

Chemical compositions and functional characteristics of Korean and imported pomegranate (*Punica granatum* L.)

Mi Sook Kim*, Seol Hee Yun, Hwan Sik Na, Hark Jae Park, Gyeong Cheol Choi, Soo In Yang, Ji Heon Lee

Food and Drug Analysis Division, Jeollanamdo Institute of Health and Environment, Muan 534-821, Korea

국내산과 수입산 석류의 화학적 성분과 기능적 특성

김미숙* · 윤설희 · 나환식 · 박학재 · 최경철 · 양수인 · 이지현

전라남도보건환경연구원 식품약품분석과

Abstract

In recent years, polyphenol-rich herbs, fruits and processed foods, which are made of plant origin, have attracted much attention due to their potential health benefits. Pomegranate (*Punica granatum* L.) is an important source of bioactive compounds and has been used to treat diseases because of its medicinal properties. This research was focused on characterizing Korea's national cultivar and a similar product from California, USA. To evaluate their bioactive compounds and pharmacological activities, their anti-oxidation and cancer inhibition properties, as well as their organic acid and free sugar contents, were investigated. The national cultivar had low total sugar and high organic acid contents, contrary to the imported product. The results showed that the peel of national cultivar had high polyphenol and ellagic acid contents compared to imported product. The free radical scavenging capacity was evaluated via 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and its positive correlation with the total polyphenol contents was found. The anti-cancer activity of methanol extracts revealed growth inhibition against the prostate cancer cell. These results signify that while pomegranate, national cultivar, is more sour than the imported product, its health benefits could be excellent. Also, the polyphenol compound content of the non-edible part (such as the peel and the seed) was higher than that of the juice. Thus, it is suggested that the byproduct of the juice extraction could be potentially used in other fields such as medicine or dietary agents.

Key words : pomegranate, ellagic acid, anti-oxidation, prostate cancer

서 론

현대 의학의 발달로 인간의 평균 수명이 늘어나고 고령화에 따른 당뇨, 고혈압, 고지혈증과 같은 생활습관병의 증가로 인해 치료 보다는 예방, 합성약제 보다는 식물유래 화학물질에 관심이 높아지고 있다(1). 식물의 색, 맛, 향 등에 관여하는 폴리페놀과 같은 천연 산물들은 식물 스스로를 방어할 뿐 아니라 세포의 노화 및 질병 예방과 치료 효과가 있다고 알려져 있다(2-6).

석류(*Punica granatum* L.)는 석류과에 속한 낙엽소목으로서 아시아 서남부와 인도 북서부가 자생지이며 특히 이란은

석류 생산 및 세계적 수출국의 하나이다. 우리나라의 경우 2008년까지 수입량의 80% 이상이 이란산이었으나 최근 5년간은 수입량의 95% 이상이 미국으로부터 수입하고 있다(7). 국내 생산은 2002년부터 전라남도 고흥에서 본격적으로 석류를 재배해 현재 국내 생산량의 90% 이상을 차지하고 있으며 재배 품종은 그 맛에 따라 신석류, 단석류로만 구분되어 있다(8).

석류에는 estrone, estradiol, estrogenic compounds와 같은 여성호르몬 유사물질 등의 기능성 성분이 주목받으면서(9-11) 석류 주스의 섭취가 증가하고 있다. 그러나 착즙 시 나오는 껍질이나 씨는 사용하지 않기 때문에 가식부 비율은 20~30% 밖에 되지 않아 폐기율이 높은 과일이다. 석류의 부위별 기능성 성분을 비교한 결과 과즙보다 과피와 씨

*Corresponding author. E-mail : magda@korea.kr
Phone : 82-61-240-5258, Fax : 82-61-240-5260

부분에 폴리페놀, 플라보노이드, 식물성 에스트로젠 함량과 그에 따른 항산화능이 높은 것으로 보고되어져 있다(12-14). 석류 주스의 항산화성 또한 과피에 함유되어져 있는 폴리페놀로부터 유래되어진 것으로 보고(15,16) 되고 있고, 특히 석류 과피에서 생리활성 물질은 재배종간의 차이가 있으며, 그에 따른 생리활성능도 다른 것으로 보고되어져 있다(17). 따라서 본 연구에서는 고흡산과 미국산 석류의 부위별 생리활성 및 기능성 성분 비교에 대한 연구와 그 결과 석류 착즙 후 버려지는 부산물의 활용방안을 찾고자 이 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 국내산 석류는 전남 고흡군 두원면에서 2011년 10월에 수확한 것이며 수입산은 미국 캘리포니아로부터 수입한 것을 광주 농산물도매시장에서 구입 사용하였다. 석류를 세척한 후 과피와 과육으로 분리하여 과육은 마쇄하여 과즙과 씨로 분리하였다. 석류 과피와 씨는 건조시킨 후 분쇄하여, 시료 3배 분량의 100% methanol을 가하여 70°C에서 환류냉각 장치를 사용하여 3시간 2회 반복 추출 하였다. 추출물은 여과한 후 감압농축하고 동결건조하여 사용하였다.

pH, 가용성 고형물 함량, 총산 함량 측정

pH 측정은 과즙 시료 20 mL를 취하여 pH meter(Excel XL25, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA)를 사용하여 3회 반복 측정하였으며, 가용성 고형물 함량은 시료 1 g을 취하여 굴절당도계(PR-32a, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 또한 총산 함량은 AOAC법(18)에 따라 10 mL 시료를 중화시키는데 필요로 하는 0.1 N NaOH로 적정하여 소비량을 구연산으로 환산하였다.

유기산, 유리당 분석

착즙 시료 5 g을 증류수 50 mL로 정용하여 12,000 rpm에서 2분간 원심분리한 상등액을 Sepak-C₁₈을 사용하여 정제시키고, 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 high performance liquid chromatography(HPLC, Perkin-Elmer Series 200, Waltham, MA, USA)로 분석하였다. 분석조건은 컬럼 Supelcogel C-610H(7.8×300 mm), 컬럼 온도 30°C, 이동상 0.1% 인산용액, 유속 0.7 mL/min, 검출기는 diode array detector(DAD)로 210 nm에서 분석하였다. 유리당 분석을 위한 시료 준비는 유기산 분석과 동일하며 분석조건은 컬럼 Shodex Asahipak NH₂P-50 4E, 컬럼 온도 30°C, 이동상 70% acetonitrile, 유속 1.0 mL/min, 검출기는 refractive index detector(RID)로 분석하였다.

Ellagic acid 함량 분석

석류의 과피, 과즙, 씨의 메탄올 추출물을 농축 시킨 후 일정량으로 정용하여 membrane filter로 여과한 후 HPLC(Jasco LC-2000, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 분석조건은 컬럼 Waters C₁₈(4.6×250 mm), 컬럼 온도 40°C, 이동상으로 acetonitrile과 0.1% formic acid를 함유한 증류수 비율을 각각 15 : 85 비율로 시작해서 각각 100 : 0까지 20분 동안 gradient, 유속 1.0 mL/min, 검출기는 UV 254 nm 조건으로 분석하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

석류의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(19)에 준하여 측정하였다. Methanol로 희석한 석류 추출물 0.2 mL에 10% Folin-Ciocalteu 0.4 mL를 넣고 3분 후에 10% Na₂CO₃ 0.8 mL을 혼합하고 1시간 방치 한 다음 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 폴리페놀 함량은 tannic acid를 표준물질로 사용하여 얻은 검량곡선으로부터 산출하였다.

항산화 활성

항산화 활성은 1,1 diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH)을 이용하여 시료의 radical 소거효과를 측정하는 Blois 방법(20)으로 측정하였다. 즉 동결건조된 methanol 추출물 시료를 농도별로 증류수에 녹이고, DPPH 용액 800 μL를 가한 후 반응이 일어나기 시작한 순간부터 20분간 525 nm에서 흡광도를 측정하여 대조구와 비교하였다. 대조구는 시료 대신 물을 넣어 반응시켰고 항산화 활성은 전자공여능(electron donating ability, EDA)로 나타냈다.

$$EDA(\%) = (A \text{ control} - A \text{ sample}) / A \text{ control} \times 100$$

A control: 대조구(시료대신 물을 첨가)의 흡광도

A sample: 실험구(시료 첨가)의 흡광도

세포배양과 생존율 분석

한국세포주은행(KCLB, Seoul, Korea)으로부터 인체 전립선암세포(PC-3, human prostate adenocarcinoma cell line)를 분양받아, 열처리된 10% 소태아혈청(FBS)과 항생제(100 U/mL penicillin, 100 mg/mL streptomycin)가 함유된 RPMI 1640 (GibcoBRL, Carlsbad, CA, USA)에 배양하였다. 세포가 배양용기의 90% 정도 차면 trypsin/EDTA(0.1% trypsin, 0.05% ethylenediamine tetraacetic acid)로 부착된 세포를 분리하여 계대배양 하면서 사용하였다. 전립선암 세포증식 억제 분석은 MTT assay법(21)에 의해 시행되었으며 96 well plate 배양용기에 well당 1×10⁴ 개의 세포를 분주하고 24시간 후에 각 석류 과피, 과즙, 씨의 메탄올 추출물을 각각 농도별로 처리하였다. 16시간 후에 배지를 제거하고 phosphate buffered saline(PBS) 용액으로 세척한 후

3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl-tetrazolimbromide (MTT)시약을 1 mg/mL 농도로 3시간 처리한 후 dimethyl sulfoxide(DMSO)에 녹여 microplate reader(Versamax UV, Molecular devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

pH, 가용성 고형물, 총산 함량

원산지간 석류 과즙의 맛 특성을 비교하기 위해 pH, 가용성 고형물(당함량), 총산 함량을 측정하였다. Table 1에서 보는 바와 같이 고흡산 석류즙은 pH 2.70, 가용성 고형물은 14.77 °Brix, 총산은 6.00%로 당산 비율이 2.46으로 신맛이 강한 것으로 나타났다. 반면 미국산 석류즙은 pH 3.48, 가용성 고형물은 16.00 °Brix, 총산은 1.89%로 당산 비율이 8.47로 고흡산 석류즙에 비해 상당히 높은 것으로 나타났다. 이는 품종간의 차이로 여겨지며 국내산에서 재배되고 있는 품종이 주로 신맛을 나타내는 산과석류이고, 미국산은 단맛을 지니는 감과석류인 것으로 사료된다.

Table 1. pH, Soluble solid content and acidity of the pomegranate juice

Pomegranate juice	pH	Soluble solid (°Brix)	Acidity(%)	Brix/Acid ratio
Korean	2.70±0.06 ¹⁾	14.77±0.15	6.00±0.10	2.46
USA	3.48±0.17	16.00±0.10	1.89±0.12	8.47

¹⁾The data were expressed as the mean±SD (n=3).

유기산 함량

석류 과즙 중 주요 유기산은 citric acid와 malic acid가 확인되었으며 그 함량은 Table 2와 같다. 고흡산 석류즙의 경우 citric acid가 3.82 g/100 g, malic acid는 0.74 g/100 g을 함유하고 있으며, 이는 미국산 석류즙의 각각 0.76 g/100 g, 0.55 g/100 g 함량과 비교할 때 고흡산에서 citric acid가 현저히 높은 것으로 나타났다. 고흡산과 미국산의 가용성 고형물 차이값에 비해 당산 비율의 차이가 훨씬 높은 이유가 바로 citric acid의 높은 함량차이이며, 또한 고흡산 석류의 신맛을 결정짓는 인자로 작용하고 있음을 알 수 있었다. 그 외 oxalic, acetic, fumaric, tartaric, lactic acid 등은 검출되지 않았거나 혹은 정량하기 어려울 정도로 미량 검출되어 데이터에 포함시키지 않았다. 이러한 연구 결과는 Pablo(22) 등이 스페인에서 재배된 석류 맛과 종에 따른 유기산 함량의 결과와 비교해볼 때 고흡산이 다소 높은 유기산 함량을 나타냈으며, Moon(8)의 연구결과와 비교해볼 때 같은 고흡산의 경우 본 연구결과가 낮게 나타났다. 그 차이의 원인으로는 유기산 함량이 수확시기, 성숙

도, 보관 상태에 등에 따라 다소 차이가 나타나는 것으로 보고(23)되어져 있다.

Table 2. Content of organic acids in the pomegranate juice

Pomegranate Juice	Citric acid (g/100 g)	Malic acid (g/100 g)
Korean	3.82±0.50 ¹⁾	0.74±0.03
USA	0.76±0.01	0.55±0.02

¹⁾The data were expressed as the mean±SD (n=3).

유리당 분석

석류 과즙 중 주요 유리당은 fructose와 glucose가 확인되었으며 그 결과는 Table 3과 같다. 고흡산 석류즙의 총 유리당은 9.12 g/100 g이 함유되어 있었고 fructose, glucose가 각각 4.73 g/100 g, 4.39 g/100 g 함량을 나타냈다. 미국산의 경우 총 유리당은 13.62 g/100 g이 함유되어 있었고, fructose, glucose가 각각 6.97 g/100 g, 6.65 g/100 g 함량을 나타냈으며 HPLC 분석 크로마토그램은 Fig 1에 보여주고 있다. Sucrose는 고흡산과 미국산 모두 검출되어지지 않았으며 이러한 결과는 pablo 등(22)의 결과에서도 sucrose 함량은 석류 종에 따라 검출되어지지 않은 것에서부터 흔적만을 보인 결과와 비슷한 결과를 보여주고 있다. 산지별 당도(가용성 고형물)값이 높을수록 총 유리당 함량값도 높게 나타났으며 고흡산과 미국산 모두 fructose가 glucose 보다 약간 높게 나타났으나 그 차이가 크지는 않았다. 미국산 과즙의 유리당 함량 결과는 스페인에서 재배된 종에서 확인된 유리당 함량과 비슷한 분포를 보였으며, 이란산 재배종에 비해서 낮게 나타났다(24).

Table 3. Total free sugar contents in the pomegranate juice

Pomegranate Juice	Fructose (g/100 g)	Glucose (g/100 g)	Sucrose (g/100 g)	Total (g/100 g)
Korean	4.73±0.06 ¹⁾	4.39±0.21	ND ²⁾	9.12±0.27
USA	6.97±0.04	6.65±0.13	ND	13.62±0.16

¹⁾The data were expressed as the mean±SD (n=3).

²⁾Not detected.

총 폴리페놀 함량

석류의 총 폴리페놀 함량은 고흡산의 경우 과피에서 149.91 mg/g, 과즙에서 1.48 mg/g, 씨에서 3.54 mg/g이었다. 미국산의 경우 과피에서 112.96 mg/g, 과즙에서 1.90 mg/g, 씨에서 5.66 mg/g이었다(Table 4). 추출물 부위별로 보면 과피, 씨, 과즙 순으로 폴리페놀 함량이 높았고 특히 과피는 과즙보다 약 100배 정도 높게 함유되어 있었다. 과피의 경우 고흡산이 높으나 과즙과 씨의 경우는 미국산이 높게 나타났다. 고흡산과 이란산을 비교 연구한 Moon(8)의 연구에 의하면 역시 이란산보다 고흡산 과피에서 폴리페놀 함량이 높은 것으로 나타났다.

Table 4. Content of total polyphenol compounds and ellagic acid in the pomegranate extracts

Samples	Total polyphenol compounds (mg/g)	Ellagic acid (mg/100 g)
Pomegranate peel	149.91±15.28 ¹⁾	1421.6±28.62
Korean Pomegranate juice	1.48±0.11	2.6±0.10
Pomegranate seed	3.54±0.35	2.3±0.09
Pomegranate peel	112.96±16.10	677.8±30.52
USA Pomegranate juice	1.90±0.08	3.7±0.10
Pomegranate seed	5.66±0.09	5.9±0.13

¹⁾The data were expressed as the mean±SD (n=3).

Ellagic acid 함량

Ellagic acid는 폴리페놀 화합물의 한 종류로 세포주기 억제, 세포고사 등과 같은 항암작용(25,26)과 항산화(27) 및 항염증(28) 효과가 있는 것으로 보고되어져있다. 석류 과피, 과즙, 씨 추출물의 ellagic acid 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 고흥산 과피에서 14.22 mg/g, 과즙에서 0.026 mg/g, 씨에서 0.023 mg/g을 함유하고 있었으며 미국산의 경우 각각 6.78 mg/g, 0.037 mg/g, 0.059 mg/g 함유량을 나타냈다. 고흥산과 미국산 모두 과즙이나 씨 보다는 과피에서 ellagic acid가 월등히 높게 나타났으며, 또한 주목할 만한 것은 고흥산이 미국산에 비해 ellagic acid 함유량이 두 배 이상 높게 나타났으며 총 폴리페놀 함량이 많은 종이 ellagic acid 함량도 높게 나타냈다.

도를 나타냈다. 고흥산 과피는 농도에 따라 62.6~85.8%, 미국산은 37.6~86.3% 활성도를 나타냈다. 고흥산 과즙은 농도에 따라 9.5~37.1%, 미국산은 14.9~49.3% 활성도를, 고흥산 씨는 13.3~57.8%, 미국산은 16.5~60.0% 항산화 활성도를 보였다. 과피 추출물의 경우 0.5 mg/mL에서는 고흥산이 미국산에 비해 월등히 높은 활성도를 보였으나 농도가 높아질수록 차이가 줄어들며 2.0 mg/mL에서는 오히려 고흥산이 약간 더 낮은 활성도를 나타내는데, 이는 반응 화합물이 이미 포화상태에 도달한 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 Chung 등이 보고한 논문(29)에서도 항산화 활성이 80% 이상에 이르면 그래프가 포화상태에 이르고 포화상태를 지난 농도에서는 직선일 때 항산화 활성능과

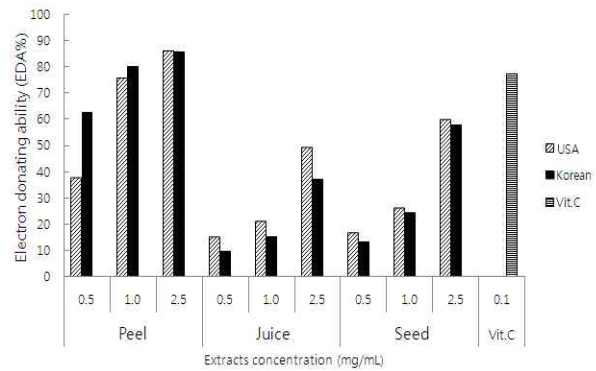


Fig. 2. DPPH free radical scavenging activity of the pomegranate extracts.

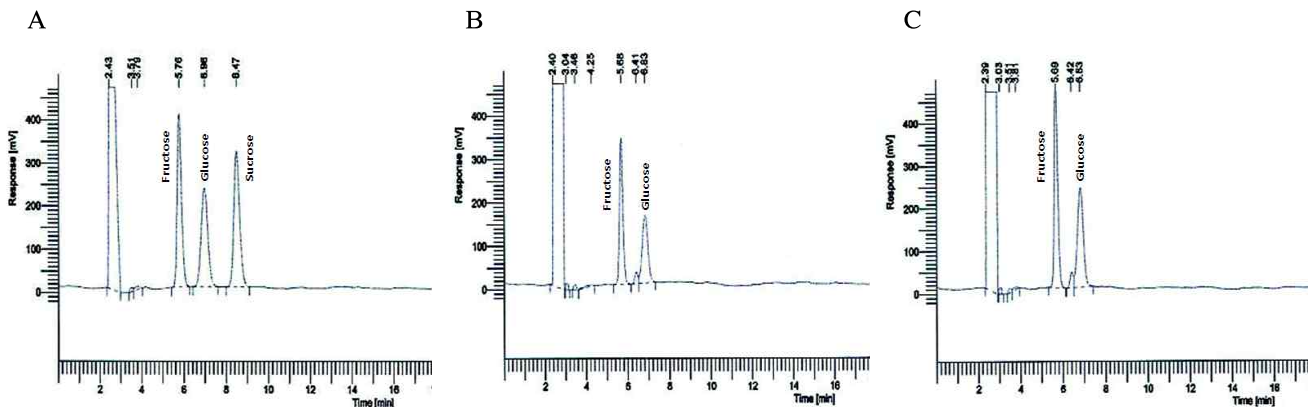


Fig. 1. Chromatographic profile of main sugars in the pomegranate juice. (A) standard, (B) Korean, (C) USA.

항산화 활성

DPPH는 그 자체가 매우 안정화된 radical로서 보라색을 띠고 있는데 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 전자를 내어주면서 radical이 소멸되어 탈색되는 정도를 측정하여 간접적으로 항산화 활성능 분석을 하였다(Fig. 2). 석류 부위별 추출물은 농도 의존적으로 항산화 활성이 증가하였으며, 고흥산과 미국산 모두 과피, 씨, 과즙 순으로 높은 활성

다른 결과를 보인다. 또한 부위별 추출물의 항산화 활성도는 폴리페놀과 ellagic acid 함량 순과도 일치하는 결과를 나타냈다.

전립선암 세포증식 억제

본 실험에서는 석류 부위별 추출물의 PC-3 전립선암 세

포에 대한 증식억제 효과를 조사하기 위해 MTT assay를 시행하였다. 세포 배양액에 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mg/mL 농도로 석류 부위별 추출물을 첨가하고 배양한 후 살아있는 세포수를 측정된 결과 처리 농도가 증가할수록 세포증식이 감소하였다(Fig. 3). 석류 과피 추출물 1.0 mg/mL 농도를 처리하였을 경우 고흡산의 경우 46.1%, 미국산의 경우 56.4%의 세포가 사멸하였으며 이와 같은 결과는 고흡산 과피에서 폴리페놀 함량이 더 높게 조사된 결과와는 대조적이었으며 항산화 활성도와도 불일치의 결과를 나타냈다. 또한 과즙과 씨의 경우를 보면 폴리페놀 함량 자체는 과즙보다 씨에서 높았으나 전립선암 세포증식 억제능은 과즙에서 더 우수하였다. 산지별로 보더라도 고흡산보다 미국산의 과즙과 씨에서 폴리페놀 함량이 높았던 것에 반해 전립선암 세포증식 억제능은 고흡산에서 우수하였다. 이러한 결과는 석류 추출물에서 전립선암 세포증식 억제에 관여하는 물질로 폴리페놀 화합물뿐만 아니라 또 다른 성분들이 복합적으로 작용할 것으로 사료되어지며 다른 식물 추출물에서도 이와 유사한 결과가 보고되어지기도 했다(30).

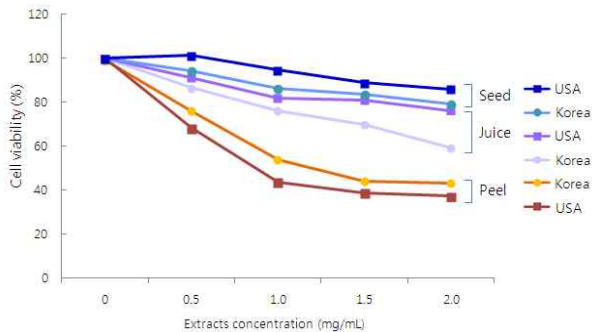


Fig. 3. Inhibitory effect on the growth of PC-3 cells by the pomegranate extracts.

요 약

본 연구는 고흡산과 수입산 석류의 화학적 성분분석 및 생리활성 기능을 분석하여 기능성 물질의 소재 개발과 착즙 후 버려지는 부산물 활용 방안에 기여하고자 하였다. 석류 과즙 중 주요 유기산은 citric acid, malic acid가 확인되었으며 주요 유리당으로는 fructose, glucose가 확인되었다. 석류의 폴리페놀 함량은 고흡산 과피에서 149.91 mg/g으로 가장 높았고 가장 낮은 함량을 보인 과즙보다는 약 100배 정도 높게 함유되어 있었다. 석류의 부위별 ellagic acid 함량을 분석한 결과 고흡산 과피에서 14.22 mg/g으로 미국산에 비해 두 배 이상 높게 나타났으며, 고흡산과 미국산 모두 과즙이나 씨 보다는 과피에서 ellagic acid 함량이 월등히 높게 나타났다. 석류 부위별 추출물은 농도 의존적으로 항산화 활성이 증가하였으며, 고흡산과 미국산 모두 과피,

씨, 과즙 순으로 높은 활성도를 나타냈다. 고흡산과 미국산 부위별 추출물의 전립선암 세포증식 억제능을 분석한 결과 산지에 관계없이 과피, 과즙, 씨 순으로 암세포 성장억제능이 높게 나타났으며 특히 과즙과 씨에서는 고흡산이 미국산에 비해서 암세포 성장억제능이 더 우수하였으며 과피 추출물에서는 미국산이 더 우수하였다.

References

- Lampe JW (1999) Health effects of vegetables and fruits: assessing mechanism of action in human experimental studies. *Am J Clin Nutr*, 70, 475-490
- Abdel-Hameed ESS (2009) Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian ficus species leaf samples. *Food Chem*, 114, 1271-1277
- Cai Y, Luo Q, Sun M, Corke H (2004) Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sci*, 74, 2157-2184
- Hazra B, Sarkar R, Biswas S, Mandal N (2010) Comparative study of the antioxidant and reactive oxygen species scavenging properties in the extracts of the fruits of *Terminalia chebula*, *Terminalia bellerica* and *Embolica officinalis*. *BMC Complement Altern Med*, 10, 20
- Hazra B, Biswas S, Mandal N (2008) Antioxidant and free radical scavenging activity of *Spondias pinnata*. *BMC Complement Altern Med*, 8, 63-72
- Opara UL, Al-Ani MR (2010) Antioxidant contents of pre-packed fresh-cut versus whole fruit and vegetables. *Br Food J*, 112, 797-810
- Ministry of Food and Drug Safety (2011), Statistics of imported food products (http://www.foodnara.go.kr/importfood/src/statistics/item_list.jsp).
- Moon SK (2009) A study on fruit characteristic composition analysis and antioxidative activity of Korean and Iranian pomegranate (*Punica granatum*). MS Thesis, Sunchon National University, Korea
- Heftmann E, Ko ST, Bennett RD (1966) Identification of estrone in pomegranate seeds. *Phytochemistry*, 5, 1337-1339
- Martinez JJ, Melgarejo P, Hernandez F, Salazar DM, Martinez R (2006) Seed characterization of five new pomegranate varieties. *Sci Hor*, 110, 241-246
- Jaiswal V, DerMarderosian A, Porter JR (2010) Anthocyanins and polyphenol oxidase from dried arils of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Food Chem*, 118,

- 11-16
12. Li Y, Guo C, Yang J, Wei J, Xu J, Cheng S (2006) Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chem*, 96, 254-260
 13. Hajimahmoodi M, Oveisi MR, Sadeghi N, Jannat B, Hajibabi M, Farahani E, Akrami MR, Namdar (2008) Antioxidant properties of peel and pulp hydroextract in ten Persian pomegranate cultivars. *Pak J Biol Sci*, 11, 1600-1604
 14. Gil MI, Tomas-Berberan A, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader A (2000) Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J Agric Food Chem*, 48, 4581-4589
 15. Tzulker R, Glazer I, Bar-Ilan I, Holland D, Aviram M, Amir R (2007) Antioxidant activity, polyphenol content, and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions. *J Agric Food Chem*, 55, 9559-9570
 16. Gözlekçi S, Saraçoğlu O, Onursal E, Ozgen M (2011) Total phenolic distribution of juice, peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars, *Phcog Mag*, 7, 161-164
 17. Holland D, Hatib K, Bar-Ya'akov I (2009) Pomegranate: botany, horticulture, breeding. *Horticultural Reviews*, 35, 127-191
 18. AOAC (1990) Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists; Washington, D.C., USA
 19. Singleton VL, Rossi JL (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*, 16, 144-158
 20. Blois MA (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
 21. Mosmann T (1983) Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J Immunological Methods*, 65, 55-63
 22. Pablo M, Domingo MS, Artés F (2000) Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. *Eur Food Res Technol*, 211, 185-190
 23. Aarabi A, Barzegar, Azizi MH (2008) Effect of cultivar and cold storage of pomegranate(*Punica granatum* L.) juices on organic acid composition. *Asean Food J*, 15, 45-55
 24. Vahid A, Khodayar H, Mehdi S (2009) Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in maturation stage. *Am-Euras J Agric Environ Sci*, 6, 411-416
 25. Narayanan BA, Geoffrey O, Willingham MC, Re GG, Nixon DW (1999) p53/p21 (WAF1/CIP1) expression and its possible role in G1 arrest and apoptosis in ellagic acid treated cancer cells. *Cancer Lett*, 136, 215 - 21
 26. Khanduja KL, Gandhi RK, Pathania V, Syani N (1999) Prevention of N-nitrosodiethylamine-induced lung tumorigenesis by ellagic acid and quercetin in mice. *Food Chem Toxicol*, 37, 313-318
 27. Madrigal-Carballob S, Rodriguezb G, Kruegera CG, Dreherc M, Reeda JD (2009) Pomegranate (*Punica granatum*) supplements: authenticity, antioxidant and polyphenol composition. *J Functional Foods*, 1, 324-329
 28. Panichayupakaranant P, Tewtrakul S, Yuenyongsawad S (2010) Antibacterial, anti-inflammatory and anti-allergic activities of standardized pomegranate rind extract. *Food Chem*, 123, 400-403
 29. Chung YC, Chen SJ, Hsu CK, Chang CT, Chou ST (2005) Studies on the antioxidative activity of *Graptopetalum paraguayense* E. Walther. *Food Chem*, 91, 419-424
 30. Kim H, Choi HK, Moon JY, Kim YS, Mosaddik A, Cho SK (2011) Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *J Food Sci*, 76, 38-45

(접수 2013년 4월 5일 수정 2013년 6월 11일 채택 2013년 6월 17일)