

Comparison of Antioxidant, Antidiabetic, and Antithrombotic Activities of Native Korean and Improved Pepper Varieties

Eun-Seo Lim¹, Seong-Im Park², Jong-Sik Kim³ and Ho-Yong Sohn^{1*}

¹Department of Food and Nutrition, and ³Department of Life Science, Andong National University, Andong 36729, Korea

²Yeongyang Pepper Research Institute, Gyeongsangbuk-Do Agricultural Research & Extension Services, Yeongyang 36531, Korea

Received March 28, 2024 / Revised May 19, 2024 / Accepted May 19, 2024

Hot pepper (*Capsicum annuum* L.) is a valuable plant that is widely used worldwide for food and medicinal purposes. This study compared ethanol extracts of five native Korean varieties (Yuwol-cho, Subi-cho, Sumihyang, Gounbit, and Chilseong-cho) and five improved varieties (Dabok, Cheongyang, Chungseong, Olbokhap, and Shin-honggildong) of peppers cultured in Korea. The extracts were analyzed for color difference, polyphenol content, and their antioxidant, antidiabetic, and antithrombotic activities. The extracts of the improved varieties exhibited higher levels of redness and lower levels of yellowness compared to the native varieties. Polyphenol and flavonoid content analysis revealed significantly higher levels in the Yuwol-cho and Sumihyang varieties, which also exhibited scavenging activities in 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl anion-, 2,2-azobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate) cation-radical scavenging, and reducing power assay. The Chilseong-cho, Yuwol-cho, and Dabok varieties showed significantly higher nitrite scavenging activity. Antidiabetic activity based on α -glucosidase inhibition was observed in the Subi-cho, Sumihyang, and Gounbit extracts. Evaluation of antithrombotic activity showed that the Yuwol-cho extract prolonged thrombin time by 1.61 times compared to the solvent control at a concentration of 5 mg/ml, while the Dabok extract prolonged prothrombin time and activated partial thromboplastin time by 1.33 times and 2.21 times, respectively. All pepper extracts showed no erythrocyte hemolysis activity up to a concentration of 5 mg/ml. Our results suggest that native Korean peppers have the potential to serve as valuable sources of antioxidant, antidiabetic, and antithrombotic agents. This research also indicates the possibility of replacing improved pepper varieties, which incur significant seed usage fees, with native Korean pepper varieties.

Key words : Anti-diabetes, anti-oxidant, anti-thrombosis, improved variety, native hot pepper variety

서 론

고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과(Solanaceae)에 속하는 한해살이풀로 고초, 남만초, 남초, 당초, 왜초 등의 다양한 이름으로 불리며, 열매와 잎을 식용하며, 특히 열매는 독특한 매운맛으로 인해 세계적으로 이용되고 있다 [14]. 국내에서는 생으로 먹는 것 이외에도 김치, 고추장, 장아찌, 초고추장 등 발효식품으로 이용되며 고추의 잎은 줄이거나 데쳐 먹기도 하며, 절임으로도 이용되고 있다 [3, 14].

고추는 서로 다른 품종이 바람에 의해 수정되어 교잡종

이 매우 많으며, 국내에서도 다양한 개량종이 판매되고 있다 [20]. 국내의 경우 통상 여름철에 흰색의 꽃이 피며, 7-10월에 장과의 열매를 수확하게 된다. 고추는 품종 및 수확시기에 따라 성분에 많은 차이가 있으나 [11, 17], 수분 11-14%, 조지방 15-18%, 회분 5-6%, 조섬유 21-27%, 단백질 12-15%, 총 당 25-47%, 비타민 C 340 mg/100 g이 함유되어 있으며 베타카로틴, 비타민 B군, 비타민 E를 다량 포함하여 단순한 매운맛 향신료 이상으로 영양적 우수성을 가진다 [4, 8]. 고추의 붉은 색은 캡산틴(capsanthin), 캡솔빈(capsorubin), β -carotene, cryptoxanthin과 같은 카로티노이드계 색소 수식 종이 어우러져 나타나는 것으로 [11], 일부는 소화 흡수 이후 비타민 A로 바뀌어 인체의 비타민 A의 공급원이 된다. 또한 고추는 다양한 유기산, 및 페놀성 화합물을 함유하고 있으며, 항산화 [2, 6, 7, 16], 항당뇨 [1], 항염증 [11], quinone reductase 유도 [18] 및 간암 및 유방암 세포주에 대한 세포성장 억제 활성 [11, 18] 등의 유용 생리 활성이 보고되어 있다.

한편 한국은 2017년 8월 나고야 의정서에 가입하였으

*Corresponding author

Tel : +82-54-820-5491, Fax : +82-54-820-6281

E-mail : hysohn@anu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

며, 이로 인해 해외 생물자원의 의존도를 줄이고 국내 생물자원 개발 및 활용 연구의 중요성이 더욱 증가되고 있는 실정이다. 2023년 국내 통계청 자료에 의하면, 국내 1인당 건고추 소비량이 3 kg에 달해 한국의 고추 사용이 증가하고 있으나, 국내에서 다량 소비되고 있는 청량고추를 포함한 다수의 고추는 몬산토와 같은 해외기업이 종자 소유권을 가지고 있어 매년 막대한 로열티를 지급하고 있는 실정이다. 따라서 국내 고추 산업 활성화를 위해서는 국내 종자개발 및 국내 재래종의 우수성 연구가 필요한 시점이다. 이에 국내의 경북 영양고추연구소에서는 나고야 의정서에 대응하고 국내 생물 다양성 확보를 위해 재래종 고추 확보 연구를 지속적으로 진행해왔으며, 현재 26품종 이상을 육성하였다[9, 10, 13]. 또한 상업적 사용을 위해 재래종 내병 품종인 수비초, 수미향, 유월초, 칠성초, 고은빛을 복원하였다[21, 22]. 그러나 현재까지 복원된 재래종의 재배법 및 수확 고추의 원예학적 특성에 대한 연구에 집중되어, 재래종 고추의 생리활성에 대한 연구가 진행된 바는 없다. 따라서 본 연구에서는 복원된 국내 재래종 고추와 시판중인 개량종 고추의 추출물을 조제하여 이들의 색상, 폴리페놀 함량 및 항산화 활성, 항당뇨 활성, 항혈전 활성 및 적혈구 용혈활성을 평가하여 국내 재래종 고추의 품질 우수성을 탐색하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료 및 시약

본 실험에 사용된 국내 재래종 고추인 수비초, 수미향, 유월초, 칠성초, 고은빛 및 개량종인 다복, 청양, 충성, 울복합 및 신흥길동 고추는 경북 영양군 영양고추연구소 내 비가림하우스에서 표준재배법에 준해 재배한 고추를 사용하였다. 수확된 고추는 50°C에서 3-4일 건조 후 꼭지를 제거한 후 씨를 포함하여 분쇄한 다음 0.5 mm 체를 통과시킨 분말로 조제하였으며, -20°C에 밀봉 보관하면서 실험에 사용하였다. 확장 표준(KHP 202201~10)은 경상북도 영양고추연구소에 보관하고 있다. 항산화 활성평가에 사용한 DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl), ABTS (2,2-azobis[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate]), vitamin C 및 항당뇨 활성에 사용한 *p*-nitrophenol glucoside, α -glucosidase는 Sigma Co. (St. Louis, MO, USA)의 시약을 사용하였다. 항혈전 활성평가에 사용한 혈장은 시판 control plasma (MD Pacific Technology Co., Ltd, Huayuan Industrial Area, China)를 사용하였으며[13], PT reagent와 aPTT reagent는 MD Pacific Hemostasis (MD Pacific Technology Co., Ltd, Huayuan Industrial Area, China)의 분석시약을 사용하여 측정하였다[16]. Dimethyl sulfoxide (DMSO), rutin, tannic acid, triton X-100 및 기타 사용 시약은 Sigma Co. (St. Louis, MO, USA)의 시약급 이상의 제품을 구입하여

사용하였다.

고추 추출물 제조 및 색차 분석

조제된 분말 고추가루를 20배의 95% ethanol (Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd. Korea)을 가한 후 상온에서 2일 동안 침지하여 각각 추출하였으며, 추출액의 색차는 Hunter Color Difference meter (Super color SP-80 Colormeter, Tokyo Denshoku Co., Japan)를 이용하여 명도(백색 100~0 검정색), 적색도(적색 100~80 녹색), 황색도(황색 70~80 검정색)를 측정하여 분석하였다. 이때 표준백판의 색도는 L값이 92.44, a값이 -0.06, b값이 1.35로 기준을 정하였으며, 시료 당 3회 측정하여 평균값을 구하여 나타내었고 색차(ΔE)는 다음의 식을 이용하여 계산하였다[7].

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

각각의 추출액은 filter paper (Whatman No. 2)로 거른 후 감압 농축(Eyela Rotary evaporator N-1110S, Tokyo Rikakikai Co., Ltd. Japan)후 동결건조하여 분말로 조제하고 -80°C에서 보관하면서 분석에 사용하였다.

Total polyphenol 및 total flavonoid 함량 분석

고추 추출물의 total polyphenol 및 total flavonoid 함량 측정은 기존의 보고된 방법[24, 27]에 따라 측정하였으며, 각각 rutin과 tannic acid를 표준시약으로 사용하였다.

항산화 활성

고추 추출물의 항산화 활성은 DPPH 활성 음이온 소거능, ABTS 활성 양이온 소거능, nitrite 소거능 및 환원력 (reducing power) 측정으로 평가하였다. 활성 평가는 기존의 방법[23]과 동일하게 사용하였으며, 활성 대조구로는 vitamin C (Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를, 용매 대조구로는 DMSO를 사용하였다. 각각의 활성 평가는 각각 3회 반복한 실험의 평균과 편차로 표시하였으며, 다음의 식에 의해 각각 계산하였다.

$$\text{DPPH 활성 음이온 소거능(\%)} = [(C-S)/C] \times 100$$

C: DMSO 첨가구 흡광도 S: 시료 첨가구 흡광도

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

C: DMSO 첨가시 흡광도 S: 시료 첨가시 흡광도

$$\text{Nitrite 소거능(\%)} = [1 - (A-C)/B] \times 100$$

A: 1 mM nitrite 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B: 1 mM nitrite 용액의 흡광도 C: 시료의 흡광도

α -amylase 및 α -glucosidase 저해활성

고추 추출물의 항당뇨 활성 평가의 일환으로 α -amylase 및 α -glucosidase 저해 활성을 평가하였다. α -amylase 활성

은 고추 추출물 시료 10 µl (최종 농도 5 mg/ml)와 50 mM phosphate buffer (pH 6.8)로 희석한 α-amylase (Digel-100, 0.5 U/ml. Nensys Co., Andong, Korea) 10 µl를 혼합하여 37°C에서 10분간 반응한 후, 0.5% soluble starch (Samchun Chemicals Co., Korea)를 포함하는 한천배지에 5 µl를 점적하고 37°C에서 1시간 반응시켜 생성되는 투명환의 크기를 측정하여 평가하였다. 한편 α-glucosidase 저해활성 평가를 위해 고추 추출물 시료 2.5 µl (최종 농도 0.5 mg/ml)와 50 mM sodium acetate buffer (pH 5.6)로 희석한 α-glucosidase (0.25 U/ml) 25 µl를 혼합하여 37°C에서 10분간 반응하고 1 mM p-nitrophenol glucoside 용액 25 µl를 가하여 60°C에서 10분간 반응하였다. 이후 1 M NaOH 25 µl를 첨가하여 반응을 정지시키고, 405 nm에서 흡광도를 측정하여 저해율을 계산하였다[1].

$$\text{저해율(\%)} = [1 - (\text{시료 첨가구 효소활성} / \text{대조구 첨가구 효소활성})] \times 100$$

항응고 활성

고추 추출물의 항응고 활성은 thrombin time (TT), prothrombin time (PT) 및 activated partial thromboplastin time (aPTT)을 각각 측정하여 평가하였다[5, 29]. TT는 37°C에서 thrombin (0.5 U, Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 50 µl와 CaCl₂ (20 mM) 50 µl, 다양한 농도의 고추 추출물 10 µl를 Amelung coagulometer (Amelung, Lemgo, Germany) 튜브에 혼합하여 2분간 반응시킨 후, 혈장 100 µl를 첨가한 후 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였다. PT 측정은 혈장 70 µl와 다양한 농도의 고추 추출물 10 µl를 coagulometer 튜브에 첨가하여 37°C에서 3분간 가온 후, 130 µl의 PT reagent를 첨가하고 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였다. 내인성 혈전 생성 정도를 평가하는 aPTT는, 표준혈장 70 µl와 다양한 농도의 고추 추출물 10 µl를 coagulometer 튜브에 첨가하여 37°C에서 3분간 가온 후, 65 µl의 aPTT reagent를 첨가하고 다시 37°C에서 3분간 반응하였다. 이후 65 µl CaCl₂ (35 mM)을 첨가한 후 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였다. 모든 실험은 3회 반복하여 평균치로 나타내었으며, 각각의 항응고 활성은 시료 첨가시의 응고 시간의 평균치를 무첨가 시의 응고 시간의 평균치의 비로 나타내었다[15].

적혈구 용혈활성

고추 추출물의 적혈구 용혈 활성은 기존의 보고된 방법 [19]과 동일하게 평가하였으며, PBS로 3회 수세한 인간 적혈구 100 µl를 96-well microplate에 가하고 고추 추출물 100 µl를 가한 다음 37°C에서 30분간 반응시켰으며, 이후, 반응액을 10분간 원심분리(1,500 rpm)하여 상등액 100 µl를 새로운 microtiter plate로 옮긴 후 적혈구 용혈에 의한 헤모글로빈 유출 정도를 414 nm에서 측정하였다. 시료의

용매 대조구로는 DMSO (2%)를 사용하였으며, 용혈 실험의 대조구로는 triton X-100 (1 mg/ml)을 사용하였다.

통계분석

모든 분석결과는 3회 반복한 실험의 평균과 편차로 나타내었다. 실험 결과는 SPSS 23.0 버전을 사용하여 mean ± SD 로 나타내었으며, 각 군간의 차이는 ANOVA로 분석하였으며, 유의수준은 p<0.05로 하였다.

결과 및 고찰

고추 추출물의 색차

국내 재래종 고추 5종 및 개량종 5종 추출물의 사진도와 색차 분석 결과는 Fig. 1 및 2에 나타내었다. 국내 재래종 추출물의 경우 진한 황색을 나타낸 반면 개량종의 추출물은 상대적으로 적색을 나타내었다. 색차 측정결과, 5종 재래종 및 5종 개량종의 평균 명도값은 각각 12.16±0.44 및 10.79±0.87로 나타나 재래종이 더욱 명도가 높았으며 특히 유월초 추출물에서 가장 높은 12.84±0.01의 값을 나타내었다. 반면 5종 재래종 및 5종 개량종의 평균 적색도의 경우 각각 3.72±0.81 및 7.71±0.99로 나타나 개량종이 더욱 적색도가 높았으며 울복합 추출물에서 가장 높은 8.29±0.05로 가장 높았다. 황색도의 경우 5종 재래종 및 5종 개량종의 평균값이 각각 7.14±0.20 및 5.91±0.59로 나타나 재래종 추출물이 높게 나타났으며 특히 칠성초 추출물에서 가장 높은 7.38±0.04로 가장 높았다. 이러한 고추 색차는 고추 품종은 물론 건조방법 및 가열온도에 따라 차이가 나타난다고 알려져 있다[25, 31]. 국내 소비자에게 고추의 색차는 품질을 결정하는 중요 인자이므로 [25, 28], 상기 결과는 향후 식품 적용 용도에 따른 고추 품종 선택의 자료로 이용될 수 있다.

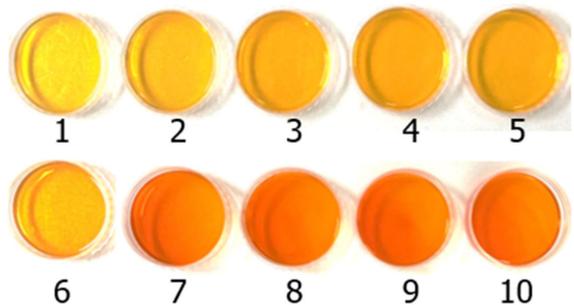


Fig. 1. Photography of the ethanol extracts of hot Pepper varieties used in this study. Five Korean native variety (1: Yuwol-cho, 2: Subi-cho, 3: Sumihyang, 4: Gounbit and 5: Chilseong-cho) and five improved varieties (6: Dabok, 7: Cheongyang, 8: Chungseong, 9: Olbokhap and 10: Sin-honggildong)

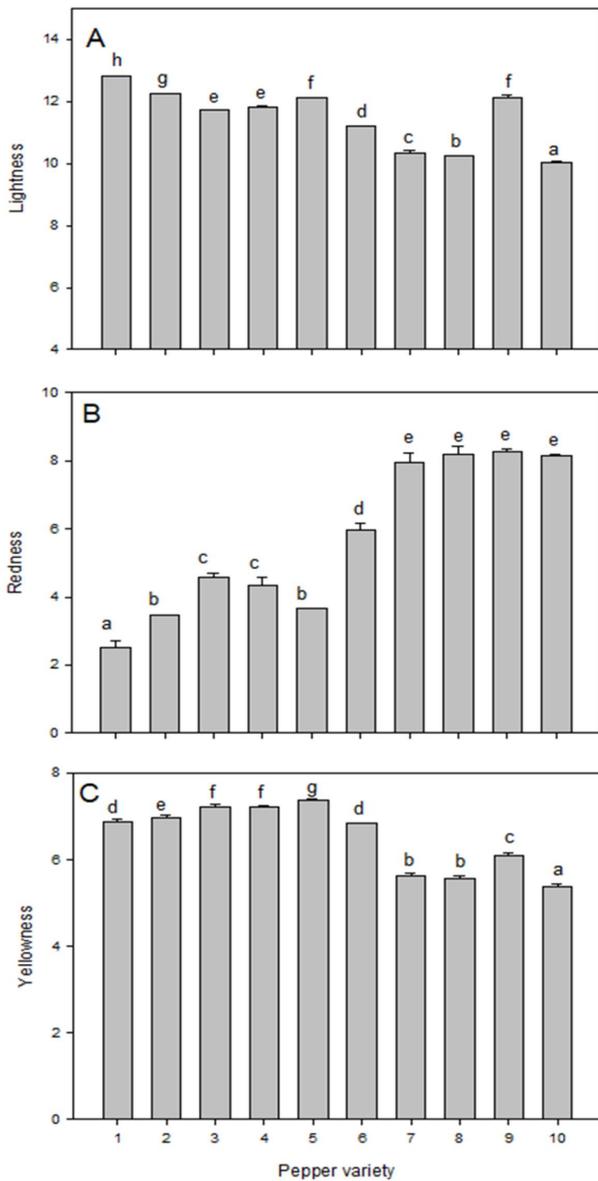


Fig. 2. Lightness (A), redness (B) and yellowness (C) of the ethanol extracts of hot Pepper varieties. Five Korean native variety (1: Yuwol-cho, 2: Subi-cho, 3: Sumihyang, 4: Gounbit and 5: Chilseong-cho) and five improved varieties (6: Dabok, 7: Cheongyang, 8: Chungseong, 9: Olbokhap and 10: Sin-honggildong). Data are means \pm SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column differ significantly ($p < 0.05$).

고추 추출물의 total polyphenol 및 total flavonoid 함량

국내 재래종 고추 5종 및 개량종 5종 추출물의 total polyphenol 및 total flavonoid 함량 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 국내 재래종 추출물의 경우 각각 19.79 ± 10.15 mg/g 및 8.26 ± 2.60 mg/g의 평균값을 나타내어 개량종의 13.23 ± 3.58 mg/g 및 5.24 ± 0.69 mg/g보다 유의적으로 높았으며, 특히 유월초와 수미향 추출물의 경우 30.2 – 31.3 mg/g의 함량을

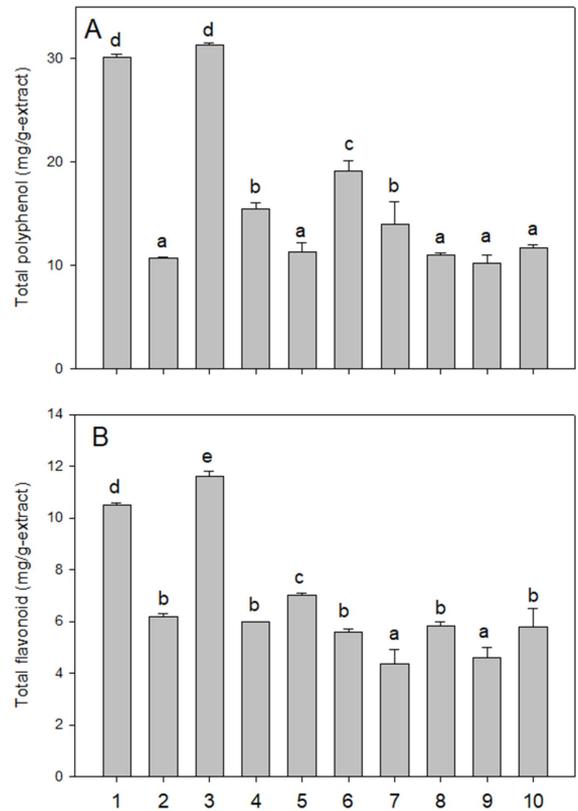


Fig. 3. Content of total polyphenol (A) and total flavonoid (B) of the ethanol extracts of hot Pepper varieties. Five Korean native variety (1: Yuwol-cho, 2: Subi-cho, 3: Sumihyang, 4: Gounbit and 5: Chilseong-cho) and five improved varieties (6: Dabok, 7: Cheongyang, 8: Chungseong, 9: Olbokhap and 10: Sin-honggildong). Data are means \pm SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column differ significantly ($p < 0.05$).

나타내었다. 이는 기존의 항산화 활성이 우수하다고 보고된 부영 품종의 polyphenol 44.3 mg/g보다는 낮은 함량이 나[18], 40여 종의 고추 육성계통의 표준 재배 시에 polyphenol 함량이 2.6 – 10.2 mg/g 보다는 높은 함량을 보였다 [11]. 이러한 부영 품종의 높은 polyphenol 함량은 재배환경 및 수확시기의 차이에서 기인[8, 17]하는 것으로 판단된다. 폴리페놀 성분이 다양한 생리활성에 관련[26] 됨을 고려할 때, 국내 재래종인 유월초와 수미향은 기존 고추 품종보다 우수한 생리활성을 나타내리라 판단된다.

고추 추출물의 항산화 활성

국내 재래종 고추 5종 및 개량종 5종 추출물의 항산화 활성을 평가한 결과는 Table 1에 나타내었다. 고추 추출물의 DPPH 음이온 소거능, ABTS 양이온 소거능 및 환원력은 품종별로 다양하게 나타났으며, 유월초 및 수미향 추출물에서 다른 추출물보다 우수한 항산화력을 보였다. 한편 nitrite 소거능의 경우 칠성초 추출물에서 가장 높은

Table 1. Anti-oxidant activities of the ethanol extracts of hot pepper varieties

| Extracts | Anti-oxidant activity (%) | | | Reducing Power (Abs. 700 nm) 500 µg/ml |
|------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------------------|
| | DPPH 500 µg/ml | ABTS 500 µg/ml | Nitrite 200 µg/ml | |
| Yowol-cho | 26.9±1.0 ^f | 39.4±0.6 ^c | 49.2±0.8 ^f | 0.380±0.033 ^c |
| Subi-cho | 18.2±0.8 ^d | 28.8±0.4 ^b | 44.4±1.2 ^e | 0.161±0.004 ^a |
| Sumi-hyang | 21.7±1.1 ^e | 39.8±1.2 ^e | 42.9±0.8 ^d | 0.413±0.048 ^c |
| Gounbit | 10.1±0.9 ^c | 22.6±0.0 ^a | 39.0±0.1 ^c | 0.266±0.048 ^{ab} |
| Chilsung-cho | 9.6±0.5 ^c | 23.0±0.2 ^a | 56.2±0.4 | 0.248±0.042 ^{ab} |
| Dabok | 18.7±1.7 ^d | 27.8±0.6 ^b | 48.6±0.8 ^f | 0.344±0.064 ^b |
| Cheongyang | 6.9±0.3 ^b | 30.9±1.0 ^c | 35.9±1.2 ^b | 0.301±0.025 ^{ab} |
| ChungSeong | 5.4±0.8 ^a | 32.3±0.6 ^d | 22.3±1.2 ^a | 0.274±0.041 ^{ab} |
| Olbokhap | 10.3±0.1 ^c | 32.8±1.2 ^d | 22.3±0.4 ^a | 0.250±0.010 ^{ab} |
| Shin-honggildong | 8.9±0.5 ^c | 29.1±1.6 ^b | 38.1±0.4 ^c | 0.214±0.015 ^a |
| Vitamin C * | 88.9±0.1 ^g | 90.3±0.1 ^f | 62.5±0.1 ^g | 1.489±0.104 ^d |

*The concentration of vitamin C used was 0.05mg/ml, respectively. Data are means ± SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column differ significantly ($p < 0.05$).

DPPH: 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl, ABTS: (2,2-azobis[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate])

56.2±0.4%의 소거능을 보였으며 유월초(49.2±0.8%), 다복(48.6±0.8%) 순으로 나타났다. 이러한 10종 품종의 항산화 활성은 대조구로 사용된 vitamin C에 비해서는 상대적으로 미약하였다. 기존 보고[33]된 중국의 9종 고추의 항산화 활성 평가 결과에서도 개량 품종에 따라 2배 이상 DPPH 음이온 소거능의 차이가 나타난 바, 향후 유월초 및 수미향을 이용한 항산화 가공식품 개발을 위해서는 상기 재래종을 이용하여 기능성 강화를 위한 품종개량 및 고추 추출물로부터 활성물질의 농축 등의 추가연구가 필요하다고 판단된다.

고추 추출물의 α-amylase 및 α-glucosidase 저해활성

국내 재래종 고추 5종 및 개량종 5종 추출물(0.5 mg/ml)의 당당뇨 활성 평가의 일환으로 α-amylase 및 α-glucosidase 저해활성을 평가하였다. 먼저 α-amylase 저해활성 평가결과, 모든 고추 추출물에서 의미 있는 저해는 확인되지 않았다(results not shown). 반면 α-glucosidase 저해활성 평가 결과, 재래종 추출물(12.38±1.62%)이 개량종 추출물(8.49±1.60%)보다 높은 저해활성을 보였으며, 특히 수비초 및 수미향 추출물에서 각각 14.49±0.29% 및 13.50±0.11%의 저해를 보였다(Fig. 4). Cho 등[1]은 α-glucosidase 저해활성이 우수한 품종개발을 통해 848점 고추로부터 기존보다 1.8배 저해활성이 우수한 5AR709 선발계통을 보고한 바 있으나, 분석방법 및 대조구의 차이로 인해 정량적인 활성비교는 할 수 없었다. 그러나, 당당뇨제로 사용되고 있는 acarbose가 0.5 mg/ml 농도에서 각각 77.4%의 α-glucosidase 저해를 나타냄을 고려할 때, 고추 추출물의 저해활성은 acarbose에 비해 상대적으로 미약하나 향후 수비초 및 수미향을 이용한 α-glucosidase 저해제 개발 연구가 가능함을 제시하고 있다.

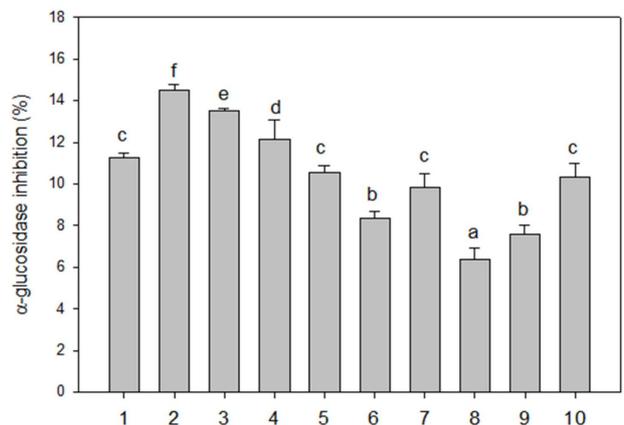


Fig. 4. Inhibitory activities of the ethanol extracts of hot pepper varieties (0.5 mg/ml) against α-glucosidase. Five Korean native variety (1: Yuwol-cho, 2: Subi-cho, 3: Sumi-hyang, 4: Gounbit and 5: Chilseong-cho) and five improved varieties (6: Dabok, 7: Cheongyang, 8: Chungseong, 9: Olbokhap and 10: Sin-honggildong). Data are means ± SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column differ significantly ($p < 0.05$).

고추 추출물의 항응고 활성

현재까지 국내 고추에 대한 항혈전 활성은 보고된 바 없으므로, 국내 재래종 고추 5종 및 개량종 5종 추출물의 항응고 활성을 TT, PT, aPTT를 각각 측정하여 평가하였다(Fig. 5). 활성대조구로 사용된 항혈전제인 aspirin은 대표적인 항혈소판제이나[12], 항응고 활성도 확인되어 있으며[30], 1.5 mg/ml 농도에서 용매 대조구에 비해 TT, PT, aPTT를 각각 1.37, 1.31 및 1.56배 연장시켰다. 임상에서 항응고제로 사용되고 있는 heparin[12]의 경우 0.05 mg/ml 농도에서 TT, PT, aPTT를 각각 15배 이상 연장시켜 강력

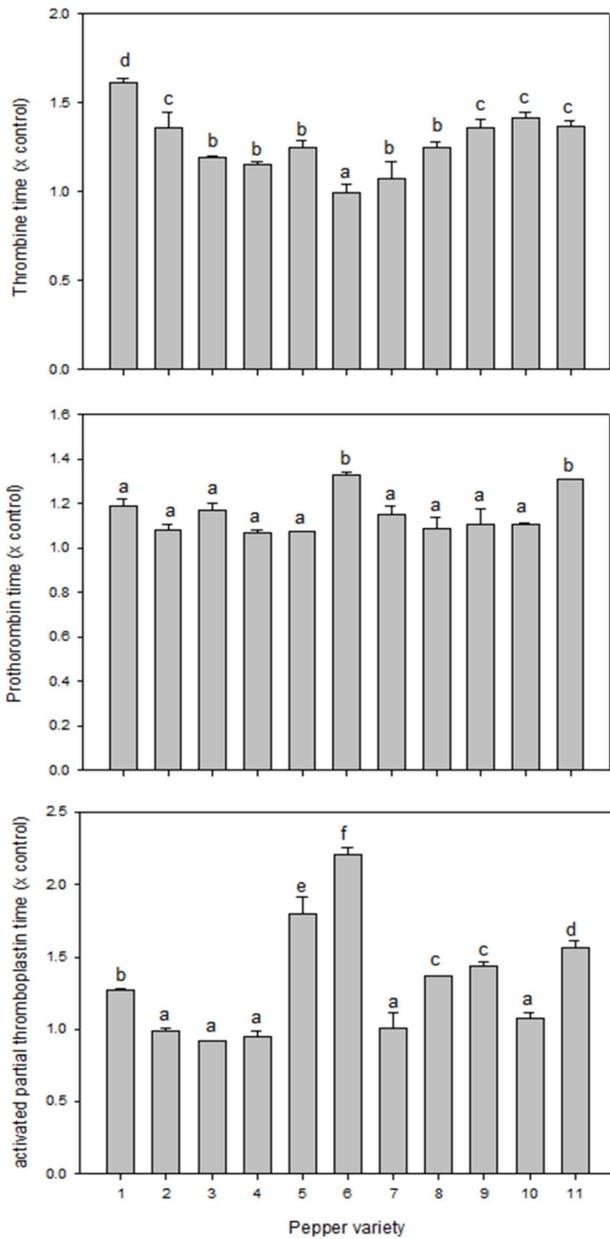


Fig. 5. Effect of the ethanol extracts of hot pepper varieties on blood coagulation. Five Korean native variety (1: Yuwol-cho, 2: Subi-cho, 3: Sumihyang, 4: Gounbit and 5: Chilseong-cho) and five improved varieties (6: Dabok, 7: Cheongyang, 8: Chungseong, 9: Olbokhap, 10: Sin-honggildong and 11: aspirin). Anti-coagulation activity was calculated on the clotting time of sample divided by the clotting time of solvent control in blood coagulation assay. Data are means ± SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column differ significantly ($p < 0.05$).

한 항응고 활성을 나타냄을 확인하였다(results not shown). 고추 추출물(5 mg/ml)중에서는 TT의 경우 유월초 추출물이 용매 대조구에 비해 1.61배, PT 및 aPTT의 경우 다복

추출물이 용매 대조구에 비해 각각 1.33배 및 2.22배 연장시켜 유의적인 항응고 활성을 나타내었다. 동일 농도의 aspirin이 용매 대조구에 비해 TT, PT, aPTT를 모두 15배 이상 연장시킴이 알려져 있으나, aspirin의 위장 장애에 따른 사용상 제한[32]을 고려할 때, 한국 재래종 유월초를 이용한 항혈전제 연구도 가능함을 확인하였다. 한편 10종 고추 추출물의 경우 5 mg/ml 농도까지 인간 적혈구에 대한 용혈활성은 나타나지 않았다(results not shown). 이상의 결과는, 국내 재래종 고추를 이용한 항산화, 항당뇨, 항혈전 소재개발 연구가 필요하며, 관련 활성물질 확인을 통한 다양한 식의약품, 화장품 소재로 개발이 필요함을 제시하고 있다.

감사의 글

본 연구는 경상북도농업기술원 영양고추연구소와 농촌진흥청의 “지역농업연구기반 및 전략작목육성(PJ016958 2022)”의 민간경상사업으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

The Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest with the contents of this article.

References

1. Cho, M. C., Park, D. B., Yang, E. Y., Pae, D. H., Won, S. R., Yu, W. K. and Rhee, H. I. 2007. Selection and horticultural characteristics evaluation of high α -glucosidase inhibitor in pepper. *J. Bio-Environ. Control* **16**, 233-239.
2. Cho, Y. H., Kim, C. Y., Lee, M., Shin, J. H., Lee, D. H. and Ko, J. Y. 2022. Screening of nutrient composition and antioxidant in traditional pepper. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* **40**, 82.
3. Choi, O. S. and Ha, B. S. 1994. Changes in volatile components and capsaicin of oleoresin red pepper during cooking. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **23**, 232-237.
4. Choi, S. M., Jeon, Y. S. and Park, K. Y. 2000. Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 1251-1257.
5. Eikelboom, J. W., Zelenkofske, S. L. and Rusconi, C. P. 2010. Coagulation factor IXa as a target for treatment and prophylaxis of venous thromboembolism. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* **30**, 382-387.
6. Gang, H. M., Park, H. S., Kwon, K. R. and Rhim, T. J. 2008. A study on the comparison of antioxidant effects between hot pepper extract and capsaicin. *J. Pharmacopuncture* **11**, 109-118.
7. Huang, Y., So, Y. J., Hwang, J. R., Yoo, K. M., Lee, K. W., Lee, Y. J. and Hwang, I. K. 2014. Comparative studies on phytochemicals and bioactive activities in 24 new vari-

- eties of red pepper. *Korean J. Food Sci. Technol.* **46**, 395-403.
8. Hwang, I. G., Kim, H. Y., Lee, J. S., Kim, H. R., Cho, M. C., Ko, I. B. and Yoo, S. M. 2011. Quality characteristics of cheongyang pepper *Capsicum annuum* L. according to cultivation region. *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.* **40**, 1340-1346.
 9. Hwang, J. E., Jeon, S. K., Jang, K. S., Won, J. G. and Kwon, O. H. 2012. Characteristics of Korea local pepper 'Younggo4ho' for use on green pepper. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* **30**, 77.
 10. Hwang, J. E., Jeon, S. K., Jang, K. S., Won, J. G. and Kwon, O. H. 2013. Variation of morphology and fruit quality in Korean local pepper 'Subicho' and 'Chilseungcho'. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* **31**, 90-91.
 11. Jung, M. R., Hwang, Y., Kim, H. Y., Cho, M. C., Hwang, I. G., Yoo, S. M., Jeong, H. S. and Lee, J. S. 2011. Evaluation of biological activity in pepper *Capsicum annuum* L. breeding lines. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **40**, 642-648.
 12. Kasimu, R., Fan, Z., Wang, X., Hu, J., Wang, P. and Wang, J. 2015. Anti-platelet aggregation activities of different fractions in leaves of *Apocynum venetum* L. *J. Ethnopharmacol.* **168**, 116-121.
 13. Kim, C. Y., Kim, K. S., Shin, J. H., Lee, D. H. and Jan, K. S. 2022. A comparison of the growth characteristics by cultivation methods of a local red pepper. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* **40**, 110.
 14. Kim, J. H., Jeong, C. H. and Shim, K. H. 2003. Biological activities of solvent fractions of *Capsicum annuum* Leaves. *Korean J. Food Preserv.* **10**, 540-546.
 15. Kim, M. S., Shin, W. C., Kang, D. K. and Sohn, H. Y. 2016. Anti-thrombosis activity of sinapic acid isolated from the lees of bokbunja wine. *J. Microbiol. Biotechnol.* **26**, 61-65.
 16. Kim, N., Seo, D., Cheon, W., Choi, Y., Lee, J. and Kim, Y. 2020. Bioactive nutritional compounds and antioxidant activity of green peppers consumed in Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **49**, 141-148.
 17. Kim, S., Kim, K. S. and Park, J. B. 2006. Changes of various chemical components by the difference of the degree of ripening and harvesting factors in two single-harvested peppers *Capsicum annuum* L. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 615-620.
 18. Ku, K. M. and Kang, Y. H. 2010. Antioxidant and quinone reductase inductive activities of various organs of pepper. *J. Appl. Biol. Chem.* **53**, 31-36.
 19. Kwon, C. S., Sung, H. J. and Sohn, H. Y. 2019. Anti-thrombosis activities of the root extract of *Moringa oleifera* Lam. *Microbiol. Biotechnol. Lett.* **47**, 20-24.
 20. Lee, J. S., Kang, K. K., Hirata, Y., Nou, I. S. and Thanh, V. C. 2005. Comparative chemical composition among the varieties of Korean chill pepper. *Korean J. Plant Res.* **8**, 17-26.
 21. Lee, M. J., Kwon, T. R. and Kim, B. S. 2003. Breeding of red pepper (*Capsicum annuum*). Younggo No. 4. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* **4**, 290-293.
 22. Lee, M. J., Kwon, T. R., Heo, B. G., Kim B. S. and Bae, D. H. 2002. Breeding of 'Younggo No.4' in red pepper. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* **20**, 73.
 23. Nanjo, F., Goto, K., Seto, R., Suzuki, M., Sakai, M. and Hara, Y. 1996. Scavenging effects of tea catechins and their derivatives on 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Free Radic. Biol. Med.* **21**, 895-902.
 24. Park, J. S., Hwang, I. W., Zheng, H. Z., Kim, S. K. and Chung, S. K. 2010. Determination of optimum hydrolysis conditions for flavonoid analysis in plant leaves. *Korean J. Food Preserv.* **17**, 261-266.
 25. Ramakrishnan, T. V. and Francis, F. J. 1973. Color and carotenoid changes in heated paprika. *J. Food Sci.* **38**, 25-28.
 26. Scalbert, A., Johnson, I. T. and Saltmarsh, M. 2005. Polyphenol: antioxidant and beyond. *Am. J. Clin. Nutr.* **81**, 215s-217s.
 27. Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* **299**, 152-178.
 28. Son, S. M., Lee, J. H. and Oh, M. S. 1995. A comparative study of nutrients and taste components in Korean and imported red peppers. *Korean J. Nutr.* **28**, 53-60.
 29. Sweeney, J. D., Hoerning, L. A., Behrens, A. N., Novak, E. and Swank, R. T. 1990. Thrombocytopenia after desmopressin but absence of *in-vitro* hypersensitivity to ristocetin. *Amer. J. Clin. Path.* **93**, 522-525.
 30. Szczeklik, A., Musial, J., Undas, A., Swadzba, J., Gora, P. F., Piwowarska, W. and Duplaga, M. 1996. Inhibition of thrombin generation by aspirin is blunted in hypercholesterolemia. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* **16**, 948-954.
 31. Topuz, A., Dincer, C., Ozdemir, K. S., Feng, H. and Kushad, M. 2011. Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicinoids of paprika (Cv., Jalapeno). *Food Chem.* **129**, 860-865.
 32. Wang, J., Xiong, X. and Feng, B. 2014. Aspirin resistance and promoting blood circulation and removing blood stasis: Current situation and perspectives. *Evid. Complement. Alter. Med.* **2014**, 1-11.
 33. Zhuang, Y. L., Chen, L., Sun, L. and Cao, J. X. 2012. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers. *J. Funct. Foods* **4**, 331-338.

초록 : 국내 재래종 고추 및 개량종 고추의 항산화, 항당뇨 및 항혈전 활성의 비교

임은세¹ · 박성임² · 김종식³ · 손호용^{1*}

(¹국립안동대학교 식품영양학과, ²경상북도 영양고추연구소, ³국립안동대학교 생명과학부)

고추(*Capsicum annuum* L.)는 전 세계적으로 식용 및 의약용으로 널리 사용되는 향신 식물이다. 본 연구에서는 한국 재래종 5종(유월초, 수비초, 수미향, 고운빛, 및 칠성초)과 개량종 5종(다복, 청양, 충성, 올복합 및 신흥길동)의 에탄올 추출물을 조제하고, 추출물의 색차, polyphenol 함량, 항산화, 항당뇨 및 항응고 활성을 비교하였다. 개량종 고추 추출물은 재래종 고추 추출물에 비해 높은 적색과 낮은 황색을 보였다. 고추 추출물의 polyphenol 및 flavonoid 함량 분석결과, 유월초와 수미향 추출물에서 유의하게 높았으며, 이들은 우수한 DPPH 음이온 소거 활성, ABTS 양이온 소거 활성 및 환원력을 보였다. Nitrite 소거능의 경우 칠성초, 유월초 및 다복 품종에서 유의하게 높게 나타났다. 또한 항당뇨 활성은 수비초, 수미향 및 고운빛 추출물에서 우수하였다. 항혈전 활성 평가에서, 유월초 추출물은 5 mg/ml 농도에서 용매대조군과 비교하여 thrombin time을 1.61배 연장시켰으며, 다복 추출물은 prothrombin time 및 activated partial thromboplastin time을 각각 1.33배 및 2.21배 연장시켜 항혈전 활성을 확인하였다. 또한 모든 고추 추출물은 5 mg/ml 농도까지 적혈구 용혈 활성을 나타내지 않았다. 이러한 결과는 국내 재래종 고추를 이용한 항산화, 항당뇨 및 항혈전 소재 개발이 가능함을 제시하고 있으며, 향후 국내 재래종 고추 품종이 나고야 의정서 발효에 대응하면서 막대한 종자 사용료를 지불하고 있는 개량종 고추를 대체할 수 있음을 제시하고 있다.