

Alpinia galanga 추출물의 영양학적 기능, 항산화 활성 및 각성 효과박수진¹ · 배학균² · 신경옥^{3*}¹삼육대학교 식품생명산업학과 석사과정, ²삼육식품 부장, ³삼육대학교 식품영양학과 교수Nutritional Function, Antioxidant Activity and Stimulating Effect of *Alpinia galanga* ExtractSu-Jin Park¹, Hak-Gyoon Bae² and Kyung-Ok Shin^{3*}¹Master Student, Dept. of Food Science and Biotechnology, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea²Director, Sahmyook Food, Chunan 31033, Republic of Korea³Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

ABSTRACT

This study aimed to investigate the nutritional properties and antioxidant effects of *Alpinia galanga* (AG) extract. The proximate composition analysis revealed a moisture content of 3.99%, ash content of 13.35%, crude fat content of 0.85%, crude protein content of 14.78%, and carbohydrate content of 67.03% ($p < 0.05$). Mineral content was found to increase with higher concentrations of AG. Furthermore, the presence of natural caffeine in AG was confirmed. AG exhibited a total polyphenol content of 1.37 mg GAE/g and a total flavone content of 1.23 mg QE/g, respectively ($p < 0.05$). The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of AG was measured at 63.24%, while the 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging activity was measured at 89.19%. These findings suggest that AG, containing natural caffeine components, possesses significant antioxidant activity and stimulating effects. It is therefore inferred that AG extracts could serve as a natural alternative to caffeine.

Key words: *Alpinia galanga*, caffeine, mineral composition, total phenolic, antioxidants

서 론

Alpinia galanga (L.) Willd(AG)(한국어: 대고량강, 영어: Greater galanga)는 생강목(Zingiberales), 생강과(Zingiberaceae), 꽃양하아과(Alpinioideae)에 속하는 식물이며(Eram S 등 2019), 말레이시아, 인도네시아, 스리랑카, 인도, 페르시아만 지역 및 이집트 등 열대지방에서 광범위하게 분포되어 있다(Jantan IB 등 2003). AG는 약 1.5 m까지 자라는 다년생 식물이며, 강한 향기를 가진 잎과 뿌리를 가지고 있다. 타원형이며 날카롭고 윤기가 나는 잎과 뿌리줄기를 가지고 있으며, 마디와 절간이 뚜렷하다(Oonmetta-aree J 2005; Mathe A 2010). 꽃은 녹색을 띤 흰색이며, 식물의 꽃을 보호하는 변형된 잎 중 하나인 포엽은 난형의 피침형이다(Mathe A 2010). AG는 전통적으로 발열, 소화불량, 염증, 흉통 및 미생물 감염으로 인한 질병, 당뇨병, 류머티즘으로 인한 통증, 신장병, 종양 및 acquired immune deficiency syndrome(AIDS) 등을 포함한 여러 질병을 치료하기 위한 약용 식물로 사용되며,

코감기, 알레르기, 습진, 내이염, 기관지염, 위염, 궤양 및 콜레라 등의 치료에도 사용된다(Arambewela L & Silva R 1999; Verma RK 등 2011). 현재까지 특별하게 알려진 독성 효과는 없으며, 강한 항산화 활성을 가지고 있는 천연 항산화제 공급원으로 보고되고 있다(Cheah PB & Hasim NHA 2000). 특히 플라보노이드와 페놀 화합물과 같은 페놀성 화합물이 풍부하여 활성 산소를 제거하고, 항염증 활성을 가진다(Mayachiew P & Devahastin S 2008; Rachkeeree A 등 2018). 선행연구(Kumar S & Alagawadi KR 2011, 2013)에 따르면, AG 추출물은 체장 리파아제의 활성을 저해하고, 혈청 지질 프로파일을 개선 및 렙틴의 수치를 감소시키며, 항산화 활성을 통해 과도한 지방 축적을 줄여 과체중과 비만을 조절한다고 보고되었다. 그러나 우리나라에서는 AG 추출물에 대한 연구는 매우 미비한 실정이다.

카페인을 전 세계에서 광범위하게 소비되고 있는 정신 활성 물질이며 무색, 무취의 쓴맛을 가지고 있는 백색의 분말 또는 결정이다(Lee HW 2000; Frary CD 등 2005; Martyn D 등 2018). 식물로부터 추출된 카페인을 천연 카페인이라고 하며, 실험실에서 합성에 의해서도 생성한다(Lee HW 2000).

* Corresponding author : Kyung-Ok Shin, Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

카페인은 커피 원두, 구아바 나무, 마테 나무, 콜라나무 열매 및 카카오 등 60여 가지의 식물에 함유되어 있다(Lee HW 2000). 카페인이 함유된 식품에는 커피, 코코아, 초콜릿, 콜라 등이 있으며(Lee HW 2000; Frary CD 등 2005; Martyn D 등 2018), 이외에도 비처방 의약품인 두통약, 감기약, 이노제 및 식욕억제제 등에 존재한다(Kim SY 2018). 카페인은 테오브로민(theobromine)과 테오피린(theophylline)과 같은 크산틴 유도체 중 하나이며, 체내 대사 작용과 관련된 뇌와 근육을 자극하여 흥분제, 강심제, 이노제 등 약물적 및 심리적인 효과가 있다(Park EJ 2016). 카페인은 소화기관의 근육과 혈관의 이완 작용을 촉진함으로써 위산 분비 촉진, 신장에서의 수분의 재흡수 감소로 인한 이뇨 작용 촉진 및 체내 노폐물 감소, 심근과 골격근의 흥분작용(강심작용), 민무늬근 중 특히 기관지 이완작용 등을 한다(Lee HW 2000). 카페인의 과잉섭취로 인한 부작용에는 두통 유발, 불안장애, 수면장애, 긴장과 불안감, 부정맥, 우울증, 자극 추구 성향 증가, 설사, 심장질환, 간 손상, 신장 장애, 무기질 결핍 및 카페인 중독 등이 있다(Temple JL 2009; Arria AM & O'Brien MC 2011; Seifert SM 등 2011; Azagba S 등 2014). 또한 면역계와 소화계에서는 점막의 비대 초래, 위액 분비 증가 및 위 질환 유발, 비장의 DNA 합성 감소 등 여러 기형적 변화를 발생시킬 수 있으며, 골질량을 낮추고, 대퇴부 골질량을 증가시켰다는 연구들도 보고되었다(Park EJ 2016).

이에 본 연구에서는 AG 추출물의 영양학적 기능, 항산화 활성 및 각성효과를 조사하여 기능성 식품으로의 활용성을 확인하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용한 시료는 ㈜글루칸에서 생산한 *Alpinia galanga* rhizomes 열수 추출물을 사용하였으며, 삼육식품(Sahmyook Food, Cheonan, Choongchungnam-Do, Korea)에서 제공받았다. 본 연구에서는 AG 추출물군, 카페인과 AG 추출물을 1:1로 배합한 군(AGC50), 카페인과 AG 추출물을 2:3으로 배합한 군(AGC60)으로 나누어 실험을 실시하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC법(2000)에 의하여 실시하였다. 수분 함량은 Drying Oven(BF-150C, BioFree Co., Seoul, Korea)을 사용하여 105℃에서 상압 가열 건조하여 측정하였다. 조회분 함량은 직접 회화법을 이용하여 진행하였으며, 시료를 항량시킨 회화도가니에 담은 후, 550~600℃의 회화로(KL-160, ADVANTEC Co., Tokyo, Japan)에서 시료 전체가

회백색이 되도록 5시간 이상 회화시켜 식힌 후 데시케이터에서 방냉하고, 항량을 구하여 시료 무게에 대한 백분율로 나타내었다. 조지방 분석은 조지방 분석기(Soxtec system HT 1043, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)를 이용하여 Soxhlet 추출법으로 측정하였다. 조단백질은 조단백 분석기(Kjeltec TM 2300, FOSS, Hoganas, Sweden)를 이용하였으며, Kjeldahl 질소정량법으로 단백질 환산계수인 6.25를 곱하여 단백질량을 측정하였다. 탄수화물 함량은 시료 전체를 100% 기준으로 하여 수분, 조회분, 조지방 및 조단백질 함량을 뺀 값을 사용하였으며, 각 실험은 3회 반복으로 얻은 평균값을 사용하였다.

3. 무기질 함량 분석

구리, 아연, 철, 망간, 마그네슘, 칼슘 및 셀레늄의 무기질 함량은 Kim HR 등(2007)이 제시한 방법을 변형하여 분석하였다. 시료의 전처리는 건식 분해법에 따라 분해 및 여과하였으며 증류수로 50 mL까지 정용한 후, 시험용액으로 사용하였다. 시료를 첨가하지 않은 공시험도 같은 방법으로 실시하였다. 전처리된 실험 용액은 원자흡광광도계(Analyst 700, Perkin Elmer, Norwalk CT, USA)에 주입하여 분석하였다.

4. 카페인 함량 분석

HPLC 분석을 위해 SHISEIDO NANOSPACE SI-2 series(SHISEIDO Co., Ltd, Ginza, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 검출기는 SHISEIDO NANOSPACE SI-2 3002 UV-VIS Detector를 이용하여 분석을 진행하였다. 이동상의 조건은 Table 1과 같이 구성하였으며, 유량은 150 uL/min, wavelength는 254 nm, inject volume은 10 uL, run time은 15 min, column oven 온도는 40℃로 분석조건을 적용하였다. 칼럼은 Shiseido Pak MGII C18(5 µm)을 사용하여 분석을 실시하였다.

Table 1. HPLC analysis conditions

HPLC equipment SHISEIDO SI-2, SHISEIDO 3002 Detector	
Column	Shiseido Pak MGII C18 (1.5 mm × 250 mm, 5 µm)
Column oven temperature	40℃
Mobile phase	(A) Water (80%) (B) MeOH (20%)
Flow rate	150 uL/min
Wavelength	254 nm
Inject volume	10 uL
Run time	15 min

5. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, DPPH 및 ABTS Radical 소거능 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(Folin O & Denis W 1912)을 변형하여 분석하였다. 96 Well plate에 sample 10 uL, 증류수 90 uL, 2 M Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma, USA) 시약 10 uL를 넣고 혼합한 후 상온에서 5 min 동안 반응시켰다. 여기에 7% Sodium carbonate 용액 100 uL와 증류수 40 uL를 넣고 암실에서 90 min 방치 후, 파장 750 nm에서 Multifunction microplate reader(MMR SPARK®, Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량을 정량하기 위한 표준물질로는 gallic acid(Sigma, USA)를 사용하였으며, 시료와 동일한 방법으로 실험한 후 검량선을 작성하여 각 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 mg GAE/g로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 Moreno MIN 등(2000)의 방법을 변형하여 측정하였다. 96 Well plate에 sample 20 uL, 증류수 80 uL, 5% sodium nitrite 용액 6 uL를 혼합한 후 상온에서 5 min 동안 반응시켰다. 여기에 10% aluminium chloride 용액 6 uL를 첨가하고 실온에서 6 min 동안 반응시켰으며, 1 M sodium hydroxide 40 uL와 증류수 48 uL를 첨가하여 혼합한 후, 파장 510 nm에서 Multifunction microplate reader(MMR SPARK®, Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량을 측정하기 위한 표준물질로는 quercetin(Sigma, USA)를 사용하였으며, 시료와 동일한 방법으로 실험한 후 검량선을 작성하여 각 추출물의 총 플라보노이드 함량을 측정하였으며, 총 플라보노이드 함량은 mg QE/g로 나타내었다. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 96 Well plate에 sample 45 mL, 0.2 mM DPPH 용액 45 uL, ethanol 45 uL를 혼합한 후 상온에서 30 min 동안 암실 반응시켰다. 반응이 끝난 시료는 파장 517 nm에서 Multifunction microplate reader(MMR SPARK®, Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 시료에 대한 대조군은 ascorbic acid(Sigma, USA)를 사용하였다. DPPH radical 소거능은 시료 용액을 첨가한 sample과 첨가하지 않은 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical 소거능 (\%)} = [1 - (S - B) / C] \times 100$$

S : Sample 첨가구의 흡광도

B : Blank의 흡광도

C : Control (시료 무첨가구)의 흡광도

2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS)

radical 소거능은 Re R 등(1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulfate 용액을 같은 비율로 혼합하여 ABTS stock solution을 제조하였다. 암소에서 24시간 동안 반응시켜 활성화된 ABTS stock solution을 phosphate buffer saline(PBS, pH 7.4)로 희석하여 732 nm에서 측정된 흡광도가 0.70±0.03 되도록 조정 한 후 ABTS working solution으로 사용하였다. ABTS working solution 0.95 mL과 추출물 0.5 mL를 혼합하여 상온에서 10 min 동안 암실 반응시킨 후, 파장 732 nm에서 Multifunction microplate reader(MMR SPARK®, Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 시료에 대한 대조군은 ascorbic acid(Sigma, USA)를 사용하였다. ABTS radical 소거능은 시료 용액을 첨가한 sample과 첨가하지 않은 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical 소거능 (\%)} = [1 - (S / C)] \times 100$$

S : Sample의 흡광도

C : Control (시료 무첨가구)의 흡광도

6. 통계 분석

실험된 모든 자료는 IBM SPSS package version 23.0 (Statistical Package for the Social Science, Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 각각 평균과 표준오차를 산출하였다. 통계적 유의성을 검증하기 위해 one-way ANOVA test를 실시하였으며, 수치를 검증하기 위하여 Duncan의 다중범위 검정법을 실시하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 일반성분 함량

AG 추출물과 카페인 혼합 비율에 대한 따른 AG 추출물, AGC50, AGC60의 일반성분 함량을 분석한 결과는 Table 2에 제시하였다. 수분 함량은 AG 추출물 3.99±0.28%, AGC50 2.63±0.02%, AGC60 2.59±0.03%, 조회분 함량은 AG 추출물 13.35±0.08%, AGC50 6.18±0.05%, AGC60 7.62±0.03%로 나타났으며, 수분과 조회분 함량은 AG 추출물이 유의적으로 가장 높은 함량을 보였다($p < 0.05$). 조지방 함량은 AG 추출물 0.85±0.06%, AGC50 24.27±2.22%, AGC60 23.16±1.35%로 나타났으며, AG 추출물이 유의적으로 가장 낮은 함량을 보였다($p < 0.05$). 조단백질 함량은 AG 추출물 14.78±0.38%, AGC50 103.16±0.87%, AGC60 81.22±1.32%로 나타났고, AG 추출물이 가장 낮은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 본 연구에서 조지방 및 조단백질 함량이 AG 추출물에 비해 AGC50

Table 2. General analysis of AG extracts

Composition (%)	Moisture	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Carbohydrate
AG ¹⁾	3.99±0.28 ^a	13.35±0.08 ^a	0.85±0.06 ^b	14.78±0.38 ^c	67.03±0.61 ^a
AGC50 ²⁾	2.63±0.02 ^b	6.18±0.05 ^c	24.27±2.22 ^a	103.16±0.87 ^a	-36.23±1.43 ^c
AGC60 ³⁾	2.59±0.03 ^b	7.62±0.03 ^b	23.16±1.35 ^a	81.22±1.32 ^b	-14.59±2.55 ^b

Values are means±S.E.M.

Mean values without a common letter significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

¹⁾ AG: Extract from *Alpinia galanga*.

²⁾ AGC50: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (1:1).

³⁾ AGC60: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (2:3).

과 AGC60에서 높았는데, 이는 AG 추출물과 카페인 혼합량이 증가함에 따라 조지방 및 조단백질의 구성에 영향을 주어 반영된 추세라 사료된다. 탄수화물 함량은 AG 추출물 67.03±0.61%, AGC50 -36.23±1.43%, AGC60 -14.59±2.55%로 나타났으며, AG 추출물이 유의적으로 가장 높은 함량을 보였다($p<0.05$). 식품을 구성하고 있는 성분에는 특수성분과 일반성분이 있으며, 특히 일반성분의 종류에는 물, 탄수화물, 섬유질, 지질, 단백질 및 무기질이 있다(Choi YS 등 1999). RashadRagab NE(2018)의 연구에 따르면, 건조한 AG의 일반 성분은 100 g 당 수분 10.5 g, 조회분 2.04 g, 조지방 1.14 g, 조단백 3.44 g 및 탄수화물 68.28 g로 나타났으며, 탄수화물>수분>조단백질>조회분>조지방 순으로 보고하였다. 또한 Liang CH(2018)의 연구에서도 AG 추출물의 일반성분은 탄수화물>수분>조단백질>조회분>조지방 순으로 높은 함량을 가지고 있어 수분을 제외한 AG 추출물의 일반성분 함량은 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보였으며, 수분 함량의 차

이는 시료 보관 방법의 차이에 영향을 받은 것으로 판단된다.

2. 무기질 함량

AG 추출물과 카페인 혼합 비율에 대한 다른 AG 추출물, AGC50, AGC60의 무기질을 분석한 결과는 Table 3에 제시하였다. 100 g 당 구리 함량은 AG 추출물 0.49±0.02 mg, AGC50 0.31±0.01 mg, AGC60 0.37±0.01 mg, 아연 함량은 AG 추출물 8.52±0.23 mg, AGC50 3.71±0.11 mg, AGC60 4.77±0.16 mg, 철의 함량은 AG 추출물 34.59±21.42 mg, AGC50 17.15±0.92 mg, AGC60 20.14±1.34 mg, 망간 함량은 AG 추출물 43.51±1.13 mg, AGC50 20.19±0.09 mg, AGC60 25.36±0.91 mg, 마그네슘 함량은 AG 추출물 463.73±20.28 mg, AGC50 215.11±4.78 mg, AGC60 283.28±25.1 mg, 칼슘 함량은 AG 추출물 48.81±0.51 mg, AGC50 28.97±1.53 mg, AGC60 36.31±0.93 mg으로 나타났으며, 구리, 아연, 철, 망간, 마그네슘 및 칼슘 함량은 다른 군에 비해 AG 추출물이

Table 3. Mineral composition of AG extracts

Composition (mg/100 g)	AG ¹⁾	AGC50 ²⁾	AGC60 ³⁾	p-value
Copper	0.49±0.02 ^a	0.31±0.01 ^c	0.37±0.01 ^b	$p<0.05$
Zinc	8.52±0.23 ^a	3.71±0.11 ^c	4.77±0.16 ^b	$p<0.05$
Iron	34.59±21.42 ^a	17.15±0.92 ^b	20.14±1.34 ^b	$p<0.05$
Manganese	43.51±1.13 ^a	20.19±0.09 ^c	25.36±0.91 ^b	$p<0.05$
Magnesium	463.73±20.28 ^a	215.11±4.78 ^c	283.28±25.1 ^b	$p<0.05$
Calcium	48.81±0.51 ^a	28.97±1.53 ^b	36.31±0.93 ^c	$p<0.05$
Selenium	27.51±2.24	31.03±0.7	30.73±4.01	NS ⁴⁾

Values are means±S.E.M.

Mean values without a common letter significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

¹⁾ AG: Extract from *Alpinia galanga*.

²⁾ AGC50: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (1:1).

³⁾ AGC60: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (2:3).

⁴⁾ NS: Not signification.

유의적으로 가장 높은 함량을 보였다($p<0.05$). 그러나 100 g 당 셀레늄 함량은 AG 추출물 27.51 ± 2.24 mg, AGC50 31.03 ± 0.7 mg, AGC60 30.73 ± 4.01 mg으로 모든 군에서 유의적 차이를 나타내지 않았다. 무기질은 신체 내 혈액의 pH를 적정 수준(7.3~7.5)으로 유지시켜 주는 완충작용, 소화액 또는 산성과 알칼리성 조절 작용, 체액의 삼투압 조절 및 용해성 부여 기능, 근육과 신경조직의 흥분 및 진정 작용, 대사 관여 효소의 활성화 및 효소 반응의 촉진 작용 등 많은 생리적 기능을 지니고 있다(Gaman PM & Sherrington KB 1990). Manuhara YSW 등(2022)의 연구에서 AG 뿌리줄기의 무기질 분석 결과는 구리 0.95%, 아연 0.52%, 철 3.63%, 망간 27.9% 및 칼슘 0%로 나타났으며, 가장 함량이 높은 무기질은 망간이고, 철>구리>아연 순으로 함량이 높게 측정되었다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 마그네슘>칼슘>망

간>철>셀레늄>아연>구리 순으로 함량이 높게 나타났다($p<0.05$). 이는 본 연구에서는 원자흡수분광법을 사용하여 무기질 분석을 하였고, Manuhara YSW 등(2022)의 연구에서는 X선 형광 분석법을 사용하여 분석 방법의 차이가 있는 것으로 판단되며, 선행연구(Manuhara YSW 등 2022)에서 사용한 X선 형광 분석법으로는 탄소, 산소 및 질소를 감지할 수 없어 마그네슘의 함량을 측정할 수 없는 점을 고려할 때, 두 연구 간의 함량 차이가 나타난 것으로 사료된다.

3. 카페인 함량

HPLC 분석 시 사용된 standard sample은 caffeine이며, 검량선과 크로마토그램은 Fig. 1의 (A), (B), (C)에 제시하였다. 크로마토그램에서 표준 카페인의 머무름 시간은 11.98 min 이고, AG 추출물은 12.38 min이었다. AG 추출물과 카페인

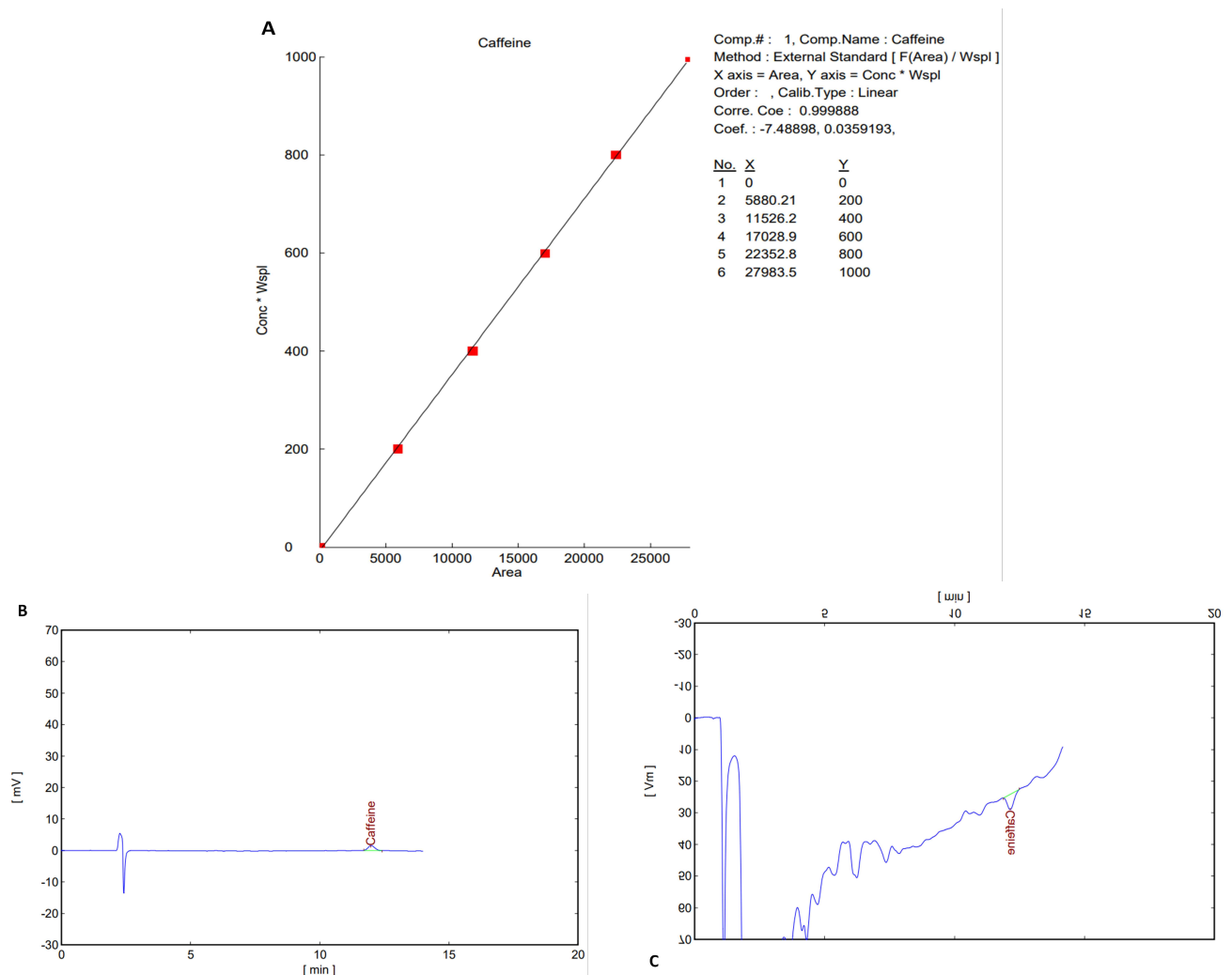


Fig. 1. The HPLC chromatogram of caffeine standard solution and extract from *Alpinia galanga*.

(A) The standard curve of caffeine standard solution. (B) The HPLC chromatogram of caffeine standard solution. (C) The HPLC chromatogram of extract from *Alpinia galanga*.

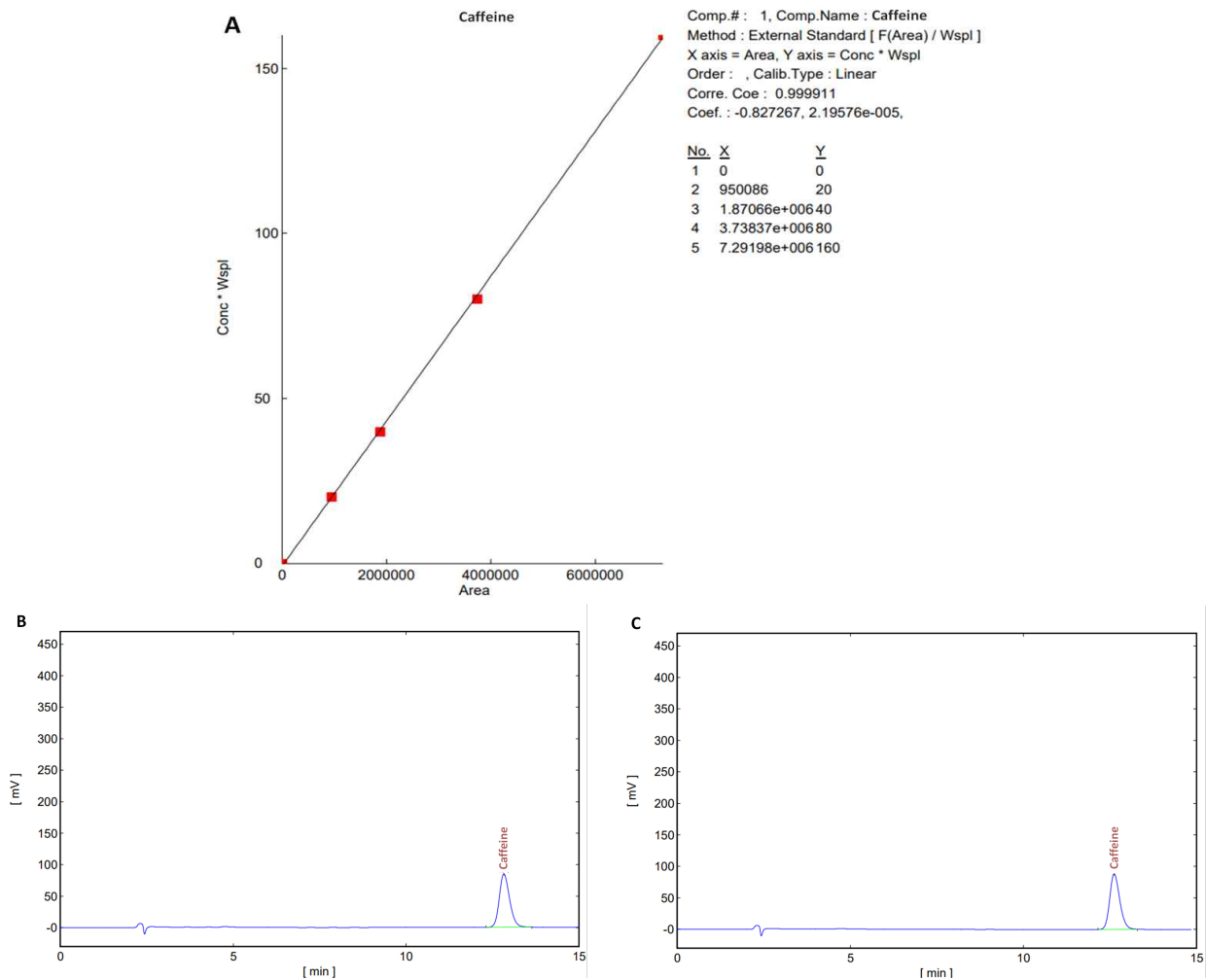


Fig. 2. The HPLC chromatogram of caffeine standard solution and mixture of extract from *Alpinia galanga* and caffeine. (A) The standard curve of caffeine standard solution. (B) The HPLC chromatogram of caffeine+extract from *Alpinia galanga* (1:1). (C) The HPLC chromatogram of caffeine+extract from *Alpinia galanga* (2:3).

혼합 비율에 대한 따른 sample의 크로마토그램은 Fig. 2의 (A), (B), (C)에 제시하였다. *Alpinia galanga*이 단일 함유되어 있는 AG 추출물의 카페인 함량은 2.99 mg/g이며, AGC50와 AGC60의 카페인 양은 각각 376.24 mg/g와 381.26 mg/g이었다. AG 추출물은 카페인과 같은 각성효과를 가지고 있다는 선행연구(Srivastava S 등 2017; Srivastava S 2018)에 따라 본 연구에서 AG 추출물의 각성효과를 확인하였으며, 결과적으로 AG 추출물에는 천연 카페인이 함유되어 있었다. 카페인과 AG 추출물의 1:1 및 2:3 비율에 따른 카페인 함량이 비슷한 수치를 나타냈으며, 이는 각성효과에 있어 2:3 비율이 시너지 효과를 가지고 있다는 것으로 판단된다. 그러나 AG 추출물의 각성 효과에 관련된 주요 활성 성분 및 분자 매커니즘에 대한 연구가 부족하므로 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

4. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, DPPH 및 ABTS Radical 소거능

AG 추출물과 카페인 혼합 비율에 대한 따른 AG 추출물, AGC50, AGC60의 총 폴리페놀과 플라보노이드의 함량은 Table 4에 제시하였다. AG 추출물의 총 폴리페놀 함량은 1.37 ± 0.02 mg GAE/g으로, AGC50 0.83 ± 0.02 mg GAE/g과 AGC60 1.17 ± 0.03 mg GAE/g에 비하여 유의적으로 높았다 ($p < 0.05$). 총 플라보노이드 함량 역시 AG 추출물 함량이 1.23 ± 0.17 mg QE/g으로 유의적으로 높았으며 ($p < 0.05$), AGC50와 AGC60은 각각 0.32 ± 0.04 mg QE/g과 0.62 ± 0.04 mg QE/g로 나타났다. 천연물에서 얻어지는 폴리페놀류와 플라보노이드류의 화합물은 항산화 효과를 나타내는 생리 활성 기능을 가지고 있다(Bravo L 1998). Mahae N & Chaiseri S(2009)의 결과에 따르면, AG 수성 추출물의 총 폴리페놀

Table 4. Total phenolic, total flavonoid contents of AG extracts

Variables	AG ¹⁾	AGC50 ²⁾	AGC60 ³⁾	p-value
Total phenolic (mg GAE/g)	1.37±0.02 ^a	0.83±0.02 ^c	1.17±0.03 ^b	p<0.05
Total flavonoid (mg QE/g)	1.23±0.17 ^a	0.32±0.04 ^b	0.62±0.04 ^b	p<0.05

Values are means±S.E.M.

Mean values without a common letter significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

¹⁾ AG: Extract from *Alpinia galanga*.

²⁾ AGC50: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (1:1).

³⁾ AGC60: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (2:3).

함량은 8.25 mg GAE/g extract, 2.94 mg GAE/g dry galanga, 플라보노이드 함량 1.48 mg CE/g extract, 0.53 mg CE/g dry galanga로 나타났으며, 본 연구 결과와 같이 AG에서 총 폴리페놀의 함량이 총 플라보노이드 함량보다 높게 측정되는 경향을 보였다.

AG 추출물과 카페인 혼합 비율에 대한 따른 AG 추출물, AGC50, AGC60의 항산화 효과를 측정하기 위한 DPPH radical 소거능 결과는 Fig. 3에 제시하였다. Positive control로는 ascorbic acid(1 mg/mL)를 사용하였으며, 97.41±0.02%로 유의적으로 가장 높은 활성을 보였다($p<0.05$). Positive control을 제외하면 AG 추출물은 63.24±0.44%로 유의적으로 높은 활성을 보였으며($p<0.05$), AGC50과 AGC60은 각각 51.9±1.85%와 54.98±0.65%로 나타났다. AG 추출물과 카페인 혼합 비율에 대한 따른 AG 추출물, AGC50, AGC60의 항산화 효과를 측정하기 위한 ABTS radical 소거능 결과는 Fig. 4에 제시하였다. Positive control로는 ascorbic acid(1 mg/mL)

를 사용하였으며, 91±0.06%로 유의적으로 가장 높은 활성을 보였다($p<0.05$). Positive control을 제외하면 AG 추출물이 89.19±0.09%로 유의적으로 높은 활성을 보였으며($p<0.05$), AGC50과 AGC60은 각각 45.71±0.25%와 78.47±0.17%로 나타났다. DPPH radical 소거능은 수소 또는 전자공여능을 측정하는 것으로 전자가 쌍을 이루어 비라디칼이 되면서 특유한 색이 소멸되는 원리를 이용한 일반적인 항산화 활성 측정 방법이다(Kang JY 등 2015). Mahae N & Chaiseri S(2009)의 연구 결과에 따르면, AG 추출물의 DPPH radical 소거능은 55.48 mg/mL로 측정되었으며, AG 추출물의 DPPH radical 소거능은 본 연구의 결과가 더 높게 나타났다. ABTS radical 소거능은 ABTS 염과 강력한 산화제인 potassium persulfate 이 반응하여 생기는 청록색의 ABTS 발색단이 수소공여능이 뛰어난 시료에 의해 환원될 때 특유한 색이 소멸되는 원리를 이용한 일반적인 항산화 활성 측정 방법이다(Hernández-Rodríguez P 등 2019).

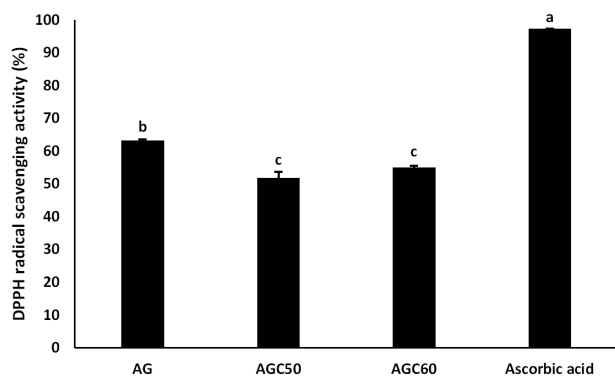


Fig. 3. DPPH radical scavenging activities of AG extracts.

Values are means±S.E.M. Mean values without a common letter significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$. AG: Extract from *Alpinia galanga*, AGC50: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (1:1), AGC60: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (2:3).

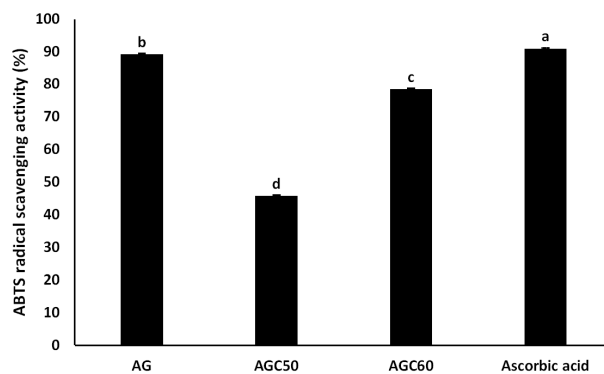


Fig. 4. ABTS radical scavenging activities of AG extracts.

Values are means±S.E.M. Mean values without a common letter significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$. AG: Extract from *Alpinia galanga*, AGC50: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (1:1), AGC60: Caffeine+extract from *Alpinia galanga* (2:3).

요 약

본 연구는 AG 추출물의 영양학적 기능, 항산화 활성 및 각성효과를 확인하기 위해 실시하였다. AG 추출물의 일반성분은 시료 전체를 100% 기준으로 하여 수분 3.99%, 조회분 13.35%, 조지방 0.85%, 조단백질 14.78%, 탄수화물 67.03%로 나타났으며, 탄수화물>조단백>조회분>수분>조지방 순으로 높은 함량을 보였다($p<0.05$). AG 추출물, 카페인과 AG 혼합물의 무기질 함량은 AG 추출물의 함량이 높을수록 증가하는 경향을 보였다. AG 추출물에는 천연 카페인이 함유되어 있다는 것을 확인하였고, 카페인과 AG 혼합물 1:1 및 2:3 비율은 다른 카페인 함량이 비슷한 수치를 나타내었다. 본 연구에서 AG 추출물의 총 폴리페놀 함량은 1.37 mg GAE/g, 총 플라보노이드 함량은 1.23 mg QE/g으로 나타났으며, AG 추출물의 함량이 높을수록 항산화 활성이 유의적으로 높게 측정되었다($p<0.05$). AG 추출물의 DPPH radical 소거능은 63.24%, ABTS radical 소거능은 89.19%로 측정되었다. 본 연구 결과를 종합해 볼 때, AG 추출물은 강한 항산화 활성을 나타내는 천연 식물로 기능성 식품으로 활용이 가능하며, AG 추출물이 카페인을 대체할 수 있는 천연물질로 활용될 수 있게 지속적인 연구가 필요하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2023년 삼육대학교 식품생명산업학과 박수진 학생의 석사학위 논문의 일부를 발췌하여 재구성한 것입니다.

REFERENCES

- AOAC (2000) Official Method of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA. pp 1-26.
- Arambewela L, Silva R (1999) Sri Lankan Medicinal Plant Monograph and Analysis: *Kaempferia galanga*. Industrial Technology Institute. Maitland place, colombo 07, Sri Lanka. pp 1-17.
- Arria AM, O'Brien MC (2011) The "high" risk of energy drinks. *Jama* 305(6): 600-601.
- Azagba S, Langille D, Asbridge M (2014) An emerging adolescent health risk: Caffeinated energy drink consumption patterns among high school students. *Prev Med* 62: 54-59.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617): 1199-1200.
- Bravo L (1998) Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev* 56(11): 317-333.
- Cheah PB, Hasim NHA (2000) Natural antioxidant extract from galangal (*Alpinia galanga*) for minced beef. *J Sci Food Agric* 80(10): 1565-1571.
- Choi YS, Shim TH, Kim JR, Kim SW, Cheong EH, Lee SY (1999) Studies on compositional characteristics and quantitative determination of buckwheat flour in commercial products of Kangwondo *Makkuksoo* (buckwheat noodle) and buckwheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(5): 963-968.
- Eram S, Mujahid MM, Bagga P, Ansari VA, Ahmad MA, Kumar A, Ahsan F, Akhter MS (2019) A review on phytopharmacological activity of *Alpinia galanga*. *Int J Pharm Pharm Sci* 11(3): 6-11.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2): 239-243.
- Frary CD, Johnson RK, Wang MQ (2005) Food sources and intakes of caffeine in the diets of persons in the United States. *J Am Diet Assoc* 105(1): 110-113.
- Gaman PM, Sherrington KB (1990) Mineral Elements and Water. The Science of Food. 3rd ed. Permon Press, England. pp 103-115.
- Hernández-Rodríguez P, Baquero LP, Larrota HR (2019) Flavonoids: Potential therapeutic agents by their antioxidant capacity. pp 265-288. In: Bioactive compounds. Health Benefits and Potential Applications. Maira RSC (ed). Woodhead Publishing, London, UK.
- Jantan IB, Yassin MSM, Chin CB, Chen LL, Sim NL (2003) Antifungal activity of the essential oils of nine Zingiberaceae species. *Pharm Biol* 41(5): 392-397.
- Kang JY, Park BK, Seung TW, Park CH, Park SK, Jin DE, Heo HJ (2015) Amelioration of trimethyltin-induced cognitive impairment in ICR mice by perilla oil. *Korean J Food Sci Technol* 47(3): 373-379.
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM (2007) Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon Ge-Geol radish, Ganwha turnip, and Korean radish. *Korean J Food Sci Technol* 39(3): 255-259.
- Kim SY (2018) Correlation between caffeine intake level and perceived stress in high school students in Yongin Region. *J Korean Soc Food Sci Nut* 47(2): 176-185.
- Kumar S, Alagawadi KR (2011) Influence of *Alpinia galanga*

- rhizomes on cafeteria diet induced obesity in rats. *J Nat Remedies* 11: 158-166.
- Kumar S, Alagawadi KR (2013) Anti-obesity effects of galangin, a pancreatic lipase inhibitor in cafeteria diet fed female rats. *Pharm Biol* 51(5): 607-613.
- Lee HW (2000) A study on caffeine containing foods and the effect of caffeine in human. *Culi Sci & Hos Res* 6(3): 343-355.
- Liang CH, Lin YS, Chiang SS (2018) Regulation of adipogenesis and lipolysis by the rhizomes of *Alpinia galanga* in 3T3-L1 preadipocytes and high fat diet-induced obese BALB/c mice. *Taiwan J Agric Chem Food Sci* 56(1,2): 9-24.
- Mahae N, Chaiseri S (2009) Antioxidant activities and anti-oxidative components in extracts of *Alpinia galanga* (L.) Sw. *Kasetsart J (Nat Sci)* 43: 358-369.
- Manuhara YSW, Sugiharto S, Kristanti AN, Aminah NS, Wibowo AT, Wardana AP, Sugiarto D (2022) Antioxidant activities, total phenol, flavonoid, and mineral content in the rhizome of various Indonesian herbal plants. *Rasayan J Chem* 15(4): 2724-2730.
- Martyn D, Lau A, Richardson P, Roberts A (2018) Temporal patterns of caffeine intake in the United States. *Food Chem Toxicol* 111: 71-83.
- Mathe A (2010) Medicinal and aromatic plants. Vol II. pp 322-348. In: Soils, plant growth and crop production. Willy H, Verheye (eds). Eolss Publishers, Oxford, UK.
- Mayachiew P, Devahastin S (2008) Antimicrobial and antioxidant activities of Indian gooseberry and galangal extracts. *LWT-Food Sci Technol* 41(7): 1153-1159.
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA (2000) Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71(1-2): 109-114.
- Oonmetta-aree J (2005) Effects of the Zingiberaceae spice extracts on growth and morphological changes of food-borne pathogens. MS Thesis Suranaree University, Nakhon Ratchasima. pp II-V.
- Park EJ (2016) Correlation between eating behavior and caffeine intake level in high school students in Yongin region. MS Thesis Kyounggi University, Suwon. pp 3-8.
- Rachkeeree A, Kantadong K, Suksathan R, Puangpradab R, Page PA, Sommano SR (2018) Nutritional compositions and phytochemical properties of the edible flowers from selected Zingiberaceae found in Thailand. *Front Nutr* 5: 1-10.
- RashadRagab NE (2018) Effect of galangal (*Alpinia galanga*) as consumption as antioxidants on hyperlipidemic and hyperglycemic (In experimental rats). MS Thesis Fayoum University, Fayoum. pp 1-16.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rich-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26(9-10): 1231-1237.
- Seifert SM, Schaechter JL, Hershorin ER, Lipshultz SE (2011) Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults. *Pediatrics* 127(3): 511-528.
- Srivastava S (2018) Selective enhancement of focused attention by *Alpinia galanga* in subjects with moderate caffeine consumption. *J Clin Trials* 2018(10): 43-49.
- Srivastava S, Mennemeier M, Pimple S (2017) Effect of *Alpinia galanga* on mental alertness and sustained attention with or without caffeine: A randomized placebo-controlled study. *J Am Coll Nutr* 36(8): 631-639.
- Temple JL (2009) Caffeine use in children: What we know, what we have left to learn, and why we should worry. *Neurosci Biobehav Rev* 33(6): 793-806.
- Verma RK, Garima M, Pradeep S, Jha KK, Khosa RL (2011) *Alpinia galanga*-an important medicinal plant: A review. *Der Pharmacia Sinica* 2(1): 142-154.

Date Received	Feb. 13, 2024
Date Revised	Feb. 15, 2024
Date Accepted	Feb. 16, 2024