vivo*, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **22**, 266(1993).
15. Eun, J. B., Jung, Y. M. and Woo, G. J. : Identification and determination of dietary fibers and flavonoids in plup and peel of Korean Tangerine(*Citrus aurantium* var.), *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(2), 371~377(1996).
16. Lee, S. J., Shin, J. H., Jung, M. J. and Sung, N. J. : Effect of natural foods on the inhibition of N-nitrosodimethylamine formation, *J. Fd. Hyg. Safety*, **15**(2), 95~100 (2000).
17. 佐藤恭子, 山田隆, 義平邦利, 谷村頭雄 : ニトロソジエチルアミン生成に對する野菜汁, 果實汁の影響, *日本食品衛生學會誌*, **27**(6), 619~623(1986).
18. 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**(1), 50~54(1997).
19. Nakamura, M. and Kawabata, T. : Effect of Japanese green tea on nitrosamine formation *in vitro*, *J. Food Sci.*, **46**, 306~307(1981).
20. Yeo, S. G., Yeum, D. M., Lee, D. H., Ahn, C. W., Kim, S. B. and Park, Y. H. : The nirite-scavenging effects by component of green tea extracts, *J. Korean Soc. Food Nutr.*,

23(2), 287~292(1994).

21. Davies, R., Massey, R. C. and NcWeeny, D. J. : The catalysis of the N-nitrosation of secondary amines by nitrosophenols, *J. Food Chem.*, **6**, 115(1980).
22. Mirvish, S. S., Grandjean, A. C., Reimers, K. J., Connelly, B. J., Chen, S. C., Morris, C. R., Wang, X., Haorah, J. and Lyden, E. R. : Effect of ascorbic acid dose taken with a meal on nitrosoproline excretion in subjects ingesting nitrate and proline, *Nutrition and Cancer*, **31**(2), 106~110(1998).

(2002년 2월 18일 접수)