

Studies on the Biological Activity of *Astragalus membranaceus* Extracts

Jun-Ho Kim[†]

Department of Fine Chemistry and New Materials, Sangji University, 660 Woosan-dong,
Wonju-si, Kangwon-do 220-702, Korea

Physiological activities of hot water extract and solvent fractions isolated from *Astragalus membranaceus* were examined and the antioxidative, fibrinolytic, thrombin inhibitory and α -glucosidase inhibitory activity were measured. The hot water extract of *Astragalus membranaceus* was fractionated into hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol and water fractions, and each of these fractions was individually assayed. The antioxidative activities of ethyl acetate and chloroform fractions were 89.96% and 87.36%, respectively. Using the fibrin plate method, only the hot water extract showed a plasmin activity of 0.41 units/ml. The thrombin inhibitory activity of the ethyl acetate fraction was the highest with a value of 82.73%. The hot water extract displayed α -glucosidase inhibitory activity of 64.91%. In conclusion, the hot water extract and the ethyl acetate fraction can be used as materials for the development of biofunctional foods to prevent cardiovascular diseases.

Key Words: Antioxidative activity, *Astragalus membranaceus*, Fibrinolytic activity, α -Glucosidase inhibitory activity, Thrombin inhibitory activity

서 론

우리 민족은 오래전부터 식품이나 약용식물을 첨가한 식품의 섭취를 통한 질병의 예방 및 치료에 관심을 갖게 되었으며, 최근 이들 식물의 성분들이 특정질환의 진행을 억제하거나 지연시킨다는 사실이 확인되면서 사용한 약용식물의 생리활성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 (Jang et al., 2003). 이 생리활성 물질들은 대부분 식물의 2차 대사산물로 특정 식물에만 분포되어 있고 이들의 성분들은 flavonoid, terpenoid, steroid 및 tannin 등이 알려져 있다 (Hong, 2006).

예전부터 약용과 식용으로 사용되어 왔으며, 지금은 각종 요리에 넣어 먹을 정도로 일반화된 약용식물 중 하나가 황기이다. 황기 (*Astragalus membranaceus*)는 콩과 (*Leguminosae*)에 속한 다년생의 초본식물로 늦은 가을

잎이 떨어지고 줄기가 마르면 채취하여 껍질을 벗긴 후 햇볕에 말려 사용한다. 황기는 한국, 중국, 일본을 포함한 동북아시아 지역이 원산지이며, 유럽, 아프리카 일부 지역에도 분포하고 있다 (Ma et al., 2000). 황기는 예로부터 인삼과 비슷한 강장효과를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 항산화효과, 간기능보호 효과, 항고혈압 효과, 면역증강 효과 등도 알려져 민간요법에서 다양한 용도로 이용되고 있다 (Rios and Wateman, 1997). 또한 황기는 오랜 기간 복용하고 많이 먹어도 해롭지 않은 것으로 확인되어 차로 이용하기도 한다. 황기뿌리에는 포르모노네티 (formononetin), 베타-시토스테롤 (β -sitosterol), 이소리퀴리티게닌 (isoliquiritigenin), 아스트라이소플라반 (astraisoflavan) 및 아스트라-프테로카르판 (astrapterocarpan) 등의 성분이 있는 것으로 알려져 있다 (Guo, 1996).

연령의 증가와 함께 높은 비율로 발생하는 노인성질환인 악성신생물(암), 뇌혈관질환, 심장질환, 당뇨병 등은 대표적인 성인병으로 2009년도 통계청 발표에 의하면 이 질병에 의한 한국인 사망 비율의 합은 51.8%의 높은 비율을 나타내고 있다. 이 같은 노인성질환의 원인으로서는 활성산소와 혈전의 생성, 인슐린의 결핍, 면역성의 감퇴 등이 알려져 있으며, 악성 종양의 원인 중 하나로 알려진

*Received: 28 October 2011 / Revised: 17 February, 2012

Accepted: 17 February, 2012

[†]Corresponding author: Jun-Ho Kim, Department of Fine Chemistry and New Materials, Sangji University, 660 Woosan-dong, Wonju-si, Kangwon-do 220-702, Korea.

Tel: 82-33-730-0423, Fax: 82-33-730-0403

e-mail: jhokim@sangji.ac.kr

©The Korean Society for Biomedical Laboratory Sciences. All rights reserved.

활성산소는 대사과정과 면역과정에 발생되며 정상세포의 세포막, 지질, 핵산, 단백질 등에 반응하여 암이나 노화세포로 발전시키는 것으로 알려져 있으며, 이 활성산소의 양을 줄이는 항산화물질이 황기에 포함되어 있는 것으로 밝혀졌다 (Goh et al., 2009). 정상 상태에서는 혈관의 혈액 응고계와 섬유소용해계가 균형을 이루고 있지만 어떠한 원인에 의해 혈관 벽이 손상되면 출혈이 일어나며 혈소판과 섬유소원이 응집하고 이 혈소판에서 나온 thrombin이 섬유소원을 섬유소로 만들어 혈소판과 섬유소의 응집체인 고분자의 불용성 섬유소 혈전 (fibrin clot)이 형성되어 출혈을 막게 된다. 이때 생긴 혈전이 조직의 재생 후 완전히 용해가 되지 않으면 혈관을 따라 흐르며 뇌출혈, 뇌혈전증, 심부전증, 심근경색증 등의 혈관계질환을 초래한다 (Daka and Semba, 1995). 따라서 혈관계질환은 혈전을 용해시킴으로써 치료할 수 있으며, 혈전형성의 필수효소인 트롬빈의 활성을 억제하여 혈전생성 억제로 혈관계질환을 예방할 수 있다. 또한 탄수화물의 소화를 지연시킴으로써 소장에서의 포도당 흡수를 억제하여 혈당량을 감소시켜 당뇨병이나 비만의 발생을 예방하려는 목적으로 소장에서 작용하는 탄수화물 분해효소인 α -glucosidase 저해제에 관한 많은 연구도 이루어지고 있다 (Oh and Kim, 2008).

이 같은 각종 성인병이 약용식물에 존재하는 기능성물질에 의해 발생이 억제되고 일부 치료효능이 증명되면서 이들에 대한 활발한 연구가 진행되고 있으며, 또한, 많은 연구를 통하여 약용식물로부터 세포의 노화와 암의 생성을 억제하며, 혈액의 순환을 원활하게 하고, 당뇨의 발병을 억제하는 물질이 밝혀지고 있다. 따라서 이 생리활성 물질을 새로운 의약품과 기능성식품 개발에 이용하려는 연구도 함께 이루어지고 있다. 이 같은 목적으로 약용식물을 이용하기 위해서는, 재료로 부터 높은 생리활성이 확인되어야 하며, 이 기능성물질을 추출, 분리하는 최적 조건이 확립되어 있어야 한다.

본 논문은 성인병과 관련된 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있는 것으로 알려진 황기를 이용하여 혈관계질환 예방을 위한 제약과 기능성식품을 개발하기 위한 기초 자료를 얻기 위하여 황기 열수추출물과 열수추출물을 유기용매로 분획하여 얻은 분획물들의 항산화효과 (antioxidative activity), 혈전용해효과 (fibrinolytic activity), 트롬빈 저해효과 (thrombin inhibitory activity), 혈당강하효과 (α -glucosidase inhibitory activity)를 측정하고 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료 및 시약

황기는 제천시 소재 한약상에서 원산지가 국산으로 명시된 것을 구입하여 사용하였으며, 생리활성 측정에 사용한 시약류 중 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), Folin 시약, (+)-catechin, diethylene glycerol, naringin, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, α -glucosidase, p-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside, thrombin, fibrinogen 등은 Sigma사 제품이고, H-D-phenylalanine-L-pipecolyl-L-arginine-paranitroaniline dihydrochloride (S-2238)는 Chromogenix (Orangeburg, New York, USA)의 제품이었으며, 나머지 시약은 모두 일등급 시약을 사용하였다.

추출 및 분획

황기 일정량에 20배 (wt/vol)의 증류수를 가하고 환류 냉각시키면서 3시간 동안 가열 추출 후 aspirator를 이용하여 감압여과 (Whatman, No. 1) 하였고 얻어진 여액은 초기 중량의 10%가 되도록 감압농축시킨 다음 열수추출물 시료로 사용하였다. 또한 열수추출물을 같은 부피의 hexane (hexane), 클로로포름 (CHCl₃), 에틸 아세테이트 (ethyl acetate), 부탄올 (butanol)로 차례로 3번 씩 추출 후 각각의 추출물을 농축시키고, 동결 건조하여 분획물을 얻었다. 실험에 사용한 열수추출물 (100 mg/mL)과 함께 준비한 분획별 시료는 50% DMSO와 증류수에 100 mg/mL로 준비하여 항산화활성과 혈전용해 활성 실험에 사용하였으며, 50% DMSO에 10 mg/mL의 농도로 준비하여 α -glucosidase 저해활성과 트롬빈 저해활성 측정에 사용하였다.

총 polyphenol 화합물 함량

Folin-Danis 방법 (Nakabayashi, 1968)에 따라 황기 열수추출물 적정 희석액 50 mL에 Folin 시약 5 mL를 가하여 3분간 반응시켰다. 여기에 10% Na₂CO₃ 5 mL를 가하여 혼합, 발색시키고, 1시간 정치한 다음, 700 nm에서 흡광도를 측정하였다 (UV-1201, Shimadzu Co., Japan). 총 polyphenol 화합물 함량은 (+)-catechin을 표준물질로 사용하여 환산하였다.

Flavonoid 함량

Flavonoid 함량은 Diethylene glycol 비색법 (NFRI, 1990)

에 따라 황기 열수추출물 적정 희석액 1 mL에 diethylene glycerol 10 mL과 1 N NaOH 1 mL을 차례로 첨가하고, 37°C에서 1시간 반응시킨 다음, 420 nm에서 흡광도를 측정하였다 (UV-1201, Shimadzu Co., Japan). 표준 곡선은 naringin을 기준으로 하여 검량선을 작성하였다.

전자공여능 측정

Blois (1958) 및 Kim 등 (1997)의 방법에 따라 황기 열수추출물 적정 희석액 0.4 mL를 시험관에 넣고, 1×10^{-4} M의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ethanol 용액 5.6 mL을 가하여 6 mL이 되도록 하였다. 이 혼합액을 4분간 반응시키고 다시 여과한 다음, 총 반응시간이 10분이 되면 525 nm에서 흡광도를 측정하였다 (UV-1201, Shimadzu Co., Japan). 전자공여능은 다음 식에 의해 산출하였다.

$$\text{전자공여능} = \{1 - (\text{O.D.}_{\text{시료}} / \text{O.D.}_{\text{증류수}})\} \times 100$$

혈전용해 활성 측정

Fibrin 분해활성은 Haverkate-Trass (1974)의 방법에 따라 0.5% (w/v) fibrinogen을 함유하는 2% gelatin 용액 10 mL과 50 mM barbital buffer (pH 7.5)에 녹인 thrombin (100 NIH units) 50 μ L를 잘 섞고 petri-dish에 부어 fibrin 막을 만들었다. 준비한 열수추출물과 용매별 분획물 20 μ L 씩을 fibrin plate위에 점적하고 36°C에서 18시간 방치한 후 용해면적을 측정하였다. 대조구로는 플라스민 (0.5 plasmin unit/mL)을 사용하였으며, 추출액의 혈전용해 활성은 대조구의 용해면적에 대한 시료의 용해면적의 상대적인 비율로 환산하여 계산하였다.

트롬빈 저해활성 측정

트롬빈에 대한 저해활성은 Doljak 등 (2001)의 실험 방법을 이용하였다. 즉, 10 mM HEPES, 150 mM NaCl, 0.1% bovine serum albumin을 포함하는 HBSA 완충 용액 (pH 7.5) 40 μ L에 트롬빈용액 (0.5 NIH units/mL) 50 μ L를 첨가하고 섞는다. 준비한 황기 열수추출물이나 분획물 (10 mg/mL) 10 μ L를 첨가하고 실온에서 15 분간 incubation 후, H-D-phenylalanine-L-pipecolyl-L-arginine-paranitroaniline dihydrochloride를 이용하여 준비한 기질 용액 (0.5 mM) 50 μ L을 가하고 5분 동안 incubation시킨 후 405 nm에서 흡광도 변화를 측정하였다 (UV-1601PC, Shimadzu, Japan). thrombin 활성 저해율은 다음 식에 의해 산출하였으며, 사용한 흡광도는 대조구의 흡광도를 제외한 수치를 이용하였다.

$$\text{저해율}(\%) = [1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도}) / (\text{시료 무첨가구의 흡광도})] \times 100$$

α -glucosidase 저해활성 측정

α -glucosidase에 대한 저해활성은 Watanabe 등 (1997)의 실험 방법을 이용하였다. 즉, 100 mM phosphate buffer (pH 7.0)로 α -glucosidase (0.7 U, sigma)와 p-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (5 mM)를 용해시켜 각각 효소와 기질 용액을 만든 다음 효소 용액 50 μ L, 준비한 황기 열수추출물이나 분획물 (10 mg/mL) 10 μ L 및 완충 용액 890 μ L을 넣고 섞은 다음 5분 동안 실온에서 preincubation 하고, 준비한 기질 용액 50 μ L을 가하고 다시 5분 동안 incubation시킨 후 405 nm에서 흡광도 변화를 측정하였다 (UV-1601PC, Shimadzu, Japan). α -glucosidase 활성 저해율은 다음 식에 의해 산출하였으며, 사용한 흡광도는 대조구의 흡광도를 제외한 수치를 이용하였다.

$$\text{저해율}(\%) = [1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도}) / (\text{시료 무첨가구의 흡광도})] \times 100$$

통계처리

모든 자료값은 SPSS 통계 프로그램 (version 10.0)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 시료 간 유의성 차이 여부는 ANOVA test와 Tukey의 다범위 검사법을 이용하였다.

결 과

용매별 분획물의 수율

황기 300 g을 열수추출 후 여러 종류의 용매를 이용하여 추출한 분획물의 수율을 측정한 결과 핵산 추출물이 0.03%, 클로로포름 추출물 0.06%, 에틸아세테이트 추출물 0.10%, 부탄올 추출물 1.17%, 물 추출물 12.61%로 물 추출물의 수율이 가장 높았다 (Table 1).

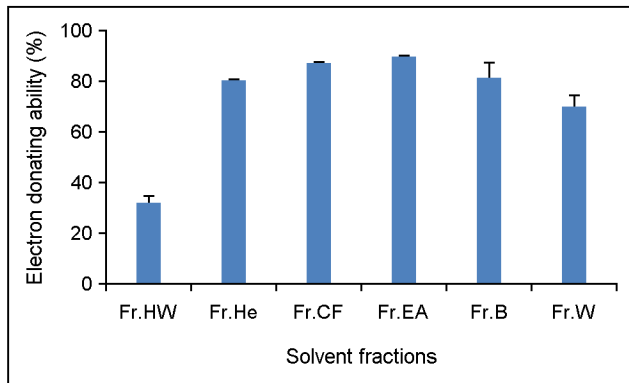
총 polyphenol 화합물과 flavonoid 함량

총 polyphenol 화합물과 flavonoid 함량은 각각 3.0 mg/

Table 1. The fraction yields of *Astragalus membranaceus* extract

| | Hexane | Chloroform | Ethyl acetate | Butanol | Water |
|-----------|--------|------------|---------------|---------|--------|
| Yield (%) | 0.03% | 0.06% | 0.10% | 1.17% | 12.61% |

Fraction yields were described as the percent of dry substance of fractions based on the dry substance *Astragalus membranaceus*



| Samples | Mean ± SD |
|---------------|----------------------------|
| Hot water | 32.33 ± 3.00 ^a |
| Hexane | 80.26 ± 0.25 ^{bc} |
| Chloroform | 87.36 ± 0.31 ^c |
| Ethyl acetate | 89.96 ± 0.39 ^c |
| Butanol | 81.58 ± 6.23 ^c |
| Water | 70.08 ± 4.60 ^b |
| F-value | 118.89 ^{***} |

***P<0.001

Fig. 1. Electron donating activities of solvent fractions obtained from *Astragalus membranaceus* extracts by DPPH assay. Fr.HW, Hot water fraction; Fr.He, Hexane fraction; Fr.CF, Chloroform fraction; Fr.EA, Ethyl acetate fraction; Fr.B, Butanol fraction; Fr.W, H₂O fraction
a-c: Values with different superscripts within the group are significantly different by ANOVA

g과 0.8 mg/g이었다.

항산화효과

전자공여능 측정에 사용된 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)는 홀전자를 갖고 있는 활성이 큰 물질로 다른 물질과 반응을 통해 전자를 받아들여 자신은 환원되어 안정한 상태로 되지만 반응한 물질은 전자를 공여하고 홀전자를 갖는 화학종으로 변한다. 홀전자를 갖는 화학종으로 변하고도 안정한 상태를 유지할 수 있는 물질이 DPPH를 잘 환원시킬 수 있다. 따라서 이 DPPH를 환원시키는 능력이 크다면 높은 항산화활성과 활성산소 및 유리 라디칼 제거 능력을 기대할 수 있다. DPPH 용액을 이용하여 황기 열수추출액과 유기용매 분획물의 활성산소 제거 능력을 측정한 결과 열수추출액은 32.33%의 비교적 낮은 항산화활성을 나타냈으며, hexan 추출물 80.26%, chloroform 추출물 87.36%, 에틸 아세테이트 추출물 89.96%, 부탄올 추출물 81.58%, 물 추출물은 70.08%의 비교적 높은 항산화활성을 나타냈다 (Fig. 1).

혈전용해 활성

Fibrin plate 방법을 이용하여 혈전용해 활성을 측정한 결과 열수추출물에서 0.41 plasmin units의 활성을 나타냈지만 유기용매 분획물에서는 부탄올 추출물과 물 추출물에서만 작은 흔적을 확인할 수 있었다 (Fig. 2).

Thrombin 저해활성

H-D-phenylalanine-L-pipecolyl-L-arginine-paranitroaniline dihydrochloride를 기질로 이용하는 Doljak 등 (2001)의 실험

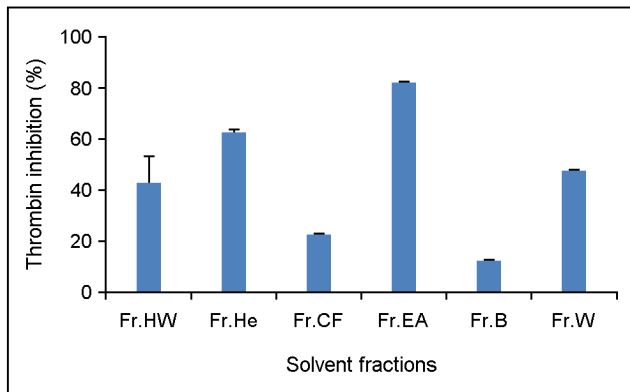


Fig 2. Fibrinolytic activity of hot water extract of *Astragalus membranaceus* on 5% fibrin plate. HW, Hot water extract; Plasmin, 0.5 plasmin units/ml

방법에 따라 분획물들의 thrombin 저해활성을 측정한 결과 황기 열수추출액 (10 mg/mL)이 42.86%의 트롬빈 저해효과를 나타냈으며, hexan 추출물 63.06%, chloroform 추출물 23.06%, 부탄올 추출물은 12.90%, 물 층은 47.98%의 저해율을 각각 나타냈으며, 에틸 아세테이트 추출물이 82.73%의 가장 높은 저해활성을 나타냈다 (Fig. 3).

α-glucosidase 저해활성

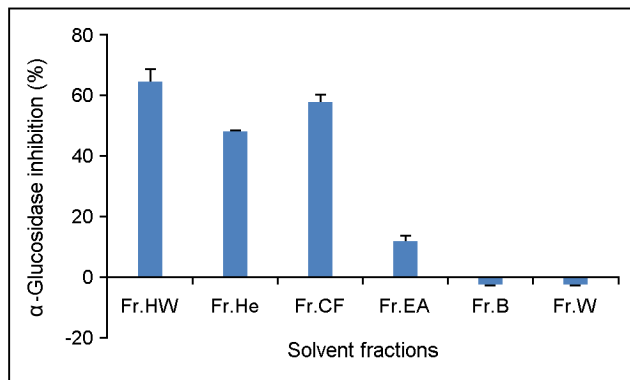
α-Glucosidase와 p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside 이용하여 시료 분획물들의 α-glucosidase 저해활성을 측정한 결과 열수추출물 (10 mg/mL)이 64.91%의 저해활성을 나타냈으나, hexan 추출물 48.39%, chloroform 추출물 57.87, 에틸 아세테이트 추출물 12.52%, 부탄올 추출물 -1.86%, H₂O 층이 -2.03%로 모든 분획물이 열수추출물보다 낮은 저해율을 나타냈다 (Fig. 4).



| Samples | Mean ± SD |
|---------------|----------------------------|
| Hot water | 42.86 ± 10.87 ^b |
| Hexane | 63.06 ± 0.82 ^c |
| Chloroform | 23.06 ± 0.50 ^a |
| Ethyl acetate | 82.73 ± 0.38 ^d |
| Butanol | 12.90 ± 0.18 ^a |
| Water | 47.98 ± 0.50 ^b |
| F-value | 98.72 ^{***} |

***P<0.001

Fig. 3. Thrombin inhibitory activities of solvent fractions obtained from *Astragalus membranaceus* extracts. Fr.HW, Hot water fraction; Fr.He, Hexane fraction; Fr.CF, Chloroform fraction; Fr.EA, Ethyl acetate fraction; Fr.B, Butanol fraction; Fr.W, H₂O fraction. We used 10-fold diluent (10 mg/mL) of samples because of their high thrombin inhibitory activity. a-d: Values with different superscripts within the group are significantly different by ANOVA



| Samples | Mean ± SD |
|---------------|---------------------------|
| Hot water | 64.91 ± 4.39 ^d |
| Hexane | 48.39 ± 0.29 ^c |
| Chloroform | 57.87 ± 2.82 ^d |
| Ethyl acetate | 12.52 ± 2.11 ^b |
| Butanol | -1.86 ± 0.29 ^a |
| Water | -2.03 ± 0.88 ^a |
| F-value | 516.42 ^{***} |

***P<0.001

Fig. 4. α-Glucosidase inhibitory activities of solvent fractions obtained from *Astragalus membranaceus* extracts. Fr.HW, Hot water fraction; Fr.He, Hexane fraction; Fr.CF, Chloroform fraction; Fr.EA, Ethyl acetate fraction; Fr.B, Butanol fraction; Fr.W, H₂O fraction. We used 10-fold diluent (10 mg/mL) of samples because of their high thrombin inhibitory activity. a-d: Values with different superscripts within the group are significantly different by ANOVA

고 찰

황기는 예로부터 몸을 보하기 위한 목적으로 음식에 첨가하여 사용되고 있으며 차로 이용하기도 한다. 또한 인삼 다음의 강장제의 효과를 나타내며, 항산화효과, 혈압강하효과, 혈당강하효과, 면역증강효과 등의 효과를 나타내 혈관계질환 예방과 치료에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 본 실험을 통해 황기로부터 혈관계질환과 관련된 다양한 생리활성 물질들이 확인되었다. 암, 노화와 더불어 대부분 질병의 발생과 관련된 활성산소의 양을 줄이기 위한 항산화물질로 사용하기 위해 항산화효과를

측정한 결과 황기 열수추출액은 32.33%의 낮은 항산화 활성을 나타냈다. Polyphenol 화합물과 flavonoid는 식물 중에 존재하는 대표적인 phytochemical로 천연 항산화제로 작용할 수 있는 물질들이다. 실험을 통해 황기 열수추출물에 polyphenol 화합물 (3.0 mg/g)과 flavonoid의 함량 (0.8 mg/g)이 낮은 것이 확인되어 작은 항산화효과를 예상할 수 있었다. 황기 열수추출물의 항산화활성 32.33%는 산수유 93.1% (Oh and Kim, 2006), 산사의 89.3% (Oh and Kim, 2008), 감초의 88.34% (Kim and Oh, 2010)와 비교해 상당히 낮은 활성이다. 그러나 황기 에틸아세테이트 추출물의 89.96% 항산화활성은 홍화의 유기용매 분획물 보다는 높은 활성이었으며, 산사 부탄올 추출물의

91.74%나 감초 클로로포름 추출물의 89.31%와 비슷한 높은 항산화활성에 해당되었다.

지금까지 혈전용해제로 사용되고 있는 Urokinase, Streptokinase, tPA (tissue type plasminogen activator) 등은 plasminogen activator로서 plasminogen를 plasmin으로 만들어 혈전을 용해시키는데 관여하지만 혈전자체에 대한 선택성이 적어, 장기간 복용 시 용혈현상이라든가 면역반응 같은 부작용이 나타나, 혈전에 대한 선택성이 높은 새로운 혈전용해제의 개발이 필요하게 되었다. 따라서 최근 혈전과 섬유소원을 직접 용해하는 혈전용해효소와 이 같은 활성을 나타내는 비효소 물질에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 된장과 청국장 등의 발효식품 (Kim, 1998; Kim et al., 1996)과 야생 버섯 (Kim and Kim, 1999)에서 혈전용해효소에 관한 연구가 진행되었으며, 버섯과 한약재로부터 혈전용해효소가 아닌 혈전용해 물질의 활성이 보고되기도 하였다 (Oh and Kim, 2007). 그러나 혈전용해효소들은 열에 약한 단점이 있어 혈전용해제로 사용하기에 한계를 갖고 있어, 효소가 아닌 열에 강한 혈전용해 물질에 관한 연구가 약용식물을 대상으로 활발히 이루어지게 되었다. 그러나 적은 수의 약용식물에서만 혈전용해 활성이 확인되었다 (Oh and Kim, 2007). 황기 열수추출물에서 0.41 plasmin unit의 활성을 확인하였지만 유기용매 분획물에서는 부탄올 추출물과 물 추출물에서만 작은 흔적을 확인할 수 있었다 (미발표). 이와 비슷한 결과는 한약제인 홍화 열수추출물에서 확인한 바 있다 (Kim, 2011). 즉, 열수추출물에 존재하던 여러 종류의 혈전용해 물질들이 협동효과에 의해 높은 활성을 나타내다 유기용매의 극성에 따라 분리되며 활성이 매우 작아진 경우로 예상할 수 있다. 그러나 산사 열수추출물의 부탄올 분획물은 1.93 plasmin unit의 높은 혈전용해 활성을 나타냈다 (Oh and Kim, 2008). 식물재료를 이용하여 생리활성을 측정하는 경우 가끔 재현성이 낮은 문제가 나타나기도 했다.

트롬빈저해제로 황기의 사용 가능성을 확인하기 위해 황기의 트롬빈 저해효과를 확인한 결과, 열수추출액의 트롬빈 저해활성은 42.86%로 한약제 열수추출물 가운데 낮은 저해활성에 해당되지만, 에틸 아세테이트 추출물의 82.73%는 높은 저해활성에 해당된다. 이 활성은 산사 (Oh and Kim, 2008), 감초 (Kim and Oh, 2010)의 모든 유기용매 분획물 보다 높은 저해활성이었지만, 홍화 부탄올 분획물의 93.18% 보다는 작은 활성이었다 (Kim, 2011).

경구혈당강하제로 사용하기 위해 황기의 α -glucosidase 저해활성을 측정한 결과 열수추출물은 64.91%의 저해

활성을 나타냈다. 이 활성은 감초 (Kim and Oh, 2010)의 61.3%, 산사 (Oh and Kim, 2008)의 65.3% 저해활성과 비슷하지만, 산수유 (Oh and Kim, 2006)의 73% 보다는 작고, 목과 (Oh and Kim, 2007)의 93.6%에 비교해 매우 작은 활성이었다. 유기용매 분획물의 저해활성도 클로로포름 추출물이 57.87%로 가장 높은 활성이지만 다른 한약제에 비교하면 작은 활성이었다. 감초 클로로포름 추출물의 80.57%에 비교해 매우 작은 값이지만, 산사 에틸아세테이트 추출물의 65.05% 저해활성에 비교하면 조금 낮은 활성이었다. 이와 같이 황기 열수추출액과 유기용매 추출물들의 혈당강하효과는 비교적 낮은 것으로 나타났다.

강장효과가 높아 예로부터 다양한 식품에 첨가물로 이용되고 있는 황기를 이용하여 혈관계질환 예방을 위한 제약과 기능성식품 개발을 위한 기초 자료를 수집하기 위해 황기 열수추출물과 유기용매 분획물의 항산화효과, 혈전용해효과, 트롬빈 저해효과, 혈당강하효과를 확인하였다. 실험결과 에틸아세테이트 추출물에서 높은 항산화효과와 트롬빈 저해효과를 확인할 수 있었으며, 클로로포름 추출물의 혈당강하효과와 열수추출물의 혈전용해효과를 확인할 수 있었다. 따라서 황기는 기존에 알려진 약리효과와 함께 본 실험을 통하여 확인된 결과로부터 혈관계질환 예방과 치료를 위한 기능성식품 개발에 이용할 수 있음이 확인되었으며, 특히 에틸아세테이트 추출물은 항산화효과와 트롬빈 저해효과가 높아 항혈전제 개발에도 사용 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 상지대학교 교수 연구년제 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 1958. 181: 1199-1120.
- Daka MD, Semba CP. Thrombolytic therapy in venous occlusive disease. *J Vasc Interv Radiol*. 1995. 6: (suppl) 73-77.
- Doljak B, Stegnar M, Urleb U, Kreft S, Umek A, Cigliaric M, Strukelj B, Popovic T. Screening for selective thrombin inhibitor in mushrooms. *Blood Coagul Fibrinolysis*. 2001. 12: 123-128.
- Goh EJ, Seong ES, Lee JG, Na JK, Lim JD, Kim MJ, Kim NY, Lee GH, Seo JS, Cheoi DS, Chung IM, Yu CY. Antioxidant

- activities according to peeling and cultivated years of *Astragalus membranaceus* roots. Korean J Medicinal Crop Sci. 2009. 17: 233-237.
- Guo JK. *International collation of traditional and folk medicine*. Kumura T, ed. World Scientific Publisher, Singapore. 1996. p 1-16.
- Haverkate F, Traas DW. Dose-response curves in the fibrin plate assay. Fibrinolytic activity of protease. Thromb Haemost. 1974. 32: 356-365.
- Hong JH. Food industry for the aging society. Food Science and Industry. 2006. 39: 47-51.
- Jang KW, Park SH, Ha SD. Market Trends in Functional Foods. Food Science and Industry. 2003. 36: 8-16.
- Kim JH. Physiological effects of hot water extract and solvent fractions of *Carthamus tinctorius* L. J Exp Biomed Sci. 2011. 17: 157-165.
- Kim JH, Kim YS. Fibrinolytic metalloprotease from the fruiting bodies of an edible mushroom, *Armillariella mellea*. Biosci Biotech Biochem. 1999. 63: 2130-2136.
- Kim JH, Oh HS. Pharmaceutical characteristics of solvent fractions isolated from *Glycyrrhiza uralensis*. J Exp Biomed Sci. 2010. 16: 161-167.
- Kim SH. New trends of studying on potential activities of Doen-Jang. Korea Soybean Digest. 1998. 15: 8-15.
- Kim YJ, Kim CK, Kwon YJ. Isolation of antioxidative components of *Perillae semen*. Kor J Food Sci Technol. 1997. 29: 38-43
- Kim YT, Kim WK, Oh HS. Purification and characterization of a fibrinolytic enzyme produced from *Bacillus* sp. Strain CK 11-4 screened from ChungkookJang. Appl Environm Microbiolo. 1996. 2482-2488.
- Ma XQ, Duan JA, Zhu DY, Dong TTX, Tsim KWK. Species identification of Radix Astragali (Huangqi) by DNA sequence of its 5S-rRNA spacer domain. Phytochemistry. 2000. 54: 363-368.
- Nakabayashi T. Studies on tannin of fruits and vegetables. Nippon Shokuhin Gakkaishi. 1968. 15: 73-76.
- NFRI. Manuals of quality characteristic analysis for food quality evaluation (2). National Food Research Institute, Skuba, Japan. 1990. p. 61.
- Oh HS, Kim JH. Development of functional soy-based stew sauce including hot water extract of *Cornus officinalis* S. et Z. Kor J Food Culture. 2006. 21: 550-558.
- Oh HS, Kim JH. Physiological functionalities of hot water extract of *Codonopsis lanceolata* and some medicinal materials, and their mixtures. Korean J Community Living Sci. 2007. 18: 407-415.
- Oh HS, Kim JH. Physiological functionalities of solvent fractions isolated from *Crataegi fructus*. J Exp Biomed Sci. 2008. 14: 249-255.
- Rios JL, Waterman PG. A review of the pharmacology and toxicology of *Astragalus*. Phytotherapy Research. 1997. 22: 411-418.
- Watanabe J, Kawabata J, Kurihara H, Niki R. Isolation and identification of alpha-glucosidase inhibitors from Tochu-cha (*Eucommia ulmoides*). Biosci Biotechnol Biochem. 1997. 61: 177-178.