

DU-도전학기 결과보고서

과제명	건조방법에 따른 파스닙의 품질특성 및 산화방지 활성		
참여자	성명	소속	학번
	변○섭	식품공학과	
	김○희	식품공학과	
지도교수 의견	<p>위 학생들이 설계한 프로젝트의 수행내용이 식품 품질(물리적 특성, 기능적 특성 등)의 실험 데이터를 기반으로 고부가가치 식품을 개발하기 위한 기초 실험을 잘 수행하여, <DU-도전학기> 프로그램의 핵심 목표인 ‘학생 스스로 목표를 설정하고, 내용을 설계하여 프로젝트를 수행하는’ 핵심 부분을 충분히 잘 이행하였다고 판단됩니다.</p> <p style="text-align: center;">(소속) 식품공학과 (성명) (서명 또는 날인)</p>		

1. 도전 과제 내용

1.1. 기획 단계

자료조사	타깃식품에 대한 자료 탐색 및 타깃식품 선정	1주차
예비실험 및 본 실험 계획	본 실험을 위한 예비실험 진행 및 본 실험 계획	5~10주차

1.2. 사전 교육

실험실 안전교육	국가 안전 정보시스템을 통한 실험실 내 안전을 위한 주의사항 습득	2주차
연구노트	연구노트 포털을 이용한 연구노트 작성법 습득	2주차
기자재 사용법	실험 기자재들의 원리와 사용법 습득	3, 4주차

1.3. 실험수행(예비실험 포함)

건조	열풍 건조기, 동결 건조기를 통한 원료별 건조법 확립	5, 11주차
물성 실험	건조 방법에 따른 원료의 색도, 경도, 수분함량 측정	6, 11주차
재수화 실험	건조 방법에 따른 원료의 재수화율 및 온도별 재수화율 측정	7, 8, 12주차
DPPH 라디칼 소거능	분광광도계를 이용한 DPPH 라디칼 소거능 측정	9, 13주차
ABTS 라디칼 소거능	분광광도계를 이용한 ABTS 라디칼 소거능 측정	9, 13주차
총 폴리페놀 함량	분광광도계를 이용한 총 폴리페놀 함량 측정	10, 14주차
총 플라보노이드 함량	분광광도계를 이용한 총 플라보노이드 함량 측정	10, 14주차

1.4. 통계분석 및 고찰

SAS 통계분석	타깃식품 실험 결과 통계분석	15주차
결과 분석 및 고찰	타깃식품 실험 전체의 결과 분석 및 고찰	15, 16주차

1.5. 업무 분장

팀원 성명	소속	담당 업무
변○섭	식품공학과	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 선정된 타깃식품 #1 관련 참고자료 수집 및 연구 목적과 필요성 작성 ▶ 실험실 안전교육 교육 요약문 작성 ▶ 연구 노트 작성법 교육 요약문 작성 ▶ 실험장비 설명서 개발(분광광도계, 색차계, Textrometer) ▶ 타깃식품 #1의 건조 및 물리적 품질 특성, 온도별 재수화 특성 실험 ▶ 타깃식품 #1의 산화방지 활성 실험(DPPH, ABTS, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량) ▶ 산화방지 활성 측정법 정리(DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능) ▶ 타깃식품 #1의 전체 실험결과의 정리 및 통계분석 ▶ 월보고서, 중간보고서 및 최종보고서 작성
김○희	식품공학과	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 선정된 타깃식품 #2 관련 참고자료 수집 및 연구 목적과 필요성 작성 ▶ 실험실 안전교육 교육 요약문 작성 ▶ 연구 노트 작성법 교육 요약문 작성 ▶ 실험장비 설명서 개발(열풍건조기, 동결건조기, 수분함량 측정기, 향온수조) ▶ 타깃식품 #2의 건조 및 물리적 품질 특성, 온도별 재수화 특성 실험 ▶ 타깃식품 #2의 산화방지 활성 실험(DPPH, ABTS, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량) ▶ 타깃시료 #2의 산화방지 활성 실험방법 (DPPH 라디칼 소거능, ABTS+ 라디칼 소거능, 총 폴리페놀 함량 측정) ▶ 타깃식품 #2의 전체 실험결과의 정리 및 통계분석 ▶ 월보고서, 중간보고서 및 최종보고서 작성

2. 도전 과제 수행 결과 및 성과

2.1. 팀 공통 과제 수행 결과

상세 내용
<ul style="list-style-type: none"> - 연구실 안전교육(안전관리 기본, 실험전·후 안전) - 연구노트 작성법 교육 이수증 및 교육 요약문 - 기자재 사용 설명서(열풍건조기, 동결건조기, 색차계, Texturometer, 분광광도계, 수분함량 측정기, 향온수조) - 선정된 타깃식품 관련 참고 자료 수집 및 연구목적과 필요성 관련 내용 - 타깃시료 #1, #2의 예비실험(건조공정, 물리적 특성, 재수화 특성, 산화방지활성) 실험 성과 및 문 제점 분석내용 - 타깃시료 #1, #2의 본 실험 계획서(건조공정, 물리적 특성, 재수화 특성, 산화방지활성) 및 본 실험 전체 결과의 정리 - 통계분석(SAS) 교육 및 요약문, 전체 실험결과의 해석 및 고찰 - 포스터 제작

2.2. 개인 과제 수행 결과

팀원	개인 결과물
변○섭	<ul style="list-style-type: none"> - 실험실 안전교육 이수증 및 교육 요약문 - 연구 노트 작성법 이수증 및 교육 요약문 - 기자재 사용 설명서(열풍건조기, 분광광도계, 색차계, Texturometer) - 타깃시료 #1 실험 계획서(건조공정, 물성, 재수화, 산화방지 활성화) - 타깃시료 #1의 실험 데이터 결과(건조공정, 물성, 재수화, 산화방지 활성화)
김○희	<ul style="list-style-type: none"> - 실험실 안전교육 이수증 및 교육 요약문 - 연구 노트 작성법 이수증 및 교육 요약문 - 기자재 사용 설명서(동결건조기, 수분함량 측정기, 항온수조) - 타깃시료 #2 실험 계획서(건조공정, 물성, 재수화, 산화방지 활성화) - 타깃시료 #2의 실험 데이터 결과(건조공정, 물성, 재수화, 산화방지 활성화)

3. 자기 평가

팀원 성명	소속	자기 평가
변○섭	식품공학과	<p>타깃시료 #1(열풍건조)에 대해 건조, 물리적 품질 특성, 재수화, 산화방지 활성화 실험을 진행하였다. 이로써 도전학기에서 계획한 내용 중 플라보노이드 함량 측정 실험을 제외한 대부분을 성공적으로 마무리 하였다. 진행했던 실험들과 결과들은 도전학기 시작 전부터 찾아왔던 논문들을 비교, 확인하며 실험을 진행해왔고 결과역시 예측한대로 나와 다행이라 생각한다.</p> <p>계획에 있었던 플라보노이드 함량 측정 실험은 식품공학과 지도 교수님 및 화학 실험실의 도움을 받아 도전학기가 끝나더라도 진행 해보려 한다. 또한 SAS 통계 분석에 관한 내용은 전공과목인 실험통계학에서 다루려 하였으나, 아쉽게도 다루지 못하여 다음 전공 개설 예정과목인 식품품질관리실무 과목이나 다른 과목에서 배울 수 있도록 하겠다. 끝으로 도전학기를 통해 실험을 진행하면서 문제를 마주하고 해결하면서 성취감도 느끼고 전공능력 또한 향상됨을 느껴 스스로에게 좋은 기회였다고 평가한다.</p>
김○희	식품공학과	<p>타깃시료 #2(동결건조)에 대해 건조, 물리적 품질 특성, 재수화, 산화방지 활성화 실험을 진행하였다. 중간보고서 제출기간에는 기기장치를 이용해 경향만 측정하면 되는 간단한 실험이었으나, 산화방지 활성화실험에서 예기치 못하게 플라보노이드 함량 측정이 되지 않는 문제가 생겼고 지도교수님과의 면담을 통해 다른 플라보노이드 측정 방법을 사용하는 게 좋겠다고 판단하여 새로운 시약으로도 진행해보았으나 바꾼 시약으로도 실패를 했다. 도전학기 분량을 많이 배정하여 플라보노이드에만 신경을 쓸 수가 없어 결과를 내지 못해서 아쉬웠다.</p> <p>또한 SAS 통계분석을 전공 과목인 실험통계학 시간에 배울 예정이었으나, 교수님께서 다른 부분을 강의하셔서 SAS 통계에 대해 배우지 못했다는 점이 아쉽다. 하지만 총플라보노이드 함량을 제외한 다른 실험들은 모두 성공적으로 결과가 나와서 좋았고, 전공능력 향상과 더불어 실험을 통해 문제해결 능력까지 배양되어 앞으로의 다른 실험에서는 효율적으로 시간을 분배하여 실험을 진행할 수 있을 것 같다.</p>

4. 최종 결과물(별첨)

건조방법에 따른 파스닙의 품질 특성 연구

— Food_Challenge_2022



융합교육혁신센터

서론

건조는 식품을 보존하는 가장 오래되고 중요한 방법 중의 하나로 오늘날에도 흔히 사용되고 있다. 건조 과정 중 식품 내 수분이 약 90% 제거되고 미생물의 성장에 따른 부패를 지연시키며, 물에 의해 매개되는 분해 반응을 완화하고 운송비를 절감할 수 있는 이점이 있다 (Lamid et al., 2019). 건조 방법은 크게 열건조와 비열건조로 구분할 수 있는데, 열건조 방식은 주로 열풍건조, 적외선건조, 마이크로파건조, 진공건조 등이 있으며, 비열건조 방식에는 동결건조가 있다(Chen et al., 2016). 이 중 열풍건조는 비교적 공정이 단순하고 비용이 저렴해 여전히 가장 널리 사용되는 방법이지만, 건조 온도를 제대로 설정하지 않을 경우, 고온에 민감한 영양소의 파괴와 관능적 및 영양학적 품질 저하를 초래할 수 있다(Wojdylo et al., 2016). 반면에 동결건조 제품은 품질과 재수확 특성이 우수하고 향미의 보존성이 높지만, 공정 자체가 상대적으로 복잡하고 제품의 생산비용이 높으며 공정시간이 많이 소요되는 단점이 있다(Barbosa et al., 2015). 이러한 식품은 건조 방법에 따라 식품 품질(산화방지 활성, 물성, 등)에 차이를 보이기 때문에 식품군에 따라서 알맞은 건조 방법을 찾아야 한다(Son et al., 2020). 본 연구에서는 파스닙을 타겟식품으로 선정하고, 두 가지 건조 방법(열풍건조, 동결건조)에 따른 타겟시료 #1(파스닙 열풍건조 시료), #2(파스닙 동결건조 시료)의 산화방지 활성, 재수확성, 물성에 미치는 영향을 조사하고 비교하여 체계적으로 접근하고자 한다. 또한 앞서 나온 자료들을 참고하여 건조 방법에 따른 파스닙의 여러 특성(산화방지 활성, 재수확, 경도, 색도 등)을 비교하면서 실험을 진행하여 해당 식품 원료의 건조 제형에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

실험방법

[열풍건조]

1. 수직, 백피, 세척 과정을 거친 파스닙을 너비 0.6 cm, 길이 5 cm로 손질한다.
2. 건조 난방에 용이하도록 양면 노상형에 배열한 건조용 파스닙 배열한다.
3. 60°C에 해당하는 열풍건조기에 파스닙을 넣고 2시간 건조한다.
4. 건조 완료한 파스닙을 밀봉팩에 담아 데시케이터에 넣어 보관한다.

[동결건조]

1. 수직, 백피, 세척 과정을 거친 파스닙을 너비 0.6 cm, 길이 5 cm로 손질한다.
2. 손질한 파스닙을 2일간 -4°C에서 냉동한다.
3. 건조 전에 일정한 간격으로 파스닙 배열한다.
4. -20°C 냉동한 동결건조기에 파스닙을 넣고 동결건조기 48시간 건조한다.
4. 건조 완료한 파스닙을 밀봉팩에 담아 데시케이터 넣어 보관한다.

[수분함량]

1. 빈 수기를 105°C 오븐에서 1시간 건조 후 데시케이터에 30분 방냉 과정을 반복하여 무게를 측정해 0.0003 g 오차범위 내 합량을 맞춘 뒤 빈 수기의 무게를 기록한다.
2. 수기 내부에 건조한 파스닙 시료를 2 g 넣어 건조 전 시료+수기 무게를 기록한다.
3. 시료가 든 수기를 105°C 오븐에서 1시간 건조 데시케이터 30분 방냉 과정을 반복하여 무게를 측정해 0.0003 g 오차범위 내 합량을 맞춘 뒤 건조 후 시료+수기 무게를 기록한 뒤 수분함량을 계산한다.

[경도]

1. 경도측정 트라버거는 Single hardness를 이용하였고 세부설정에서 압축 변형 5 mm, 속도 2 mm/s, 힘 0.5 N 설정한다.
2. 절단 시료용 평면 건조한 파스닙 시료 2 개를 건조 전 시료+수기 무게를 기록한다.
3. 측정은 10회 이상 진행하여 데이터의 평균과 표준편차를 산출한다.

[색도]

1. 건조한 파스닙을 무게 1g씩 1차 분쇄한다.
2. 분쇄기를 이용해 2차 분쇄한다.
3. 분쇄한 파스닙 분말을 페트리 접시에 일정하게 담아 색도를 측정한다.

[Rehydration kinetics]

1. 재수확 측정은 40, 60°C 온도의 항온수조에서 측정한다.
2. 손질한 파스닙을 항온수조 안에 용류수 500 mL를 채운 1 L 비커를 넣어 용액에 온도를 맞추어 준다.
3. 건조한 파스닙 1 g을 용액에 넣어 온도를 맞추는 1 L 비커 안에 넣는다.
4. 1, 2, 3, 10, 40, 60분 간격으로 1 L 비커에서 건조해 가져다와 일정한 30초간 용기를 빼준 뒤 무게를 측정하여 기록한다.

[DPPH]

1. 적정량 후 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 0.0197 g (50 mL 기준)을 EtOH에 녹여 0.1 mM DPPH 용액을 제조한다.
2. 각각(0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0, 3.6, 4.2 mg/mL) 농도의 시료를 제조한다.
3. 농도별 제조한 시료 3 mL와 0.1 mM DPPH 용액 1 mL를 첨가 후 실온에서 차광된 채로 30분간 반응시킨다.
4. 이 용액을 분광광도계를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정한다.
5. 대조군은 시료에 대신 EtOH를 사용한다.

[ABTS+]

1. ABTS+ 0.0768 g과 용류수를 넣어 7 mL ABTS+ 20 mL를 제조하고, Potassium persulfate 0.0130 g과 용류수를 넣어 2.4 mL Potassium persulfate 20 mL를 만든다.
2. 실온 용액에 7 mL ABTS+ 20 mL와 2.4 mL Potassium persulfate 20 mL를 1:1 비율로 희석 후 12시간 반응시켜 라디칼 생성을 유도한다.
3. 제조한 ABTS+ 라디칼 용액에 EtOH 30 mL에 희석하여 743 nm에서 OD 값이 0.7±0.05가 되도록 한다.
4. 각각(0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0, 3.6, 4.2 mg/mL) 농도의 시료를 제조한다.
5. 시료에 2 mL의 ABTS+ 라디칼 용액 2 mL를 첨가 후 10분간 반응시킨다.
6. 분광광도계를 이용해 743 nm에서 흡광도를 측정한다.
7. 대조군은 시료에 대신 EtOH를 사용한다.

[총 폴리페놀 함량]

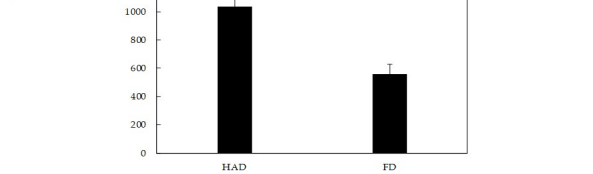
1. Na₂CO₃ 2.01 g에 용류수 7.99 g을 넣어 20% Na₂CO₃ 용액을 제조한다.
2. 0.1 mg/mL 시료 200μl과 2 mL의 용류수 2 mL를 용액에 넣고 2.5 mL Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.5 mL를 넣고 혼합해 5분간 실온에서 반응시킨다.
3. 반응 용액에 20% Na₂CO₃ 0.5 mL를 넣어 실온 항온수조에서 30분 동안 정치한다.
4. 분광광도계를 이용해 765 nm에서 흡광도를 측정한다.
5. 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 표준 곡선을 이용해 검량선을 작성하여 총 폴리페놀함량을 계산한다.

실험결과

[색도]

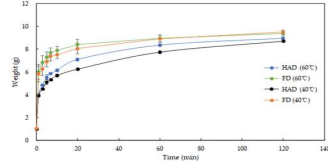
시간(h)	반복	L*	a*	b*	시간(h)	반복	L*	a*	b*
24	1	72.20	2.26	19.01	48	1	72.92	1.60	19.81
	2	72.66	2.06	18.73		2	72.22	0.89	19.42
	3	72.77	1.87	18.83		3	72.63	0.93	19.27
평균	72.54	2.06	18.86	평균	72.59	1.14	19.50		
표준편차	0.30237945	0.19502137	0.14181919	표준편차	0.35171011	0.39867341	0.27874472		

[경도]

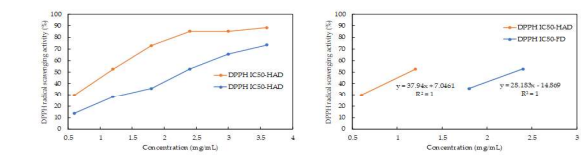


실험결과

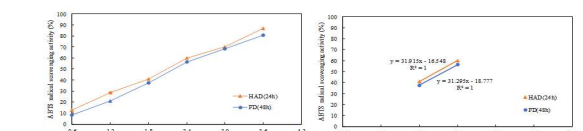
[Rehydration kinetics]



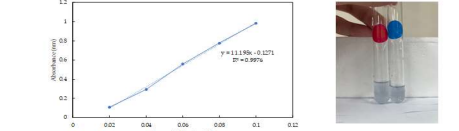
[DPPH]



[ABTS+]



[총 폴리페놀 함량]



결론

본 연구에서는 건조 방법에 따른 파스닙의 품질 특성과 산화방지 활성에 대해 실험을 진행하였다. 건조 열풍건조 시료와 동결건조 시료보다 더 높게 나타났다. 색도는 열풍건조 시료와 동결건조 시료보다 L, b 값이 낮고 a 값이 높게 나타났다. 재수확은 동결건조 시료가 열풍건조 시료보다 재수확율이 모든 온도(40, 60°C)에서 높았다. 또한 DPPH IC50은 열풍건조 시료가 1.13 mg/mL, 동결건조 시료가 2.30 mg/mL로 열풍건조 시료가 동결건조 시료보다 DPPH 라디칼 소거율이 높고, ABTS+ IC50은 열풍건조 시료가 2.09 mg/mL, 동결건조 시료가 2.20 mg/mL로 열풍건조 시료가 동결건조 시료보다 ABTS+ 라디칼 소거율이 높다. 총 폴리페놀 함량은 열풍건조 시료가 35.56 mg GAE/g, 동결건조 시료가 30.92 mg GAE/g로 열풍건조 시료가 동결건조 시료보다 높게 함량이 많다. 이상의 결과를 통하여 열풍건조가 동결건조보다 파스닙의 물리적 특성, 산화방지 활성 순도를 최적으로 할 수 있는 건조 방법이라고 판단된다.

참고자료

*Astan V, Adam F, Pile L, Riyanto L, Angeli AC, Carbonell B, Franca H. Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of dried papaya fruits as affected by culture and drying methods. *Food Chem*. 2017; 170: 179-186.

*An D, Lee S, Lee JM. Comparison of nutritional components and antioxidant activities of *Erythrina crumena* Kitag extracts using different drying methods. *Korean J Community Living Sci*. 2017; 17: 167-172.

*An NY, Sun WH, Li BZ, Wang Y, Zhang N, Lu WQ, Li D, Wang L. Effect of different drying techniques on drying kinetics, nutritional components, antioxidant capacity, physical properties and microstructure of banana. *Food Chem*. 2019; Article ID: 118422.

*Babuha J, Sengar S, Anand M, Prasad M, Choudhary A, Patil M. Comparison of spray drying, freeze drying and convective hot air drying for the production of a probiotic orange powder. *Food Technol*. 2017; 41(9): 2025.

*Chang CH, Lin FH, Chang C, Lin YC. Comparison on the antioxidant properties of raw, freeze-dried and hot-air-dried tomato. *J Food Engineering*. 2011; 103: 485-490.

*Chen SX, Cao Y, Wu Y. A novel dehydration technique for carrot slices: combining ultrasound and vacuum drying methods. *Ultrason Sonochem*. 2010; 17: 34-39.

*Chen L, Li Z, Zhou L, Li X. Effect of hot air-drying temperature on physicochemical, nutritional and antioxidant properties of dried black mulberry. *LWT - Food Sci Technol*. 2017; 154: 1057-1067.

*Cokcuoglu S, Aksoy S. Effect of different dehydration temperatures on the moisture, content of phenolic compounds, antioxidant capacity and thermal properties of apple slices. *LWT - Food Sci Technol*. 2010; 43: 190-197.

*Ding Y, Zhou Y. Effect of pulsed vacuum and ultrasound combinations on glass transition temperatures, texture, microstructure and calcium preservation of dried apples. *LWT - Food Sci Technol*. 2014; 57: 1585-1592.

*Fang Y, Yu B, Yaguchi AEA, Ma H, Sun Y, Xia X, Zhou C. Role of drying techniques on physical, microstructure, flavor, bioactive compounds and antioxidant characteristics of garlic. *Food Chem*. 2013; Article ID: 12844.

*Gordon M. The measurement of antioxidant activity: a critical review. In: *Food Antioxidants*. Hudson BJ (Ed). Elsevier Applied Food Science Reading, England. *Food Antioxidants*, p. 115 (1990).

*Huang L, Zhang M, Wang LP, Majumdar AS, Sun DF. Influence of combination drying methods on composition, texture, aroma and microstructure of apple slices. *LWT - Food Sci Technol*. 2017; 155: 156-162.

*Kim Y, Kim MS, Jeong SW, Kim CR. New paradigm for human intervention study in functional food development. *Food Sci Biotechnol*. 2011; 20: 1-12.

*Kim H, Park BC, Han H. Effect of drying and rehydration methods on antioxidant activity of *Dryopteris filix-mas* D. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2011; 44: 1857-1862.

*Lee CE, Jeong SH, Choi JA, Lee Y. In vitro and in vivo antioxidant and antimutagenic activities of *Aloe arborescens* Murr. extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2011; 44: 149-157.

*Lee H, Kim YH. Radiochemical assays of trans-cinnamaldehyde. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2011; 44: 1057-1067.

*Nesika M. Antioxidant properties of rosemary and its potential uses as natural antioxidant in dairy products. *Food Sci Technol*. 2010; 29: 273-300.

*Park BY, Choi YH. Antioxidant activity of perilla as affected by drying methods and its application to pulp pieces during integrated storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2010; 43: 499-508.

*Park BY, Choi YH, Kim SH, Yoo YJ, Lee W, Lee SM, Jung H. Antioxidant activity of perilla essential oils according to harvest period and raw material conditions. *Korean J Food Sci Technol*. 2011; 44: 185-192.

*Rajasekar S, Shanmugasundaram S, Ganesan S, Sankar REDD, Nataraj MS, Nairan N, Mupumdar AS. Comparative evaluation of physical properties and volatile profile of cabbage subjected to hot air and freeze drying. *LWT - Food Sci Technol*. 2012; 45: 109-117.

*Sun DF, Jeong LK, Ha JH. Effect of freeze and hot-air drying methods on contents of phytochemical components and antioxidant activities of *Eruca sativa* Mill. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2011; 44: 179-187.

*Song SH, Chung JH, Jung H, Jeong H, Kim ND, Lee JH, Min KJ, Park SY, Kim CH, Hong BS. Suppression of reactive oxygen species generation by a component of antioxidant effect of plants extracts. *Korean J Food Sci Technol*. 2011; 44: 77-84.

*Sun Y, Xuan Y, Lapidus L, Liu D, Luo C, Jiang X, Song J, Zhang M. A comparative evaluation of nutritional properties, antioxidant capacity and physical characteristics of cabbage (*Brassica oleracea* var. Capitata var. L.) subjected to different drying methods. *Food Chem*. 2009; 112: 499-505.

*Sun B, Wu LX, Qiao ZR, Gu WQ, Xia H. Effect of different drying methods on the product quality and bioactive polysaccharides of bitter melon (*Momordica charantia* L.) slices. *Food Chem*. 2011; 126: 896-902.

*Zhou C, Tang J, Zhang L, Yaguchi AEA, Watabe M, Ma H, Sun Y, Yu X. Rehydration characteristics of vacuum freeze-dried and hot air-dried garlic slices. *LWT - Food Sci Technol*. 2013; Article ID: 111198.