



업사이클드 푸드: 정의, 소비자 인식 및 식품공급망에서 발생하는 부산물의 활용

김정인¹ · 정승현¹ · 김민재¹ · 오예원¹ · 김도균^{1,2} · 한성림^{1,2,*}
¹서울대학교 식품영양학과, ²서울대학교 생활과학연구소

Upcycled Food: Definition, Consumer Awareness, and Utilization of By-products from Food Supply Chain

Jung-In Kim¹, Seung-hyeon Jeong¹, Min-jae Kim¹, Yea-won Oh¹, Do-Kyun Kim^{1,2}, Sung Nim Han^{1,2,*}

¹Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Korea

²Research Institute of Human Ecology, Seoul National University, Korea

Abstract

Food upcycling has emerged as an effective approach to sustainably utilize the food waste generated within the food supply chain. This review article examines upcycled food with respect to its definition, consumers' knowledge and perception on it, and the process by which by-products from the food supply chain are utilized for the creation of upcycled food products. The definition of upcycled food varied among manufacturers, research institutions, and the Upcycled Food Association, depending on the specific values and objectives of each sector. This has resulted in the use of different keywords to highlight the distinctive characteristics of their respective interpretations of upcycled food. This review also summarizes the various consumer traits that can influence the awareness and acceptance of upcycled food, encompassing functional, empirical and emotional, symbolic and self-expressive, and economic benefits. Additionally, the review presents strategies to utilize by-products produced in large quantities in Korea, while also addressing the control of hazardous components to ensure biological or chemical safety and the changes in nutritional value that may occur during the utilization of these by-products.

Key Words : Upcycled food, sustainability, definition, consumer, by-products

1. 서론

푸드 업사이클링(Food upcycling)은 음식물 쓰레기 혹은 상품 가치가 없는 식품들을 전환하여 새로운 부가가치 또는 고품질의 지속 가능한 제품을 생산하는 것을 뜻한다(Moshtaghian et al. 2021). 이를 통해 생산된 제품 중 식품 제품만을 의미하는 업사이클드 푸드는 지속 가능한 음식물 쓰레기 처리 방안으로 떠오르고 있으며(Osorio et al. 2021), 자원에 내재한 가치를 끌어내 자원 활용의 효율성을 높일 수 있다(Seberini 2020). 이는 갈수록 심각해지는 음식물 쓰레기 문제와 이로 인한 지구온난화 등 환경 문제의 해결 방안으로 주목받고 있다.

유엔식량농업기구의 보고에 의하면 생산된 식품 중 비가식부 혹은 가식부이지만 소비되지 않는 부위 등 식량 손실에 따른 경제적 가치는 약 1조 달러로 추산된다(FAO 2019).

식품의 비효율적 생산과 이에 따른 자원의 낭비 뿐만 아니라 수거 중 악취·오수·접촉에 의한 보건 문제와 소각 중 악취·발암성 물질 배출 등 여러 환경 문제가 유발되며(Park et al. 2009; FAO 2019), 토지나 물과 같은 한정된 자원의 비효율적 사용, 수거 시설 및 폐기 비용 등 생산과 처리에서의 경제적 문제로도 이어진다(Park et al. 2009).

위와 같이 소비되지 못하고 버려지는 식품 부산물의 활용은 환경적, 경제적 측면뿐 아니라 지속가능성 측면에서도 중요하다. 일부 식품 부산물은 유용한 기능과 영양소를 가지고 있으며, 가식부보다도 기능성 물질의 함량이 높다는 연구 결과가 보고되었다(Ayala-Zavala et al. 2011). 따라서, 식품 부산물을 활용하여 충분한 수요와 소비자 수용도를 가진 식품 형태로 제조한다면 부산물의 영양학적 이점을 살릴 뿐만 아니라 관련된 여러 환경 부담을 줄일 수 있다.

본고에서는 이와 같은 개념을 업사이클드 푸드라 칭하고

*Corresponding author: Sung Nim Han, Department of Food and Nutrition, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea
Tel: +82-2-5136-2640 Fax: +82-2-884-0305 E-mail: snhan@snu.ac.kr

있으나, 한국에서는 아직 용어의 통합이 이루어지지 않았으며 이에 대한 정의 역시 다양한 상태이다. 세계적으로는 업사이클드 푸드 용어가 통용되고 있으며, 이전까지는 이러한 개념을 지칭하는 용어로 ‘waste-to-value’, ‘value-added-surplus products’, ‘side-stream valorization’ 등을 사용하기도 하였으나(Coderoni & Perito 2020; Teigiserova et al. 2020; Aschemann-Witzel & Stangherlin 2021), 소비자 선호도 조사 결과에서 ‘upcycled’가 가장 선호도가 높은 용어(label)임이 확인되었다(Bhatt et al. 2018). ‘upcycle’은 친환경 소비에 대한 트렌드를 반영하는 단어로, 독일의 리너 필츠(Reiner Pilz)가 폐기물을 재활용한다는 개념의 ‘down cycling’에 반대되는 개념으로 ‘up cycling’을 언급하며 1994년경 최초로 사용되었다(Salvo Monthly 1994).

새롭게 등장한 개념인 업사이클드 푸드는 현재 산업 및 연구 분야 모두에서 정의와 소비자 인식에 대한 통찰이 부족한 실정이다. 특히 소비자 친화적인 정의가 부재한데, 업사이클드 푸드 제품의 최종 소비자는 개인이기 때문에 이에 대한 정의가 설정될 필요가 있다. 또한, 과거 식품 부산물은 대개 가축의 사료로 재활용되거나 폐기물로 처리되었기에 식품으로 활용할 수 있는 규제 또한 재검토가 필요하며, 부산물이 업사이클드 푸드로 가공되는 절차에서의 위생적, 영양적 가치를 탐색함으로써 업사이클드 푸드로의 효용을 극대화할 수 있다.

그에 따른 본고의 목표는 다음과 같다.

첫째, 현재까지의 업사이클드 푸드에 대한 여러 정의를 제조업체, 연구기관, 협회의 측면에서 알아보고 비교하여 공통점과 차이점을 토대로 업사이클드 푸드의 본질적 가치에 견주어 소비자 친화적 정의와 개념이 정립될 방향을 탐색해 보았다.

둘째, 식품 부산물은 소비자에게 식품 폐기물로 인식될 가능성이 크기에 수용도가 낮을 수 있는 문제점이 있으므로, 소비자를 대상으로 한 선행연구를 통해 업사이클드 푸드의 수용에 영향을 미치는 소비자 인식 요소를 살펴봄으로써 인식 개선의 가능성을 확인하였다.

셋째, 식품 부산물은 영양적 가치를 지니고 있다는 특징으로 식품의 원료로 적합하다고 여겨지지만, 가공 과정에서 위생적 또는 영양적 문제가 발생할 수 있으며 이 경우 업사이클드 푸드의 가치가 위협받을 수 있다. 따라서 위생적 및 영양적 측면에서 가공 시의 변화를 살펴봄으로써 식품 원료로서의 활용 가능성을 알아보고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

업사이클드 푸드의 등장부터 현재까지, 초창기에 비해 업사이클드 푸드에 대한 국내에서의 관심과 소비자 인식은 증가하고 있다. 그러나, 업사이클드 푸드의 정의 수립, 소비자 인식 향상, 산업 확대에 기초자료로 사용할 수 있는 국내 연

구는 부족한 실정이다. 그리하여, 온라인에 산재되어 있는 국내외의 업사이클드 푸드 관련 기사, 학술지, 연구 보고서, 연구 논문, 관련 제조업체의 홈페이지, 업사이클드 푸드 협회(Upcycled Food Association. 이하 UFA) 홈페이지 등에서 파악되는 정보들을 종합하여 다음과 같이 3가지 측면으로 정리하였다.

첫째, 업사이클드 푸드의 소비자 친화적인 정의 수립의 기반을 마련하고자 현재까지 논의되고 사용된 업사이클드 푸드의 정의 및 개념과 관련된 키워드를 제조업체, 연구기관, 그리고 UFA의 입장에서 정리한 후 분석하였다.

둘째, 선행 연구들에서 파편적으로 소개된 업사이클드 푸드에 대한 소비자 인식에 영향을 미치는 특성들을 소비자 편익을 기준으로 종합하여 정리함으로써 업사이클드 푸드에 대한 소비자 수용도에 영향을 미치는 요인들을 알아보았다.

셋째, 업사이클드 푸드 산업의 확대를 위하여 생산 원료로 활용되는 식품 부산물의 가공 시 발생하는 위생적, 영양적 변화를 종합하여 정리하였다. 이때, 통계청 자료를 통해 국내에서 가장 많이 발생하는 식품 부산물인 보리, 콩, 배추, 사과 부산물에 대해 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 업사이클드 푸드의 정의와 분류

현재 생산되는 업사이클드 푸드는 크게 두 가지 유형으로 대표된다. 첫 번째 유형은 가공과정에서 생긴 부산물을 이용해 새로운 식재료 및 식품을 생산하는 것이다. 주로 증류주의 곡물 부산물, 견과류 및 과일 부산물들이 에너지바, 과자 등의 대체 반죽 재료로 사용되는 경우가 많으며(Grasso et al. 2019; Pasqualone et al. 2020; Difonzo et al. 2023; REHarvest 2023), 두부와 두유 부산물을 활용하여 프로바이오틱스 음료를 개발하기도 한다(Soynergy 2023). 두 번째 유형은 과일, 채소 등 시장성이 없는 재료(하위 등급, 손상되거나 불완전한 식품 생산물)에 브랜딩을 하여 다양한 제품을 만드는 것이다. 예를 들어, 못난이 과일이나 채소를 사용한 건강 주스, 피클, 소스 등의 제조가 이에 해당한다(Theuglyco 2023). 이외에도 다양한 유형의 업사이클드 푸드가 존재하며, 이는 새로운 범주의 식품으로 소비자에게 인식되고 있다.

미국 등의 서양권 국가에서는 업사이클드 푸드의 등장 이후 안정적인 목표시장 확보와 더불어 관련 산업의 개발 및 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, 그 과정에서 업사이클드 푸드와 관련된 제도의 확립, 소비자 인식의 개선, 추가적인 시장 규모 확장 등을 목적으로 업사이클드 푸드의 개념 및 정의를 하나로 정립하고자 하는 시도를 보여왔다.

업사이클드 푸드는 제조업체, 연구기관, UFA 등 각각의 입장에서 중시하는 바에 따라 다르게 정의되었으며, 정의 수립 과정에서 부각하고자 하는 업사이클드 푸드의 특성에 따라 서로 다른 키워드가 사용되었다<Table 1>. 식품 제조업체에

<Table 1> Keywords used in the definitions of upcycled food by manufacturers, researchers, and the Upcycled Food Association

Position	Keywords	Reference
Manufacturer	Reducing food waste	ReGrained 2023
	Creating high quality	Toastale 2023
	Nutritious (the healthiest) food	Pulppantry 2023
	Environmental benefits	Renewalmill 2023
	Wasted potential	Barnana 2023
	Leftover	
	Sustainability	Actbars 2023
Researcher	Converting	Perito et al. 2020
	Greater value	Peschel & Ashemann-Witzel 2020
	Value-added surplus products	Bhatt et al. 2018
	Discarded materials	Bhatt et al. 2020
	Reuse of waste, waste-to-value	Coderoni & Perito 2020
	By-products	McCarthy et al. 2020
	Waste	Zhang et al. 2021b
Upcycled Food Association	Value-added products	
	Otherwise have ended up in a food waster destination	UFA 2023
	Human consumption	
	Auditable supply chain	

<Table 2> Definition and five elements of upcycled food proposed by the Upcycled Food Association

Definition	Upcycled foods use ingredients that otherwise would not have gone to human consumption, are procured and produced using verifiable supply chains, and have a positive impact on the environment.
Elements	1 Upcycled foods are made from ingredients that would otherwise have ended up in a food waste destination.
	2 Upcycled foods are value-added products.
	3 Upcycled foods are for human consumption.
	4 Upcycled foods have an auditable supply chain
	5 Upcycled foods indicate which ingredients are upcycled on their labels.

서는 업사이클드 푸드를 “낭비되거나 버려졌을 재료를 사용해 환경과 사회에 기여하는 고부가가치 식품”이라 정의했다 (Spratt et al. 2021). 이처럼 업사이클드 푸드 제조업체들은 주로 정의에서 ‘환경적 이점’, ‘고품질 제품의 창출’, ‘영양적 이점’ 등에 중점을 두고 있으며(Actbars 2023; Barnana 2023; Pulppantry 2023; ReGrained 2023; Renewalmill 2023; Toastale 2023), 궁극적으로 제품의 홍보를 목적으로 하여 식품 자체의 가치를 강조하였다. 연구기관은 업사이클드 푸드의 긍정적 효과를 극대화하고자 하는 의도에서 폐기물이나, 버려진 재료 등의 어휘를 사용하여 설명하는 빈도가 높았다(Perito et al. 2020; Peschel & Aschemann-Witzel 2020). 연구기관에서 정립한 정의는 업사이클드 푸드의 원재료가 폐기물이나, 음식물 쓰레기로 인식되도록 하여 대중의 반감을 불러일으킨다고 알려져 있다(Moshtaghian et al. 2021). 이러한 이유로 일부 연구기관에서는 업사이클드 푸드의 재료를 부산물, 잉여물 또는 식품 가공과정에서의 생성물 등의 순화된 어휘를 사용하여 정의하고 있다(Bhatt et al.

2018; Bhatt et al. 2020; Coderoni & Perito 2020; McCarthy et al. 2020; Zhang et al. 2021b). 업사이클드 푸드의 이해 관계자를 대표하는 전 세계적 비영리 업사이클드 푸드 협회인 UFA는 업사이클드 푸드 시장의 성장을 도모하기 위해 ‘사람의 소비’, ‘감사(audit) 가능한 공급망’ 등 관련 시장의 전반적인 흐름에 집중한 키워드를 사용하였다(UFA 2023). 또한 업계, 학계, 정부 및 기타 이해 당사자에게 표준화된 정의를 제공하는 것을 목적으로 과제를 수행하여 업사이클드 푸드의 정의 및 다섯 가지 핵심 요소를 정립하였다(UFA 2023)<Table 2>.

국내에서는 ‘업사이클드 푸드’ 또는 ‘푸드 업사이클’과 같이 여러 용어를 혼용하여 사용하고 있으며, 이와 관련된 정의 및 규제는 아직 구체적이거나 명확하지 않다(Moshtaghian et al. 2021). 그러나 널리 사용되는 용어일수록 보다 직관적이고 포괄적인 정의가 필요하다(Ali & Khan 2018). 특정 어휘와 참조 용어 의미를 확립하는 것은 업계와 고객 커뮤니티에 대한 지식 전달의 효율성에 영향을 미친다(Wald 1999).

용어를 부주의하고 일관되지 않게 사용하는 것은 용어의 의미에 혼란을 야기하며, 이는 용어를 수용하는 소비자의 인식에 따라 행동의 동기 및 감정에 영향을 준다(Maffetone et al. 2017).

이에 더해, 현재 국내에서 확립된 업사이클드 푸드의 정의는 ‘시장성 없는 재료의 활용’이나, ‘식품의 기능성 향상’ 등 산업적 가치와 효율성에 중점을 두고 있다. 또한, 원재료를 ‘버려졌을 재료’로 표기하여 제도적 문제에 부딪히고 있으며(Moshtaghian et al. 2021), 부산물과 폐기물의 모호한 경계에서 오는 부정적 인식으로 인해 제품에 대한 수용도가 영향을 받고 있다(Bhatt et al. 2020; Zhang et al. 2021b). 따라서, 일반 대중의 관점과 욕구를 반영한 소비자 친화적인 정의의 개발이 필요하다.

소비자가 식품에 대해 내리는 행동과 결정은 식품에 대한 사회적, 문화적, 환경적 경험 및 상황과 분리될 수 없다(Cullen et al. 2015). 즉, 업사이클드 푸드는 ‘식품’이라는 측면에서 소비자가 제품의 선택 및 구매에 있어 실질적인 이점을 느낄 수 있도록 영양적 이점, 친환경성, 공급망의 신뢰성 등의 요소를 적절히 정의에 포함해야 하며(Moshtaghian et al. 2021), 사람에 대한 안전성과 공급 체계의 안정성을 보장하고 이를 소비자에게 의무적으로 안내해야 한다(Park et al. 2010). 이를 위해 우선 국내에서의 업사이클드 푸드 데이터를 수집하고, 이와 관련된 소비자의 행동 및 결정 방향을 파악하여 새로운 정의 및 프레임워크를 설정해야 한다(Cullen et al. 2015).

2. 업사이클드 푸드에 대한 소비자 인식

1) 소비자 인식 개선의 필요성

업사이클드 푸드는 전 세계적인 음식물 쓰레기 문제를 해결할 수 있는 유망한 방법으로 대두되고 있다. 업사이클드 푸드라는 새로운 범주의 종착지는 결국 소비자이며, 시장의 활성화와 규모 확장을 위해서는 소비자 인식을 필수적으로 고려해야 한다(Zhang et al. 2021b). 소비자 인식에 대한 기초자료를 통해 광범위한 소비 계층에서 새로운 분야에 대해 수용 가능성이 높은 대상층을 식별할 수 있다. 이는 업사이

클드 푸드와 같이 새로이 시장에 진출하기 시작하는 제품이 우선적으로 공략하는 목표 시장의 정립이 가능하도록 한다.

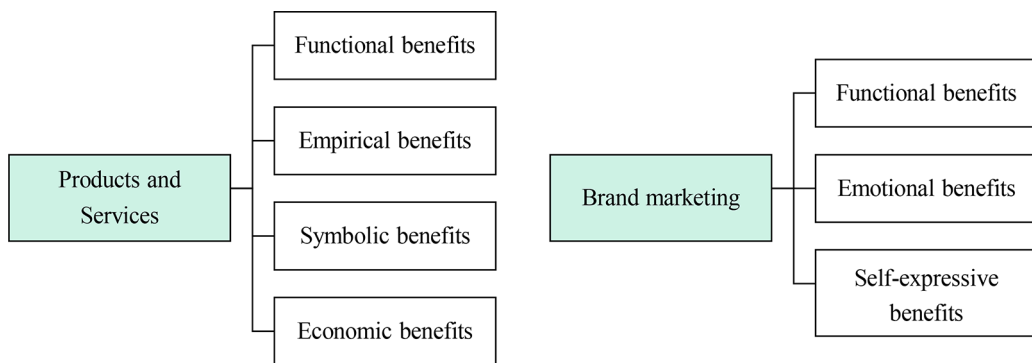
낭비되는 음식을 줄이고 이를 고부가가치의 식품으로 전환시키기 위해서는 일부 구성원만이 아닌, 공급망에 포함된 모든 구성원의 참여가 결정적인 역할을 한다(Gupta et al. 2019; Aschemann-Witzel & Stangherlin 2021). 이처럼 순환 가능한 경제를 구축하는 데에 있어 가장 큰 문제는 기술적인 문제가 아닌 사회적인 문제로 여겨진다(Kirchherr et al. 2018). 따라서, 이러한 사회적 문제를 해결하고 긍정적인 변화를 이끌어내기 위해서는 소비자와 대중의 인식을 고려하고 개선함으로써 사회적인 걸림돌을 해결해야만 한다.

2) 업사이클드 푸드 수용의 결정적 요소; 소비자 특성

소비자들이 특정 제품의 구매나 경험을 통해 얻고자 하는 주관적 보상이나 기대를 ‘편익’으로 정의한다(Gutman 1982). 소비자들은 제품을 구매할 때 단순히 제품을 구매하는 것이 아니라, 제품의 속성으로부터 특정 편익들을 제공받음으로서 욕구를 충족시킨다(Lim 2010). 일반적으로 소비자들이 추구하는 편익은 다양한 차원의 복합적인 형태로 존재하며, 이러한 편익의 종류와 분류 기준에 대해서는 여러 선행 연구에서 확인할 수 있다. 이들을 종합하면, 소비자 편익은 제품 및 서비스 속성 차원과 브랜드 마케팅 차원으로 분류할 수 있다. 제품 및 서비스 측면에서 소비자 편익은 기능적, 경험적, 상징적, 경제적 편익으로 분류되며(Keller 1993; Hur et al. 2006), 브랜드 마케팅 측면에서는 기능적, 정서적, 자아 표현적 편익으로 분류된다(Aaker 1996)<Figure 1>.

업사이클드 푸드에 대한 소비자의 인식은 소비자 특성에 따라 결정되며, 소비자 특성의 여러 요인은 소비자 각각이 중시하는 편익이 무엇인지에 의해 결정된다. 소비자 편익을 기능적, 경험적 및 정서적, 상징적 및 자아표현적, 그리고 경제적 편익의 4가지 측면으로 분류했을 때, 각 편익에 기반하여 소비자 인식에 영향을 주는 소비자 특성을 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 세대에 따라 업사이클드 푸드에 대한 소비자의 인식이 다르게 나타난다. 업사이클드 푸드의 품질에 대한 인식이



<Figure 1> Classification of consumer benefits based on products and services aspect and brand marketing aspect

낮게 나타난 X세대는 Z, Y, 베이비붐 세대에 비해 업사이클드 푸드에 대한 선호도가 낮게 조사되었으며(Zhang et al. 2021b), 해당 연구에서 이는 X세대가 제품을 구매할 때 품질과 같은 기능적 편익을 중시하기 때문이라 해석되었다.

둘째, 소비자에게 전달되는 인지적 자극 및 정서적 표현에 따라 업사이클드 푸드의 구매의향이 달라질 수 있다. 업사이클드 푸드는 이전에는 사용되지 않았던 식품 부산물이나 폐기물을 통해 생산되기에, 친숙하지 않은 새로운 식품에 대해 거부하거나 회피하려는 푸드 네오포비아(Food Neophobia) 경향이 나타날 수 있다(Siegrist et al. 2013). 실제로 이탈리아 소비자들을 대상으로 진행된 조사에서 올리브 부산물을 포함한 식품을 경계하는 것이 확인되었다(Perito et al. 2019) 또한, 업사이클드 푸드에 대한 메시지가 소비자의 감성보다 이성을 자극하며 전달될 때 업사이클드 푸드에 대한 선호도가 효과적으로 높아졌다(Bhatt et al. 2020). 소비자들에게 구매를 설득할 때 인지적 호소가 중요하게 작용하였기 때문이다(Eagly & Chaiken 1984). 이러한 소비자 특성들은 경험적 편익과 정서적 편익에 근거한 결과이다.

셋째, 업사이클드 푸드는 지속 가능한 환경친화적 제품이라는 점에서 소비자 인식에 긍정적인 영향을 준다. 소비자들은 구매하려는 식품이 업사이클된 지속 가능한 제품임을 알게 되었을 때, 해당 제품을 선택할 가능성이 증가했다(Peschel & Aschemann-Witzel 2020). 즉, 제품의 지속가능성에 대한 투명성이 구매 의향을 높일 수 있음을 나타낸다. 또한, 음식물 쓰레기 방지 등의 환경적 이점과 환경 혜택에 대한 정보가 제공되면 업사이클드 푸드에 대한 수용성이 높아지고 선택 가능성이 향상되었다(Aschemann-Witzel & Stangherlin 2021). 이처럼 자신이 중요하게 여기는 가치를 외부에 전달할 수 있는 상징적 편익 및 자아 표현적 편익은 업사이클드 푸드에 대한 소비자 인식의 주요한 기준이 될 수 있다.

마지막으로, 업사이클드 푸드의 경제적 편익은 소비자의 구매 여부에 있어 큰 결정 요인이 된다. 소비자들은 업사이클드 푸드에 대한 정보를 전달받은 후, 그 장점을 인식하여 제품을 선택할 가능성이 높다고 응답하면서도 업사이클드 푸드의 공정 가격 추정치를 낮게 책정하는 비율이 높았다(Peschel & Aschemann-Witzel 2020). 뿐만 아니라, 업사이클드 푸드에 대해 부정적이거나 확신이 없는 소비자 중에서도 절반 이상이 가격이 낮으면 업사이클드 푸드를 구매할 의향이 높다고 응답하였다(Goodman-Smith et al. 2021). 즉, 경제적 편익이 업사이클드 푸드 제품 선택에 큰 영향을 미친 것이다.

3. 식품 원료로서의 부산물 활용

1) 부산물의 활용 가치

매년 전 세계적으로 식품공급망(Food Supply Chain, FSC)을 통해 발생하는 수십억 톤의 식품 부산물은 비효율적

인 자원의 활용과 처리 공정 및 시설 비용 등으로 인한 경제적 부담뿐만 아니라 생산 및 처리 시 발생하는 온실가스, 위해물질, 악취, 오수 등의 환경적 부담을 초래한다(Park et al. 2009; Ayala-Zavala et al. 2011; Calderia et al. 2019; FAO 2019).

그러나 최근 일부 식품 부산물에서 유용한 영양 성분과 기능성 물질과 같은 영양적 가치와 이에 따른 활용 가능성이 보고되었다(Ayala-Zavala et al. 2011). 이는 낮은 수요 예측으로 버려지던 식품 부산물을 소비자 수요 및 선호도를 충분히 만족시키는 형태로 가공하여 제공한다면 기존 문제점을 해결할 뿐만 아니라, 식품 부산물 자체의 이점까지도 활용할 수 있음을 의미한다. 따라서 식품 부산물의 활용은 경제, 환경, 지속가능성의 관점에서 반드시 필요한 과제라고 할 수 있다(Makov et al. 2020).

식품 부산물은 다양한 식품군에서 발생하는데, 식품공급망의 전 과정에서 발생하는 식품 부산물의 양은 채소류, 과일류, 곡류 순으로 많다. 곡류는 모든 식품군 중 생산량과 소비량이 가장 많고, 채소류와 과일류는 곡류에 비해 생산량과 소비량이 적으나 높은 수분 함량으로 인해 폐기 비율이 높다(Calderia et al. 2019). 본 논문에서는 그 중에서도 국내 생산량이 많은 보리 부산물(Lee et al. 2012; Färçaş et al. 2015; Lynch et al. 2016), 콩 부산물(Ahn et al. 2010), 배추 부산물(Liu et al. 2012; Hong & Hwang 2016; KOSTAT 2022a; KOSTAT 2022b), 사과 부산물(KOSTAT 2023; MAFRA 2016)에 대한 정보를 종합하여 정리하였다.

식품 부산물은 위생적으로 생산 및 관리되어야 하며, 잔류농약 또는 잔류 물질에 의한 위해 여부가 확실히 검증되는 등 위생과 안전이 보장되어야만 식품 원료로 활용될 수 있으므로 식품 부산물의 활용과 관련된 규제는 매우 까다로운 상황이다(MFDS 2016; MOF 2021). 식품 부산물의 활용 시 고려되어야 하는 대표적인 위해 요소로는 높은 수분 함량에 따른 미생물의 증식과 부패, 잔류농약, 부산물 내 독성 물질 등이 있으며 이를 해결하기 위해 일반적으로 건조, 열처리, 세척 등의 공정이 활용된다<Table 3>.

2) 건조에 의한 위해 요소 제거

건조(drying)는 식품에 함유된 수분을 제거하는 공정으로, 온도, 압력, 가열 방식 등에 따라 열풍 건조(hot-air drying), 동결 건조(freeze-drying 또는 lyophilization), 피막 건조(drum drying), 삼투 건조(osmotic drying) 등으로 구분된다. 모두 공통적으로 수분을 제거하여 미생물의 증식과 기능, 유효성의 산화 및 부패 등을 억제함으로써 저장 동안의 안전성을 확보하고, 부피를 감소시킴으로써 저장성과 운송성을 향상시킨다(Kim 2019). 선행 연구에 의하면, 검은콩을 세척한 후 열풍 처리했을 때 총균수는 감소했고, 병원성 미생물은 검출되지 않았으며(Kim & Yang 2012), 슬라이스 한 침지 사과에 열풍 처리했을 때 호기성 세균이 검출되는 양 또한

<Table 3> Effects of different treatments on biological or chemical safety of food by-products

Food by-products	Treatments		Main results	References
Bartley	Ethanol extract from BSG ¹⁾	Thermal process	Ohmic heating	Decreased <i>Bacillus cereus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> Bonifácio-Lopes et al. 2022
Bean	Black bean	Drying	Washing followed by hot-air drying	Decreased total aerobic bacteria, <i>coliform</i> bacteria Pathogenic microorganism ND ²⁾ Kim & Yang 2012
Chinese cabbage	Chinese cabbage waste-wheat bran mixture	Acid treatment & Anaerobic fermentation	Citric acid treatment followed by anaerobic fermentation	Inhibited spoilage microorganism resuscitation by high additive concentration of citric acid Citric acid concentration dependent effect on aerobic stability Improved aerobic stability at 15 and 35°C Reduced alkaline pollutant generation during fermentation at 15 and 35°C Exacerbated aerobic deterioration at 25°C Li et al. 2022
			Immersion followed by hot-air drying	Decreased number of aerobic bacteria So et al. 2016
Apple	Fruit	Thermal process	Lyophilization or freeze drying	Decreased pesticide residues Hrynko et al. 2023
			Drying	
			Wet pasteurization Frying	
		Washing	Sonication	Decreased organophosphorus pesticides residues Yoon et al. 1997

¹⁾BSG: Brewer's spent grain

²⁾ND: Not detected

<Table 4> Effects of different treatments on nutritional value of food by-products

Food by-products		Treatments		Main results		References	
Barley	Acid-water-BSG ¹⁾ mixture	Acid treatment	Lactic, formic, acetic, benzoic acid treatment	Preserved nutritional value of BSG for three summer months		Al-Hadithi et al. 1985	
	BSG	Drying	Oven drying Freeze drying	Homogeneous in fat and protein contents Insignificant change in phenolic compound		Santos et al. 2003	
Bean	Ethanol extract from BSG	Thermal process	Ohmic heating	Higher TPC ²⁾ , antioxidant activity in 60% ethanolic extract than 80% ethanolic extract		Bonifácio-Lopes et al. 2022	
			Forced-air oven drying				
			Microwave drying Freeze drying	Higher TPC in forced-air oven dried okara flour		Guimaraes et al. 2020	
Napa cabbage	Napa cabbage waste-wheat bran mixture	Acid treatment	Washing followed by hot-air drying	Insignificant change in proximate composition		Kim & Yang 2012	
			Citric acid treatment followed by anaerobic fermentation	Increased water-soluble carbohydrate Inhibited organic acid degradation Upregulated amino acid metabolism Improved short-chain fatty acid production		Li et al. 2022 Li et al. 2023	
Apple	Ethanol extract from pomace	Drying	Convective drying	Maximim antioxidant properties including polyphenols, vitamin C, and antioxidant capacity at around 80~100°C		Llavata et al. 2022	
			Double drum drying	Higher preserved TPC with lower temperature condition Significant decrease in TPC Insignificant decrease in TDF ³⁾ by drying temperature		Henríquez et al. 2014 Henríquez et al. 2010	
			Drying & Acid treatment	Ascorbic acid treatment followed by double drum drying	Insignificant change in TPC, dietary fiber		Henríquez et al. 2010
			Drying & Immersion	Hot-air drying Osmotic dehydration with sucrose	Maximum antioxidant activity at 2% salt solution Increased total sugar and organic acid contents by osmotic solvent concentration		So et al. 2016 Youn et al. 1996

¹⁾BSG: Brewer's spent grain
²⁾TPC: Total phenolic content
³⁾TDF: Total dietary fiber
⁴⁾1-MCP: 1-methylcyclopropene

감소되었다(So et al. 2016).

잔류 농약과 같은 화학적 위해 요소 역시 일련의 공정을 통한 제거가 가능하다. 일반적으로 식품의 가공 및 조리 시 세척, 열분해, 휘발 등에 의해 잔류 농약 함량은 감소하는 것으로 알려져 있으며(Im & Ji 2016), 이는 농약 침지 사과에 건조 및 동결 처리를 하였을 때 11종류의 농약 중 한 종류만을 제외하고 모두 잔류량이 감소한 Hrynko et al. (2023)의 연구에서 확인할 수 있다. 다만 건조 또는 농축 처리 시 수분이 제거됨에 따라 무게 당 잔류 농약 함량이 이전보다 증가하기도 하므로 활용 시 이에 대한 구체적인 기준과 충분한 검증이 필요하다. 현재 가장 보편적으로 사용되는 직접 회전 건조(direct rotary-drum drying)와 오븐 건조(oven drying)는 다소 에너지 집약적이라 건조 효율이 낮고 건조기 입구에서 부산물이 타버릴 위험이 있으며(Aliyu & Bala 2011), 동결 건조는 식품 조성의 변화를 일으키지는 않지만 산업적으로 적용하기에는 경제적 실현성이 낮다는 한계를 갖는다(Santos et al. 2003; Rao et al. 2021).

3) 열처리에 의한 위해요소 제거

열처리(thermal process 또는 heating)는 크게 살균(pasteurization)과 멸균(sterilization)으로 구분되며, 가열 방식에 따라 라디오파 가열(radio frequency heating), 마이크로파 가열(microwave heating), 옴 가열(ohmic heating) 등으로 구분한다. 라디오파 가열과 마이크로파 가열은 극성이 변하는 전기장 내 극성 분자의 회전 열을 활용하고, 옴 가열에서는 극판 사이에서 전자가 왕복하면서 미생물 세포와 충돌하여 미생물이 제어된다(Jeong et al. 2020). 보리 부산물(Barley Saved Grain, BSG)의 에탄올 추출물에 옴 가열 처리 시 *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* 균주의 검출량이 감소했으며(Bonifacio-Lopes et al. 2022), 농약 침지 사과에 습식 살균 처리 시 잔류 농약 함량이 감소하였다(Hrynko et al. 2023).

4) 세척에 의한 위해요소 제거

세척(cleaning)은 식품 표면에 존재하는 오염 물질을 제거하는 공정으로, 물의 사용 여부에 따라 습식 세척(wet cleaning)과 건식 세척(dry cleaning)으로 구분된다. 식품 표면에 있는 대부분의 오염 물질은 수용성이므로 세척 공정 중에서는 습식 세척이 상당 비율을 차지하며, 세척 과정에서 수용성 물질의 세척률을 높이기 위해 신선 식품 중 온도 변화에 따른 관능 특성의 품질 저하가 미미한 경우에는 온도가 높은 세척액을 사용한다. 또한, 살균 효과를 가진 HOCl 화합물을 생성하는 세정제나 산을 세척수에 첨가하기도 한다(Heo & Mun 1996; Lippman et al. 2020). 나아가, 캐비테이션(cavitation)을 통해 기포를 생성하여 제거하기 어려운 오염 물질을 제거하고, 식품 구조가 복잡할 경우 세척액과 세정제의 침투력을 높이기 위해 초음파(sonication)를 함께

처리하기도 한다(So et al. 2016; Song 2020; Zhang et al. 2021a). Yoon et al. (1997)에 따르면 농약 침지 사과에 초음파 세척 처리 시 유기인계 농약의 잔류량이 감소하였다.

5) 가공에 따른 영양적 가치의 변화

가공 처리를 통해 식품 부산물의 위해 요소를 제거하고 안전성을 확보할 수 있으나, 열에 불안정한 기능성 화합물의 파괴나 단백질의 변성 등 영양 성분의 함량이나 기능의 변화로 인해 활용하고자 했던 식품 부산물의 영양적 가치가 훼손될 수 있다. 따라서 식품 부산물의 활용 시에는 생산 직후 뿐만 아니라 활용 직전의 영양적 가치에 대해서 논의할 필요가 있다<Table 4>.

건조 처리 시 공통적으로 총 페놀 화합물 함량(Total Phenolic Content, TPC)과 같은 항산화 화합물 함량과 항산화 활성 그리고 단백질 함량이 감소하는 것으로 나타났다. 콩비지(Soybean okara)를 오븐 건조, 마이크로파 건조, 동결 건조 처리하여 얻은 가루(flour)의 단백질, 회분 함량 차이는 유의하지 않았으며(Guimaraes et al. 2020), BSG에 오븐 건조 처리를 한 경우 동결 건조와 유사하게 냉동에 비해 유의하지 않은 수준에서 페놀 화합물, 단백질, 지방 함량이 감소했다. 이는 건조 중 휘발성 질소 화합물의 손실로 인한 단백질 검출량 감소로 해석되었다(Santos et al. 2003). 사과 껍질에 double drum drying 처리를 한 경우 TPC 함량이 유의하게 감소했으나, 낮은 온도에서는 TPC 함량의 보존율이 높았다(Henriquez et al. 2010; Henriquez et al. 2014), Llavata et al. (2022)의 연구에서는 사과박(apple pomace)의 에탄올 추출물을 20-120°C에서 대류 건조했을 때 80-100°C 사이에서 폴리페놀과 비타민C 함량, 항산화 능력이 가장 높게 나타났다. 이와 같은 항산화 활성에 대한 모순된 결과는 건조 중 열에 불안정한 항산화 화합물의 파괴와 고온 메일라드 반응(maillard reaction)에서의 멜라노이드 합성의 복합적인 영향으로 해석된다.

산 처리 시 나타나는 영양적 변화로는 다음과 같은 것들이 있다. 시트르산-배추 부산물-밀기울(wheat bran) 혼합물의 혐기성 발효 시 수용성 탄수화물 함량이 증가하고 단쇄 지방산 합성이 향상되었으며, 유기산 분해 억제와 아미노산 대사의 상향 조절이 나타났다(Li et al. 2022; Li et al. 2023). BSG와 물의 혼합물에 젖산, 포름산, 아세트산, 또는 벤조산과 같은 화합물을 혼합하였을 때, 영양적 가치는 3개월의 여름 계절 동안 저장 중 보존되었으며 벤조산과 포름산이 특히 효과적인 결과를 보였다(Al-Hadithi et al. 1985).

다만, 영양 성분의 변화만을 기준으로 처리 조건을 결정해서는 안 된다. 특정 조건에서 식품 부산물을 가공했을 때 영양 성분이 잘 보존되거나 유익한 방향으로 변화더라도 식감이나 수분 보유력, 색 등 재료로 활용하기 위한 물리화학적 특성이 저하될 수 있기 때문이다. 사과박의 에탄올 추출물의 대류 건조 처리 시 항산화 활성은 80-100°C 사이에서 가장

높았으나, 팽창력, 수분 및 오일 보유력 등 식품 재료로의 특성은 40-60°C 사이에서 가장 높았다(Llavata et al. 2022). 콩비지에 오븐, 마이크로파, 동결 건조 처리 시 명도(L*) 값은 오븐 건조한 시료에서 높았으며, 건조 온도의 증가는 메일라드 반응에 따른 적색도(a*) 값, 명도(L*) 값의 증가로 이어졌으나, 오븐 건조(70°C) 처리한 시료는 마이크로파 건조를 하거나, 낮은 온도에서 오븐 건조(40°C)한 시료에 비해 유의하게 높은 수분 보유력을 갖는 것으로 나타났다(Guimaraes et al. 2020).

이처럼 식품 부산물을 가공할 경우에는 위생, 영양, 식품 재료로서의 품질 특성이 독립적이지 않으므로 제조하고자 하는 식품의 특성에 따라 처리 조건을 다르게 설정하거나, 여러 처리를 적절히 배치해 종합적으로 활용해야 한다. 또한, 가공된 식품 부산물의 물리화학적 특성에 대한 추가적인 검증 등을 통해 식품 재료로의 실질적인 활용이 가능한지 검토하는 과정이 필요하다.

IV. 요약 및 결론

본고는 음식물 쓰레기에서 비롯한 환경 문제의 해결 방안으로 제안되고 있는 업사이클드 푸드의 현황을 다각도에서 알아봄으로써, 업사이클드 푸드가 한국에서 성공적으로 시장성을 갖추는데 주요한 요인들에 대해 탐색해 보고자 하였다. 그 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

업사이클드 푸드는 폐기되는 식품 부산물을 활용하여 생산하였기에 소비자들의 긍정적 수용을 위해서는 올바른 정의의 수립이 특히 중요하다. 그러나 현재 한국에서는 업사이클드 푸드에 대해 여러 정의가 혼용되고 있으며, 식품 생산 과정에서의 부산물 활용과 관련된 제도의 미비로 업사이클드 푸드 제조 과정에서 어려움을 겪고 있다. 또한, 소비자 친화적 정의의 부재와 부산물이 폐기물 등의 부정적 단어로 표현되는 것으로 보았을 때 업사이클드 푸드에 대한 소비자 인식 측면의 통찰이 부족함을 알 수 있다. 이는 소비자의 부정적 수용을 야기할 수 있어 업사이클드 푸드에 대한 소비자 인식 개선의 필요성이 대두된다. 따라서, 한국에서 업사이클드 푸드 산업의 안정된 성장을 위해서는 사회적, 문화적, 환경적 경험 및 상황을 고려한 새로운 정의의 확립이 필요하다.

업사이클드 푸드는 새롭게 등장하는 식품 유형이기에 최종 소비자인 개인의 인식을 고려해야 목표 시장을 우선적으로 정립할 수 있다. 소비자 인식에 영향을 미치는 요인은 소비자가 중시하는 편익이 무엇인지에 근거하여 결정된다. 소비자 편익은 제품 및 서비스 측면 및 브랜드 마케팅 측면에서 기능적, 경험적 및 정서적, 상징적 및 자아표현적, 그리고 경제적 편익의 4가지 측면으로 분류할 수 있다. 따라서 각 편익에 기초하여 소비자 인식에 영향을 주는 업사이클드 푸드의 소비자 특성들을 정리할 수 있으며, 이들을 적절히 고려하여 업사이클드 푸드의 마케팅에 활용해야 한다.

마지막으로, 업사이클드 푸드의 원재료인 부산물이 식품 원료로 사용되기 위해서는 기존의 부산물 규제에 맞는 까다로운 공정이 필요하다. 이 과정에서 미생물적, 화학적 위해요소 제어를 위해 요구되는 공정의 종류에는 건조, 열처리, 세척 등이 있으며, 이러한 공정 중 영양적 가치의 변화가 일어날 가능성이 존재한다. 따라서 가공하고자 하는 제품에 알맞게 부산물 가공 처리를 적절히 조합하여 사용해야 한다. 그러나, 본고에서 정리한 식품 부산물에 대한 선행 연구들은 가축을 대상으로 한 경우가 많아, 최종 소비 주체가 사람인 업사이클드 푸드를 대표하는 사례라 보기에는 한계가 있다. 따라서 업사이클드 푸드의 원료로 활용할 수 있는 부산물을 확대하기 위해서, 추후 식품 부산물에 대한 위해요소 제어 공정을 다양한 조합 및 조건에서 연구할 필요가 있다. 이러한 연구가 활발히 진행되어 한국에서 업사이클드 푸드의 시장이 활성화되고 그 규모가 확장되기를 기대한다.

저자 정보

김정인(서울대학교 식품영양학과, 학부 학생, 0009-0004-4998-5741),

정승현(서울대학교 식품영양학과, 학부 학생, 0009-0001-8507-7132)

김민재(서울대학교 식품영양학과, 석사과정 대학원생, 0009-0008-3708-1613)

오예원(서울대학교 식품영양학과, 학부 학생, 0009-0004-3554-5198)

김도균(서울대학교 식품영양학과, 교수, 0000-0002-6159-8857)

한성림(서울대학교 식품영양학과, 교수, 0000-0003-0647-2992)

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Aaker DA. 1996. Building Strong Brands. The Free Press, New York, 95-103
- Ahn SH, Oh SC, Choi IG, Han GS, Jeong HS, Kim KW, Yoon YH, Yang I. 2010. Environmentally friendly wood preservatives formulated with enzymatic-hydrolyzed okara, copper and/or boron salts. J. Hazard. Mater., 178(1):604-611
- Al-Hadithi AN, Muhsen AA, Yaser AA. 1985. A study on the possibility of using some organic acids as preservatives for brewer's by products. J. Agric. Water Resour. Res., 4(4):229-242
- Ali H, Khan E. 2018. What are heavy metals? Long-standing

- controversy over the scientific use of the term 'heavy metals'-proposal of a comprehensive definition. *Environ. Toxicol. Chem.*, 100(1):6-19
- Aliyu S, Bala M. 2011. Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. *Afr. J. Biotechnol.*, 10(3): 324-331
- Aschemann-Witzel J, Stangherlin IDC. 2021. Upcycled by-product use in agri-food systems from a consumer perspective: A review of what we know, and what is missing. *Technol. Forecast Soc. Change*, 168(C):120749
- Ayala-Zavala JF, Vega-Vega V, Rosas-Domínguez C, Palafox-Carlos H, Villa-Rodríguez JA, Siddiqui MW, Dávila-Aviña J, González-Aguilar GA. 2011. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Res. Int.*, 44(7):1866-1874
- Bhatt S, Lee J, Deutsch J, Ayaz H, Fulton B, Suri R. 2018. From food waste to value-added surplus products (VASP): Consumer acceptance of a novel food product category. *J. Consum. Behav.*, 17(1):57-63
- Bhatt S, Ye H, Deutsch J, Ayaz H, Suri R. 2020. Consumers' willingness to pay for upcycled foods. *Food Qual. Prefer.*, 86:104035
- Bonifácio-Lopes T, Vilas-Boas AA, Machado M, Costa EM, Silva S, Pereira RN, Campos DA, Teixeira JA, Pintado ME. 2022. Exploring the bioactive potential of brewers spent grain ohmic extracts. *Innov Food Sci. Emerg. Technol.*, 76:102943
- Caldeira C, De Laurentiis V, Corrado S, van Holsteijn F, Sala S. 2019. Quantification of food waste per product group along the food supply chain in the European Union: A mass flow analysis. *Resour. Conserv. Recycl.*, 149:479-488
- Coderoni S, Perito MA. 2020. Sustainable consumption in the circular economy. An analysis of consumers' purchase intentions for waste-to-value food. *J. Clean Prod.*, 252: 119870
- Cullen T, Hatch J, Martin W, Higgins JW, Sheppard R. 2015. Food Literacy: Definition and Framework for Action. *Can. J. Die. Pract. Res.*, 76(3):140-145
- Difonzo G, Troilo M, Allegratta I, Pasqualone A, Caponio F. 2023. Grape skin and seed flours as functional ingredients of pizza: Potential and drawbacks related to nutritional, physicochemical and sensory attributes. *LWT-Food Sci. Technol.* 175:114494
- Eagly AH, Chaiken S. 1984. Cognitive theories of persuasion. *Adv. Exp. Soc. Psychol.*, 17(C):267-359
- Fărcaș AC, Socaci SA, Dulf FV, Tofană M, Mudura E, Diaconeasa Z. 2015. Volatile profile, fatty acids composition and total phenolics content of brewers' spent grain by-product with potential use in the development of new functional foods. *J. Cereal Sci.*, 64:34-42
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. 2019 The State of Food and Agriculture. 1:2-13
- Goodman-Smith F, Bhatt S, Moore R, Miroso M, Ye H, Deutsch J, Suri R. 2021. Retail potential for upcycled foods: evidence from New Zealand. *Sustainability*, 13(5):2624
- Grasso S, Omoarukhe E, Wen X, Papoutsis K, Methven L. 2019. The use of upcycled defatted sunflower seed flour as a functional ingredient in biscuits. *Foods*, 8(8):305
- Guimarães RM, Pereira da Silva MA, Ida EI, Falcão HG, Rezende TAMd, Silva JdS, Alves CCF, Silva MAPd, Egea MB. 2020. Evaluating technological quality of okara flours obtained by different drying processes. *LWT-Food Sci. Technol.* 123:109062
- Gupta S, Chen H, Hazen BT, Kaur S, Gonzalez EDS. 2019. Circular economy and big data analytics: A stakeholder perspective. *Technol. Forecast Soc. Change*, 144(C):466-474
- Gutman J. 1982. A Means-End Chain Model Based on Consumer Categorization Processes. *J Marketing*, 46(2): 60-72
- Henríquez C, Córdova A, Almonacid S, Saavedra J. 2014. Kinetic modeling of phenolic compound degradation during drum-drying of apple peel by-products. *J. Food Eng.*, 143:146-153
- Henríquez C, Speisky H, Chiffelle I, Valenzuela T, Araya M, Simpson R, Almonacid S. 2010. Development of an ingredient containing apple peel, as a source of polyphenols and dietary fiber. *J. Food Sci.*, 75(6):H172-H181
- Heo JH, Moon JS. 1996. Cleaning techniques in the food industry. *Air Clean Technol.*, 9(1):27-44
- Hong JH, Hwang TY. 2016. Quality characteristics of outer leaves of Kimchi cabbage according to various blanching treatment conditions. *Korean J. Food Preserv.*, 23(7):939-944
- Hrynko I, Kaczyński P, Pietruszyńska M, Łozowicka B. 2023. The effect of food thermal processes on the residue concentration of systemic and non-systemic pesticides in apples. *Food Control.*, 143:109267
- Hur WM, Lee WS, Hwang YH, Whang MJ. 2006. Benefit and Commitment Management Strategies to Improve Customer Loyalty in Telecommunication Service Market. *Advert. Res.*, (70):229-255
- Im MH, Ji YJ. 2016. A review on processing factors of pesticide residues during fruits processing. *Appl. Biol. Chem.*, 59(3):189-201
- Jeong KO, Kim SS, Park SH, Kang DH. 2020. Inactivation of *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, and *Bacillus cereus* in roasted grain powder by radio frequency heating. *J. Appl. Microbiol.*, 129(5):1227-1237
- Keller KL. 1993. Conceptualizing, measuring, managing customer-based brand equity. *J. Mark.*, 57(1):1-22
- Kim JH, Yang JY. 2012. Microbial and Physicochemical Characteristics on Raw Cereal for Sunsik by Hot-air Drying Methods. *J. Food Saf. Hyg.*, 27(4):415-419
- Kim JW. 2019. Drying Method of Agricultural Products, Quality Changes due to Drying, Utilization and Excellence of

- Infrared Drying Method. *Food Preserv. Process Ind.*, 18(2):7-15
- Kirchherr J, Piscicelli L, Bour R, Kostense-Smit E, Muller J, Huibrechtse-Truijens A, Hekkert M. 2018. Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecol. Econ.*, 150(C):264-272
- Lee JY, Kim CH, Choi JS, Kim BH, Lim GB, Kim DM. 2012. Development of New Powdered Additive and Its Application for Improving the Paperboard Bulk and Reducing Drying Energy (I)-Analysis of Chemical and Physical Properties of Brewers Grain. *J. Korea TAPPI.* 44(2):58-66
- Li J, Meng Q, Wang C, Song C, Lyu Y, Li J, Shan A. 2023. The interaction between temperature and citric acid treatment in the anaerobic fermentation of Chinese cabbage waste. *J. Clean. Prod.*, 383:135502
- Li J, Meng Q, Xing J, Wang C, Song C, Ma D, Shan A. 2022. Citric acid enhances clean recycling of Chinese cabbage waste by anaerobic fermentation. *J. Clean Prod.*, 348: 131366
- Lim JM. 2010. A Study on the Structural Relationship between Benefit, Consumer-Brand Relationship and Brand Attachment. *J. Manag. Inf. Syst. Rev.*, 29(1):117-144
- Lippman B, Yao S, Huang R, Chen H. 2020. Evaluation of the combined treatment of ultraviolet light and peracetic acid as an alternative to chlorine washing for lettuce decontamination. *Int. J. Food Microbiol.*, 323:108590
- Liu WL, Ko KH, Kim HR, Kim IC. 2012. The Effect of Insoluble Dietary Fiber Extracted from Chinese Cabbage Waste on Plasma Lipid Profiles in Rats Fed a High Fat Diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(1):33-40
- Llavata B, Picinelli A, Simal S, Cárcel JA. 2022. Cider apple pomace as a source of nutrients: Evaluation of the polyphenolic profile, antioxidant and fiber properties after drying process at different temperatures. *Food Chem. X.*, 15:100403
- Lynch KM, Steffen EJ, Arendt EK. 2016. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. *J. Inst. Brew.*, 122(4):553-568
- Maffetone PB, Rivera-Dominguez I, Laursen PB. 2017. Overfat and underfat: new terms and definitions long overdue. *Front. Public Health*, 4:279
- Makov T, Shepon A, Kronos J, Gupta C, Chertow M. 2020. Social and environmental analysis of food waste abatement via the peer-to-peer sharing economy. *Nat. Commun.*, 11(1):1156
- McCarthy B, Kapetanaki AB, Wang P. 2020. Completing the food waste management loop: Is there market potential for value-added surplus products (VASP). *J. Clean Prod.*, 256:120435
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2016. Development of industrial availability of functional muscle strength materials from apple pomace waste. <https://doi.org/10.23000/TRKO201600003506>
- Moshtaghian H, Bolton K, Rousta K. 2021. Challenges for Upcycled Foods: Definition, Inclusion in the Food Waste Management Hierarchy and Public Acceptability. *Foods*, 10(11):2874
- Osorio, L, Florez-Lopez E, Grande-Tovar CD. 2021. The Potential of Selected Agri-Food Loss and Waste to Contribute to a Circular Economy: Applications in the Food, Cosmetic and Pharmaceutical Industries. *Molecules*, 26(2):515
- Park JS, Cha DW, Suh SJ. 2009. An Overview of Food Waste Treatment Methods in Korea. *KJACR Summer Conf Pap.* 427-432
- Park SY, Kang CK, Jeong YS. 2010. A Study on the Definition and Labeling Issues of GMO Foods. *Korea Consumer Agency, Policy Research Report.* 10-11:1-5
- Pasqualone A, Laddomada B, Boukid F, Angelis DD, Summo C. 2020. Use of almond skins to improve nutritional and functional properties of biscuits: An example of upcycling. *Foods*, 9(11):1705
- Perito MA, Coderoni S, Russo C. 2020. Consumer attitudes towards local and organic food with upcycled ingredients: An Italian case study for olive leaves. *Foods*, 9(9):1325
- Perito MA, Di Fonzo A, Sansone M, Russo C. 2019. Consumer acceptance of food obtained from olive by-products: A survey of Italian consumers. *Br. Food J.*, 122(1):212-226
- Peschel AO, Aschemann-Witzel J. 2020. Sell more for less or less for more? The role of transparency in consumer response to upcycled food products. *J. Clean. Prod.*, 273:122884
- Rao M, Bast A, De Boer A. 2021. Valorized food processing by-products in the EU: Finding the balance between safety, nutrition, and sustainability. *Sustainability*, 13(8):4428
- Salvo Monthly. 1994. 「REINER PILZ」. *Salvo Monthly, Germany.* pp 10-14
- Santos M, Jiménez JJ, Bartolomé B, Gómez-Cordovés C, Del Nozal MJ. 2003. Variability of brewer's spent grain within a brewery. *Food Chem.*, 80(1):17-21
- Seberini A. 2020. Economic, social and environmental world impacts of food waste on society and Zero waste as a global approach to their elimination. *EDP Sciences*, 74: 03010
- Siegrist M, Hartmann C, Keller C. 2013. Antecedents of food neophobia and its association with eating behavior and food choices. *Food Qual. Prefer.*, 30(2): 293-298
- So SA, Kim JW, Kim AN, Park CY, Lee KY, Rahman MS, Choi SG. 2016. Effect of Pre-soaking in Salt and Sugar Solutions before Air Drying on Quality Characteristics of Dried Apples. *Korean J. Food Nutr.*, 29(5):808-817
- Song KM. 2020. Current status of research on microbial disinfection of food using ultrasound. *Food Sci. Ind.*, 53(3):277-283
- Spratt O, Suri R, Deutsch J. 2021. Defining upcycled food products. *J. Culin. Sci. Technol.*, 19(6):485-496
- Teigiserova DA, Hamelin L, Thomsen M. 2020. Towards transparent valorization of food surplus, waste and loss:

- Clarifying definitions, food waste hierarchy, and role in the circular economy. *Sci. Total Environ.*, 706:136033
- Wald L. 1999. Definitions and terms of reference in data fusion. In Joint EARSeL/ISPRS Workshop “fusion of sensor data, knowledge sources and algorithms for extraction and classification of topographic objects”. *ISPRS*, 32(7): 2-6
- Yoon CH, Park WC, Kim JE, Kim CH. 1997. Removal Efficiency of Pesticide Residues on Apples by Ultrasonic Cleaner. *Korean J. Environ. Agric.*, 16(3):255-258
- Zhang H, Tsai S, Tikekar RV. 2021a. Inactivation of *Listeria innocua* on blueberries by novel ultrasound washing processes and their impact on quality during storage. *Food Control.*, 121:107580
- Zhang J, Ye H, Bhatt S, Jeong H, Deutsch J, Ayaz H, Suri R. 2021b. Addressing food waste: How to position upcycled foods to different generations. *J. Consum. Behav.*, 20(2): 242-250
- Actbars. 2023. Upcycling. Available form: <https://www.actbars.com/pages/upcycling>, [accessed 2023.07.12.]
- Barnana. 2023. Our Story. Available form: <https://barnana.com/pages/story>, [accessed 2023.07.12.]
- Korea’s official statistics. 2022a. Overall vegetable production performance. Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=114&tblId=DT_114018_001&conn_path=I2, [accessed 2023.04.21]
- Korea’s official statistics. 2022b. Vegetable production (leaf vegetables). Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ET0028&conn_path=I2, [accessed 2023.04.21.]
- Korea’s official statistics. 2023. Fruit processing details. Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=114&tblId=DT_114_2012_S0077&conn_path=I2, [accessed 2023.04.21]
- Ministry of Food and Drug Safety. 2016. Standards and specifications of food (Notice No. 2016-154). Available from: https://www.mfds.go.kr/brd/m_207/view.do?seq=11502, [accessed 2023.04.21.]
- Ministry of Oceans and Fisheries. 2021. Act on Promotion of Recycling of Fishery Products. Available from: <https://www.law.go.kr/LSW//lsInfoP.do?lsiSeq=234033&chrClsCd=010202&urlMode=lsInfoP&efYd=20220721&ancYnChk=#0000>. [accessed 2023.04.21.]
- Pulppantry. 2023. Shark Tank!. Available from: <https://pulppantry.com/pages/shark-tank-pulp-chips>, [accessed 2023.07.12.]
- ReGrained. 2023. What Is Upcycled Food?. Available from: <https://www.regrained.com/blogs/upcyclist/what-is-upcycled-food>, [accessed 2023.07.08.]
- REharvest. 2023. Food up-cycling. Available form: https://reharvestshop.com/INFOFOOD_UPCYCLING, [accessed 2023.07.12.]
- Renewal Mill. 2023. Upcycled Ingredient. Available form: <https://www.renewalmill.com/pages/upcycled-ingredients>, [accessed 2023.07.12.]
- Soynergy. 2023. Okara-based Probiotic Drink. Available form: <https://www.soynergy.com/about-us/>, [accessed 2023.07.12.]
- Theuglyco. 2023. Saving 4.6 million pounds of fruit?!. Available form: <https://www.theuglyco.com/post/saving-4-6-million-pounds-of-fruit>, [accessed 2023.07.12.]
- Toastale. 2023. Rise up for people and the planet. Available form: <https://www.toastale.com/riseup>, [accessed 2023.07.12.]
- Upcycled Food Association (UFA). 2023. Upcycled foods definition. Available from: <https://www.upcycledfood.org/upcycled-food>, [accessed 2023.07.08.]

Received August 8, 2023; revised August 24, 2023; accepted August 31, 2023