

초고압 처리에 의한 감귤의 추출물 및 특성변화

박성진¹⁾ · 최영범²⁾ · 고정림²⁾ · 나영아³⁾ · 이현용[¶]

한림성심대학교 관광외식조리과/ 한림성심대학교 생물소재연구소¹⁾ ·
농업회사법인 (주)오'제주²⁾ · 을지대학교 식품산업외식학과³⁾ · 서원대학교 식품공학과[¶]

Quality Characteristics of *Citrus* Fruit by Cyclic Low Pressure Drying and High Hydrostatic Pressure Extraction

Sung-Jin Park¹⁾ · Young-Bum Choi²⁾ · Jung-Rim Ko²⁾ · Young-Ah Rha³⁾ ·
Hyeon-Yong Lee[¶]

Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University Research Institute of Biomaterial,
Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea¹⁾

Agro Foodtech Holdings O'JEJU, Jeju Special Self-Governing Province, 690-804, Korea²⁾

Dept. of Food Technology and Services, Eulji Univrsity, Seongnam, Gyeonggi-do, 461-713, Korea³⁾

Dept. of Food Science and Technology, Seowon University, Chungbuk 361-742, Korea[¶]

Abstract

We developed a method for improving the antioxidant activities of *Citrus* extracts through cyclic low pressure drying (CLPD) and a high hydrostatic pressure extraction (HPE) process. *Citrus* fruits were prepared for water extraction at 60°C and 300 MPa for 5 min (high hydrostatic pressure extraction, HPE5) and 15 min (high hydrostatic pressure extraction, HPE15) after cyclic low pressure drying method. Extraction yields obtained by cyclic low pressure drying and high hydrostatic pressure extraction process were 20.41, 23.47, and 28.19%, respectively. Total polyphenol contents were increased by combined process. Generally, CLPD and HPE resulted in higher yields than the conventional extraction process. Further, HPE15 showed 48.21% DPPH radical scavenging activity (EDA, %) at 1,000 µg/mL. In general, antioxidant activities of *Citrus* increased by CLPD and HPE. Therefore, CLPD and HPE of *Citrus* resulted in higher antioxidant activity than conventional water extraction.

Key words: *Citrus*, Cyclic low pressure drying, High hydrostatic pressure extraction, extraction yields, quality characteristics

I. 서 론

과일이나 채소류는 색과 맛을 즐기는 기호성 식품인 동시에 무기질과 비타민, 식이섬유소 등이 기대되는 건강지향성 식품으로 예전에는 주로 생식용으로 이용되어 왔으나, 최근에는 생활수준

의 향상으로 기호성이 증대됨에 따라 많은 가공품의 개발이 요구되고 있다(Kim JS *et al* 2013; Youn KS 1998). 감귤은 기능성 물질과 약효 성분이 많이 함유되어 있는 과일로서 한방약이나 생약의 원료로 사용되고 있다. 우리나라에서는 내한성이 강한 만다린계의 온주 밀감(주로 생산

¶ : 이현용, 010-8902-5700, hyeonl@seowon.ac.kr, 충북 청주시 흥덕구 무심서로 337-3 서원대학교 식품공학과

되고 있으나(Moon YG *et al* 2007) 한정된 계절에 생산되어 저장 및 가공에 많은 문제점으로 대부분 생과 형태로 이용되고 있다(Chung SK *et al* 2000). 감귤가공품으로 농축액, 음료, 잼, 차, 식초 및 발효유 등이 소량 생산·소비되고 있어, 국내산 감귤의 소비 촉진을 위하여 다양한 제품 개발 및 기능성 차별화가 절실히 요구된다(Choi KH *et al* 2004 ; Hwang OS *et al* 1990). 감귤류에는 다양한 flavonoids가 존재하며 현재까지 약 60여종 이상의 구조가 밝혀져 있고, 주로 hesperidin, neo-hesperidin 및 naringin에 대한 연구가 많이 진행되었다(Rhyu MR *et al* 2002; Eun JB *et al* 1996). 감귤의 식품학적 가치를 보면 비타민, 식이섬유, 유기산 및 유리당 공급원으로서 중요하며, 기능성 성분으로는 플라보노이드 성분이 함유되어 감기 저항성, 항암 및 동맥경화 예방 등의 약용으로도 가치가 높다(Chung SK *et al* 2000). 농산물 개방화에 따른 세계 각국의 과실의 수입증가를 고려할 때 품질향상이 이루어져야하며, 생식용 감귤의 소비에 한계가 있을 것으로 판단된다(Rhee CO *et al* 1979). 선진국에서는 냉동농축주스 소비 증가로 생과일 및 다른 과실주스의 소비가 줄어드는 점을 감안할 때 감귤가공에 대한 새로운 기술개발의 필요성이 커지고 있다(Lee EJ *et al* 2012).

종래 알려진 건조 기술로는 열풍 건조 및 동결 건조, 감압 건조 기술이 알려져 있다. 열풍 건조는 건조의 온도를 60℃ 이상의 발생된 열을 송풍기를 통하여 열풍으로 건조를 하는 기술로 낮은 비용에 비하여 높은 온도에서 건조가 진행되기 때문에 복원성이 낮으며 영양 및 색상의 변화가 심하다는 단점이 있다(Choi YB 2010). 동결 건조 기술은 열풍건조와 반대로 -35℃ 이하의 낮은 온도로 동결 시킨 후 건조기 내부를 진공 상태로 만들어 수분을 승화시키는 방법으로 복원성이 좋으며 영양 및 색상의 변화가 적다. 그러나, 단점으로는 건조 비용이 높기 때문에 식품화를 위한 건조 기술로는 문제점을 가지고 있다(George JP · Datta

AK 2002). 또 다른 건조 기술인 감압 건조 기술은 60℃ 이하의 온도와 대기압보다 낮은 기압으로 감압시켜 건조하는 기술로 열풍 건조보다는 식품의 복원성 및 품질 변화가 적으며 동결 건조보다는 적은 비용이 든다.

초고압 처리는 최근 식품에서 주목받고 있는 가공기술 분야로서 식품의 보존성, 물성, 기능성을 향상시켜준다. 100~1000 MPa의 압력을 이용하여 압력매체로 물이나 오일의 압력을 순간적으로 균일하게 전달시키는 원리이다. 식품가공에서 열처리와 압력처리는 모두 소화성을 향상시키는데, 열처리는 화학변화가 많이 일어나는데 반하여 압력 처리는 화학적으로 큰 변화를 일으키지 않는 장점이 있다(Kim CH *et al* 2007). 기존의 천연물 추출에 사용된 전통적인 방법은 추출효율이 낮고 에너지 소비가 많으며 열로 인한 많은 유용성분의 파괴, 단백질의 변성, 성분의 손실, 가용성분 위주의 추출, 열에 대하여 불안정한 것 등의 단점을 드러내고 있다(Park JH *et al* 2004). 이러한 단점을 극복하기 위하여 초고압 기술을 약용식물의 유용성분을 추출하는데 적용할 수 있는데, 이러한 추출법을 초고압 추출이라고 한다. 초고압 기술은 약용작물의 유효성분을 짧은 시간 내에 추출할 수 있으며 순도가 높은 단일 성분과 불순물이 거의 없는 추출물을 얻을 수 있다. 그것은 초고압 하에서 세포막이 파괴(Bennett PB *et al* 1998) 되어 세포 안으로 용매의 침투가 가능하여 보다 많은 성분이 세포 밖으로 쉽게 용출되어 나오기 때문으로 추정하고 있다. 따라서 이러한 소재의 기존 추출공정의 단점을 극복하고 활성성분의 효과적인 용출을 가능하게하기 위해 본 연구에서는 순환형 감압건조 및 초고압 공정을 통해 감귤의 추출수율 및 활성성분의 용출을 최대화하여 감귤 추출물의 품질특성에 적용하고자 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용된 감귤은 농업회사법인 (주) 제주에서 제공받아 시료로 사용하였다.

2. 건조 공정

본 연구의 건조 방법인 순환형 감압건조는 감압건조장치(O'jeju Agro Food Tech Holdings, Inc., Korea)이용해 진행하였으며, 건조 기압은 800 hPa, 건조온도는 50 ± 1 °C에서 건조를 진행하였다.

3. 초고압 추출공정

초고압 추출은 건조감귤 50 g을 비닐 팩에 약 2배의 증류수를 함께 넣어 공기가 들어가지 않도록 잘 밀봉한 후, 초고압 추출 장치(Ilshin autoclave, Daejeon, Korea)를 이용하여 300 MPa의 압력을 5분, 15분으로 추출 조건을 다르게 하여 실행하였다. 초고압 추출이 끝난 시료를 각각 수직 환류 냉각기에 부착된 추출 flask에 시료 중량에 대하여 각각 10배의 증류수를 추출용매로 사용하여 60°C에서 24시간 추출하였다. 대조군으로는 건조감귤 50 g을 초고압 추출과정은 제외하고 나머지는 같은 조건으로 추출하였다. 얻어진 각각의 추출물들을 여과하여 농축(CCA-1100, Eyela, Tokyo, Japan)을 하였고, 동결건조(PVTFA 10AT, ILSIN, Korea)를 한 후에 실험에 사용하였다(Kim CH *et al* 2008).

4. 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(Gutfinger T 1981)에 따라 추출물 1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 및 10% Na_2CO_3 용액을 각 1 mL씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 spectropho-

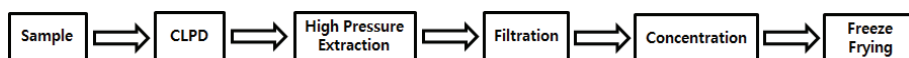
tometer(UV 1600 PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. Caffeic acid(Sigma Co., USA)를 0 ~ 100 ug/mL의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 표준 검량선으로부터 시료 추출물의 총 페놀 함량을 산출하였다.

5. Hesperidin 분석 및 정량

Hesperidin의 경우 감귤에 다량 함유되어 있는 유용성분으로 건조감귤 시료만 함량을 측정하였다. 본 실험에서 사용한 고성능 액체크로마토그래피(HPLC)는 Waters 1525 binary HPLC pump(Waters, Milford, MA, USA), Waters 2487 dual λ absorbance detector(Waters, Milford, MA, USA), Waters 717plus autosampler(Waters, Milford, MA, USA)를 사용하였다. 실험에 이용된 모든 시약은 HPLC급 용매를 사용하였다. Hesperidin 표준품 Hesperidin(Tokyo Chemical Co, Japan)은 0.05 ~ 0.3 mg/mL로 조제하여 standard curve를 작성한 후 표준액으로 사용하였다. 10 mg/mL의 감귤 시료는 0.45 μm membrane filter(Millipore, USA)로 여과시킨 것을 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. HPLC의 column은 Sunfire C_{18} (4.6 \times 250 mm)를 사용하였고, 이동상으로는 물과 메탄올을 사용하였으며, 이동상 용매의 조성 시간과 비율은 <Table 1>과 같다.

6. DPPH radical에 대한 전자공여능 측정

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 각각의 추출물에 대한 DPPH (α, α -diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 에탄올 1 mL, 시료 10 μL , 100 mM sodium acetate buffer (pH 5.5) 990 μL 를 분주한 시험관에 0.5 mM DPPH 용



<Fig. 1> Preparation procedure for Citrus fruit extraction

<Table 1> The operating conditions of HPLC for hesperidin

Items	Conditions		
Instrument	JASCO, Japan		
Detector	UV 285 nm		
Column	SunFire C18 5 μ m (4.6 mm ID x 250 mm, Waters)		
		Water	Mathanol
	5 min	80	20
Mobile phase	15 min	0	100
	17 min	0	100
	18 min	80	20
	23 min	80	20
Flow rate	0.5 mL/min		
Injection volume	10 μ L		

액 (Abs. EtOH soln.) 0.5 mL를 넣어 교반하고, 암실에서 5분간 반응을 유도한 후, 잔존 radical의 농도를 UV spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 측정하였다(Lee HH · Lee SY 2008). 전자공여능(%)은 $[(1-As/Ac) \times 100]$ 으로 나타내었고, As와 Ac에 실험군과 대조군의 흡광도 값을 각각 대입하여 계산하였다.

$$EDA(\%) = (1 - \frac{As}{Ac}) \times 100$$

As : 추출물 첨가구의 흡광도

Ac : 추출물 무첨가구의 흡광도

7. SEM(Scanning Electron Microscope) 관찰

초고압 공정을 거친 후 세포조직의 형태학적 변화를 관찰하기 위해 저진공주사현미경(Low Vacuum-Scanning Electron, $\times 400$)은 일본의 Hitachi Science systems의 S-3500N으로 촬영하여 감귤의 표면을 관찰하였다(He XL *et al* 2010).

8. 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였으며, 그 결과는 SPSS 14.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내 비교하였고, 평균값의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 추출 수율

<Table 2>는 제조 공정에 따른 수율은 3회 추출하여 그 평균값을 나타내었다. 추출 수율 결과를 통해 순환형 감압건조 후 초고압 처리 추출물의 수율이 23.47과 28.19%로 높은 추출 수율을 나타내었으며, 이는 초고압 5분, 15분 처리추출물이 일반 열수 추출에 비해 각각 1.8배와 1.9배까지 증가하였다고 보고된 내용(Kim CH *et al* 2007)과 유사한 결과로서 순환형 감압 건조 및 초고압 공정을 통해 감귤의 수율이 증가하는 결과를 확인할 수 있었다. 또한, 이와 비슷한 연구결과로 저온 고압공정이 일반열수 추출 공정의 8.39%에 비해 약 3%가 높은 11.41%의 추출 수율을 나타내었다(Ling J *et al* 2008). 이처럼 감압 건조 및 초고압 공정에 의해 기존의 추출 방법으로는 용출되어지지 않았던 성분들이 공정을 통한 조직과 세포막의 변형으로 인해 용매들이 세포 안으로 쉽게 들어감으로써 기존 물질들의 용출량이 증가한 결과라 사료된다.

2. 총 폴리페놀 함량

감귤에 들어있는 flavonoid와 같은 phenolics는 식물성 천연물에 많이 함유되어 있는 성분으로 이들의 주요 역할은 자유기를 소거하는 것이라는

<Table 2> Comparison of the extraction yield of *Citrus* according to different extraction methods

Sample	High Pressure	Yield (%w/w)
RA	-	17.21 ± 0.27 ^{e1)}
RHPE5	5 min	20.31 ± 0.38 ^d
RHPE15	15 min	22.31 ± 0.11 ^c
CLPD	-	20.41 ± 0.18 ^d
CHPE5	5 min	23.47 ± 0.11 ^b
CHPE15	15 min	28.19 ± 0.15 ^a

Values are mean ± S. D. Values are mean of triplicates

1) The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05

† RA : Raw material water extraction at 60°C

RHPE5 : high hydrostatic pressure extraction for 5 minutes at 60°C with water solvent of RA

RHPE15 : high hydrostatic pressure extraction for 15 minutes at 60°C with water solvent of RA

CLPD : Cyclic low pressure drying material water extraction at 60°C

CHPE5 : high hydrostatic pressure extraction for 5 minutes at 60°C with water solvent of CLPD

CHPE15 : high hydrostatic pressure extraction for 15 minutes at 60°C with water solvent of CLPD

연구가 보고(Kang SH *et al* 2005)되고 있으며, 이러한 phenolics인 flavonoid, phenolic acids 및 anthocyanins 등의 총량인 총폴리 페놀함량은 ABTS/DPPH 라디칼 소거활성과 같은 항산화 활성에 중요한 인자로 작용한다. 총 페놀 함량의 경우 <Table 3>에 나타난 바와 같이 10.7~20.19 mg/g의 범위를 보이면서 순환형 감압건조와 초고압공정을 처리하였을 때 19.9 ~ 25.4% 로 증가하는 경향을 나타내, 초고압 처리에 의한 매자나무의 활성 연구(Ling J *et al* 2008)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

유되어 있으며 예전부터 비타민 P로서 혈압을 내리는 작용 등 여러 가지 생리작용을 가진 유용물질로서 알려져 있다. 추출 공정에 따른 감귤의 hesperidin 함량 분석결과는 <Table 4>와 같다. 순환형 감압건조, 건조 후 초고압 5분, 15분에서 각각 2.14 mg/100g, 4.75 mg/100 g, 6.14 mg/100 g의 함량을 나타내어 hesperidin의 함량은 감압건조를 거쳐 초고압 공정을 실시한 경우가 더 높은 수치를 나타내었으며, 추출방법에 따른 감귤의 항산화효과에 관한 연구(Cheigh CI *et al* 2010)와 유사한 결과를 나타내었다.

3. Hesperidin 함량

천연으로 존재하는 flavanone 배당체의 일종인 hesperidin은 귤이나 오렌지 등에 비교적 다량 함

4. DPPH radical에 대한 전자공여능 측정

*In vitro*상에서의 공정에 따른 DPPH에 대한 전자공여능을 비교하여 <Table 5>에 나타내었다.

<Table 3> Total polyphenol contents of *Citrus* according to different extraction methods

Sample ¹⁾	Total polyphenol(mg/g GAE ²⁾)
RA	8.92 ± 0.14 ³⁾
RHPE5	15.3 ± 0.23 ^c
RHPE15	16.1 ± 0.37 ^c
CLPD	10.7 ± 0.57 ^d
CHPE5	18.21 ± 1.29 ^b
CHPE15	20.19 ± 2.00 ^a

Values are mean ± S. D. Values are mean of triplicates

¹⁾See the group legend of Table 2

²⁾GAE: gallic acid equivalents

³⁾The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05

<Table 4> Hesperidin content of *Citrus* according to different extraction methods

Sample ¹⁾	Hesperidin(mg/100g)
RA	1.84 ± 0.21 ²⁾
RHPE5	2.68 ± 0.11 ^d
RHPE15	4.12 ± 0.49 ^e
CLPD	2.14 ± 0.27 ^e
CHPE5	4.75 ± 1.54 ^b
CHPE15	6.14 ± 1.69 ^a

Values are mean ± S. D. Values are mean of triplicates

¹⁾See the group legend of Table 2

²⁾The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05

전자공여능 측정에 사용된 DPPH는 안정한 자유 라디칼로서 그것의 비공유전자로 인해 517 nm 부근에서 최대 흡수치를 나타낸다. 전자 또는 수소를 받으면 517nm 부근에서 흡광도가 감소하며 각 추출물에서 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성산소를 비롯한 다른 라디칼에 대하여 소거 활성을 기대할 수 있다. 또한, 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다 (Que F *et al* 2006). 항산화 활성도는 시료농도에 의존적으로 시료의 농도가 증가함에 따라 증가하였고, 일반 열수 추출물 보다는 초고압 열수 추출물의 항산화도가 높게 측정되었다. 항산화 활성은 갈변을 일으키는 페놀성 화합물의 항산화 작용에 의한 것으로 추측되며(Ling J *et al* 2008), 이러한 결과는 순환형 감압 건조 및 초고압 추출공정을 통해 감귤 세포 및 조직의 파괴로 인한 활성물질의 용출이 증가되었으며, 초고압 처리가 활성물질의 변성 및 파괴에 효과적으로 기여하는

것으로 사료된다.

5. SEM(Scanning Electron Microscope)관찰

추출공정에 따른 감귤 시료의 조직을 주사전자현미경(SEM)을 통해 관찰하여 <Fig. 2>에 나타내었다. 결과를 통해 순환형 감압건조 후 60℃ 추출 시료의 조직(A)이 아직 크게 남아 있는 반면 순환형 감압건조 후 초고압을 5분(B), 15분(C) 처리한 시료는 작은 절편으로 조각나 있음을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 초고압 추출이 감귤 내부 조직까지 영향을 주어 세포벽이 깨어지면서 조직 및 구조가 변화한 것으로 이를 통해 수율 및 활성성분의 용출 증가가 이루어진 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다(Park SJ *et al* 2014).

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 순환형 감압 건조 및 초고압 추

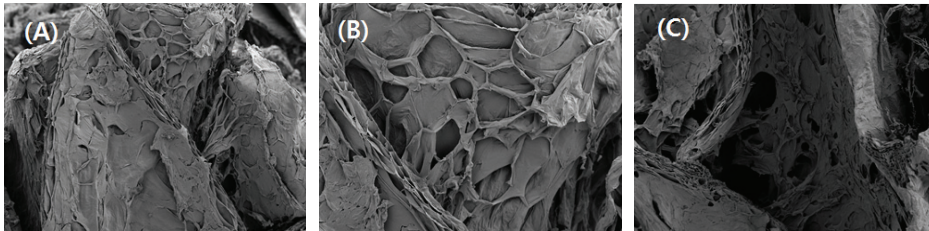
<Table 5> DPPH radical scavenging ability of *Citrus* according to different extraction methods

Sample ¹⁾	Concentration (µg/mL)				
	200	400	600	800	1,000
RA	25.86 ± 0.21 ²⁾	27.31 ± 0.01 ^f	27.91 ± 0.69 ^f	28.69 ± 0.45 ^f	30.00 ± 0.33 ^e
RHPE5	29.17 ± 0.11 ^d	30.14 ± 0.39 ^d	31.02 ± 0.38 ^d	31.99 ± 0.69 ^c	33.21 ± 0.94 ^d
RHPE15	31.27 ± 0.39 ^c	32.01 ± 0.22 ^c	33.29 ± 0.74 ^c	34.01 ± 0.19 ^c	35.22 ± 0.17 ^c
CLPD	28.36 ± 0.61 ^c	29.14 ± 0.47 ^c	30.15 ± 0.11 ^c	32.14 ± 0.88 ^d	35.21 ± 0.18 ^c
CHPE5	32.99 ± 0.19 ^b	33.24 ± 0.35 ^b	33.39 ± 0.27 ^b	35.62 ± 0.41 ^b	36.94 ± 0.21 ^b
CHPE15	34.21 ± 0.14 ^a	35.84 ± 0.24 ^a	39.27 ± 0.34 ^a	42.31 ± 0.14 ^a	48.21 ± 0.14 ^a

Values are mean ± S. D. Values are mean of triplicates

¹⁾See the group legend of Table 2

²⁾The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05



A : Cyclic low pressure drying material water extraction at 60°C
 B : high hydrostatic pressure extraction for 5minutes at 60°C with water solvent of CLDP
 C : high hydrostatic pressure extraction for 15 minutes at 60°C with water solvent of CLDP

〈Fig. 2〉 Scanning electron microphotographs of the surface of *Citrus* after treating high pressure process for 5 minutes, 15 minutes and only water extract.

출공정을 이용하여 전통적인 기존 추출공정과 비교함으로써 복합 추출공정에 의한 감귤의 항산화 활성 증진을 확인하고자 연구를 수행하였다. 추출 수율 결과를 통해 순환형 감압 건조 후 초고압 처리 추출물의 수율이 23.47과 28.19%로 높은 추출 수율을 나타내었다. 총 폴리페놀 함량의 경우 10.7~20.19 mg/g의 범위를 보이면서 순환형 감압 건조와 초고압공정을 처리하였을 때 높은 결과를 나타내었다. 항산화 활성도는 시료농도에 의존적으로 시료의 농도가 증가함에 따라 증가하였고, 일반 열수 추출물보다는 순환형 감압 건조 및 초고압 병행 열수 추출물의 항산화도가 높게 측정 되었다. 이러한 결과는 순환형 감압 건조 및 초고압 추출공정을 통해 감귤 세포 및 조직의 파괴로 인한 활성 물질의 용출이 증가되었으며, 초고압 처리가 활성물질의 변성 및 파괴에 효과적으로 기여하는 것으로 사료된다. 추출 공정에 따른 감귤의 hesperidin 함량은 순환형 감압건조, 건조 후 초고압 5분, 15분에서 각각 2.14 mg/100g, 4.75 mg/100 g, 6.14 mg/100 g의 함량을 나타내어 hesperidin의 함량은 감압 건조를 거쳐 초고압 공정을 실시한 경우가 더 높은 수치를 나타내었다. 순환형 감압건조 후 60°C 추출 시료의 조직이 아직 크게 남아 있는 반면 순환형 감압 건조 후 초고압을 5분, 15분 처리한 시료는 작은 절편으로 조각나 있음을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 초고압 추출이 감귤 내부 조직까지 영향을 주어 세

포벽이 깨어지면서 조직 및 구조가 변화한 것으로 이를 통해 수율 및 활성 성분의 용출 증가가 이루어진 것으로 사료된다. 따라서, 감귤의 건조 및 초고압 추출공정의 최적화를 통한 활성물질의 추출 극대화를 통해 추출수율을 향상시킬 것으로 판단된다.

한글 초록

본 연구에서는 순환형 감압건조 및 초고압 추출공정을 이용하여 전통적인 기존 추출공정과 비교함으로써 복합 추출공정에 의한 감귤의 항산화 활성 증진을 확인하고자 연구를 수행하였다. 건조공정을 거친 후 초고압 처리 추출물의 수율이 20.41~28.19%로 높은 추출 수율을 나타내어 건조 전 열수추출공정(17.21%)과 비교하여 약 1.6배의 높은 추출수율을 나타내었다. 순환형 감압건조와 초고압 공정을 병행하였을 시 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 순환형 감압건조공정을 거치지 않은 것보다 다소 증가되는 것으로 보아 활성성분의 용출이 증진된 것으로 보인다. DPPH radical 소거 활성은 15분 초고압 처리한 추출물이 48.21%로 높은 활성을 나타내었다. 전처리 공정에 따른 감귤 시료의 주사전자현미경(SEM)을 통해 순환형 감압건조 후 초고압 추출이 감귤 내부 조직까지 영향을 주어 세포벽이 깨어지면서 조직 및 구조가 변화한 것으로 판단되며, 이를 통해 수

을 및 활성 성분의 용출 증가가 이루어진 것으로 사료된다. 따라서, 감귤의 건조 및 초고압 추출공정의 최적화를 통한 활성물질의 추출 극대화를 통해 추출수율을 향상시킬 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품기술기획평가원에서 지원하는 2013년도 고부가가치 식품기술개발사업(112070-02-2-CG000)의 지원을 받아 수행된 연구결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Bennett PB, Marquis RE, Demchenko I (1998). High pressure biology and medicine. University of Rochester Press, New York, USA. p. 1-428
- Cheigh CI, Jung WG, Chung EY, Ko MJ, Cho SW, Lee JH, Chang PS, Park YS, Paik HD, Kim KT, Chung MS (2010). Comparison on the extraction efficiency and antioxidant activity of flavonoid from Citrus Peel by different extraction methods. *Food Engineering Progress* 14(2): 166-172.
- Choi KH, Jeong JS, Moon CH, Kim ML (2004). Effect of carbon source supplement on the gel production from citrus juice by *Gluconacetobacter Hansenii* TL-2C. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(1): 170-175.
- Choi YB (2010). The Manufacturing Method of Dried Kimchi by Using Reduced Pressure Drying. Korea Patent. 1020100077718
- Chung SK, Kim SH, Choi YH, Song EY, Kim SH (2000). Status of citrus fruit production and view of utilization in Cheju. *Food Ind Nutr* 5(2): 42-52
- Eun JB, Jung YM, Woo GJ (1996). Identification and determination of dietary fibers and flavonoids in pulp and peel of Korean tangerine (*Citrus aurantium* var.). *Korean J Food Sci Technol* 28(2): 371-377.
- George JP, Datta AK (2002). Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slices. *J Food Eng* 52(1): 89-93.
- Gutfinger T (1981). Polyphenols in olive oils. *JAOCS* 58(11): 966-967.
- He XL, Kim SS, Park SJ, Seong DH, Yoon WB, Lee HY, Park DS, Ahn JH (2010). Combined effects of probiotic fermentation and high-pressure extraction on the antioxidant, antimicrobial, and antimutagenic activities of Deodeok(*Codonopsis lanceolata*). *J Agric Food Chem* 58: 1719-1725.
- Hwang OS, Park HJ, Chun HK, Chang CM (1990). A study on the manufacturing of vinegar from fallen apples. *Res Rept RDA* 32: 40-47.
- Kang SH, Lee YJ, Lee CH, Kim SJ, Lee DH, Lee YK, Park DB (2005). Physical activities of peel of Jeju-indigenous Citrus sunki Hort. Tanaka. *Korean J Food Sci Technol* 37(6): 983-988.
- Kim CH, Kwon MC, Han JG, Na CS, Kwak HG, Choi GP, Park UY, Lee HY (2008). Skin-Whitening and UV protective effects of Angelica gigas Nakai extracts on ultra high pressure extraction process. *Korean J Medicinal Crop Sci* 16(4): 255-260.
- Kim CH, Kwon MC, Syed AQ, Hwang B, Nam JH, Lee HY (2007). Toxicity reduction and improvement of anticancer activities from *Rhodiola sachalinensis* A. Bor by ultra high pressure extracts process. *Korean J Medicinal Crop Sci* 15(6): 411-416.

- Kim JS, Ahn JS, Ahn KY (2013). Quality characteristics of fresh noodles with hot-air-dried Perilla leaf powder. *Korean J Culinary Research* 19(3): 73-86.
- Lee EJ, Ju HW, Lee KS (2012). Quality characteristics of pan bread added with citrus mandarin peel powder. *Korean J Culinary Research* 18(1): 27-39.
- Ling J, Han JG, Ha JH, Jeong HS, Kwon MC, Ahn JH, Kim JC, Choi GP, Chung EK, Lee HY (2008). Effect of immune activity on Berberis koreana Palibin by ultra high pressure low temperature process. *Korean J Medicinal Crop Sci* 16(6): 439-445.
- Lee HH, Lee SY (2008). Cytotoxic and antioxidant effects of *Taraxacum coreanum* Nakai. and *T. officinale* WEB. extracts. *Korean J Medicinal Crop Sci* 16(2): 79-85.
- Moon YG, Lee KJ, Heo MS (2007). Characteristics of citrus by-product ferment using *Bacillus subtilis* as starter extracts. *Korean J Microbiol Biotechnol* 35(2): 142-149.
- Park JH, Lee HS, Mun HC, Kim DH, Seong NS, Jung HG, Bang JK, Lee HY (2004). Effect of ultrasonification process on enhancement of immuno-stimulatory activity of *Ephedra sinica* Stapf and *Rubus coreanus* Miq. *Korean J Biotechnol Bioeng* 19(2): 113-117.
- Park SJ, Choi YB, Ko JR, Kim YE, Lee HY (2014). Enhancement of Antioxidant Activities of Blue berry (*Vaccinium Ashei*) by using High-Prerssure Extraction Process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(3): 471-476.
- Que F, Mao L, Zhu C, Xie G (2006). Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT-Food Sci Technol* 39(2): 111-117.
- Rhee CO, Shin DH, Yoon IH, Han PJ (1979). Studies on the processing quality of Korean Citrus fruits. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 22(1): 28-32.
- Rhyu MR, Kim EY, Bae IY, Park YK (2002). Contents of naringin, hesperidin and neo-hesperidin in premature Korean citrus fruits. *Korean J Food Sci Technol* 34(1): 132-135.
- Youn KS (1998). Utilization of osmotic dehydration as pretreatment prior to drying. *Korean J Postharvest Sci Technol* 5(3): 305-314.

2014년 02월 05일 접수
 2014년 04월 30일 1차 논문수정
 2014년 05월 20일 2차 논문수정
 2014년 05월 30일 3차 논문수정
 2014년 06월 10일 논문게재확정