

포제조건이 지실의 이화학적 특성에 미치는 영향

정헌식¹ · 황성희 · 윤광섭[†]

대구가톨릭대학교 식품산업학부, ¹경북대학교 식품생물산업연구소

Physicochemical Characteristics of Ponciri Fructus in Relation to Drying Treatment

Hun-Sik Chung¹, Sung-Hee Hwang and Kwang-Sup Youn[†]

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

¹Food and Bio-Industry Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of drying methods on the physicochemical characteristics of *Ponciri fructus*. Immature fruits of *Poncirus trifoliata* were harvested, dried by shade, infrared, or freeze drying, and powdered to size of 20 mesh. Then, extracted for 3 hrs with hot-water or 40% ethanol(80°C). Freeze dried powder showed significantly higher L and -a value. The content of hesperidin was not affected by drying methods. The yield was the highest from freeze drying. Water extracts showed significantly more browning color, and higher acidity and total sugar content than those of ethanol extracts. Acidity and total sugar of water extracts were the highest in infrared drying and freeze drying, respectively. Browning color, pH, acidity and total sugar of ethanol extracts were not affected by the drying methods. The results suggest that freeze drying has a beneficial effects to enhance the quality of *Ponciri fructus*.

Key words : Ponciri fructus, *Poncirus trifoliata*, drying, extraction

서 론

지실(枳實, *Ponciri fructus*)은 운향과에 속하는 상록 소교목인 탕자나무의 미숙과를 5~6월에 채취하여 음건한 한약재로 박편으로 하거나 부초(麩炒)하여 사용하며, 외피는 녹색 회색, 흑녹색 또는 암녹갈색이고 작은 오목한 홈이 많으며 단면은 황백색 또는 황갈색이고 중심부로부터 방사상으로 8~16개의 소실로 되어 있다. 11월경에 완숙과실을 수확하여 건조시킨 것은 지각(枳殼)이라고 한다(1). 한의학에서 지실의 효능은 가슴과 복부 팽만, 수종, 소화불량, 변비 등의 치료효과이며 또한, 위를 튼튼하게 하고 소화를 촉진하며 자궁수축작용 등도 있는 것으로 알려져 있다(1,2). 지실의 용법을 보면 한방에서는 다양한 탕제와 산제의 조제에 첨가하고, 민간요법에서는 차의 형태로 음용하고 있다(2,3).

지실 및 지각을 포함한 탕자에 대한 연구로서, Park과

Chun(4)은 탕자의 성숙 중 tannin, 유리당, 유기산의 변화를 측정하였고, 김 등(5)은 지실과 지각에서 naringin, hesperidin, neohesperidin 및 poncirin 등의 flavonoid glycoside를 분석하였으며, Oh 등(6)은 탕자에서 향기성분으로 limonene, myrcene, β -caryophyllene, trans- β -ocimene, β -pinene, 3-thujene, 7-geranyloxycoumarin 등을 분리 동정하였으며, Kim 등(7)은 탕자 추출물의 anti-inflammatory activity를, Kim 등(8)은 탕자 추출물의 anti-helicobacter pylori activity와 anti-anaphylactic activity를 확인하였다. 한편, Yi 등(9)은 탕자 추출물이 암세포의 apoptosis를 유도하는 효과를 가지는 것으로 보고한 바 있으며, Chung 등(10)은 완숙탕자의 과피와 과육의 일반성분, free sugar, organic acid, amino acid 등을 비교 분석하였고, Son 등(11)은 지실에서 멜라닌 생성 억제물질로 bis(2-methylheptyl)phthalate를 동정하였다. 그러나 포제방법에 따른 지실의 물리적 및 화학적 특성 변화에 대한 연구는 미미한 실정이다.

지실의 포제에 있어 가장 기본적이며 중요한 과정이 건

[†]Corresponding author. E-mail : ksyoun@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3209, Fax : 82-53-850-3209

조라고 할 수 있는데, 건조란 조직내 수분을 기체화시켜 제거하는 조작으로 피건조물의 무게와 부피를 감소시켜 수송과 취급이 편리하고 수분활성도가 낮아져 미생물 생육이 억제되어 저장성이 강해지고 상품적 가치 향상의 목적과 가공의 한 방법으로 한약재 포제와 식품 제조 등 다방면에서 사용되고 있다(12). 한약재의 전통적 건조방법은 자연건조법을 사용하여 왔으나 건조속도와 건조품의 품질이 환경에 의존적이고 비위생적이라는 문제점이 있어 인위적으로 건조환경을 조절할 수 있는 인공건조법이 도입되고 있다(13). 상용되는 인공건조법으로는 가열된 공기를 강제대류시키는 열풍건조법이 광범위하게 사용되고 있으나 이보다 적외선의 복사열을 이용하는 적외선 건조법의 경우가 건조품의 품질이 더욱 우수한 것으로 다양한 식물체에서 확인되고 있다(14). 한편, 동결 후 감압상태에서 얼음을 승화시키는 원리를 이용하는 동결건조법은 지금까지 개발된 건조법 중 건조에 의한 품질손실이 가장 적어 고급품의 제조에 적용되고 있다(15). 이러한 적외선 및 동결 건조에 대한 피건조물의 물리화학적 반응이 피건조물에 따라 다르기 때문에 적용에 앞서 효과검정이 수행되어야 고품질의 한약재 및 건강 기능성 식품소재의 제조가 가능하다고 할 수 있으나 각 재질에 관한 연구는 부족한 실정이며 특히, 지실에 대한 연구는 거의 찾아 볼 수 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 고품질의 지실을 포제할 수 있는 건조방법을 설정하기 위하여 건조방법이 산제 및 탕제용 지실의 이화학적 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

실험용 미성숙 탕자(*Poncirus, trifoliata*)는 2004년 6월 중순경 경북 경산시 하양지역에서 채취하여 직경이 1.5 ± 0.35 cm이고 무게가 8.0 ± 2.0 g 정도 되는 것을 선별하여 4°C에서 보관하면서 사용하였으며, 수분함량은 $74.2 \pm 1.4\%$ 이었다.

건조방법

시료를 약 2 mm 두께로 절편한 후 자연 음건법(shade drying), 적외선건조법(infrared drying) 및 동결건조법(freeze drying)을 각각 적용하여 시료의 수분함량이 $2.5 \pm 0.5\%$ 로 낮아질 때까지 건조를 실시하였다.

분쇄 및 추출 방법

건조방법에 따른 건조물을 분쇄기로 분쇄하고 체질(20 mesh)하여 분말 시료를 제조하였다. 추출은 분말시료와 증류수 또는 40% 에탄올을 일정비(1 g : 20 mL)로 혼합하여 환류 냉각기가 부착된 추출관에 넣고 100°C와 80°C에서

각각 3시간 실시하였으며 추출 후 원심분리하여 추출액 시료를 제조하였다.

추출수율 측정

추출수율은 상기의 추출액 시료 일정량을 취하여 증발건고시켜 함량을 구하여 추출액 제조에 사용된 원료량에 대한 백분율로서 가용성 고형분 추출수율을 나타내었다.

갈변도 측정

갈변도는 추출액 시료 일정량을 취하여 spectrophotometer (UV1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하여 나타내었다.

색도 측정

색도는 색차계(CR 200, Minolta Co., Japan)를 이용하여 L, a 및 b 값을 각각 측정하였다.

산도 및 pH 측정

적정산도는 추출액 20 mL 취해 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 mL수를 citric acid로 환산하여 나타내었다. pH는 pH meter(MP220, Mettler toledo, USA)를 사용하여 측정하였다.

총당 함량 측정

총당함량은 phenol-sulfuric acid법(16)에 따라 측정하였다. 즉, 추출액 1 mL에 5% 페놀 1 mL와 황산 5 mL를 가하여 발색시킨 다음 20분간 방치 후 spectrophotometer (UV1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총당의 정량은 glucose 표준품을 사용하여 검량선을 작성하여 실시하였다.

Flavonoid 함량 측정

Flavonoid 함량은 Davis법(17)에 준하여 측정하였다. 즉, 분말 시료 5 g에 methanol 30 mL와 증류수 30 mL를 가해서 90°C에서 30분간 추출 후 100 mL로 정용한 다음 여과한 시료 액 0.1 mL에 99% diethylene glycol 5 mL와 4 N NaOH 0.1 mL를 가하고 30°C에서 10분간 방치한 후 spectrophotometer 를 이용하여 420 nm에서 naringin의 함량을, 30분간 방치한 후 360 nm에서 hesperidin의 함량을 각각 측정하였다. 정량은 naringin과 hesperidin 표준품을 사용하여 검량선을 각각 작성하여 실시하였다.

Chlorophyll 함량 측정

Chlorophyll 함량은 Mackinney법(18)에 따라 측정하였다. 즉, 분말 시료 5 g에 80% acetone 50 mL와 CaCO₃ 0.1 g을 가하고 마쇄, 여과하여 추출액을 얻고, 여과잔사에 80% acetone 25 mL씩 2회 반복 가해 세척하여 얻은 여액을 추출액에 합치고 100 mL로 정용한 다음 분액여두에서 아세톤층

을 분리하여 spectrophotometer로 750, 663, 645 nm에서 각각 흡광도를 측정하였다. Chlorophyll의 정량은 다음 식으로 계산하였다. Chlorophyll a(mg/L)=12.7 (A₆₆₃-A₇₅₀) - 2.59 (A₆₄₅-A₇₅₀), chlorophyll b(mg/L)=-4.67 (A₆₆₃-A₇₅₀) + 22.9 (A₆₄₅-A₇₅₀).

Carotenoid 함량 측정

Carotenoid 함량은 AOAC법(19)에 따라 측정하였다. 즉, 분말 시료 1 g에 acetone 40 mL, hexane 60 mL, MgCO₃ 0.1 g를 가하고 마쇄, 여과하여 추출액을 얻고, 여과잔사에 acetone 25 mL로 2회, hexane 25 mL로 1회 세척하여 얻은 여액을 추출액에 합치고 분액여두에서 hexane층을 분리하여 spectrophotometer로 450 nm에서 흡광도를 측정하였다. 정량은 β-carotene 표준품을 사용하여 검량선을 작성하여 실시하였다.

통계처리

실험결과와 통계처리는 SPSS software(ver. 12, SPSS Inc., USA)를 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test (α=0.05)를 실시하였다.

결과 및 고찰

지실 분말의 이화학적 특성

미성숙 탕자과실을 자연음건, 적외선 및 동결 건조 후 분쇄한 분말의 색도를 측정한 결과는 Fig. 1에 나타낸 바와 같다. 즉, 명도를 나타내는 L값은 동결건조구에서 가장 높았으며 다음으로 적외선건조구, 자연음건구 순이었고, 황색도를 나타내는 b값은 자연음건구보다 동결건조구와 적외선건조구에서 높았으며, 녹색도를 나타내는 -a값은 음의 값이 클수록 강한 녹색을 나타내는데 동결건조구가 자연음건과 적외선 건조구보다 약 6배 정도 큰 값을 나타내었다. 여기서 다른 건조법보다 동결건조 지실분말의 L값과 -a값이 큰 것은 일반적 과일과 채소류의 결과(20)와 일치하며 건조 중 고온과 산소에 의한 갈변과 산화 반응 등이 억제(21)되었기 때문인 것으로 생각되고, 밝고 녹색이 강한 지실의 포제에는 동결건조법이 유효한 것으로 확인되었다.

건조방법을 달리한 지실 분말의 flavonoid 중 naringin과 hesperidin의 함량을 측정된 결과는 Fig. 2에 나타내었다. Naringin 함량은 자연음건구에서 가장 높았으며 다음으로 적외선건조구, 동결건조구 순이었으나 hesperidin 함량은 건조방법에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. Naringin과 hesperidin은 감귤류의 대표적인 쓴맛 성분이며 이중 hesperidin은 착즙액의 혼탁을 유발하지만 모세혈관의 저항력을 강화시키는 생리적 작용을 가지는 것으로 알려져 있다(22). 한편, Kim 등(5)은 naringin과 hesperidin의 함량이 지실

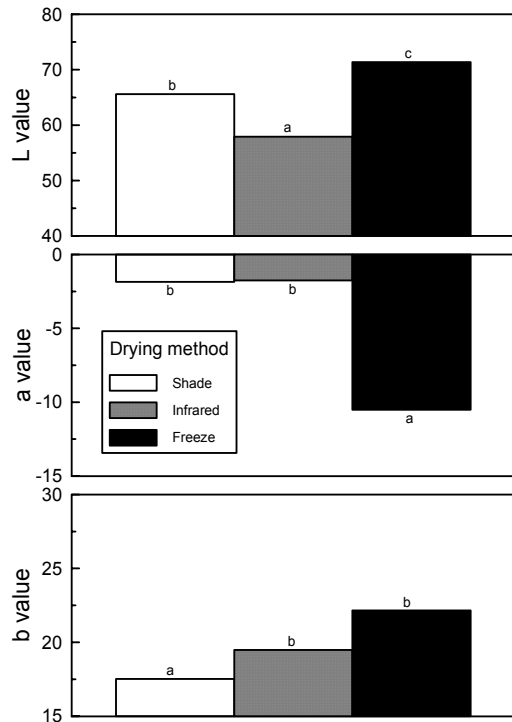


Fig. 1. Effects of drying methods on color of powder from Ponciri Fructus.

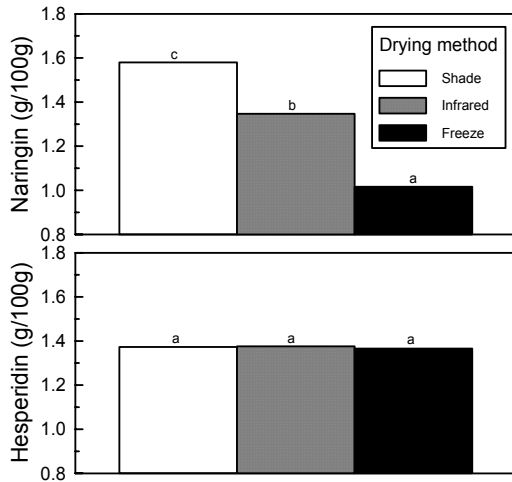


Fig. 2. Effects of drying methods on naringin and hesperidin of powder from Ponciri Fructus.

보다 지각에서 약간 높은 것으로 보고한 바 있다.

건조방법에 따른 지실 분말의 carotenoid 함량을 측정된 결과는 Fig. 3에 나타내었다. Carotenoid 함량은 자연음건구보다 적외선건조구에서 다소 높았으며 이들보다는 동결건조구에서 7-9배 높은 함량을 나타내었다. 일반적으로 식물체에서 carotenoid 함량은 건조에 의해 감소되지만 건조조건에 의해 그 정도가 다른 것으로 알려져 있으며(23), 다른 건조법보다 동결건조법에서 carotenoid 함량이 높은 것은

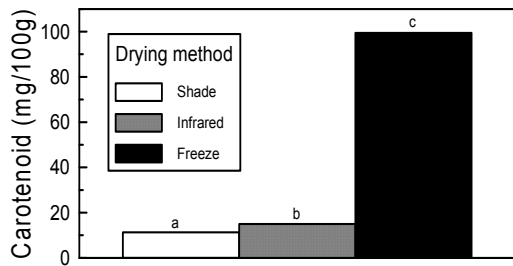


Fig. 3. Effects of drying methods on carotenoid of powder from *Ponciri Fructus*.

저온에서 건조가 진행되어 carotenoid의 분해가 억제되었기 때문으로 생각된다. Carotenoid는 항산화성과 provitamin A의 기능을 가지는 성분으로 밝혀졌는데(24,25), 지실 포제에 있어 동결건조법의 사용은 carotenoid 함량이 높은 지실 분말의 조제에 효과적인 것으로 여겨진다.

건조방법에 따른 지실 분말의 chlorophyll 함량을 측정된 결과는 Fig. 4에 나타내었다. Chlorophyll a의 함량은 동결건조구에서 가장 높았으며 다음으로 적외선건조구, 자연음건구 순으로 높았으며, chlorophyll b의 함량은 동결건조구와 적외선건조구에서 가장 높고 낮게 나타났다. 총 chlorophyll 함량은 동결건조구에서 40.9 mg/100g을, 자연음건구에서 22.0 mg/100g을, 적외선건조구에서는 19.6 mg/100g을 각각 나타내었으며 자연음건구와 적외선건조구 사이에는 유의적인 차이가 인정되지 않았다. 이러한 건조방법에 따른 총 chlorophyll 함량의 결과는 앞서 언급한 a값의 결과와 거의 일치함을 보여 지실의 녹색과 chlorophyll 함량은 밀접한 관계가 있으며 동결건조는 chlorophyll 손실을 억제하여 녹색을 유지하는 것으로 생각된다. 동결건조구에서 chlorophyll 함량이 높은 이유는 건조 중 분해에 대한 안정도가 높기 때문인 것으로 생각된다(26). 한편, chlorophyll은 항산화 작용을 하며 chlorophyll a가 b보다 더욱 강한 것으로

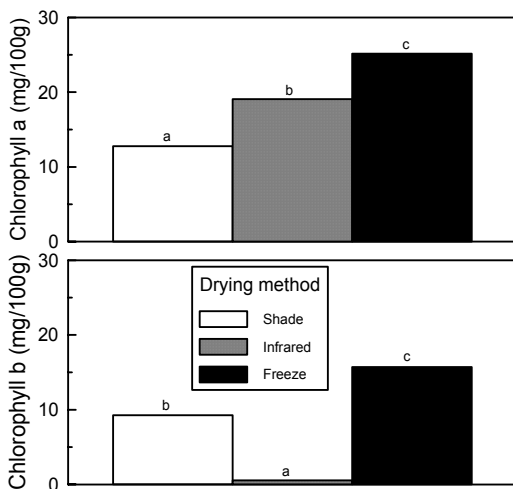


Fig. 4. Effects of drying methods on chlorophyll of powder from *Ponciri Fructus*.

보고(27)된 바 있다.

지실 추출액의 이화학적 특성

건조방법을 달리하여 포제한 지실을 물이나 에탄올을 용제로 하여 추출한 경우 가용성 고형물의 추출수율을 측정 한 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 추출수율은 모든 건조구에서 에탄올 추출보다 물 추출에서 높게 나타났다. 물 추출의 경우는 건조방법별 차이를 보여 동결건조구에서 가장 높았으며 다음으로 자연음건구, 적외선건조구 순이었으나 에탄올 추출의 경우는 건조방법에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 물과 에탄올에 따른 추출수율의 차이는 지실에 함유된 성분의 용해도 차이 때문이며, 물 추출에서 동결건조구가 추출수율이 높은 것은 건조에 의한 수용성 성분의 불용화가 억제되었기 때문인 것으로 생각된다(15).

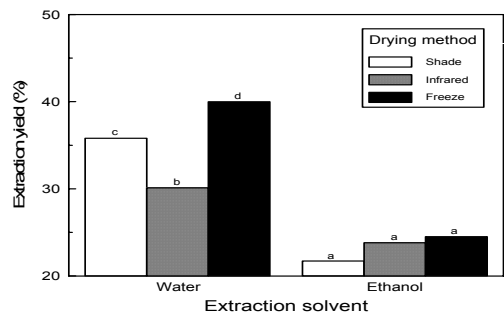


Fig. 5. Effects of drying methods and extraction solvents on extraction yield of soluble solids from *Ponciri Fructus*.

지실의 건조방법과 추출용제에 따른 추출액의 갈변도를 측정 한 결과는 Fig. 6에 나타내었다. 갈변도는 에탄올 추출액보다 물 추출액에서 유의적으로 높은 값을 나타내었으며, 양 추출액에서 건조방법에 따른 차이는 자연음건에서 약간 높고 동결건조구에서 다소 낮은 경향을 보였으나 상호 간 유의적인 차이는 보이지 않았다. 추출액의 갈변도는 건조 중 갈색물질의 생성정도에 의해 결정되는데(21), 지실의 포제에 있어 건조방법은 추출액의 갈변도에 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

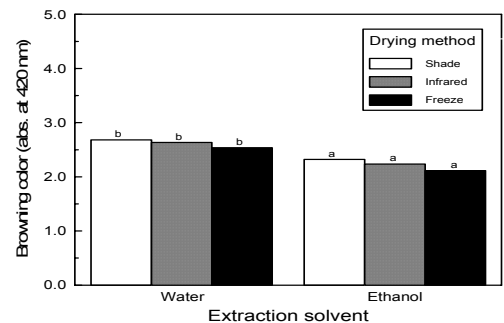


Fig. 6. Effects of drying methods and extraction solvents on browning color of extracts from *Ponciri Fructus*.

지실의 건조방법과 추출용제에 따른 추출액의 pH를 측정한 결과는 Fig. 7에 나타내었다. 추출액의 pH는 건조방법간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 추출용제간에는 유의적인 차이를 보였으며 물추출액에서는 약 4.7을, 에탄올추출액에서는 약 5.5를 각각 나타내었다.

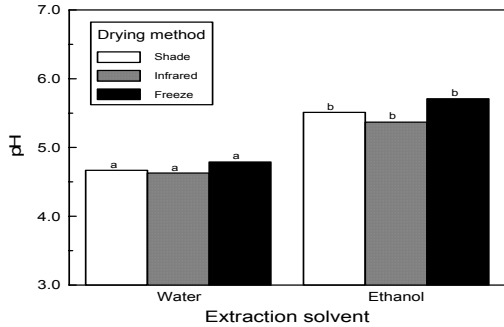


Fig. 7. Effects of drying methods and extraction solvents on pH of extracts from Poncirus Fructus.

지실의 건조방법과 추출용제에 따른 추출액의 적정산도를 측정한 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 적정산도는 에탄올추출액보다 물추출액에서 높았으며, 에탄올추출액에서는 건조방법간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 물추출액에서는 동결건조구보다 적외선건조구에서 다소 높은 경향을 보였다. 적정산도가 에탄올추출액보다 물추출액에서 높은 결과는 유기산의 수용성에 기인된 것으로 생각된다.

지실의 건조방법과 추출용제에 따른 추출액의 총당 함량을 측정한 결과는 Fig. 9에 나타내었다. 총당 함량은 지실의 건조방법과는 무관하게 에탄올추출액보다 물추출액에서 높게 나타났으며, 에탄올추출액에서는 자연음건조구와 적외선건조구보다 동결건조구에서 유의적으로 함량이 높았고 물추출액에서는 동결건조구에서 가장 높았으며 다음으로 자연음건조구, 적외선건조구 순이었다. 이러한 결과는 당질의 수용성에 기인된 결과이며 앞서 언급한 가용성 성분의 추출수율의 결과와 유사함을 보여 총당의 추출수율이 가용성 성분의 추출수율에 가장 크게 영향을 미치는 것으로 생각된다.

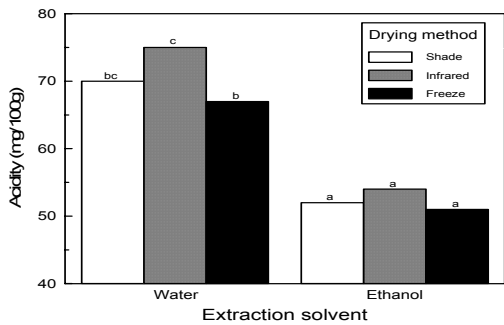


Fig. 8. Effects of drying methods and extraction solvents on acidity of extracts from Poncirus Fructus.

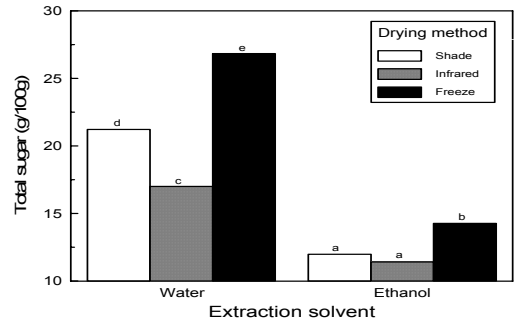


Fig. 9. Effects of drying methods and extraction solvents on total sugar of extracts from Poncirus Fructus.

요약

고품질의 지실을 포제하기 위한 건조법을 개발하기 위하여, 미성숙 탕자과실을 자연음건법, 적외선건조법, 동결건조법 등으로 건조하고 분말 및 추출액을 조제하여 이화학적 특성을 조사하였다. 동결건조 분말은 다른 건조법의 분말보다 L값, -a값, carotenoid, chlorophyll a 및 b 함량은 높았으나 naringin 함량은 유의적으로 낮았다. 적외선건조 분말은 자연음건 분말보다 L값, naringin, chlorophyll b 함량은 낮았으나 b값, carotenoid, chlorophyll a 함량은 유의적으로 높았다. 반면에 분말의 hesperidin 함량은 건조방법에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 추출수율은 에탄올보다 물추출에서 높았으며 물추출에서는 동결건조구에서 가장 높았으나 에탄올추출에서는 건조방법의 영향을 보이지 않았다. 물추출액은 에탄올추출액보다 갈변도, 산도, 총당 함량은 유의적으로 높았으나 pH는 낮았다. 물추출액의 산도는 적외선건조구에서, 총당은 동결건조구에서 각각 가장 높았으나 갈변도와 pH는 건조방법간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편, 에탄올추출액의 갈변도, pH, 산도 및 총당 등은 건조방법의 영향을 보이지 않았다. 이상의 결과로 볼 때, 건조방법은 지실의 이화학적 특성에 상당한 영향을 미치며 자연음건보다는 동결건조가 고품질의 지실을 포제할 수 있는 방법으로 확인되었다.

참고문헌

1. 장상문, 노승현, 박선동 (1999) 한약자원식물학. 학문출판, p.417-418
2. 대한약사회 한약위원회 (2001) 원색한약도감. 아카데미서적, p.168
3. Park, J.H. (2005) Stories of chinese crude drugs. Shinil, p.252-254
4. Park, M.S. and Chun, S.B. (1969) Studies on the change

- of chemical composition of *Poncirus trifoliata*. Korean J. Bot. 12, 31-34.
5. Kim, T.J., No, J.Y., Ko, J.S. and Rhee, J.S. (1989) The separation and determination of flavonoid glycosides from *Poncirus trifoliata* rafia and *Citrus aurantium* L. Analytical Sci. Technol. 2, 301-307
 6. Oh, C.H., Kim, J.H., Kim, K.R., and Ahn, H.J. (1989) Flavor components of *Poncirus trifoliata*. Korean J. Food Sci. Technol. 21, 749-754
 7. Kim, H.M., Kim, H.J. and Park, S.T. (1999) Inhibition of immunoglobulin E production by *Poncirus trifoliata* fruit extract. J. Ethnopharmacol. 66, 283-288
 8. Kim, D.H., Bae, E.A. and Han, M.J. (1999) Anti-helicobacter pylori activity of the etabolites of poncirin from *Poncirus trifoliata* by human intestinal bacteria. Biol. Pharm. Bull. 22, 422-424
 9. Yi, J.M., Kim, M., Koo, H.N., Song, B.K., Yoo, Y.H. and Kim HM (2004) *Poncirus trifoliata* fruit induces apoptosis in human promyelocytic leukemia cells. Clinica Chimica Acta, 340, 179-185
 10. Chung, H.S., Lee, J.B., Seong, J.H, and Choi, J.U, (2004) Chemical components in peel and flesh of trifoliolate oranges(*Poncirus trifoliata*). Korean J. Food Preserv. 11, 342-346
 11. Son, A.R., Choi, J.Y., Kim, J.A., Cho, S.H., Hua, X.G., Park, S.H., Chung, S.R., Chung, T.C., Jahng, Y.D., Son, J.K. and Lee, S.H. (2005) Isolation of melanogenesis inhibitors from poncirus fructus. Korean J. Pharmacogn. 36, 1-8
 12. Chun, J.K. (2002) Food engineering. Mcgrohill, Seoul, p.215
 13. 김기영, 송호준 (2002) 한약포제학. 신일상사, p.117-121.
 14. Yon, K.S., Kim, M.H., Han, C.S., Cho, S.C., Kang, T.H., Lee, H.C., Kim, C.B. and Kim, J.K. (2004) Drying characteristics of oak mushroom using conveyer far infrared dryer. J. Biosystems Engineering, 29, 37-44
 15. Krokida, M.K. and Maroulis, Z.B. (2000) Quality changes during drying of food materials. In Mujumdar, A. S. (ed.) Drying technology in agriculture and food sciences, Science Publishers, Inc., Enfield, U.S.A., p.61-106.
 16. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Revers, P.A. and Smith, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28, 350-356
 17. Song, E.Y., Choi, Y.H., Kang, K.H. and Koh, J.S. (1998) Free sugar, organic acid, hesperidin, naringin and inorganic elements changes of *Cheju* citrus fruits according to harvest date. Korean J. Food Sci. Technol. 30, 306-312
 18. Mackinney, G. (1941) Absorption of light by chlorophyll solutions. J. Biol. Chem. 140, 315-322
 19. AOAC (2000) Official Method of Analysis, 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
 20. Krokida, M.K., Tsami, E. and Maroulis, Z.B. (1998) Kinetics on color changes during drying of some fruits and vegetables. Drying Technol. 16, 667-685
 21. Kudra, T. and Strumillo, C. (1998) Thermal processing of bio-materials, Gordon and Breach Sci Publ., Amsterdam, The Netherlands, p.669.
 22. Kim, Y.D. and Kim, K.J. (2004) Physicochemical and sensory properties of *Yuzu*(*Citrus junos*) treated with enzyme complex for removing bitter substance. Korean J. Food Preserv. 11, 38-41
 23. Whang, H.J. (1999) The change of carotenoid pigment in Korean pumpkin using drying. Food Eng. Progress, 3, 214-219
 24. Burton, G.W. (1989) Antioxidant action of carotenoids. J. Nutr. 119, 109-112
 25. Adriana, Z.M. and Delia, B.R. (1991) Carotenoid composition of a leafy vegetable in relation to some agricultural variables. J. Agric. Food Chem. 39, 1094-1097
 26. Schwartz, S.J. and Lorenzo, T.V. (1991) Chlorophyll stability during continuous aseptic processing and storage. J. Food Sci. 56, 1059-1062
 27. Song, E.S., Jeon, Y.S. and Cheigh, H.S. (2001) Isolation of chlorophyll derivatives and β -carotene from mustard leaf and their antioxidative activities on the liquid autoxidation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30, 377-381

(접수 2005년 7월 15일, 채택 2005년 9월 23일)