

팽화처리에 의한 오미자의 품질 특성

남현화* · 추병길**

A Quality Characteristic in *Schisandra chinensis*
by Puff processing

Nam, Hyeon-Hwa · Choo, Byung-Kil

Puff processing is one of the preparation and processing methods of herbal medicines. This study analyzed the quality characteristics in *schisandra chinensis* extracts by puff processing (1 kgf/cm², 3 kgf/cm², 5 kgf/cm²) through changes of the lignan contents and antioxidant activity. The lignan contents and antioxidant activity of puff processing *schisandra chinensis* extracts (PPSCE) increased higher than compared to a control. Also, as lignan contents and antioxidant activity of PPSCE was increased with the increasing pressure but it was reduced from 5 kgf/cm². The results suggest that puff processing was attributed to the quality increase *schisandra chinensis*.

Key words : antioxidant, lignan, puffing, puff processing, *schisandra chinensis*

I. 서 론

오미자 *Schisandra chinensis*는 오미자과(Schisandraceae)에 속하는 덩굴성식물로 anthocyanin에 의해 붉은빛을 나타내고 단맛, 신맛, 쓴맛, 매운맛, 짠맛이 어우러진 독특한 풍미를 가지고 있다(kim and Choi, 2008; Kim and Park, 2010). 주성분은 lignan 화합물로 palmitic acid, stearic acid, schizandrin, schizandran, γ -schizadrin, ethamigrenal, gomisin 등의 성분을 함유하고 있으며 중추 억제 작용, 혈압 강하 작용 및 알콜 해독작용, 암예방, 노화 억제 및 면역조절 작용 등 다양한 생리적 기능을 가지고 있어 약용뿐만 아니라 식용 또는 기호식품으로 이용되고 있다(Kim et al., 2009; Nam et al., 2014). 최근에는 오미자가 다양한 형태로 이용

* First author, 전북대학교 농업생명과학대학 작물생명과학과

** Corresponding author, 전북대학교 농업생명과학대학 작물생명과학과(bkchoo@jbnu.ac.kr)

됨에 따라 건조방법을 달리한 오미자의 품질특성 연구(Lee et al., 2014), 추출조건에 따른 schizandrin, gomisin A, gomisin N의 함량 비교(Kim et al., 2015), 추출 조건에 따른 오미자 추출물의 항산화 및 혈당 강하 연구(Kim et al., 2009), 가공조건에 따른 한방차 품질 특성(Oh, 2014) 등 기능성을 증진시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

포제(炮製)는 한의학적 이론에 근거하여 한약재를 가공 처리하는 것으로, 약물 유효성분의 용출을 돕고 치료효과를 높이며 약물의 독성(毒性), 열성(烈性), 부작용을 저하 또는 제거하거나 약재의 저장성을 용이하게 하는 등의 목적을 위해 이용되고 있다(Ju, 2013). 팽화압력을 이용한 약용작물의 가공은 한의학에서 초법이라 하여 전통적으로 이용되어온 포제법으로 팽화공법 기술이 적용된 진세노사이드의 함량이 증가된 팽화홍삼이 개발되었으며 이와 관련하여 백삼과 홍삼의 진세노사이드를 비롯한 성분 함량 및 생리활성에 대한 비교 분석 연구가 보고되었다(Han et al., 2007; Kim et al., 2009; Kim et al., 2008; Shin, 2010). 또한, Park 등(2012)은 팽화 처리한 도라지의 사포닌 성분 함량이 증가됨을 확인하였다.

따라서 본 연구에서는 팽화압력을 적용하여 한약재 및 기능성 소재 등 다양하게 이용되고 있는 오미자의 포제방법에 따른 lignan 함량, 항산화 활성 분석을 통해 품질 특성을 비교하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 추출방법

본 실험에 사용한 오미자 시료는 2010년 9월 전북 장수에서 구입하여 50°C에서 냉풍건조시킨 후 사용하였다. 팽화오미자의 제조는 회전식 팽화장치(putting gun, Korea)를 이용하여 각각 1 kgf/cm², 3 kgf/cm², 5 kgf/cm²에 이르렀을 때 압력을 빼고 팽화기의 문을 개방하여 팽화를 유도 하였다. 대조구로는 50°C에서 냉풍 건조한 오미자를 사용하였다.

팽화오미자의 추출은 분쇄기로 분쇄 한 다음 시료 5 g에 70% ethanol 50 mL를 넣고, 100°C에서 3시간씩 2회 반복하여 추출하였다. Kimble-filtering flask에 funnel을 장착하고 여과지를 사용하여 추출물을 여과한 뒤 여과액을 45~50°C의 수온에서 rotary vacuum evaporator (EYELA, Japan)를 사용하여 감압농축 후 동결건조(IIShin, Korea) 하였다. 이 분획물을 DMSO에 녹여 200 mg/ml의 stock 용액으로 제조한 뒤 -20°C에 보관하여 사용하였다.

2. Lignan 분석

생오미자와 팽화오미자 시료의 열수 추출을 위해 생오미자, 1 kgf/cm², 3 kgf/cm², 5 kgf/cm²

cm²의 압력으로 팽화 처리된 오미자를 분쇄하였다. 시료분말 무게의 100배가 되도록 증류수를 가해 완전히 용해한 후 20 mL를 취하여 분액 깔대기에 넣고 ethyl acetate 20 mL를 가하여 Lignan 성분을 추출하였다. 이 조작을 3회 반복하여 얻어진 ethyl acetate 층을 합한 다음 45°C 이하의 온도에서 감압 농축하였다. 얻어진 잔사에 methanol 2 mL를 가하여 용해시킨 다음 membrane filter (0.2 µm)로 여과한 후 HPLC 분석용 시료로 사용하였다.

3. HPLC 분석조건

Lignan 조성은 HPLC를 이용하여 분석하였다. HPLC 기기는 water's system (Milford, MA, USA)으로 구성된 600 controller와 600 pump, 717 plus autosampler, 486 tunable absorbance detector를 사용하였다. Column은 YMC-Pack pro C18RS (4.6×250 mm, 5 µm)를 사용하였다. 성분분리는 gradient mode로 하였으며, 이동상 A는 0.1% formic acid in 20% acetonitrile, 이동상 B는 90% acetonitrile을 사용하여 기울기 용리 조건에서 분리하였다. 분석은 상온에서 실시하였으며 유량은 1.0 mL/min, injection volume은 20 µL, 검출기 파장은 254 nm로 하여 분석하였다. 기울기 용리 조건은 45% A/55% B at 0 min, 45% A/55% B at 4 min, 42% A/58% B at 3 min, 35% A/65% B at 1 min, 25% A/75% B at 0.5min, 15% A/85% B at 0.5 min, 5% A/95% B at 0.5 min, 2% A/98% B at 0.5 min, 0% A/100% B at 0.5 min, 0% A/100% B at 14 min, 45% A 55% B at 0.5 min으로 하였다(Table 1).

Table 1. HPLC conditions for lignan analysis

Column	YMC-Pack pro C18RS (4.6 × 250 mm, 5 µm)		
Mobile phase	A : 0.1% formic acid in 20% acetonitrile		
	B : 90% acetonitrile		
Flow rate	1.0 mL/min		
Detector	254 nm		
Gradient program	Time	A (%)	B (%)
	0	45.0	55.0
	4	45.0	55.0
	3	42.0	58.0
	1	35.0	65.0
	0.5	25.0	75.0
	0.5	15.0	85.0
	0.5	5.0	95.0
	0.5	2.0	98.0
	14.5	0.0	100.0
	0.5	45.0	55.0

4. 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(Velioglu et al., 1998)을 이용하였다. 생오미자와 1 kgf/cm², 3 kgf/cm², 5 kgf/cm²의 압력으로 처리된 팽화오미자 시료 25 μ l (1 mg/mL)와 10% folin-Ciocalteau's phenol reagent 500 μ l를 혼합하여 실온에서 5분간 반응시켰다. 그 후 10% sodium carbonate 500 μ l를 더하여 30°C incubator에서 90분 동안 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도(Multiscan spectrum, Thermo Scientific)를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 표준물질인 gallic acid를 이와 같은 방법으로 측정하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

5. 플라보노이드 함량 분석

총 flavonoid의 함량 측정은 Davis법을 변형한 방법(Chae et al., 2002)에 따라 측정하였다. 생오미자와 1 kgf/cm², 3 kgf/cm², 5 kgf/cm²의 압력으로 처리된 팽화오미자 시료 300 μ l와 diethylene glycol 600 μ l를 잘 혼합하였으며, 이 혼합물에 1N NaOH 6 μ l를 가하여 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 flavonoid 함량은 표준물질 rutin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

6. DPPH radical 소거활성 측정

추출한 시료의 free radical 소거능 활성의 측정을 위해 DPPH법을 이용하였다. 생오미자와 1 kgf/cm², 3 kgf/cm², 5 kgf/cm²의 압력으로 처리된 팽화오미자 시료를 농도별로 희석하여 사용하였다. 희석한 용액 100 μ l와 0.2 mM DPPH 용액 100 μ l를 혼합하여 37°C에서 30분간 암소 상태에서 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH free radical 활성은 시료를 첨가하지 않은 대조구와 시료 첨가구의 흡광도 차를 백분율로 표시하였다.

$$\text{DPPH radical 소거능} = [(Ab-As)/Ab] \times 100$$

Ab : 대조구(시료 무첨가구), As : 시료첨가구의 흡광도

7. ABTS radical 소거활성 측정

ABTS radical을 이용한 항산화력 측정은 Re 등(1999)의 방법을 이용하여 측정하였다. 7 mM ABTS 용액과 2.4 mM의 potassium persulfate을 혼합하여 실온의 암소 상태에서 약 16시간 이상 방치하여 ABTS+를 형성시킨 후 734 nm에서 흡광도 값이 0.70 (± 0.02)이 되게 100% ethanol로 희석하였다. 희석된 용액 900 μ l에 생오미자와 1 kgf/cm², 3 kgf/cm², 5 kgf/cm²의

압력으로 처리된 팽화오미자 시료 100 μ l를 가하여 1분 동안 반응시킨 후 흡광도를 측정하였다. 각 시료 추출물의 유리 라디칼 소거 활성은 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 1/2로 환원시키는데 필요한 시료의 농도인 RC_{50} 값으로 나타내었다.

8. 통계처리

모든 측정 결과는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 실험군간의 차이는 Student's t-test를 사용하여 통계적으로 유의성을 나타내었고, $p < 0.05$ 값인 경우에 통계적으로 유의성이 있는 것으로 판단하여 결과분석 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Lignan 분석

HPLC Chromatogram을 통해 오미자의 주요 lignan 성분을 분석한 결과(Fig. 1~2) 오미자의 주요성분인 schizandrin을 비롯하여 schizandrol B, schizandrin A, r-schizandrin 등의 성분이 함유되어 있는 것으로 나타났다. Lignan 함량을 분석한 결과 모든 성분이 대조구에 비해 1, 3, 5 kgf/cm^2 의 압력으로 팽화처리 된 오미자에서 모두 증가하였다. 이는 팽화처리에 의한 고온·고압으로 인해 일정 약효성분의 증가와 세포벽의 구조가 변형되어 약효성분의 용출이 용이하도록 영향을 주었기 때문으로 판단되며 인삼의 경우 팽화처리에 의해 인삼의 유효성분이 대조구보다 증가하였다는 Kim 등(2008)의 연구 결과와 유사하게 나타났다. 반면, 가장 높은 5 kgf/cm^2 압력에서는 3 kgf/cm^2 의 압력에서보다 다소 감소하는 경향을 보였다(Table 2).

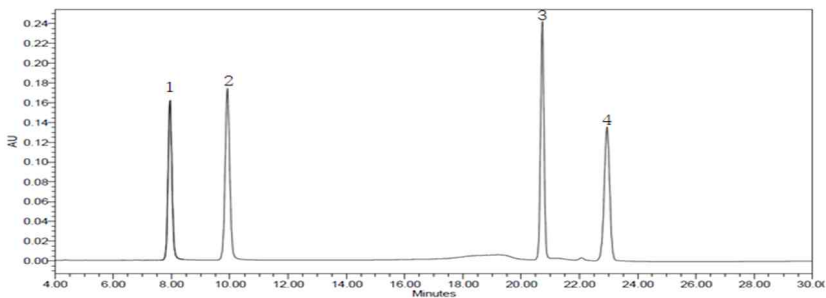


Fig. 1. Lignan analysis using the HPLC chromatogram. 1. schizandrin, 2. schizandrol B, 3. schizandrin A, 4. r-schizandrin.

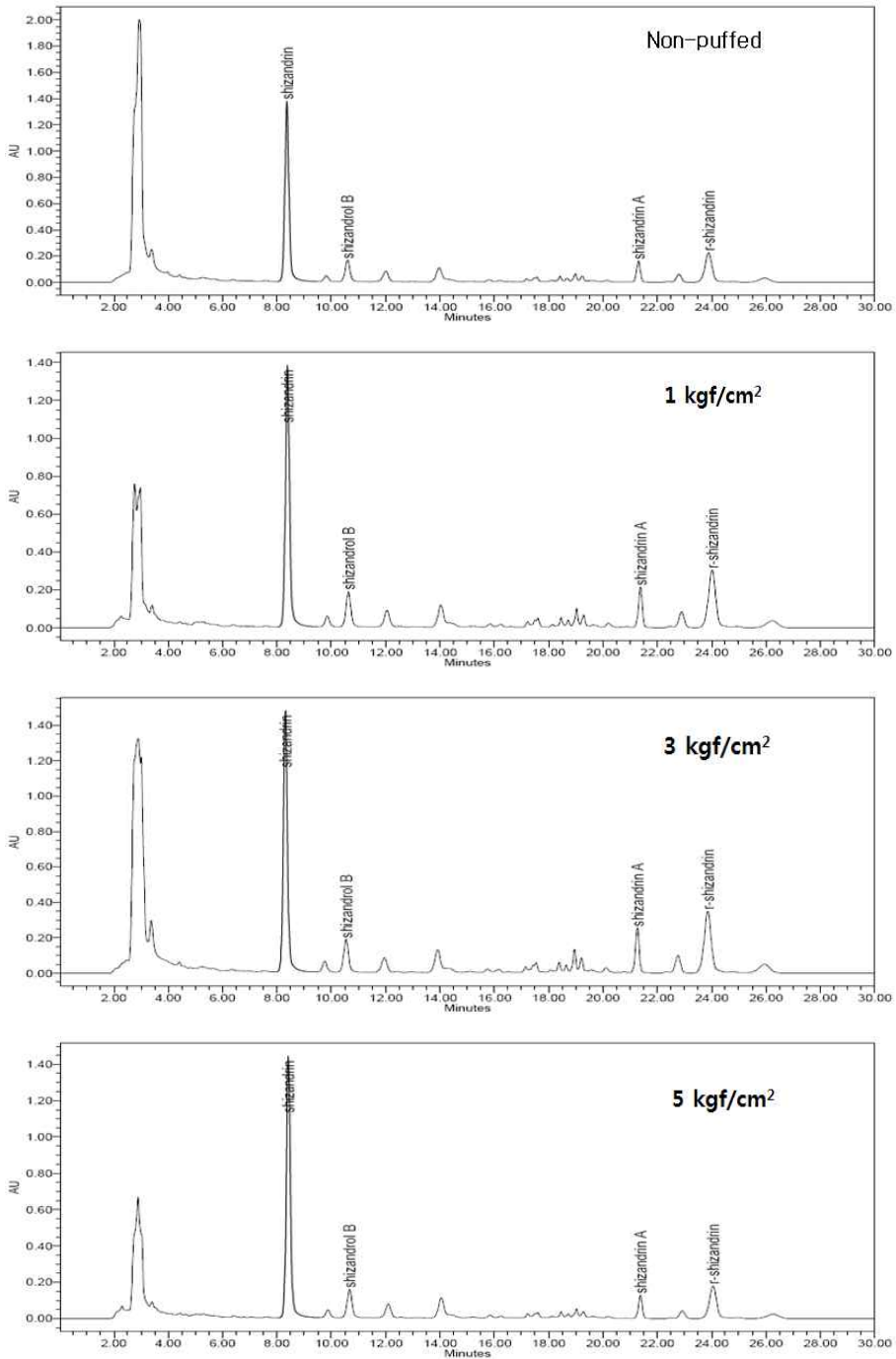


Fig. 2. Lignan analysis using the HPLC chromatogram of the *Schisandra chinensis* with various puffing pressure.

Table 2. Lignan contents of puffed *Schisandra chinensis* (SC) with different puffing pressure

Compounds (µg/g)	<i>Schisandra chinensis</i> (kgf/cm ²)			
	0	1	3	5
Schizandrin	95.90 ¹⁾	97.06	103.37	101.20
Schizandrol B	10.95	12.01	12.01	10.37
Schizandrin A	7.62	15.50	12.51	5.87
r-Schizandrin	26.16	95.96	40.93	20.93

¹⁾ All values are mean obtained by triplicate analysis.

2. Morphological Change

팽화 처리 전후의 형태학적 변화는 Fig. 3과 같다. Yoon 등(2010)의 보고에 의하면 가열 온도와 시간이 증가할수록 갈색도가 증가한다고 보고하였다. 생오미자를 1, 3, 5 kgf/cm²의 압력으로 팽화처리 하였을 때 가장 형태학적 변화는 부피팽창과 갈변으로, 팽화 압력이 증가할수록 갈변의 정도가 증가함을 확인할 수 있었다. 팽화오미자는 생오미자에 비하여 부피가 약 1.5~2배 증가하였으며 색택은 자홍색인 생오미자에 비해 팽화압력이 증가할수록 갈홍색~흑색으로 변화되었고 5 kgf/cm²의 처리구에서는 진한 흑색을 나타냈다.



Fig. 3. Morphological change of control (non-puffing) and puffing *Schisandra chinensis*.

3. 총 폴리페놀 함량

폴리페놀 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있으며 생체 내 생성되는 활성산소를 제거 하는 천연화합물로 다양한 생물학적 효능을 가진다고 알려져 있다(Osawa T., 1994).

팽화오미자 추출물의 폴리페놀 함량을 측정한 결과(Table 3), 생오미자 16.4 mg/g에 비해

1, 3, 5 kgf/cm²의 압력에서 각각 17.4 mg/g, 26.1 mg/g, 20.9 mg/g으로 모두 증가하였으나 가장 높은 5 kgf/cm² 압력에서는 3 kgf/cm²의 압력에서보다 오히려 감소하였으며 Table 2와 같이 팽화처리 한 오미자의 lignan 성분 함량 변화와 비슷한 패턴을 보였다. 또한 홍미삼을 팽화처리 하였을 때 총 페놀함량이 9.94 mg/g으로 홍미삼의 7.86 mg/g에 비해 약 26% 증가되었다고 보고된 Han 등(2007)의 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 한약재의 약효 향상을 위해 열처리 방법을 적용하였으며, 이 방법은 화학적 변화를 통해 flavonoid계를 포함한 polyphenol 화합물을 증가시킨다고 알려져 있다(Shin et al., 2015). 이와 같이 팽화처리에 의한 고온-고압의 영향으로 인해 lignan 성분 및 약효성분이 증가된 것으로 사료된다.

Table 3. Total polyphenol contents of puffed *Schisandra chinensis* (SC) with different puffing pressure

Puffing (kgf/cm ²)	0	1	3	5
Polyphenol contents (mg/g)	16.4 ¹⁾ ±1.19 ²⁾	17.4±0.76	26.1±1.29	20.9±1.47

¹⁾ All values are mean obtained by triplicate analysis.

²⁾ The values are mean ± SD.

4. 플라보노이드 함량

C₆-C₃-C₆의 benzopyrone의 기본 골격을 지닌 플라보노이드는 페놀계 화합물의 총칭으로 자연계에 널리 분포하고 있으며(Hertog et al., 1992), flavonones, flavonols, flavanonones, iso-flavones으로 구성되어 있다. 식물의 품종, 재배 및 가공에 따라 종류와 그의 함량은 다르게 나타나며, 항산화 및 항노화 작용 및 항암, 항염증 등 여러 생리적 작용을 지니고 있어 현재 신소재로서 널리 사용되고 있다(Michael, 1993).

Table 4. Total Flavonoid contents of puffed *Schisandra chinensis* (SC) with different puffing pressure

Puffing (kgf/cm ²)	0	1	3	5
Flavonoid contents (mg/g)	7.9 ¹⁾ ±0.41 ²⁾	9.6±1.16	16.6±0.84	14.7±1.09

¹⁾ All values are mean obtained by triplicate analysis.

²⁾ The values are mean ± SD.

팽화오미자 추출물의 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 총 플라보노이드 함량은 오미자를 1, 3, 5 kgf/cm²의 압력으로 팽화 처리하였을 때 생오미자 7.9 mg/g에

비해 각각 9.6 mg/g, 16.6 mg/g, 12.7 mg/g으로 증가하였으며 앞선 lignan 성분 및 총 폴리페놀 함량 변화와 마찬가지로 3 kgf/cm² 처리구보다 5 kgf/cm² 압력에서 플라보노이드 함량이 다소 감소하는 경향을 보였다.

5. DPPH radical 소거활성

DPPH는 hydrazyl의 질소원자가 불안정한 상태로 쉽게 수소원자를 받아들이는 성질을 가지고 있어 항산화성 물질과 반응하여 항산화능의 정도를 측정할 수 있다.

팽화오미자의 DPPH radical 소거능 활성은 DPPH 를 50% 환원시키는데 필요한 각 압력별 추출물의 농도를 IC50 값으로 나타내었다. 압력별로 팽화한 오미자를 50, 100, 200, 400 µg/mL로 처리하였을 때 모든 농도에서 DPPH radical 활성을 확인하였다. 팽화오미자의 농도가 높아질수록 DPPH radical 활성이 유의적으로 증가하였으며, 압력별로 팽화오미자의 DPPH radical 활성은 1, 3, 5 kgf/cm²의 압력일 때 생오미자에 비해 높은 항산화 활성을 보였다(Fig 4). 그러나 5 kgf/cm²의 압력으로 팽화 하였을 때 1, 3 kgf/cm²의 압력보다 DPPH radical 활성이 낮아지는 경향을 보였으며 lignan 성분 함량, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 변화와 유사한 패턴을 보였다. 따라서, 오미자를 팽화처리 하였을 때 약효성분의 증가로 인해 DPPH radical 소거 활성이 증가된 것으로 판단되며 이는 도라지를 팽화처리 하였을 때 대조구에 비해 DPPH radical 활성이 높게 나타난다는 Park 등(2012)의 연구 결과와 유사하였다.

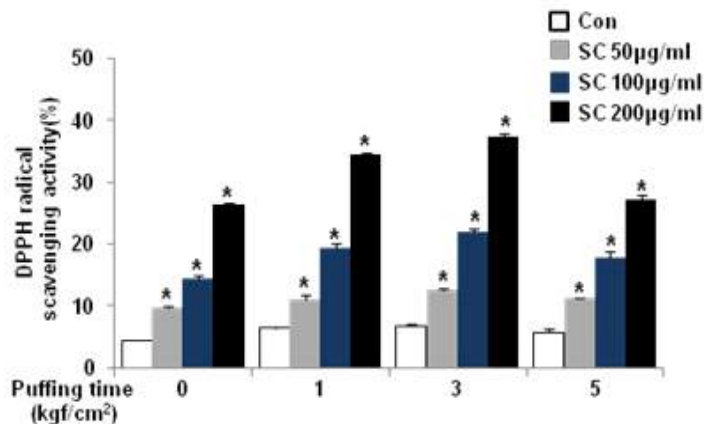


Fig. 4. DPPH radical scavenging activity of puffed *Schisandra chinensis* (SC) with different concentration and puffing pressure.

Each value is mean±S.D., *p<0.05 compared with control.

6. ABTS radical 소거활성

ABTS는 항산화능을 측정하는 방법으로 2,2'-azobis의 색을 띤 라디칼의 감소에 의한 측정법이다. ABTS radical은 청록색으로 탈색된 활성 radical의 저해 정도를 흡광도 값으로 나타내어 ABTS 소거활성을 측정할 수 있다. 팽화오미자의 ABTS radical 소거활성을 측정한 결과 생오미자에 비해 소거활성이 모두 증가하였으며, 1, 3 kgf/cm²의 압력에서는 48.3%, 52.0%로 증가하였다가 5 kgf/cm²의 압력에서는 44.5%로 다시 감소되는 경향을 보였다(Fig. 5).

본 연구는 팽화처리시 오미자의 품질 특성을 분석하기 위한 연구 결과로서 팽화오미자의 경우 오미자에 비해 lignan 함량이 1, 3 kgf/cm² 압력에서 효과적으로 증가하였다. 또한, 생오미자에 비해 팽화오미자 모두 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, DPPH radical, ABTS radical 소거능이 증가였고 특히 압력이 높아질수록 1, 3 kgf/cm²의 팽화오미자에서는 페놀 함량과 radical 소거능이 증가하였으나 5 kgf/cm²의 압력에서는 오히려 다시 감소하는 경향을 보여 항산화 활성은 3 kgf/cm² 압력에서 가장 효과적으로 증가함을 알 수 있었다. 이는 팽화압력에 의한 오미자의 종자 및 과육에서 세포벽 같은 조직의 파열로 추출효율이 높아져 schizandrin, 총 페놀화합물, 총 폴리페놀 함량 등의 증가에 따라 항산화 활성이 높아진 것으로 생각된다. 따라서 팽화처리 기술은 오미자의 품질 특성 향상에 기인할 것으로 사료되며, 추후 오미자의 기호도와 기능성을 효율적으로 증진시킬 수 있는 최적의 가공기술의 표준화를 위해 다양한 보완 연구가 필요할 것이다.

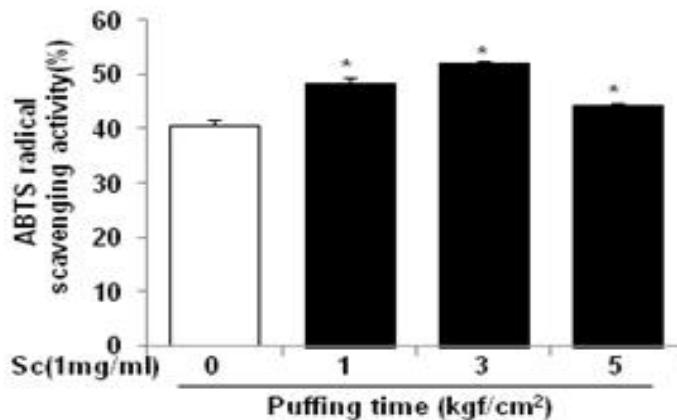


Fig. 5. ABTS+radical scavenging activity of puffed *Schisandra chinensis* (SC) with different puffing pressure.

Each value is mean±S.D., *p < 0.05 compared with control.

IV. 적 요

본 연구에서는 팽화처리 된 오미자의 lignan 성분 함량과 항산화 활성 평가를 통해 가공에 따른 품질 특성을 비교하고자 하였다. 팽화오미자의 lignan 성분 함량은 대조구에 비해 모두 증가하였고, 5 kgf/cm²의 압력에서는 다소 감소하는 경향을 보였다. 항산화 활성 또한 오미자를 팽화처리 하였을 때 총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량은 대조구에 비해 모두 증가하였고, 압력이 높아질수록 함량이 증가하다가 5 kgf/cm²의 압력에서는 다시 감소하였으며 DPPH radical, ABTS radical 소거능에서도 유사한 경향을 보였다. 이는 팽화 처리에 의한 추출수율의 증가 및 약리성분이 변화됨으로써 생리활성 변화에 기인한 것으로 판단되어지며 어느 일정 압력의 이상으로 처리할 경우 오히려 lignan 성분 함량과 항산화 활성이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 오미자를 팽화처리 하였을 때 lignan 성분 함량이 증가하였으며 항산화 활성 또한 대조구에 비해 증가하였고 3 kgf/cm²의 압력으로 처리하였을 때 가장 효과적이었다.

[Submitted, October. 18, 2016 ; Revised, November. 13, 2016 ; Accepted, November. 14, 2016]

References

1. Chae, S. K., G. S. Kang, S. J. MA, K. W. Bang, M. W. Oh, and S. H. Oh. 2002. Standard Foo Analysis, Jigu-moonwha Sa: 381-382.
2. Han, C. K., H. D. Hong, Y. C. Kim, S. S. Kim, and G. S. Sim. 2007. Effect of Puffing on Quality Characteristics of Red Ginseng Tail Root. *J. Ginseng Res.* 31(3): 147-153.
3. Hertog, M. G. L., P. C. H. Hollman and D. P. Venema. 1992. Optimization of a Quantitative Hplc Determination of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids in Vegetables and Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40(9): 1591-1598.
4. Ju, Y. S. 2013. UNGOK HERBOLOGY. Woosuk Press, Korean. pp. 232-240, 1398.
5. Kim, H. S., H. K. Moon, Y. J. Lee, C. Y. Lee, K. H. Hwang, O. H. Kim, I. S. Yoo, and K. Jung. 2015. Comparison of the Content of Shizandrin, Gomisins A and Gomisins N in Schisandra Fruit by Water Extraction Condition. *J. Fd Hyg. Safety.* 31(1): 59-64.
6. Kim, J. H., S. C. Ahn, S. W. Chio, N. Y. Hur, B. Y. Kim, and M. Y. Baik. 2008. Changes in Effective Components of Ginseng by Puffing. *Journal of Korean Society for Applied Biology Chemistry* 51(3): 188-193.

7. Kim, J. S. and S. Y. Choil. 2008. Physicochemical Properties and Antioxidative Activities of *Omija* (*Schizandra chinensis* Bailon). J Korean Soc Food Sci Nutr. 21(1): 35-42.
8. Kim, M. J. and E. J. Park. 2010. Antioxidative and Antigenotoxic Effect of *Omija* (*Schizandra chinensis* B.) Extracted with Various Solvents. J Korean Soc Food Sci Nutr. 39(4): 487-493.
9. Kim, S. H., J. S. Kang, S. J. Lee, and Y. J. Chung. 2008. Antidiabetic Effect of Korean Red Ginseng by Puffing Process in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. J Korean Soc Food Sci Nutr. 37(6): 701-707.
10. Kim, S. I., K. H. Sim, S. Y. Ju, and Y. S. Han. 2009. A study of Antioxidative and Hypoglycemic Activities of *Omija* (*Schizandra chinensis* Bailon) Extract under Variable Extract Conditions. J Korean Soc Food Sci Nutr. 22(1): 41-47.
11. Kim, S. T., J. H. Jang, J. H. Kwon, and K. D. Moon. 2009. Changes in the Chemical Components of Red and White Ginseng after Puffing. Korean J. Food Preserv. 16(3): 355-361.
12. Lee, S., H. K. Moon, S. W. Lee, J. N. Moon, and J. K. Kim. 2014. Effects of drying methods on quality characteristics and antioxidative effects of *Omija* (*Schizandra chinensis* bailon). Korean J Food Preserv. 21(3): 341-349.
13. Michael G. L. Hertog, Peter C. H. Hollman, and Betty van de Putte. (1993). Content of Potentially anticarcinogenic Flavonoids of Tea infusions, Wines, and Fruit Juices. Agricultural and Food Chemistry 41(8): 1242-1246.
14. Nam, S. Y., J. Y. Lee, J. S. Ko, J. B. Kim, H. H. Jang, H. R. Kim, and Y. M. Lee. 2014. Changes in Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Schizandra chinensis* Baillon under Different Solvent Extraction. Korean J. Int. Agric. 26(4): 513-518.
15. Oh, S. C. 2014. The Quality Properties in Herbal Tea Containing *Astragalus membranaceus*, *Schizandra chinensis*, *Liriope platyphylla* and *Platycodon grandiflorum* which are affected by the Processing Conditions. J. of Korean Oil Chemists' Soc. 31(3): 534-540.
16. Osawa, T. 1994. Novel natural antioxidants for utilization in food and biological system. In: Uritani I, Garcia VV, Mendoza EM (Eds) Post harvest biochemistry of plant food-materials in the tropics.: 241-251.
17. Park, S. J., A. Y. Kim, H. S. Lee, B. Y. Kim, and M. Y. Baik. 2012. Effects of Puffing Process on the Saponin Components in *Platycodon grandiflorus* (*jacqin*) A.De Candle. Food Engineering Progress. 16(2): 164-171.
18. Roverta Re, Nicoletta Pellegrini, Anna Proteggente, Ananth Pannala, Min Yang, and Catherine Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 26(9-10): 1231-127.

19. Shin, S. H., Y. O. Shin, J. Y. Lee, A. R. Lee, M. Y. Kim, C. H. Park, and S. S. Roh. 2015. Ethanol-Heated Processed Scutellariae Radix Improve Inflammatory Response through an Inhibitory Effect against Oxidative Stress in Mice with the Lipopolysaccharide-induced Intestine Injury of Mice. *Kor. J. Herbol.* 30(4): 81-88
20. Shin, Y. S. 2010. Comparisons of Ginsenosides and Anti-inflammatory Effects of White Ginseng and Puffed Red Ginseng. *KOREAN J. FOOD COOKERY SCI.* 26(4): 475-480.
21. Velioglu, T. S., G. Mazza, L. Gao, and B. D. Oormah. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 46(10): 4113-4117.
22. Yoon, S. R., G. D. Lee, H. K. Kim, and J. H. Kwon. 2010. Monitoring of Chemical Changes in Explosively Puffed Ginseng and the Optimization of Puffing Conditions. *Journal of Ginseng Research.* 34(1): 59-67.