

## 2022-1학기 DU-도전학기 계획서

과제명	건조방법에 따른 식품재료의 산화방지 활성, 물성 및 재수화 특성 연구			
신청 유형	<input type="checkbox"/> 개인 <input checked="" type="checkbox"/> 팀(팀명: Food_Challenge_2022)			
신청 학점	3학점			
도전 영역	<input checked="" type="checkbox"/> 전공(주전공 또는 복수전공) <input type="checkbox"/> 일반선택			
참여자	성명	소속	학번	비고
		식품공학과		팀장
		식품공학과		팀원
지도교수 의견	<p>위 학생들이 설계한 프로젝트의 도전 배경, 달성 목표 및 수행내용 등이 식품 품질(물리적, 기능적 특성 등)의 실험 데이터를 기반으로 고부가가치 식품을 개발하기 위한 기초 실험자료로 건조방법에 따른 영향을 분석하고 해석하는 것으로 매우 적절하고 내실있게 구성된 것으로 판단됩니다.</p> <p>이는 &lt;DU-도전학기&gt; 프로그램의 핵심 목표인 '학생 스스로 목표를 설정하고, 내용을 설계하고 프로젝트를 수행하는' 핵심부분과 충실히 부합되어 있어 적극 추천하는 바이며, 해당 프로그램이 선정되면 지도교수로서 성심껏 지도하겠습니다.</p> <p style="text-align: right;">(소속)                      식품공학과                      (성명)                      (서명                      날인)</p>			

### 1. 도전 배경

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(Lamidi 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 화합물의 파괴와 관능적 및 영양학적 품질 저하를 초래할 수 있다(Wojdylo et al., 2016). 반면에 동결건조 제품은 품질과 재수화 특성이 우수하고 향미의 보존력이 높지만, 공정 자체가 상대적으로 복잡하고 제품의 생산비용이 높으며 공정시간이 많이 소요되는 단점이 있다(Barbosa et al., 2015). 이처럼 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).

그중에서도 산화방지 활성물질은 활성산소를 제거하고 신체를 보호하며 노화, 당뇨, 암 및 심혈관 질환 등과 같은 여러 퇴행성 질환 예방에 효과가 있다고 보고되고 있다(Song et al., 2021). 지금까지 알려진 바로는 산화방지 활성물질들은 자기 산화의 연쇄반응을 차단하거나 산소 자유기에 전자를 제공하

여 바로 소거하는 직접적인 방식으로 작용하거나, 세포에 내재한 산화방지 활성 기능의 재생을 도모하여 효과를 발휘한다(Gordon, 1990; Namiki, 1990). 이러한 배경에서 산화방지 활성능력을 가진 물질들이 꾸준히 개발되어 산화방지 활성 기능식품으로 소비되고 있다. 하지만 식품의 산화 방지를 위해 산화방지제로 자주 사용되었던 합성 산화방지제인 butylated hydroxytoluene(BHT)과 butylated hydroxyanisole(BHA)은 체내에서 생체 효소 및 지방의 변이, 간 질환을 유발하는 독성물질이 있다는 연구결과가 보고되면서 물질에 대한 사용이 제한되고 있다(Mun & Chin, 2021). 이에 따라 합성 산화방지제 대신 식품으로 섭취가 가능한 천연 산화방지 활성물질의 관심도가 높아지고 있다(Park. et al., 2020). 천연 산화방지 활성물질에는 플라보노이드, 카로티노이드, 폴리페놀, 비타민 E, 비타민 C, 베타카로틴 등이 있다(An et al., 2021). 또한 건조는 식품의 산화방지 활성에 영향을 미친다. 예를 들어 동결건조한 토마토는 산화방지 활성을 증가시켰고(Chang et al., 2006), 사과는 열풍건조보다 동결건조에서 총 페놀 함량의 손실이 더 적었다(Huang et al., 2012). 이처럼 다양한 식품 원료에 맞는 건조방법을 적용하면 기능성 소재로부터 산화방지 활성을 증가시키거나 산화방지 활성 손실을 최소화할 수 있다(Son et al., 2020).

건조된 식품은 보통 수분을 보충해서 섭취하는데 탈수된 건조식품에 수분을 보충시켜 해당 식품 원재료의 특성으로 회복시키는 과정을 재수화라고 한다. 건조식품의 재수화 과정은 매우 일반적인 과정으로, 탈수된 식품을 액상과 접촉시켜 식품 본래의 특성을 회복시키는 것을 목표로 한다(Cox et al., 2012). 재수화는 여러 연구에서 산화방지 페놀 화합물이 열에 민감하다는 것을 보여주었고, 이는 끓는 물에 침출될 수 있는 페놀 함량의 상당한 손실을 초래할 수 있다. 따라서 해당 식품 원료에 품질 사양의 충족과 에너지 절약을 위해서는 재수화 공정 설계와 관련된 운영 및 문제에 대한 철저한 이해가 필수적으로 필요하다(Lee & Rhim., 2010).

한편, 현재까지 건조방법에 따른 식품 원료의 산화방지 활성 및 물성, 재수화 등과 관련된 논문들을 검색해본 결과 아래 표와 같이 다양한 식품을 건조방법을 달리하여 실험을 진행하였을 때 건조방법에 따라 식품의 물리적 특성과 산화방지 물질에 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있었고(1-7), 건조식품의 건조방법과 온도를 달리하여 재수화율을 측정했을 때 재수화율 역시 다르게 측정되는 것을 알아낼 수 있었다(8).

No.	Sample	Drying methods	Measurements	Journal & Authors
1	사과	Hot air-, Freeze-, Convective-	경도, 색도, 재수화, 수분활성도	LWT, Deng & Zhao (2008)
2	양배추	Hot air-, Freeze-	수축율, 경도, 색도, 재수화, 관능검사	LWT, Gomathi et al. (2017)
3	오디	Hot air-, Freeze-, Hot air-explosion puffing-, Freeze-explosion puffing-	색도, 경도, 재수화, 총 페놀 함량, DPPH, 관능검사	LWT, Chen et al. (2017)
4	박	Hot air-, Freeze-, Infrared radiation-	수분함량, 재수화, 색도, 산화방지 활성	Food Chem, Yan et al. (2019)
5	배추	Hot air-, Freeze-, Microwave vacuum-, Vacuum-	색도, 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH, ABTS	Food Chem, Xu et al. (2020)
6	마늘	Hot air-, Vacuum freeze-	수분함량, 색도, 경도, 재수화, 총 페놀 함량	Food Chem, Feng et al. (2021)
7	팥콩	Hot air-, Freeze-, Microwave rolling-bed-, Microwave rolling-bed-	경도, 재수화, 총 페놀 함량	Food Chem, An et al. (2021)
8	마늘	Hot air-, Freeze-	수축율, 재수화	LWT, Zhou et al. (2021)

본 도전 학기에서는 지금까지 연구가 진행된 건조방법에 따른 식품의 물성 및 산화방지 활성 관련 연구들을 조사하여 제대로 연구가 되어있지 않은 재료를 찾아 타깃식품으로 선정하고, 두 가지 건조 방법(열풍건조, 동결건조)에 따른 타깃시료 #1(타깃식품 열풍건조 시료), #2(타깃식품의 동결건조 시료)의 산화방지 활성능력, 재수화능, 물성에 미치는 영향을 조사하고 비교하며 체계적으로 접근하고자 한다. 또한 앞서나온 자료들을 참고하여 제대로 연구가 되어있지 않은 재료를 찾아 건조 방법에 따른 원료의 여러 특성(산화방지 활성, 재수화, 경도, 색도 등)을 비교하면서 실험을 진행하여 해당 식품 원료의 건조 제품에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 2. 도전 과제의 목표

### 2.1. 전체 목표

스스로 개인의 목표를 설정하고 프로젝트를 설계할 수 있으며 실험 결과를 도출하고 통계적으로 분석해 결과를 해석하면서 해당 식품 원료의 연구를 위한 기초적인 실험에 관련된 데이터를 확보하여 전공 역량을 쌓고자 함

세부적으로는 식품 산업에서 해당 원료의 기능성 식품개발을 위한 초기 단계 프로젝트로 팀원들이 관심 있는 하나의 식품 원재료를 정해 두 가지 방법으로 건조(열풍건조, 동결건조)를 한 뒤, 건조한 식품에 대한 물성(색도, 경도 등) 및 산화방지 활성(DPPH, ABTS, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량), 재수화율을 분석함으로써 두 가지 건조방법이 식품 원료에 미치는 영향을 조사하고 비교하여 결과를 도출해냄으로써 기능성 식품소재 연구를 위한 기초자료를 제공하고자 함

### 2.2. 개별 목표

팀 구성	개별 목표
(팀장)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 연구 진행 관련 교육 실시(실험실 안전교육, 연구 노트 작성법 교육)</li> <li>▶ 실험 기자재(열풍건조기, 동결건조기, 색차계, 수분함량 측정기, Texturometer, 분광광도계 등) 사용법 숙지</li> <li>▶ 물성 실험 및 실험 분석 능력 배양</li> <li>▶ 산화방지 활성(DPPH, ABTS, 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량) 실험 및 실험 분석 능력 배양</li> <li>▶ 재수화의 원리를 학습하고, 타깃시료 #1의 온도에 따른 재수화의 속도론적(kinetics) 실험 진행 및 실험 분석 능력 배양</li> <li>▶ 타깃시료 #1의 전체적인 실험 결과를 분석하고 해석하는 능력 배양</li> <li>▶ 팀원 간 협업과 팀장으로서 리더십 함양</li> </ul>
(팀원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 연구진행 관련 교육 실시(실험실 안전교육, 연구 노트 작성법 교육)</li> <li>▶ 다양한 실험 기자재(열풍 건조기, 동결 건조기, 색차계, 수분함량 측정기, Texturometer, 분광광도계 등) 사용법 숙지</li> <li>▶ 물성 실험 및 실험 분석 능력 배양</li> <li>▶ 산화방지 활성(DPPH, ABTS, 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량) 실험 및 실험 분석 능력 배양</li> <li>▶ 재수화의 원리를 학습하고, 타깃시료 #2의 온도에 따른 재수화의 속도론적(kinetics) 실험 진행 및 실험 분석 능력 배양</li> <li>▶ 타깃시료 #2의 전체적인 실험 결과를 분석하고 해석하는 능력 배양</li> <li>▶ 팀원 간 협업과 소통능력 함양</li> </ul>

### 3. 도전 과제 내용

#### 3.1. 기획 단계

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

#### 3.2. 사전 교육

실험실 안전교육	국가안전정보시스템을 통한 실험실 안전 교육 실시	2주차
연구노트	연구노트 포털을 이용한 연구노트 작성법 습득	2주차
기자재 사용법	실험 기자재들의 원리와 사용법 습득	3, 4주차

#### 3.3. 실험수행(예비실험 포함)

건조	열풍 건조기, 동결 건조기를 통한 타깃식품 건조법 확립	5, 11주차
물성 실험	건조 방법에 따른 타깃시료 #1, #2의 물성 측정	6, 11주차
재수화 실험	건조 방법에 따른 타깃시료 #1, #2의 온도별 재수화율 측정	7, 8, 12주차
DPPH 라디칼소거능	분광광도계를 이용한 DPPH 라디칼소거능 측정	9, 13주차
ABTS 라디칼소거능	분광광도계를 이용한 ABTS 라디칼소거능 측정	9, 13주차
총폴리페놀 함량	분광광도계를 이용한 총폴리페놀 함량 측정	10, 14주차
총플라보노이드 함량	분광광도계를 이용한 총플라보노이드 함량 측정	10, 14주차

#### 3.4. 통계분석 및 고찰

SAS 통계분석	타깃시료 #1, #2의 실험 결과 통계분석	15주차
결과 분석 및 고찰	타깃시료 #1, #2의 실험 전체의 결과 분석 및 고찰	15, 16주차

#### 3.5. 업무분장

팀원 성명	소속	담당 업무
	식품공학과	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 선정된 타깃식품 관련 참고자료 수집 및 연구 목적과 필요성 작성</li> <li>▶ 실험실 안전교육 교육 요약문 작성</li> <li>▶ 연구 노트 작성법 교육 요약문 작성</li> <li>▶ 실험장비 설명서 개발(열풍건조기, 분광광도계, 색차계, Texturometer)</li> <li>▶ 타깃시료 #1의 건조 및 물리적 품질 특성, 온도별 재수화 특성 실험</li> <li>▶ 타깃시료 #1의 DPPH, ABTS, 총폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량 측정</li> <li>▶ 산화방지 활성 측정법 정리(DPPH 라디칼소거능, ABTS 라디칼소거능)</li> <li>▶ 타깃시료 #1의 전체 실험결과의 정리 및 통계분석</li> <li>▶ 월보고서, 중간보고서 및 최종보고서 작성</li> </ul>

식품공학과	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 선정된 타깃식품 관련 참고자료 수집 및 연구 목적과 필요성 작성</li> <li>▶ 실험실 안전교육 교육 요약문 작성</li> <li>▶ 연구 노트 작성법 교육 요약문 작성</li> <li>▶ 실험장비 설명서 개발(동결건조기, 수분함량 측정기, 항온수조)</li> <li>▶ 타깃시료 #2의 건조 및 물리적 품질 특성, 온도별 재수화 특성 실험</li> <li>▶ 타깃시료 #2의 DPPH, ABTS, 총폴리페놀 함량, 총플라보노이드 함량 측정</li> <li>▶ 산화방지 활성 측정법 정리(총폴리페놀 함량, 총플라보노이드 함량)</li> <li>▶ 타깃시료 #2의 전체 실험결과의 정리 및 통계분석</li> <li>▶ 월보고서, 중간보고서 및 최종보고서 작성</li> </ul>
-------	---

#### 4. 도전 과제 추진일정

주차	활동 목표	활동 내용	시간
1	타깃식품 선정	▶ 타깃식품 선정을 위한 세부 논문 검색	4
2	실험실 안전 및 연구노트 교육	▶ 국가안전정보시스템을 이용한 연구실 안전교육 (안전관리 기본) 이수 및 교육 요약문 작성 (공통) ▶ 국가안전정보시스템을 이용한 연구실 안전교육 (실험 전·후 안전) 이수 및 교육 요약문 작성 (공통) ▶ 연구 노트 포털을 이용한 연구 노트 작성법 교육 이수 (공통)	4
3	실험장비 사용법 교육 I	▶ 실험장비의 작동원리 및 사용법 교육 1) 열풍건조기, 2) 동결건조기, 3) 색차계, 4) Texturometer	4
4	실험장비 사용법 교육 II	▶ 실험장비의 작동원리 및 사용법 교육 5) 분광광도계, 6) 수분함량 측정기 7) 항온수조 등 ▶ 성과 및 문제점 분석 후 1차 월보고서 작성 및 제출	6
5	예비실험 (건조공정)	▶ 예비 열풍건조(타깃시료 #1) 실험 진행 ▶ 예비 동결건조(타깃시료 #2) 실험 진행 ▶ 타깃시료 #1, #2에 대한 표준 건조공정 확립 및 기초 분석	6
6	예비실험 (물리적 품질특성)	▶ 예비 물리적 품질특성 측정(수분함량, 색차, 조직감 등) ▶ 표준 측정방법 확립 및 기초 분석	6
7	예비실험 (재수화 특성 I)	▶ 타깃시료 #1, #2에 대한 예비 재수화 특성 측정 ▶ 표준 측정방법 확립 및 기초 분석	6
8	예비실험 (재수화 특성 II)	▶ 타깃시료 #1, #2에 대한 예비 재수화 속도(kinetics) 측정 ▶ 타깃시료 #1, #2에 대한 표준 측정 조건, 방법 확립 및 기초 분석 ▶ 성과 및 문제점 분석 후 2차 월보고서 작성 및 제출	6
9	예비실험 (산화방지활성 I)	▶ 예비 산화방지활성 측정(DPPH & ABTS / 타깃시료 #1, #2) ▶ 표준 분석공정 확립 및 기초 분석	6
10	예비실험 (산화방지활성 II) 및 본 실험 계획서 작성	▶ 예비 산화방지활성 측정(총페놀 & 총플라보노이드 함량) ▶ 표준 분석공정 확립 및 기초 분석 ▶ 본 실험 계획서 작성	6
11	본 실험 (건조 및 물성)	▶ 열풍건조(타깃시료 #1) 실험 진행 ▶ 동결건조(타깃시료 #2) 실험 진행 ▶ 타깃시료 #1, #2에 대한 물리적 품질특성 측정	6
12	본 실험 (재수화 특성 I&II)	▶ 열풍건조(타깃시료 #1), 동결건조(타깃시료 #2) ▶ 타깃시료 #1, #2에 대한 재수화 특성 및 kinetics(온도별) 측정 ▶ 본 실험결과 정리 및 분석 후 3차 월보고서 작성 및 제출	6

13	본 실험 (산화방지활성 I)	▶ 열풍건조(타깃시료 #1), 동결건조(타깃시료 #2) ▶ 산화방지활성 I 측정(DPPH & ABTS)	6
14	본 실험 (산화방지활성 II)	▶ 열풍건조(타깃시료 #1), 동결건조(타깃시료 #2) ▶ 산화방지활성 II 측정(총폴리페놀 & 총플라보노이드 함량)	6
15	통계분석	▶ 타깃시료 #1, #2에 대한 전체 실험결과 정리 ▶ 타깃시료 #1, #2에 대한 통계분석(SAS)	6
16	최종보고서 작성	▶ 타깃시료 #1, #2에 대한 전체 실험결과의 해석 및 고찰 ▶ 최종보고서 작성(공통)	6
			90

### 5. 활동 지원비 상세 내역

활동 지원비 신청내역					
항 목	산출근거				
	품 명	규 격	수 량	단 가	금 액
소 모 성  재 료 비	Ethanol	1 L	5	13,000	65,000
	DPPH 시약	1 g	1	192,000	192,000
	ABTS+ 시약	1 g	1	152,000	152,000
	2 N Folin-Ciocalteu reagent	100 mL	2	125,500	251,000
	Gallic acid	250 g	1	54,000	54,000
	Sodium carbonate(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	500 g	1	10,000	10,000
	피펫 팁	1~5 mL (250개)	1	23,000	23,000
	피펫 팁	1~10 mL (100개)	2	16,500	33,000
	바이알	5 mL (500개)	1	85,000	85,000
	타깃식품 원재료				85,000
중앙기기원 SEM 사용료				50,000	50,000
합계(원)					1,000,000

### 6. 과제 수행 후 제출할 수 있는 결과물

#### 6.1. 팀 결과물

##### 1) 월차 보고서(매월 말에 작성 및 제출)

월	상세 내용
3	- 연구실 안전교육(안전관리 기본, 실험전·후 안전) 이수증 및 교육 요약문 - 연구노트 작성법 교육 이수증 및 요약문 - 실험장비 사용법(열풍건조기, 동결건조기, 색차계, Texturometer, 분광광도계, 수분함량 측정기, 향온수조) - 선정된 타깃식품 관련 참고자료 수집 및 연구목적과 필요성 관련 내용
4	- 타깃시료 #1, #2의 예비실험(건조공정, 물성, 재수화 특성)

	- 타깃시료 #1, #2의 예비실험(건조공정, 물성, 재수화 특성) 성과 및 문제점 분석내용
5	- 타깃시료 #1, #2의 예비실험(산화방지활성) - 타깃시료 #1, #2의 예비실험(산화방지활성) 성과 및 문제점 분석내용 - 타깃시료 #1, #2의 본 실험 계획서(건조공정, 물성, 재수화 특성) - 타깃시료 #1, #2의 본 실험 결과(건조공정, 물리적 특성, 재수화 특성) 분석내용
6	- 타깃시료 #1, #2의 본 실험 계획서 제출(산화방지활성) - 타깃시료 #1, #2의 본 실험 결과(산화방지활성) 분석내용 - 타깃시료 #1, #2의 실험 데이터 최종 정리 및 통계분석(SAS) - 타깃시료 #1, #2의 전체 실험 결과의 해석 및 고찰

## 2) 중간보고서

상세 내용	
	- 도전과제 내용 및 진행 상황 서술 - 연구실 안전교육 이수증 및 교육 요약문 - 연구노트 작성법 교육 이수증 및 요약문 - 실험장비 사용법(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) 성과 및 문제점 분석내용 - 9~16주차 활동 계획 서술

## 3) 결과보고서

상세 내용	
	- 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 문제점 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 실험결과에 대한 해석 및 고찰

## 4) 최종 결과물

상세 내용	
	- 포스터 형식의 최종결과물

## 6.2. 개인 결과물

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

## 6.3. 참고문헌

- Aneta W, Adam F, Pilar L, Krzysztof L, Angel AC, Carbonell B, Francisca H. Chemical composition antioxidant capacity, and sensory quality of dried jujube fruits as affected by cultivar and drying method. *Food Chem*, 207, 170-179 (2016)
- An IS, Lee SJ, Lee JM. Comparison of nutritional components and antioxidant activities of *Erysimum amurense* Kitag extracts using different drying methods. *Korean J Community Living Sci*, 32, 175-187 (2021)
- An NN, Sun WH, Li BZ, Wang Y, Shang N, Lv WQ, Li D, Wang LJ. Effect of different drying techniques on drying kinetics, nutritional components, antioxidant capacity, physical properties and microstructure of edamame. *Food Chem*, 373, Article 131412 (2022)
- Barbosa J, Borges S, Amorim M, Pereira MJ, Oliveira A, Pintado ME. Comparison of spray drying, freeze drying and convective hot air drying for the production of a probiotic orange powder. *J Functional Foods*, 17, 340-351 (2015)
- Chang CH, Lin HY, Chang CY, Liu YC. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *J Food Engineering*, 77, 478-485 (2006)
- Chen ZG, Guo XY, Wu T. A novel dehydration technique for carrot slices implementing ultrasound and vacuum drying methods. *Ultrasonics Sonochem*, 30, 28-34 (2016)
- Chen Q, Li Z, Bi J, Zhou L, Yi J, Wu X. Effect of hybrid methods on physicochemical, nutritional and antioxidant properties of dried black mulberry. *LWT-Food Sci Technol*, 80, 178-184 (2017)
- Cox S, Gupta S, Abu-Ghannam N. Effect of different rehydration temperatures on the moisture, content of phenolic compounds, antioxidant capacity and textural properties of edible Irish brown seaweed. *LWT-Food Sci Technol*, 47, 300-307 (2012)
- Deng Y, Zhao Y. Effect of pulsed vacuum and ultrasound osmopretreatments on glass transition temperature, texture, microstructure and calcium penetration of dried apples. *LWT-Food Sci Technol*, 41, 1575-1585 (2008)
- Fenga Y, Xua B, Yagoubc AEA, Maa H, Sunb Y, Xua X, Yua X, Zhou C. Role of drying techniques on physical, rehydration, flavor, bioactive compounds and antioxidant characteristics of garlic. *Food Chem*, 343, Article 128404 (2021)
- Gordon MH. The mechanism of antioxidant action *in vivo*. In: *Food Antioxidants*, Hudson BJ (Editor), Elsevier Applied Food Science, Reading, England, *Food Antioxidants*, p 1-18 (1990)
- Huang LL, Zhang M, Wang LP, Mujumdar AS, Sun DF. Influence of combination drying methods on composition, texture, aroma and microstructure of apple slices. *LWT-Food Sci Technol*. 47, 183-188 (2012)
- Kim JY, Kim MS, Jeong SW, Kwon OR. New paradigm for human intervention study in funtional food development. *Food Sci Industry*, 51, 8-15 (2018)
- Kim HJ, Park BG, Han IH. Effect of drying and extraction methods on antioxidant activity of *Gnaphalium affine* D. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 44, 695-701 (2015)
- Lee CE, Jeong HH, Cho JA, Ly SY. In vitro and in vivo anti-oxidative and anti-inflammatory activities