

녹즙추출물의 아질산염 소거능에 대한 연구

정소영[†] · 김낙경 · 윤 선*

식품의약품안전청 식품평가부

*연세대학교 식품영양학과

Nitrite Scavenging Effect of Methanol Fraction Obtained from Green Yellow Vegetable Juices

So-Yong Chung[†], Nak-Kyung Kim and Sun Yoon*

Dept. of Food Evaluation, Korea Food and Drug Administration, Seoul 122-704, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

Abstract

The objectives of this study were to investigate biological activities such as nitrite scavenging effect of water and methanol fractions obtained from each green juice (*Angelica keiskei*, kale, carrot) under different pH conditions, and antioxidant vitamin contents in green juice made of green yellow vegetables. The result shows that nitrite scavenging effect of each green juice was 14.0~91.2% in model system. The methanol fraction provided higher effect than the water fraction. The nitrite degradation was the highest at pH 1.2. Nitrite scavenging effect of methanol fraction obtained from kale juice was 91.2% at pH 1.2 which was the highest among tested samples in this experiments. Consequently, extracts of kale juice were shown to provide the greatest functional properties among the vegetables tested. Contents of vitamin E and C in the extracts of kale were higher than the others.

Key words: green yellow vegetable juice, green juice extract, nitrite scavenging effect

서 론

1956년에 니트로사민이 발암성이 있다고 밝혀지고 1969년에 Sander와 Burkle이 *in vivo*에서 주입된 2차 아민과 아질산염이 발암성인 니트로사민을 생성한다고 주장한 이후 니트로사민의 생성기전 및 생성억제인자에 대한 연구가 많이 이루어졌는데(1-4), 식품에서 일어나는 니트로사민 생성반응은 nitrite와 반응할 수 있는 화합물에 의해 억제될 수 있다고 오래전부터 알려져 있다. 특히 비타민 C, α -tocopherol, sulfur dioxide, 총 phenol 화합물 등이 니트로사민 생성을 억제하는 기능을 갖는 것을 보여준다. 이들은 nitrosating agent를 빠르게 파괴하거나 반응성 없는 물질로 환원시키는 역할을 하므로 니트로사민 생성이 감소, 최소화 되거나 완전히 방지되는데, 이는 이들이 니트로사민 생성의 기질인 아민과 경쟁적으로 작용하기 때문이며 생성억제

정도는 상호간의 농도 및 pH에 의해 영향을 받는다고 보고되고 있어(1,2,5-8), 최근 국내·외에서 니트로사민 생성억제인자인 비타민 C, α -tocopherol, 총 phenol 화합물, 황화합물의 함량이 높은 식품의 아질산염 소거작용에 대한 연구가 이루어지고 있다(10-14). 특히 녹황색 채소는 비타민 C를 비롯하여 α -tocopherol, 총 phenol 화합물을 섭취할 수 있는 주요 공급원이므로 최근에 많은 연구결과 채소추출물이 니트로사민 형성을 억제함을 알 수 있었다(1,11,14). 이는 채소즙에 함유된 ascorbic acid 등이 아질산염을 nitric oxide(NO)로 분해시키기 때문인 것으로 알려져 있다(10,11).

따라서 본 연구에서는 90년대 이후 우리나라에서 응용인구가 증가하고 있는 녹황색채소로 제조한 녹즙의 생리적 기능을 규명하기 위한 연구의 일환으로 신선초, 케일, 당근으로 제조한 녹즙추출물들의 아질산염 소거능과 항산화비타민 함량을 조사하였다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

재료 및 시료제조

녹즙제조

본 실험에 사용한 녹즙재료 중 신선초(*Angelica keiskei* Koidz)와 당근(*Daucus carota*), 케일(*Brassica oleracea acephala*)은 제주도에서, 셀러리(*Apium graveolens*)와 오이(*Cucumis sativus*)는 각각 충청남도 보령과 경기도 화성에서 재배된 것을 97년 1월에 구하여 사용하였다. 구입한 녹즙재료는 흐르는 물에 수차례 깨끗이 세척한 후 녹즙기(엔젤라이프, Korea)를 이용하여 착즙하였다.

녹즙추출물제조

3가지 녹즙시료 각 200g을 원심분리(3,500rpm, 10 min)후 상등액을 여과하여 수용성 획분을 얻고 잔사에 메탄올 200ml을 가하여 진탕배양기(25°C, 250rpm)에서 5시간 동안 진탕추출한 후 상기조작으로 메탄올 가용성 획분을 얻었다. 추출물의 고형분함량은 추출물 일정량을 취하여 105°C에서 2시간 건조시켜 증발잔사의 양을 측정하여 구하였다.

아질산염 소거능의 측정

녹즙추출물의 아질산염 소거능은 Kato 등(9)과 Kang 등(10)의 방법으로 측정하였다. 즉 1mM 아질산나트륨 용액 1ml에 녹즙추출물 30mg의 시료를 가하고 여기에 0.1N 염산(pH 1.2) 및 0.2M 구연산완충용액(pH 4.2 및 6.0)을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 4.2 및 6.0으로 조정하여 반응용액의 부피를 10ml로 하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 반응액을 각각 1ml씩 취하고 여기에 2% 초산 5ml, Griess 시약(30% acetic acid로 각각 조제한 1% sulfanylic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전에 조제) 0.4ml를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 실온에서 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 그리고 공시험은 Griess 시약 대신 증류수를 0.4ml 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 녹즙추출물 첨가전후의 아질산염 백분율(%)로 표시하였다.

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

N: 아질산염 소거율

A: 1mM NaNO₂ 용액에 시료를 첨가하여 1시간 방치시킨 후의 흡광도

B: NaNO₂ 용액의 흡광도

C: 시료자체의 흡광도

항산화영양성분 및 아질산이온(NO₂⁻)의 정량

β-Carotene 분석

β-Carotene은 식품공전(15)의 방법에 따라 시료 일정량을 환저 플라스크에 정밀히 달아 넣은 후 10% pyrogallol/에탄올 용액 1ml, 15% 수산화칼륨/메탄올 용액 30~40ml를 가한 후 환류냉각기를 부착하여 비등수욕 중에서 비누화시킨 후 석유에테르(특급)로 2회 반복추출, 탈수, 농축하여 HPLC분석용 시험용액으로 하였다.

HPLC 분석은 유 등(16)의 방법에 따라 HPLC는 autosampler(AS 1000)가 장착된 Spectra system(Spectraphysics, USA)을 이용하여 UV 3000 detector로 측정하였다. 측정조건은 Table 1과 같고, β-carotene 표준용액(Sigma사) 과 시료중 β-carotene을 분리한 대표적인 크로마토그램은 Fig. 1과 같다.

비타민 E 정량

β-Carotene 분석을 위해 조제한 시료용액을 사용하여 비타민 E 함량을 정량하였다.

식품공전(15)의 방법에 따라 HPLC는 autosampler가 장착된 Spectrasystem을 이용하여 형광 detector(FL2000)로 측정하였다. 측정조건은 Table 2와 같고, 비타민 E(α, β, γ, δ-tocopherol) 표준용액과 시료중 비타민 E를 분리한 대표적인 크로마토그램은 Fig. 2와 같다.

비타민 C 정량

식품공전(15)방법에 의해 검체를 메타인산-초산 용액과 혼합, 여과한 후 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP)법으로 파장 520nm에서 UV spectrophotometer(UV KON943, Kontron Instruments, Italy) 사용하여 정량하였다.

총페놀(total phenolics) 정량

AOAC(17)의 Folin-Denis법에 의하여 측정하였다. 즉 시료 10~30g을 정확히 취해 70% 에탄올 100ml를 넣고 70°C 항온조에서 30분간 추출, 냉각, 여과하여 시험용액으로 하였다. 정량은 시험용액 10ml에 Folin-Denis 시약 5ml와 탄산나트륨 포화용액 10ml를 넣은후

Table 1. Operating parameters of HPLC for determination of β-carotene in each green juice

Column: μ-Bondapak C ₁₈ (3.9×150mm, Waters)
Mobile phase: Acetonitril : Methanol : Acetone (40 : 40 : 20, v/v/v)
Flow rate: 1.2ml/min
Injection volume: 20μl
Detector: UV 450nm

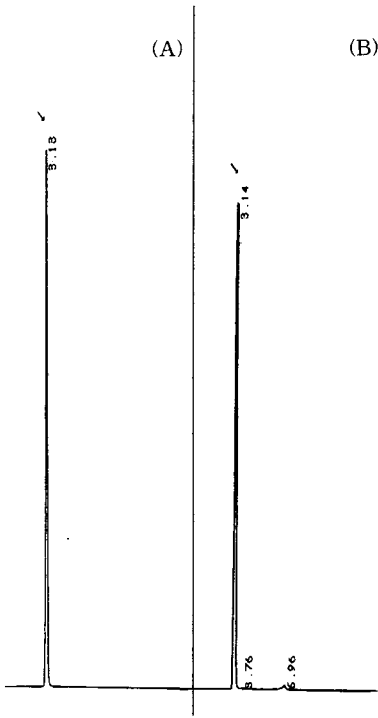


Fig. 1. Chromatogram of β -carotene by HPLC for standard(A) and sample(B).

Table 2. Operating parameters of HPLC for determination of vitamin E in each green juice

Column:	μ -Porasil(3.9×150mm, Waters)
Mobile phase:	Hexane : Isopropanol : Acetic acid (99 : 0.5 : 0.5, v/v/v)
Flow rate:	0.8ml/min
Injection volume:	20 μ l
Detector:	Fluorescence(EX λ : 298nm, EM λ : 325nm)

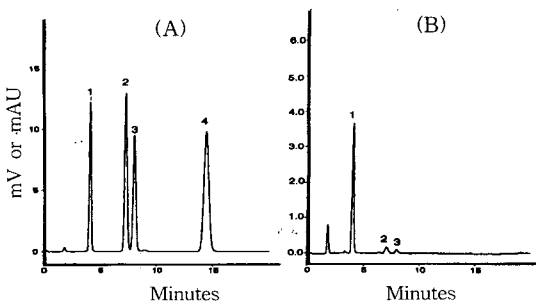


Fig. 2. Chromatogram of α , β , γ , δ -tocopherol by HPLC for standard(A) and sample(B).
1; α -tocopherol, 2; β -tocopherol, 3; γ -tocopherol, 4; δ -tocopherol

전량을 100ml로 하여 30분간 방치한 후 UV spectrophotometer(UV KON943, Kontron Instruments, Italy)

로 760nm에서 흡광도로 측정하였다. 분석은 각 시료당 3번 실시하였고 측정된 흡광도는 tannic acid(Sigma Co.)를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 % tannic acid 당량으로 환산하였다.

$$\% \text{ tannic acid 당량} = \frac{TA}{AB} \times 10$$

TA: 시료의 흡광도로부터 계산된 tannic acid 농도 (mg/100ml)

A: 시료채취량(g)

B: 시험용액의 채취량(ml)

아질산 이온(NO_2^-)의 정량

Sumiko 등(18)이 실험한 방법을 응용하여 전처리한 후 diazo법에 따라 정량하였다. 즉 녹즙시험용액을 원심분리기(3,000rpm, 10분)로 분리시킨 상등액을 여과지로 여과하고, 시험관에 여액 2ml를 넣고 여기에 0.5% sulfanil amide 용액 2ml, HCl(1→2) 2ml를 가하여 혼합하였다. 그리고 발색액 0.12% N-naphthylethylenediamine 용액 2ml를 가하고 20분 후에 540nm에서 흡광도를 측정하였다. 별도로 표준 아질산이온 용액을 시험용액과 동일하게 조작하여 얻은 흡광도로부터 시료 중의 아질산이온의 함량을 구하여 시료 kg당 mg수로 나타내었다. 또한 공시험은 0.12% N-naphthylethylenediamine 용액 대신 증류수 2ml를 가해 실시하였으며 반응액이 혼탁한 경우 여과 후 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

녹즙의 항산화성분 함량

녹즙재료로 많이 이용되는 3가지 녹황색 채소(신선초, 케일, 당근)로 제조한 녹즙의 수분함량, β -carotene, α -tocopherol, 비타민 C 함량은 Table 3과 같다. 각 시료의 수분함량은 89.7~94.8%로 신선초 녹즙의 수분함량이 가장 높았다. β -Carotene함량은 당근 녹즙이 5,909 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 으로 유의적으로 가장 높았으며 그 다음은 케일녹즙, 신선초 녹즙이 높았다. α -Tocopherol 함량은 케일녹즙이 1.41mg/100g으로 유의적으로 가장 높았으며, 다음으로 신선초, 당근 녹즙의 순이었다. 비타민 C 함량도 케일녹즙이 105.1mg/100g로 유의적으로 가장 높았으며 신선초, 당근 녹즙 순이었다. 총페놀(total phenolics)함량은 Table 4와 같다. 케일녹즙의 총페놀함량이 0.05%로 다른 녹즙에 비해 유의적으로 높으나 대부분 미량 함유된 것을 알 수 있었다.

일반적으로 아질산염 분해제로서는 ascorbic acid, α -tocopherol, phenol화합물, 황화합물이 알려져 있으

Table 3. The content of moisture and antioxidant components in each green juice

	moisture(%)	β-carotene(μg/100g)	α-tocopherol(mg/100g)	Vitamin C(mg/100g)
<i>Angelica keiskei</i>	94.8±0.3 ^{a1)}	1,398.4±126.4 ^c	0.29±0.07 ^b	31.4±4.0 ^b
Kale	89.7±1.4 ^b	3,285.3±336.3 ^b	1.41±0.17 ^a	105.1±4.5 ^a
Carrot	90.9±0.9 ^b	5,909.0±479.0 ^a	0.23±0.04 ^b	5.2±0.4 ^c

¹⁾In each column, different alphabets in superscript show statistically significant difference(p<0.05).

Table 4. The content of total phenolics in each green juice (unit: %)

	Total phenolics
<i>Angelica keiskei</i>	0.03±0.006 ^{b1)}
Kale	0.05±0.004 ^a
Carrot	0.02±0.006 ^b

¹⁾In each column, different alphabets in superscript show statistically significant difference(p<0.05).

며, 이 들은 amine보다 더 경쟁적으로 nitrite와 반응하여 니트로사민 생성을 억제한다고 알려져 있다(1).

녹즙추출물의 아질산염 소거능

수용성 획분의 아질산염 소거능

신선초, 케일, 당근 녹즙으로부터 분리한 수용성 획분의 아질산염 소거능 실험결과는 Table 5와 같다. 아질산염 소거능은 케일, 신선초 녹즙 모두 pH가 낮을수록 높게 나타나 pH 1.2에서의 아질산염 소거능이 유의적으로 높았고 pH 4.2, 6.0에서는 큰 차이가 없었다. 당근은 아질산염 소거능이 14.0~18.3%로 pH에 따른 차이가 없었고 효과가 가장 적었다.

케일 녹즙의 수용성 획분은 pH 1.2에서 76.0%의 아질산염 소거능을 나타내 가장 효과가 좋았다. 이 결과는 Kim 등(11)이 여러 가지 야채추출물의 아질산염 분해작용이 pH 1.2에서 가장효과가 좋았다는 연구결과와 일치하며 Kato 등(9)이 여러 가지 pH 조건에서 nondialyzable melanoidins을 첨가하여 니트로사민 형성억제 효과를 측정한 결과 pH 1.2에서 99%로 가장 높은 억제효과를 보였다는 보고와 일치한다.

Table 5. Nitrite scavenging effect of water soluble fractions obtained from each green juice under different pH conditions (unit: %)

	pH		
	1.2	4.2	6.0
<i>Angelica keiskei</i>	45.0± 3.6 ^{a1)}	15.7±0.6 ^b	15.3±8.0 ^b
Kale	76.0±10.8 ^a	14.7±1.2 ^b	23.0±8.0 ^b
Carrot	18.3± 4.9 ^a	15.7±0.6 ^a	14.0±4.0 ^a

¹⁾In each row, different alphabets in superscript show statistically significant difference(p<0.05).

Kang 등(10)은 각종 phenol성 화합물의 아질산염 소거능을 pH 1.2, 3.0, 4.2, 6.0 에서 측정해본 결과 pH 1.2에서 gentisic acid 및 gallic acid 6mM의 아질산염 소거능이 각각 82.0%, 42.0%였으며 pH 6.0에서는 거의 대부분의 phenolic acid의 아질산염 소거작용은 없는 것으로 나타났다는 결과와 일치한다.

메탄올가용성 획분의 아질산염 소거능

여러가지 pH조건에서 메탄올 가용성 획분의 아질산염 소거능 실험결과는 Table 6과 같다. 케일의 메탄올 가용성 획분은 pH 1.2에서 91.2%의 소거능을 보였으며 전반적으로 수용성 획분보다 메탄올 가용성 획분의 소거능이 높았고 pH는 1.2, 4.0, 6.0 순으로 소거능이 우수했다.

pH에 따른 아질산염 소거능은 수용성 획분과 마찬가지로 신선초, 케일 녹즙은 pH 1.2에서 가장 효과가 뛰어났으며 pH 6.0보다는 4.2가 더 효과적이었다. 당근 녹즙은 pH 1.2와 4.2가 비슷한 효과를 보이며 pH 6.0에서는 소거능이 매우 낮았다. 녹즙 종류별로는 케일의 메탄올 가용성 획분의 소거능이 pH 1.2에서 91.2%로 유의적으로 높았다.

녹즙 종류별 수용성 획분과 메탄올 가용성 획분의 아질산염 소거능을 pH 에 따라 비교해보면 Fig. 3, 4, 5와 같다. 모두 pH 1.2에서 가장효과가 있었으며 신선초는 모든 pH에서 케일, 당근 녹즙은 pH 1.2, 4.0에서 메탄올 가용성 획분의 소거능이 수용성 획분보다 유의적으로 높았고 pH 6.0에서는 큰 차이가 없었다.

녹즙 메탄올추출물의 아질산염 소거능이 pH 1.2에서 63.0~91.2%로 높게 나타났는데 이는 니트로사민의

Table 6. Nitrite scavenging effect of methanol soluble fractions obtained from each green juice under different pH conditions (unit: %)

	pH		
	1.2	4.2	6.0
<i>Angelica keiskei</i>	81.7±2.1 ^{a1)}	62.0±2.6 ^b	37.3±6.8 ^c
Kale	91.2±2.1 ^a	62.0±1.0 ^b	28.0±3.6 ^c
Carrot	63.0±2.7 ^a	62.0±2.6 ^a	11.0±7.8 ^b

¹⁾In each row, different alphabets in superscript show statistically significant difference(p<0.05).

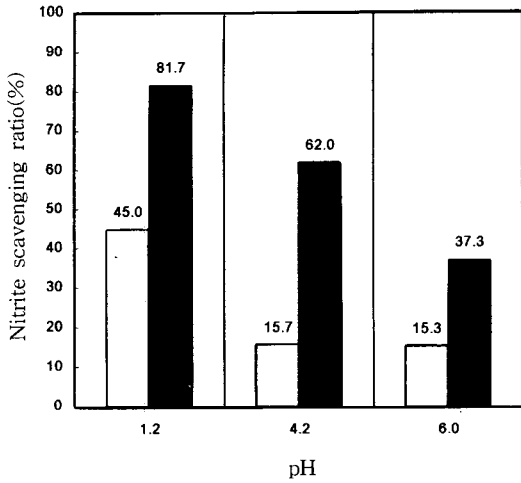


Fig. 3. Nitrite scavenging effect of water soluble fraction and methanol soluble fraction obtained from *Angelica keiskei* juice under different pH conditions.
□: Water fraction, ■: Methanol fraction

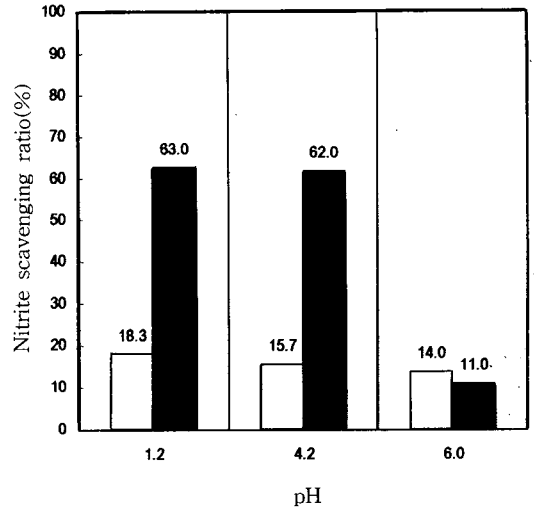


Fig. 5. Nitrite scavenging effect of water soluble fraction and methanol soluble fraction obtained from carrot juice under different pH conditions.
□: Water fraction, ■: Methanol fraction

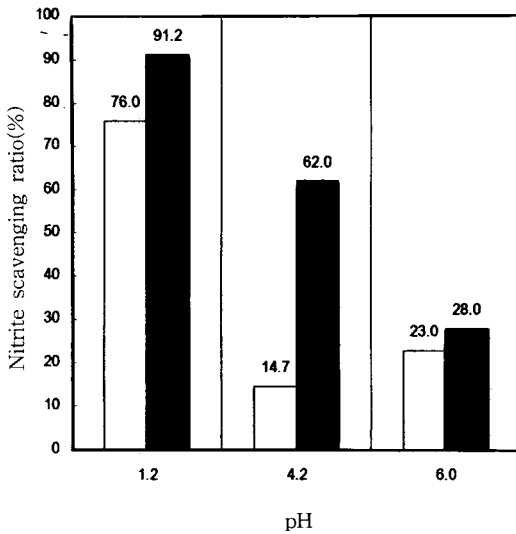


Fig. 4. Nitrite scavenging effect of water soluble fraction and methanol soluble fraction obtained from kale juice under different pH conditions.
□: Water fraction, ■: Methanol fraction

형성을 억제하는 ascorbic acid와 비타민 E 함량이 높기 때문인 것으로 추측된다. 또한 위내 pH 조건인 pH 1.2에서 소거능이 가장 높은 것은 녹즙추출물이 니트로사민 생성억제를 효과적으로 할 것으로 사료된다.

Kim 등(11)은 일상생활에서 자주 먹고 있는 야채류가 전반적으로 아질산염 소거능이 강하게 나타났는데 마늘, 산초, 생강, 양파 및 파 등은 수용성 획분에서 당근은 methanol 가용성 획분에서 그 효과가 높게 나타났다고 하였다.

녹즙추출물의 항산화비타민 및 NO₂⁻ 함량

3가지 녹즙의 메탄올 추출물을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 케일 녹즙의 메탄올 추출물은 α-tocopherol, 비타민 C 함량이 유의적으로 높았다. 아질산이온 함량은 모두 0.5mg/kg 이하였으며 케일 녹즙추출물은 0.08 mg/kg으로 제일 낮았다. 3가지 녹즙으로부터 얻은 메탄올 추출물의 비타민 C는 원래 녹즙의 비타민 C 함량보다 낮으나 β-carotene과 α-tocopherol 함량은 훨씬 높은 것을 알 수 있었다.

Table 7. The content of antioxidant vitamins and NO₂⁻ of methanol soluble fraction obtained from each green juice

	<i>Angelica keiskei</i>	Kale	Carrot
Moisture(%)	99.4 ^{a1)}	99.2 ^a	97.7 ^b
β-Carotene(μg/100g)	4725 ^c	4094 ^b	42844 ^a
α-Tocopherol(mg/100g)	11.8 ^b	30.7 ^a	6.95 ^c
Ascorbic acid(mg/100g)	5.4 ^b	35.3 ^a	1.9 ^c
NO ₂ ⁻ (mg/kg)	0.13 ^b	0.08 ^b	0.45 ^a

¹⁾In each row, different alphabets in superscript show statistically significant difference(p<0.05).

Mirish 등은 ascorbic acid 와 ascorbate의 니트로사민 생성 차단효과를 *in vivo*와 *in vitro*에서 논증하였고, Gray 등은 모델 시스템에서 dimethylamine(DMA) 1mM과 NaNO₂ 5mM를 첨가하고 여기에 ascorbic acid를 농도별로 첨가하여 니트로사민 생성 억제효과를 실험한 결과 ascorbic acid : nitrite의 농도가 2 : 1 이상의 경우 완벽한 억제효과를 나타내었다고 하였다(6). Ascorbic acid는 pH 2~5의 수용액에서 N₂O₃를 빠르게 NO로 환원시킨다. 또한 비타민 E 중에서 α-tocopherol은 지용성 니트로사민 생성억제제로 억제기전은 ascorbic acid와 비슷하다. 즉 nitrite를 NO로 환원시키므로서 니트로사민 생성을 억제하는 작용을 한다(1,9). 따라서 케일 녹즙추출물의 생리활성기능을 실험한 결과 아질산염소거능 효과가 있었는데 이는 α-tocopherol과 비타민 C에 의한 환원력에 기인하는 것이라 생각된다.

요 약

녹즙재료로 많이 이용되는 신선초, 케일, 당근으로 제조한 녹즙으로부터 생리활성물질을 분석한 결과 신선초, 케일 및 당근추출물의 아질산염 소거능은 14.0~91.2%로 나타났다. 아질산염 소거능은 수용성 획분보다는 메탄올 가용성 획분에서 유의적으로 높았으며, pH는 산성(1.2)에서 그 효과가 가장 우수하였다. 이 추출물들의 항산화성분 함량 분석결과 케일 녹즙추출물은 비타민 E 및 비타민 C의 함량이 다른 녹즙추출물에 비해 유의적으로 높았다.

문 헌

1. Bartsh, H., Ohshima, H. and Pignatelli, B. : Inhibition of endogenous nitrosation: Mechanism and implications in human cancer prevention. *Mutation Research*, **202**, 307-324(1988)
2. 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)
3. Leaf, C. D., Wishnok, J. S. and Tannenbaum, S. R. : Mechanisms of endogenous nitrosation. *Cancer Surveys*, **8**, 323-334(1989)
4. Sen, N. P., Smith, D. C. and Schwinghamer, L. : Formation of N-nitrosamines from secondary amines and nitrite in human and animal gastric juice. *Fd. Cosmet. Toxicol.*, **7**, 301-307(1969)

5. 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)
6. Gray, J. I. and Dugan, J. R. : Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J. Food Science*, **40**, 981-984(1975)
7. Kyrtopoulos, S. A. : N-nitroso compound formation in human gastric juice. *Cancer Surveys*, **8**, 423-442(1989)
8. Forman, D. : Are nitrates a significant risk factor in human cancer? *Cancer Surveys*, **8**, 443-458(1989)
9. Kato, H., Lee, I. E., Chuyen, N. V., Kim, S. B. and Hayase, F. : Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Bio. Chem.*, **51**, 1333-1338(1987)
10. Kang, Y. H., Park, Y. K. and Lee, G. D. : The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds(in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 232-239(1996)
11. Kim, D. S., Ahn, B. W., Yeum, D. M., Lee, D. W., Kim, S. T. and Park, Y. H. : Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components (in Korean). *Bull. Korean Fish Soc.*, **20**, 463-468(1987)
12. Macrae, R. G., Robinson, R. K. and Sadler, M. J. : *Encyclopedia of food science food technology and nutrition*. Academic Press Harcourt Brace Javanovich Publishers, Vol. 1, pp.607-620(1993)
13. Kurech, T., Kikugawa, K. and Fukuda, S. : Nitrite-reacting substances in Japanese radish juice and their inhibition of nitrosamine formation. *J. Agric. Food Chem.*, **28**, 1265-1269(1980)
14. Ning, Z. X., Zhang, S. H., Gao, J. H., Mo, L., Chen, H., Hang, Q. B. and Cai, Y. C. : Elimination of active free radicals and nitrite by some fresh fruits and vegetables. *Food and Fermentation Industry*, **2**, 31-35(1995)
15. The ministry of Health and Welfare : *Food standard code*(Seperate volume). Seoul, pp.267-271(1997)
16. Yu, R., Kim, J. M., Han, I. S., Kim, B. S., Lee, S. H., Kim, M. H. and Cho, S. H. : Effects of hot taste preference on food intake pattern, serum lipid and antioxidative vitamin levels in Korean college students (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 338-345(1996)
17. AOAC : *Official method of analysis*. 16th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D.C., chapter 26, pp.16-17(1995)
18. Sumiko, T., Tadashi, S., Masumi, E., Katuhiko, I., Katushi, S. and Yoshio, I. : Preparation of sample solution for determination of nitrate and nitrite in various foods by colorimetry and ion chromatography. *J. Food Hygienic Society of Japan*, **34**, 161-167(1993)

(1999년 1월 9일 접수)