KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 32, No. 3, pp. 706~712(2000)

향신료 및 Curry의 Nitrite 분해와 Superoxide Dismutase 유사활성

김진현 · 박기문
성균관대학교 식품 · 생명자원학과

Nitrite Scavenging and Superoxide Dismutase-like Activities of Herbs, Spices and Curries

Jin-Hyun Kim and Ki-Moon Park
Department of Food and Life Science, Sungkyunkwan University

Abstract

The superoxide dismutase(SOD)-like activities for 26 kinds of herbs and spices and 10 kinds of instant curry products were determined by measuring their abilites to reduce nitroblue tetrazolium. All samples showed the SOD-like activities. Rosemary, cassia, tarragon, allspice, oregano, bay leaves, basil, marjoram, thyme and star anise had higher activities than 10^5 unit/g and clove had highest activity of 232,143±19.989 unit/g. The SOD-like activities for 10 kinds of instant curry products were in the range of 400~700 unit/g when measured after heat treatment at 100°C for 10 min. The water extracts of spices, herbs and curries were obtained by heat treatments of 25°C for 60 min or 100°C for 10 min, and their nitrite scavenging activity was measured at different pH conditions(1.2, 4.2 or 6.0). The nitrite scavenging activities were higher at acidic pH. However, the effects were not different from two heat treatments. The water extracts from cassia, bay leaves, allspices, oregano, staranise, rosemary, clove and tarragan had high nitrite scavenging activity(>90%) when they were measured at pH 1.2, and those from clove was highest (97.58±0.88%). The pure curry used as raw materials for instant curry products had the nitrite scavenging activity in the range of 50~60% at pH 1.2 and the activity was not changed during the aging period(0~12weeks). The ten brands of instant curry products had the nitrite scavenging activities of 12~28% at pH 1.2

Key words : SOD-like activity, nitrite scavenging, herbs, spices, instant curry

서 론

향신료는 향과 매운 맛을 가진 식물로부터 채취한 물질로 香料(herb)와 辛料(spice)를 포함하고 있으며 약 25만종의 식물 중에서 인간이 이용하기에 안전한 약 350여종이 알려져 있다. 일반적으로 香料는 辛料를 포함하는 용어로 약용 및 식용, 향료로 이용되고 있는 초본성 식물을 총칭하며, 이 중 spice는 주로 음식물의 풍미부여에 이용되고 있는 방향성 또는 辛味성 물질로 식물의 열매 및 종자, 잎, 꽃, 꽃 봉우리, 줄기, 뿌리, 껍질 등 다양한 부위를 사용하여 제조하고 있다[1]. 향신료는 매운 맛에 의한 식욕 증진작용 및 육류나 생선의 냄새 제거작용, 향을 내어 맛을 좋게 하는 부향작용, 착색에 의해 식욕을 향상시키는 착색작용 등에 이용되며, 기타 기능으로 항산화작용 및 항균성, 생리·약리작용 등이 알려져 있다[2,3]. 식품으로 사용되는 동·식물성 원료로부터 기능성 소재의 탐색은 주로 생활습관병에 의한 노화 및 암 발생 등의 억제에 관련되어 superoxide anion radical 제거 작용과 nitrosamine을 생성하는 nitrite 분해작용 물질 등의 탐색에 대한 많은 연구가 보고되고 있다.

노화에 관련되어 생체대사과정 중 생성되는 superoxide anion radical의 경우 전자 환원으로 반응성과 파괴성이 매우 강하며 세포와 조직에 독성을 일으켜 종양을 촉진하거나 십이지장 궤양, 당뇨병, 관절염, 알쯔하이머병, 피부의 노화 등을 유발시키는 것으로 알려져 있다[4-9]. Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 물질은 SOD와 유사한 기능을 하는 저분자 물질로 주로 phytochemical에 속하며 superoxide의 반응성을 억

Corresponding author : Ki-Moon Park, Department of Food and Life science, Sungkyunkwan University, 300 Chunchun-dong, Jangan-gu, Suwon, Kyunggi-do, 440-746, Korea
Tel : 82-331-290-7806
Fax : 82-331-290-7816
E-mail : kimoon@yurim.skku.ac.kr

제하여 생체를 보호하는 것으로 알려져 있으며 SOD 유사활성물질의 섭취로 인해 인체내의 superoxide를 제거함으로써 산화적 장해를 방어하고 노화억제의 효과를 기대할 수 있을 것으로 보고있다[10]. 발암에 관련된 물질로 알려진 nitrate 및 nitrite의 경우 야채를 포함한 각종 식품에 널리 함유되어 있으며, 특히 nitrite는 식육제품의 발색제와 보존제, *Clostridium botulinum* 성장 저해제로 첨가되고 있다[11-12]. 식품중의 nitrate 자체는 해롭지 않으나 체내의 구강과 위 장관에서 nitrate를 nitrite로 환원시키는 nitrate reductase에 의해 nitrite로 환원된다[13]. nitrite는 그 자체 독성을 가지고 있으며 일정 농도 이상 섭취할 경우 식품내의 amine류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 생성한다[14]. 그리고, 이 반응은 위장내의 낮은 pH에서 쉽게 일어나는 것으로 알려져 있다[15]. 일반적으로 환원력을 가지고 있는 식품성분인 비타민 C 및 α-tocopherol, sulfur dioxide, polyphenol류 등은 nitrosamine 생성을 억제하는 기능을 가지고 있으며 nitrosating agent를 파괴하거나 반응성 없는 물질로 환원시키는 역할을 하므로 nitrosamine 생성이 감소되는 것으로 알려져 있다[16-18].

따라서 본 연구에서는 식품원료로 많이 사용되고 있는 26종의 향신료와 이들을 원료로 사용하여 제조하는 pure curry 및 시판 중인 instant curry 제품에 대해 SOD 유사활성과 nitro-samine 생성 원인물질인 nitrite 분해능을 실험하였다.

재료 및 방법

사용 향신료 및 curry

본 실험에 사용한 향신료는 Table 1과 같으며 분쇄기로 분쇄한 후 355 μm(No. 45) sieve로 일정한 입자를 선별하여 사용하였다. 그리고 instant curry에 약 10% 정도로 첨가하는 향신료들의 혼합원료인 pure curry는 retort pouch에 진공 포장하여 37°C 배양기에서 0주~12주 동안 숙성시켰고 instant curry의 경우 현재 시판되고 있는 "O"사 제품 10종을 구입하여 실험하였다.

분석시료 제조

SOD 유사활성 및 nitrite 분해능을 측정하기 위하여 향신료 및 pure curry를 상온에서 물 추출하는 방법으로 증류수 20 mL에 시료 1 g을 첨가하여, 25°C에서 200 rpm으로 60분간 교반한 후 원심분리하고 0.45 μm membrane filter로 여과하여 시료용액으로 사용하였다. 또한 100°C에서 10분 동안 가열한 후 열수 추출물을 제조하였으며 instant curry의 경우 조리하는 조건과 동일하게 100°C에서 10분간 끓인 후 상기와 동일한 방법으로 시료용액을 제조하였다.

Table 1. Superoxide dismutase-like activity of herbs and spices

Herbs & spices	SOD-like activity (unit/g)[1)]
Spicy spice	
Allspice	70,334±788
Cardamon	1,222±323
Cassia	78,250±6,678
Clove	232,143±19,989
Ginger	2,432±339
Mustard	2,578±152
Turmeric	682±30
Herb spice	
Basil	34,553±1,445
Bay leaves	47,360±2,302
Marjoram	30,438±2,108
Oregano	65,209±1,026
Roesmary	109,909±14,753
Star anise	26,634±3,826
Tarragon	77,697±12,053
Thyme	43,518±4,373
Seed spice	
Anise seed	9,507±197
Black pepper	7,167±1,096
Celery seed	5,277±737
Coriander seed	4,568±625
Cumin	5,397±894
Dill seed	4,871±900
Fennel	5,255±703
Fenugreek	1,728±468
mace	1,816±361
Nutmeg	2,331±298
Parsley	3,001±488

[1)]The values are mean±SD.

SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성 측정은 xanthine이 xanthine oxidase에 의해 산화되면서 발생하는 superoxide anion radical ($O_2^-\cdot$)에 의해 nitroblue tetrazolium이 환원되어 청자색으로 발색되는 원리를 이용하였다. SOD 유사활성 측정을 위하여 제조한 시료 용액은 추출액의 색상과 시료의 역가에 따라 10^{-1}에서 10^{-3}으로 희석하여 사용하였으며 UV-visible spectrophotometer(Hewlett Packard 8453)로 25°C, 550 nm에서 1분간 흡광도 변화를 측정하여 증가속도를 50% 저해시키는 시료의 양을 1 unit로 하였다[19].

Nitrite 분해능 측정

향신료의 nitrite 분해능은 1 mM $NaNO_2$ 용액 1 mL

에 시료용액 0.6 mL을 가하고 여기에 0.1 N HCl 및 0.2 M 구연산 완충용액을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 4.2 및 6.0으로 조정한 후 반응용액을 10 mL로 제조하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간동안 반응시킨 후 1 mL를 취하고 여기에 2% acetic acid 5 mL과 Griess 시약 0.4 mL를 가하여 15분간 실온에서 방치시킨 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 nitrite량을 구하였다. 그리고 nitrite 분해능은 다음과 같이 시료용액을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 nitrite 백분율(%)로 나타내었다[20].

$$\text{Nitrite 분해율(\%)} = (1 - \frac{A-C}{B}) \times 100$$

A : 1 mM $NaNO_2$ 용액에 시료용액을 첨가하여 1시간 방치시킨 후의 흡광도

B : 1 mM $NaNO_2$ 용액의 흡광도

C : 시료자체의 흡광도

결과 및 고찰

향신료 및 curry의 SOD유사활성

SOD 유사활성의 측정결과는 Table 1과 같이 26종의 향신료 추출물 모두에서 SOD 유사활성이 나타났으며 그 중 clove가 232,143±19,989 unit/g로 가장 높음을 알 수 있었다. 그리고 rosemary, cassia, tarragon, allspice, oregano, bay leaves, basil, marjoram, thyme, star anise등도 g당 10^5 unit 이상으로 나타났다. 잎과 열매에서 채취하는 herb spice류는 약 27,000~110,000 unit/g으로 전체적으로 높은 활성을 보였으나 seed spice류는 1,700~9,500 unit/g 정도로 상대적으로 낮은 활성을 보였다. Spicy spice류 중 ginger나 turmeric과 같이 뿌리에서 채취한 시료의 활성은 각각 g당 2,432±339, 682±30 unit으로 상대적으로 낮았으며 꽃 봉우리인 clove (232,143±19,989)와 나무껍질인 cassia(78,250±6,678 unit/g)가 매우 높은 활성을 나타내었다.

일반적으로 turmeric, cinnamon, clove, cumin, fennel 등 약 20여종의 향신료를 배합하여 제조하는 pure curry의 경우 숙성기간이 증가함에 따라 원료로 사용한 각 향신료들이 어우러져 향미가 부드러워지는 특성을 가지고 있다. 따라서 instant curry 제품에 약 10% 정도 첨가되는 pure curry는 향신료를 혼합한 후 30°C 부근에서 적어도 6개월 이상 숙성시켜 사용하는 것으로 되어있다. Pure curry를 retort 포장지에 진공 포장하여 37°C에서 12주 동안 숙성시키면서 숙성기간에 따른 SOD 유사활성을 측정한 결과 약 2,000에서 2,220 unit/g 범위로 숙성기간에 따른 활성변화가 거의 없는 것으로 나타나 pure curry의 숙성기간이 SOD 유사활성에 영향을 끼치지 않는 것으로 밝혀졌다.

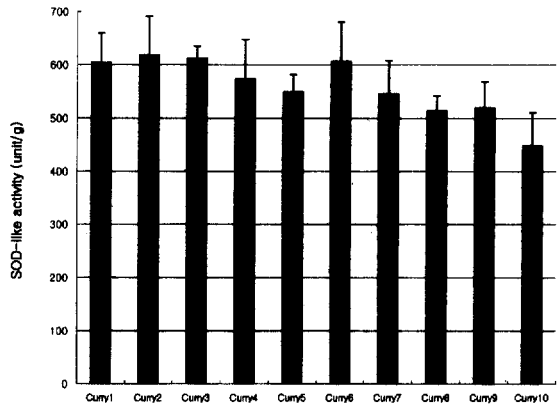

Fig. 1. Superoxide dismutase-like activities of hot water(100°C) extracts of commercial instant curries

그리고, 시판되는 10종의 instant curry를 사용하여 실제 가정에서 조리하는 열처리 조건과 동일한 조건으로 100°C에서 10분 동안 가열한 후 추출하여 SOD 유사활성을 측정한 결과 Fig. 1과 같이 제품에 따라 약간의 차이는 있었으나 전 제품에서 g당 약 400~700 units 정도의 활성을 나타내었다. 제품별 활성의 차이는 제품마다 사용되는 pure curry의 사용량 차이 이외에 부가적으로 첨가되는 과일 등의 부 원료에서 기인된 것으로 생각된다.

지금까지 밝혀진 바로는 ascorbic acid 및 catechin, curcumin, lecithin, glutathione과 같은 항산화물질들이 SOD 유사활성을 나타내며 flavonoid중에서 quercetin, myricetin, rutin등도 superoxide anion radical을 제거하는 것으로 알려져 있다[21-24]. 또한 식물 추출물내에는 flavonoids, polyphenols, tannin, carotene, α-tocopherol, ascorbic acid, vitamin B_2등과 같은 superoxide anion radical을 제거하는 물질을 함유[10]하고 있기 때문에 본 실험에서 사용한 26종의 향신료와 pure curry, instant curry의 물 추출물에서도 각 향신료에 포함되어 있는 위와 같은 superoxide anion radical 소거물질들에 의해 SOD 유사활성을 나타낸 것으로 보인다.

향신료 및 curry의 nitrite 분해능

향신료 26종과 pure curry, 시판 instant curry제품 10종을 사용하여 nitrosamine 생성 원인물질인 nitrite의 분해능을 확인한 결과는 다음과 같다. 즉, Fig. 2와 같이 pH 1.2 조건하에서 반응시킨 경우, 대조군으로 사

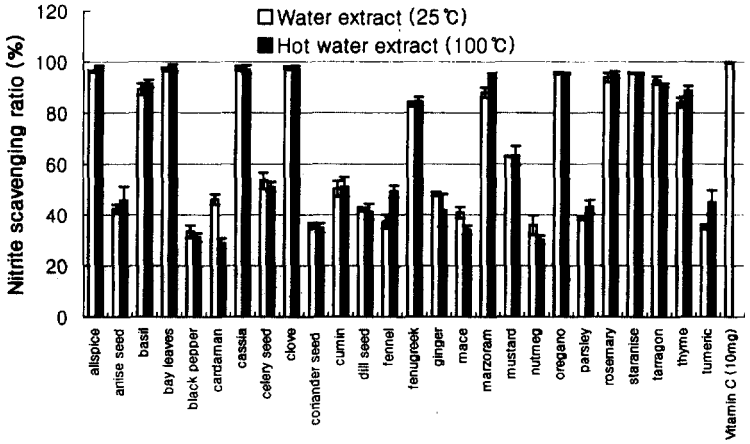

Fig. 2. Nitrite scavenging activities of water extracts of herbs and spices at pH 1.2

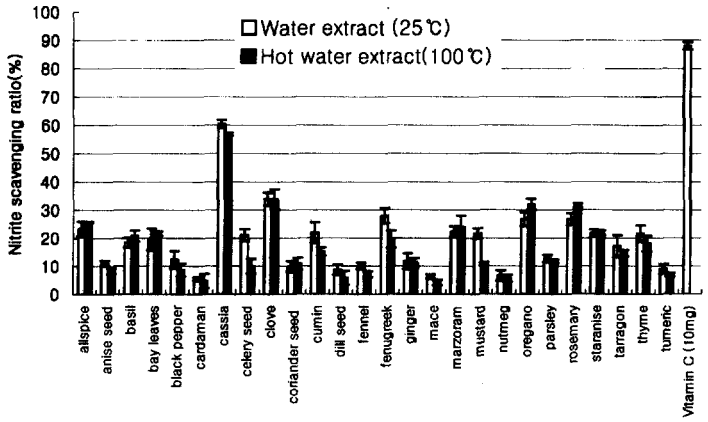

Fig. 3. Nitrite scavenging activities of water extracts of herbs and spices at pH 4.2

용한 vitamin C 10 mg의 nitrite 분해율은 99.67±0.19%이었고, 25℃에서 추출한 상온수 추출물의 경우 본 실험에 사용한 26종의 향신료 중에서 clove가 97.58±0.88%로 가장 높은 분해율을 나타냈으며 SOD 유사활성에서도 clove가 가장 높은 활성을 나타낸 결과와 동일하였다. 이러한 결과는 SOD 유사활성이나 nitrite 분해능이 향신료에 포함된 항산화물질의 작용에 의한 것이기 때문으로 생각된다. 그 외에 90% 이상의 높은 분해율을 보인 시료로는 cassia가 97.37±0.88%이었으며, bay leaves 97.03±0.67%, allspice 96.31±0.34%, oregano 95.56±0.48%, staranise 95.57±0.27%, rosemary 93.78±1.76%, tarragan 92.77±1.51%이었고 이들은 SOD 유사활성에서도 10^5 unit/g 이상의 높은 활성을 가지고 있음을 알 수 있었다.

또한, basil, marjoram, thyme, fenugreek 등은 80% 이상의 분해율을 나타내었다. 그밖에 mustard, celery seed, cumin등도 50% 이상의 분해율을 보였으며 나머지 향신료에서도 30% 이상의 분해율을 가지고 있는 것으로 밝혀졌다. 100℃에서 추출한 열수 추출물의 경우 가장 높은 분해율을 보인 시료는 allspice로 98.0±0.47%의 분해율을 보였고 clove도 97.7%±0.60으로 거의 동일한 수준이었으며 각 시료의 상온수 추출물과 열수 추출물간에는 큰 차이가 없이 거의 유사한 nitrite 분해율을 나타내었다. pH 4.2에서 반응시킨 경우 Fig. 3과 같이 대조군으로 사용한 vitamin C 10 mg의 분해율은 88.00±1.26%이었고 향신료 26종의 상온수 추출물의 경우 cassia가 60.38±1.47%로 가장 높은 분해율을 나타내었다.

그 외에 clove가 33.89±2.30%이었으며, fenugreek, rosemary, oregano, allspice, marjoram, cumin, staranise, mustard, celery seed 등도 20% 이상의 분해율을 나타내었고 나머지 향신료들도 pH 1.2 조건보다는 낮았으

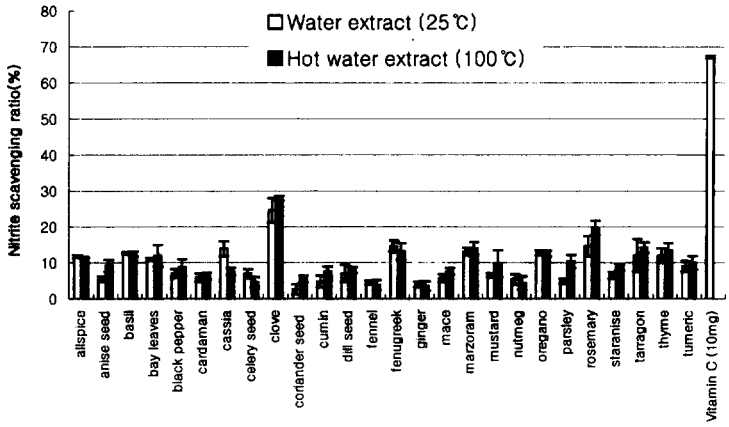

Fig. 4. Nitrite scavenging activities of water extracts of herbs and spices at pH 6.0

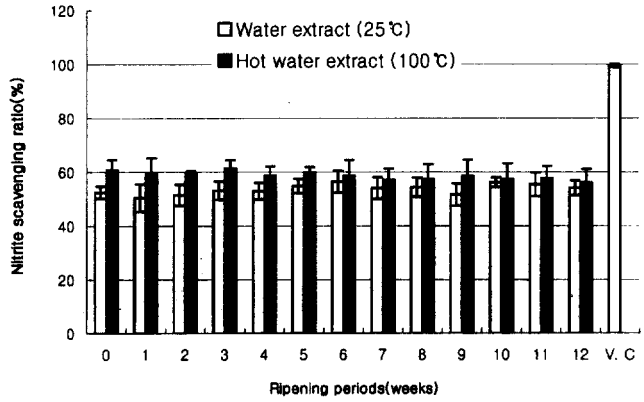

Fig. 5. Nitrite scavenging activities of water extracts of pure curry with ripening periods at pH 1.2

나 5% 이상의 분해율을 보여주었다. Fig. 3에서 보듯이 향신료의 열수 추출물도 상온수 추출물과 거의 유사한 분해율을 나타내었다. 그리고, Fig. 4와 같이 pH 6.0 조건하에서는 vitamin C 10 mg의 분해율은 67.16 ±0.37%이었고 향신료 26종의 상온수 추출물의 경우 clove가 24.56±3.42%로 가장 높은 분해율을 보였으며 rosemary는 14.61±2.79%이었다. 그 외에, fenugreek, cassia, marjoram, tarragan, thyme, oregano, basil, allspice, bay leaves 순으로 10%이상의 분해율을 나타내었고 나머지 향신료들은 4% 이상의 분해율을 보여주었다. 그리고, 향신료의 열수 추출물도 상온수 추출물과 거의 비슷한 분해율을 나타내었다. 이러한 향신료의 nitrite 분해능은 추출물 내에 존재하는 항산화 물질과 flavonoid류 등의 항산화 작용[25]에 의한 것으로 보이며 pH 1.2일 때 분해능이 가장 높았고 pH가 높아질수록 분해율은 낮아졌다. 이는 pH 1.2에서 여러가지 야채 추출물의 nitrite 분해작용의 효과가 가장 좋았다는 김 등[20]의 연구결과와 nitrosamine 생성 최적 pH는 2.5-3.0으로 pH 의존적이며 nitrite 분해율 역시 강산성에서 높고 pH가 높아질수록 감소하는 것으로 보고한 결과[26]와 동일한 경향을 나타내었다.

숙성기간 경과에 따라 pure curry의 nitrite 분해능을 pH 1.2 조건하에서 측정한 결과는 Fig. 5와 같이 50~60% 정도의 분해율을 보였으며 숙성기간 중 뚜렷한 변화는 없었고 열수 추출한 pure curry가 5에서 10% 정도 분해율이 높았다. 이는 향신료 단품에 대한 nitrite 분해율 실험 결과에서 나타났듯이 상온수 추출물에 비해 열수 추출물에서 미약하나마 분해율이 조금씩 높게 나타나 향신료의 혼합물인 pure curry에서도 25℃의 물보다 끓는 물에서 nitrite 분해물질이 더 많이 용출된 결과로 보인다. 시판 instant curry제품을 사용하여 pH 1.2 조건하에서 nitrite 분해능을 측정한 결과는 Fig. 6과 같이 제품별로 12~28% 정도의 분해능을 가지고 있었고 pH 4.2 일 때 5~8% 정도, pH 6.0 일

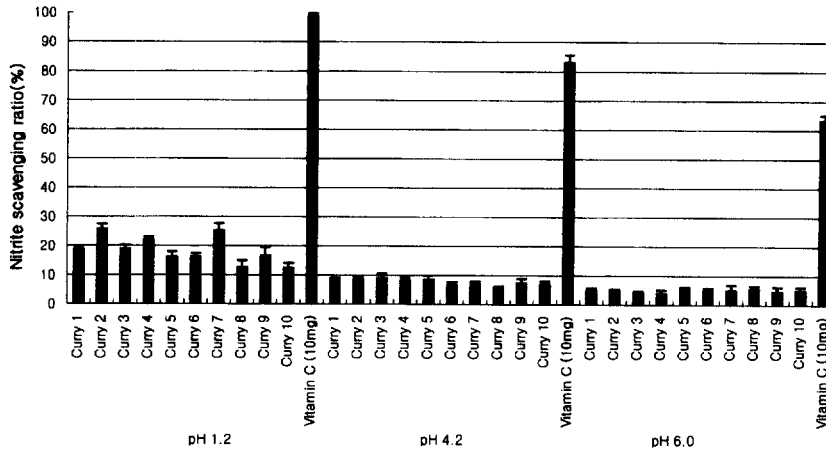

Fig. 6. Nitrite scavenging activities hot water(100°C) extracts of instant curries at pH 1.2, 4.2 and 6.0

때 3~5% 정도로 pH가 낮아질수록 nitrite의 분해능은 높은 것으로 나타났다. 모든 시료에 있어서 강산성 영역인 pH 1.2에서 nitrite 분해능이 높게 나타나 향신료 및 curry의 물 및 열수 추출물을 섭취하면, 위 내에서 용이하게 생성되는 nitrosamine의 전구물질인 nitrite를 분해하여 발암물질인 nitrosamine의 생성억제작용이 기대된다.

인디아의 향신료를 이용한 건강식품인 Amrita Bindu를 섭취한 경우 혈액과 간의 항산화 방어 체계를 유지시켜 nitrosamine등에 의한 피해를 감소시킬 수 있다는 연구[27]나 본 실험 결과에서 나타난 SOD 유사활성 및 nitrite의 분해작용이 있는 향신료 그리고 이러한 향신료를 원료로 해서 제조하는 instant curry를 섭취했을 때 superoxide anion radical의 제거 및 nitrosamine 생성억제 가능성이 존재하는 것으로 밝혀져 인체의 노화 및 암 발생 억제에 어느 정도 효과를 보일 것으로 생각된다.

요 약

26종의 향신료와 이들 향신료를 사용하여 제조하는 instant curry 제품의 SOD 유사활성을 측정한 결과 모든 시료에서 SOD 유사활성이 나타났으며 그 중 clove가 232,143±19,989 unit/g로 가장 높았고, rosemary, cassia, tarragon, allspice, oregano, bay leaves, basil, marjoram, thyme, star anise등에서도 g당 10^5 unit 이상이었다. 시판되는 10종의 instant curry제품을 사용하여 100°C에서 10분간 가열 후 SOD 유사활성을 측정한 결과 g당 400~700 units 정도였다. Nitrite 분해능을 확인한 결과 26종 향신료의 상온수 추출물(25°C)과 열수 추출물(100°C) 그리고, instant curry 10종의 열수 추출물에서 모두 nitrite 분해능을 확인할 수 있었다. pH 1.2에서 상온수 추출물의 경우 clove가 97.58±0.88%로 가장 높은 분해율을 나타냈으며 cassia, bay leaves, allspice, oregano, staranise, rosemary, tarragan의 경우도 90% 이상의 분해율을 보여주었다. 그리고 열수 추출물의 경우에도 상온수 추출물과 거의 유사한 nitrite 분해율을 나타내었다. Instant curry의 원료로 사용되는 pure curry의 경우 숙성기간(0주~12주)에 따른 nitrite 분해능을 측정한 결과 pH 1.2에서 50~60% 정도였으며 숙성기간 중 변화가 없는 것으로 밝혀졌다. 또한 instant curry 제품을 사용하여 pH 1.2 조건하에서 nitrite 분해능을 측정한 결과 제품별 차이는 있었으나 12~28% 정도의 분해능을 가지고 있었다.

문 헌

1. Nakatani, N. Antibacterial and antioxidative activity, and utilization of food preservation of spice components. Tomato and Sauce 6-16 (1992)
2. Kouchi, Y. Function of spice: The lastest study report. Up to date Food Processing 32(1): 21-24 (1997)
3. Kouchi, Y. Physiological actions of spices. Food Sci. 11: 48-58 (1992)
4. Troll, W., Frenkel, K. and Teebor, G. Free oxygen radicals: necessary contributors to tumor promotion and cocarcinogenesis. Princess Takamatsu Symp. 14: 207-218 (1983)
5. Sato, Y., Hotta, N., Sakamoto, N., Matsuoka, S., Ohishi, N. and Yagi, K. Lipid peroxi- de level in plasma of diabetic patients. Biochem. Med. 21(1): 104-107 (1979)
6. Wolff, S. P. and Dean, R. T. Glucose autoxidation and protein modification. The potential role of autoxidative

glycosylation in diabetes. Biochem. J. 245: 243-250 (1987)
7. Salim, A.S. Oxygen-derived free radicals and the prevention of duodenal ulcer relapse. Am. J. Med. Sci. 300(1): 1-8 (1990)
8. Halliwell, B., Gutteridge, J.M. and Cross, C.E. Free radicals and human disease: where are we now? J. Lab. Clin. Med. 119(6): 598-620 (1992)
9. Gutteridge, J.M., Quinlan, G.J., Clark, I. and Halliwell, B. Aluminium salts accelerate peroxidation of membrane lipids stimulated by iron salts. Biochim. Biophys. Acta. 835(3): 441-447 (1985)
10. Kuramoto, T. Development and application of food materials from plant extract such as SOD. Up to date Food Processing 27(3): 22-23 (1992)
11. William, L. Nitrosamines as environmental carcinegens. Nature 225: 21-23 (1970)
12. Roberts, T.A. and Smart, J.L. Inhibition of spores of *Clostridium* spp. by sodium nitrite. J. Appl. Bacteriol. 37(2): 261-264 (1974)
13. Walker, R. Nitrates, nitrites and N-nitrosocompounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. Food additives and contaminants 7(6): 717-768 (1990)
14. Rorald, W. Naturally occurring nitrite in food. J. Jpn. Soc. Food Agric. 26: 1735-1742 (1975)
15. Shigeyoshi, O. Advances in chemical carcinogenesis by N-nitroso compounds. J. Food Hyg. Soc. 15(6): 419-423 (1974)
16. Byers, T. and Perry, G. Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. Ann. Rev. Nutr. 12: 135-159 (1992)
17. Kyrtopoulos, S.A. N-nitroso compound formation in human gastric juice. Cancer surv. 8(2): 423-442 (1989)
18. Forman, D. Are nitrates a significant risk factor in human cancer? Cancer surv. 8(2): 443-458 (1989)
19. Beaucham, C. and Fridovich, I. Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. Anal. Biochem. 44(1): 276-287 (1971)
20. Kim, D.S., Ahn, B.W., Yeum, D.M., Lee, D.H., Kim, S.B. and Park, Y.H. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components. Bull. Kor. Fish. Soc. 20(5): 463-468 (1987)
21. Kim, S.J., D.S. Moon and J.S. Rhee, Measurement of superoxide dismutase like activity of natural antioxidants, Biosci. Biotech. Biochem., 59(5): 822-826 (1995)
22. Robak, J. and Gryglewski, R.J. Flavonoids are scavengers of superoxide anions, Biochem. Pharmacol. 37(5): 837-841 (1988)
23. Sreejayan, Rao, M.N. Nitric oxide scavenging by curcuminoids. J. Pharm. Pharmacol. 49(1): 105-107 (1997)
24. Hussain, S., Slikker, W. and Ali, S.F. Role of metallothionein and other antioxidants in scavenging superoxide radicals and their possible role in neuroprotection. Neurochem. Int. 29(2): 145-152 (1996)
25. Rohnert, U, Schneider, W. and Elstner, E.F. Superoxide-dependent and independent nitrite formation from hydroxylamine: inhibition by plant extracts. Z. Naturforsch. 53(3-4): 241-249 (1998)
26. Kyrtopoulos, S.A. Ascorbic acid and formation of N-nitroso compounds: possible role of ascorbic acid in cancer prevention. Am. J. Clin. Nutr. 45: 1344-1350 (1987)
27. Shanmugasundaram, K.R., Ramanujam, S and Shanmugasundaram, E.R. Amrita Bindu-a salt-spice-herbal health food supplement for the prevention of nitrosamine induced depletion of antioxidants. J. Ethnopharmacol. 42(2): 83-93 (1994)

(2000년 2월 3일 접수)