유가공품 유래 부산물을 활용한 업사이클 식품 현황

Status of Upcycled Food using Dairy By-Product

정다솔, 장미*(Da-Sol Jung, Mi Jang*)
[1]한국식품연구원 식품표준연구센터

Ⅰ. 서론

우유의 우수한 영양적 가치에 대한 인식 제고가 이루어짐에 따라 우유 산업은 지속적으로 성장해 왔으나 최근 이러한 성장세가 둔화되고 있다. FAO에 따르면 2018년 세계 우유 생산량은 8억 4,200만 톤으로 전년 대비 2.2% 증가하였으나, 2022년 9억 3,000만 톤으로 전년 대비 0.6% 증가하는 수준에 그쳤다(FAO, 2019; FAO, 2023). 낙농진흥회의 원유생산통계에 따르면 우리나라의 우유 생산량은 2018년 약 204만 톤에 달했으나 2023년 약 193만 톤으로 집계되어 지난 5년간 약 5% 가량 감소한 것으로 조사되었다(낙농진흥회, 2024). 우유 생산량은 줄어드는 반면 고소득 국가를 중심으로 유가공품에 대한 수요가 점차 증가하는 것으로 보고되었다. 이들 국가에서는 우유 생산의 대부분이 유가공품으로 전환되어 1인당 평균 유제품 소비량이 21.9kg에 달하며 매년 0.4%씩 증가할 것으로 예상된다(허덕, 2023). 유가공품 산업의 성장배경에는 제품의 형태나 영양성분을 변형하는 것이 용이하다는 특징이 있다. 유가공품은 치즈, 요구르트, 버터, 아이스크림 등 다양한 형태의 제품으로 구성되어 있어 개인의 기호도에 따라 취사선택이 가능하다. 또한 고단백, 저지방, 무지방 등 영양성분을 조절하여 제조할 수 있기 때문에 소비자들의 다양한 영양적 요구를 충족시킬 수 있다. 유가공품의 형태와 영양성분을 조절하는 가공공정 중에는 필연적으로 폐수를 포함한 폐기물이 발생하게 되며 처리장에서 물리화학적 또는 생물학적 처리방법을 통해 처리되는 과정에서 슬러지도 생겨난다(문상재 등, 2017; Ahmad et al., 2019). 유가공 폐수 및 슬러지를 포함한 유가공품 제조 폐기물은 전 세계적으로 연간 약 400~1,100만 톤 가량 발생하고 있으며 유럽에서만 매년 약 2,900만 톤의 유가공품이 버려진다(Mahboubi et al., 2017). 유가공품 제조과정에서 발생한 각종 부산물은 대부분 재활용되지 않고 기본적인 처리를 거쳐 매립되거나 해양에 투기되는 등 다양한 형태로 버려지는데 이러한 방식은 환경오염을 초래할 가능성이 높다. 유가공품 폐기물에 함유된 고농도의 유기물은 화학적 산소 요구량(COD)과 생화학적 산소 요구량(BOD)을 높이기 때문에 폐수처리에 필요한 자원의 투입량도 높인다. 유기물이 다량 포함되어 있을 경우 기본적인 처리를 거쳤더라도 악취를 일으켜 비위생적인 환경을 조성할 수 있으며 자연

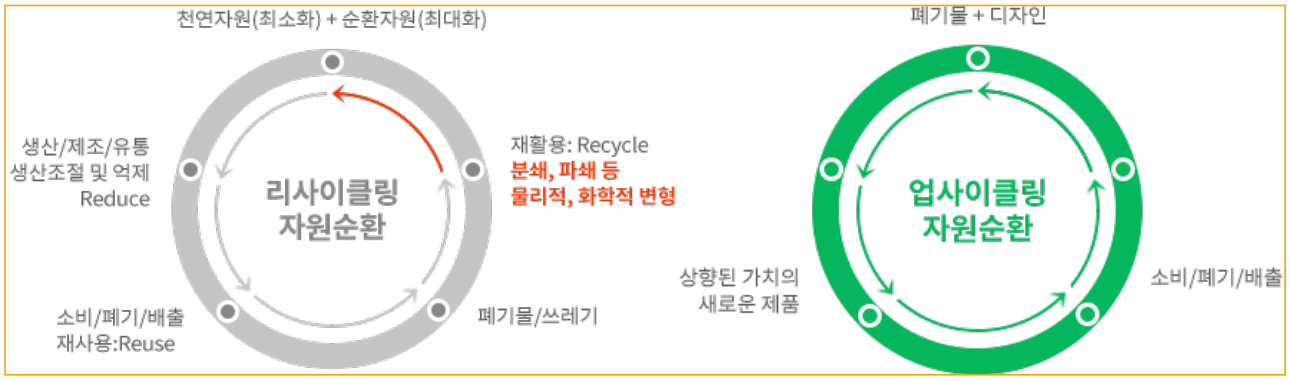
*Corresponding author: Mi Jang
Korea Food Research Institute, 245, Wanju, Korea
Tel: +82-63-219-9417
Fax: +82-63-219-9581
E-mail: jangmi@kfri.re.kr

에 그대로 방류할 경우 부영양화를 유발하고 수생생물의 생존에 위협이 될 수 있다(Ahmad et al., 2019; Das et al., 2009). 유가공품 폐기과정에서 발생할 수 있는 문제점을 해결하기 위해서는 적절한 처리기술과 활용방안이 강구되어야 한다. 따라서 유가공품 폐기물에 새로운 기술을 적용하여 유용한 자원으로 다시 활용하거나 화학적 또는 생물학적 처리 과정을 통해 환경에 무해하면서 안전하게 폐기물을 처리할 수 있는 기술을 개발하기 위한 연구가 이어지고 있다(KR 10-0916154, 2009). 기존의 용도를 다한 물질에 고부가가치를 부여하는 업사이클링 기술은 유가공품 부산물을 새롭게 재탄생시킬 수 있는 대안책 중 하나로 유가공품 부산물을 활용한 업사이클 식품에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 고는 유가공품 산업에서 발생하는 부산물 발생 실태를 살펴보고 이를 활용하기 위해 업사이클링 기술이 적용된 다양한 사례를 분석해 보고자 한다.

Ⅱ. 업사이클, 새로운 가치의 탄생

업사이클(Upcycle)은 정해진 용도로서의 사용이 끝나 가치가 떨어진 물질 또는 소재를 활용하여 새로운 가치가 부여된 다른 제품을 생산하는 것이다. 업사이클(Upcycle)은 '업그레이드(Upgrade)'와 '리사이클(Recycle)'의 합성어로, 가치하락을 수반하는 기존의 재활용 과정의 한계점을 보완하기 위해 고안되었다(농림식품기술기획평가원, 2020; 이선민 등, 2023). 독일 디자이너 Reiner Pilz가 원재료의 변형 없이 단순 디자인 작업을 통해 고부가가치 제품을 생산하는 과정을 제안하면서 업사이클의 개념이 처음 정의되었다. 이후 디자이너 William McDonough와 Michael Braungart가 C2C(Cradle to Cradle) 개념을 제안하면서 업사이클의 개념이 하나의 순환체계로 확장되기 시작했다(샵디 등, 2020). 기존 소재가 동일한 제품의 소재로 재활용되는 것은 기존의 재활용과 유사한 개념이지만, 업사이클은 기존 소재가 새로운 고부가가치 제품의 소재로도 활용될 수 있도록 고안된다. 업사이클 과정에서 기존 원재료는 완전히 새로운 제품으로 변형시키는 것이 아니라, 재료의 가치를 높이는 방식으로 활용된다. 즉, 제품의 생명주기를 단순히 연장하는 것 이상으로 원재료의 가치를 극대화하여 새로운 제품을 만들어내는 것이 업사이클의 핵심이라고 할 수 있다(그림 1). 업사이클의 과정을 통해 생산된 제품은 기존 소재를 폐기하는 대신 활용하여 새로운 제품으로 만들어낸 것이기 때문에 환경오염을 줄이고 자원절감효과를 발생시킨다. 또한 새로운 제품으로 만들어내는 과정에서 창의성과 혁신이 발휘되었기 때문에 단순한 재활용보다 더 높은 부가가치를 창출한다는 장점을 가진다(농림식품기술기획평가원, 2020).

그림 1. 리사이클(Recycle)과 업사이클(Upcycle)의 개념도



출처: 서울새활용플라자. 2024. http://www.seoulup.or.kr/introduce.do?type=Introduction

Ⅲ. 지속가능한 발전을 위한 업사이클 식품

2015년 제 70차 UN 총회에서 경제·사회·환경 분야에 대한 '지속가능발전 목표(Sustainable Development Goals; SDGS)'가 채택되면서 현재와 미래세대 모두의 발전가능성을 보장하기 위한 범지구적 협력이 시작되었다(임원혁 등, 2023). 지속가능발전 목표 12번은 지속가능한 소비와 생산 양식의 보장으로 이를 달성하기 위한 세부목표로써 2030년까지 음식물 쓰레기 발생량을 절반으로 감축하는 것이 수립되었다. UN 환경계획에서 발간한 보고서에 따르면 생산부터 소비의 과정에서 버려지는 음식물 쓰레기의 양이 2022년 한 해 동안만 10억 5천만 톤에 달하며 이는 소비자가 이용할 수 있는 전체 식품의 양 중 약 20%에 해당한다. 이렇게 버려진 음식물 쓰레기는 연간 전 세계 온실가스 배출량의 8~10%를 차지하고 있는데 이는 항공부문의 약 5배 수준에 달한다(United Nations Environment Programme, 2024).

지속가능발전 목표를 달성하기 위한 다양한 노력이 이루어지는 가운데 식품의 생산 및 제조과정에서 발생하는 부산물의 부가가치를 높인 업사이클 식품이 새로운 대안으로 떠오르고 있다. 가치소비에 관심을 가지는 소비자들에게 업사이클 식품은 지속가능한 소비와 환경보호에 기여할 수 있다는 측면에서 각광받고 있으며 원자재 비용이 상승하고 조달이 용이하지 않았던 팬데믹 상황에서 부산물은 식품업계가 선택할 수 있는 유용한 원재료 중 하나로 부상하였다. 이러한 소비자와 업계의 수요가 맞물리면서 업사이클 식품 시장은 급성장하기 시작했다. 시장조사기관인 Allied Market Research에서 발표한 보고서 따르면 전 세계 업사이클 식품 시장의 규모는 2021년 537억 달러로 추정되며 연평균 6.2% 가량 상승하여 2031년 970억 달러 규모에 이를 것으로 예상된다(Allied Market Research, 2023).

Ⅳ. 유가공품 제조공정에서 발생하는 부산물

최근 몇 년 동안 우유 및 유제품의 생산성을 높이기 위한 혁신적인 기술 개발이 이어지면서 유가공품 산업은 엄청난 성장을 이루었으나 동시에 엄청난 양의 폐기물 처리 문제에 직면하게 되었다. 유가공품 산업에서 발생하는 폐기물은 크게 액상의 폐수와 고상의 폐기물 두 가지 형태로 나누어 볼 수 있다(Usmani et al., 2022). 낙농 산업을 비롯한 유가공품 제조 과정 전반에서 발생하는 폐수는 시판 우유와 유사한 성분으로 구성되어 있는데 다량의 유기물과 지방산 및 질소 화합물이 용해되어 있다. 특히 표 1과 같이 카제인, 유당, 유청 단백질 등 우유에서 유래한 유기물이 고농도로 포함되어 있어 폐수처리에 필요한 화학적 산소요구량(COD)과 생물학적 산소요구량(BOD)이 높다(KR 10-0916154, 2009). 또한 질소와 인의 함량이 높을 뿐만 아니라 각종 세제, 소독제, 윤활유를 비롯한 화학물질을 포함하고 있기 때문에 적절한 처리 없이 유가공품 폐수를 방류하는 경우 부영양화를 유발할 수 있다(Ahmad et al., 2019; Awasthi et al., 2022; Das et al. 2016).

유가공품에서 유래하는 주요 부산물로는 유청, 유당 및

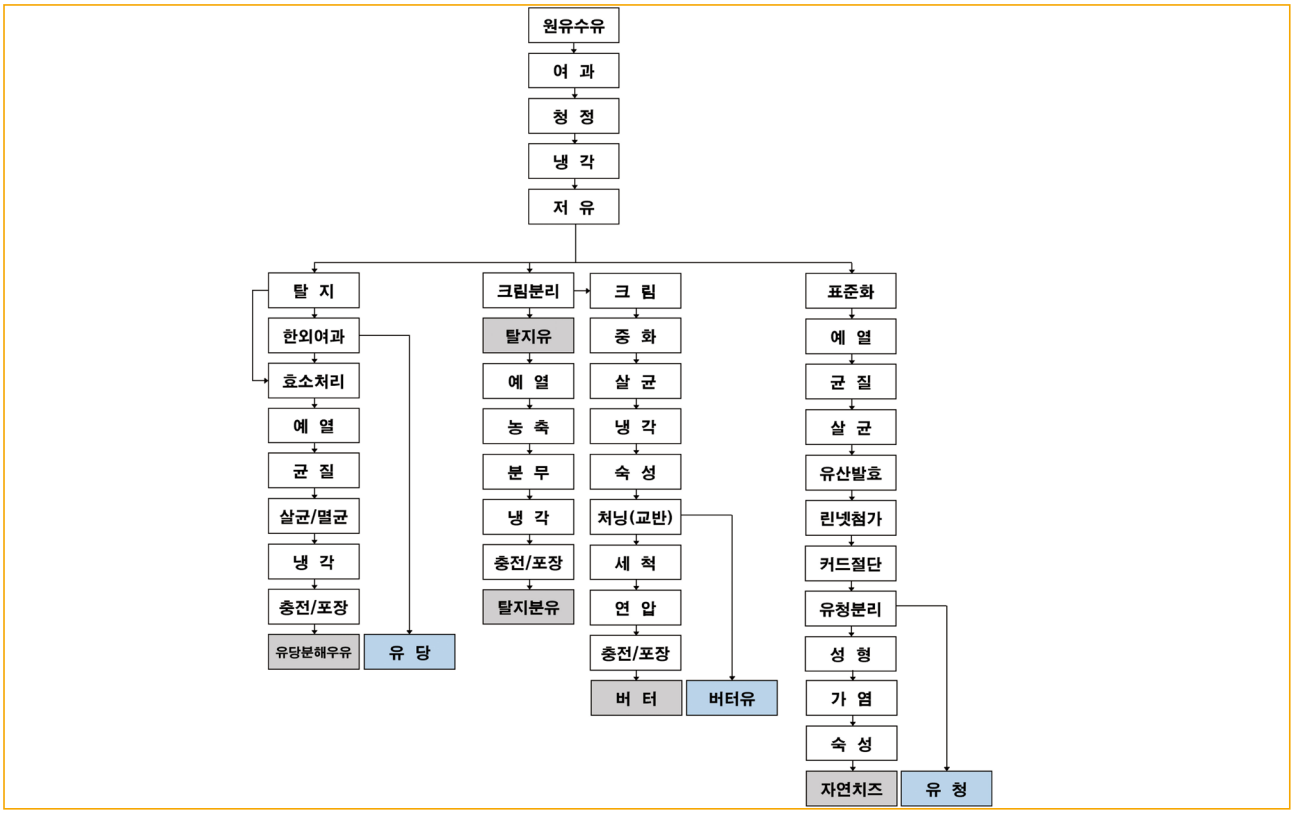
표 1. 유가공품 폐기물 내 주요 영양성분(기준: 100mL)

성분명	함량	성분명	함량
단백질	16g	마그네슘(Mg)	40mg
지방	25g	칼륨(K)	590mg
탄수화물	63g	나트륨(Na)	180mg
회분	3.5g	염소(Cl)	320mg
칼슘(Ca)	680mg	구리(Cu)	320mg
인(P)	340mg	요오드(I)	60ug
철(Fe)	7mg	망간(Mn)	30ug
아연(Zn)	3mg	비타민C	50ug

출처: 임현지, 임사무엘. 2009. 유제품 제조시 발생하는 폐기물의 혐기성 처리방법. KR 10-0916154.

버터유가 있다(그림 2). 이 중 대표적인 부산물은 유청으로 우유를 응고시켜 치즈와 카제인을 생산하는 과정 중에서 발생한다. 유청에는 탄수화물, 지질, 수용성 비타민, 미네랄 및 단백질 등이 여러 가지 영양성분이 포함되어 있는데 이 중 유당 함량이 약 5% 정도로 가장 높고 수용성 단백질이 약 1% 정도로 두 번째로 높은 것으로 보고되었다(Ahmad et al., 2019; Das et al., 2016). 유당은 직접 발효되거나 가수분해될 수 있어 포도당과 갈락토오스를 생성할 수 있고, 단백질은 높은 영양가와 다양한 기능적 특성을 가지고 있어 식품 및 의약품에 널리 사용되고 있다. 유청은 유당과 단백질의 저렴한 공급원으로 활용될 수 있으며 식품, 유제품 및 제약 산업에서 사용된다. 이러한 유당과 단백질의 활용은 유청의 폐기로 인해 발생하는 환경오염 문제를 해소하는 데 도움이 될 수 있다(Das et al., 2016; Jayaprakasha et al., 2005). 유청 외에도 유당분해우유, 유청단백분말 등을 제조하기 위해 거치는 여과공정을 통해 직접적으로 유당 또는 유당이 함유된 유청 막 투과액을 얻을 수 있다. 유당은 환원당으로 고온에서 마이야르 반응을 일으켜 특유의 색과 맛을 부여할 수 있으므로 제과 및 제빵산업에 널리 활용되고 있다. 또는 식품에 직접적으로 이용되는 대신 유산균 배지로 활용되어 유산을 생산하는데 쓰일 수 있다(O'Donoghue et al., 2023). 이외에도 유당은 올리고당의 효소적 생산을 위한 기질로 이용되어 갈락토 올리고당을 비롯한 프리바이오틱스를 생산하거나 타가토스 등 감미료를 생산하는데 활용될 수 있다(Vera et al., 2022). 버터유 역시 유가공품 제조공정에서 발생하는 부산물 중 한 종류인데 버터 가공과정에서 유지방을 분리한 후 얻어지며 약 90% 정도가 수분이다. 이외에도 유당, 단백질, 무기질, 젖산 등도 일부 포함하고 있어 발효공정의 기질로 활용될 수 있다(Faria et al., 2023; Szudera-Kończal et al., 2021). 또한 인지질과 강글리오사이드 함량이 높아 잠재적인 건강기능식품으로 각광받고 있는 유지방구막(milk fat globule membrane; MFGM)을 다량 함유하고 있

그림 2. 유가공품 제조과정에서 발생하는 부산물의 흐름도



어 유지방구막 분말을 생산하는데 이용된다(Raza et al., 2021).

V. 업사이클링 기술의 유가공품 부산물 적용 가능성

유가공품 폐기물에 새로운 기술을 적용하여 부가가치가 부여된 제품을 생산하기 위한 시도가 다각도로 이루어져 왔다. 전기화학적 전략과 생물학적 전략이 결합된 형태의 생체 전기화학 시스템이 주로 활용되고 있는데 미생물 연료전지, 효소 바이오 연료전지, 미생물 담수화 기술, 미생물 전기합성 기술 등이 대표적인 적용 기술이다(Awasthi et al., 2022). 유가공품 폐기물에 이러한 융합기술을 적용함으로써 바이오 디젤(Kavitha et al., 2019), 바이오 에너지(Asunis et al., 2020), 에탄올(Zheng et al., 2022) 등 바이오 연료를 생산할 수 있으며 이외에도 바이오 플라스틱(Tripathi et al., 2021), 바이오 수소, 생체 촉매, 유기 비료, 단세포 단백질, 유기산 등 다양한 물질로 다시 가공될 수 있다(Awasthi et al., 2022). 특히 천연 고분자소재인 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 생분해성 플라스틱으로 유청에 포함된 유당, 단백질 및 지질을 발효시켜 얻을 수 있는 대표적인 고부가가치 산물이다(Tripathi et al., 2021).

바이오 제품 외에도 유가공품 유래 부산물에 업사이클링 기술을 적용한 사례는 산업에서도 쉽게 찾아볼 수 있다. 유가공품 유래 부산물을 이용한 업사이클링 기술과 관련된 국내 특허 현황을 조사한 결과는 표 2와 같다. 소재를 중심으로 살펴보면 국내특허 대부분은 유청을 활용하고 있음을 알 수 있었으며 버터밀크를 사용한 특허는 1건으로 확인되었다. 제품형태를 중심으로 살펴보았을 때, 음료류를 비롯한 액상 제품에 관한 특허가 집중적으로 출원되어 있음을 확인할 수 있었는데 이는 대부분 물로 이루어져 있는 유청을 활용한 연구가 많이 이루어지고 있기 때문인 것으로 추정된다. 특히 유청단백질을 이용하여 단백질을 강화시킨 기능성 음료 제품에 대한 연구개발이 주로 이루어지고 있었다. 또한 유청의 유당을 발효 과정의 기질로 사용하여 발효식품을 개발한 특허도 다수 출원되어 있는데 식초, 막걸리, 발효유, 간장 등에 적용되고 있

표 2. 유가공품 부산물을 활용한 식품 관련 국내 특허

소재	제품형태	제품특성	특허번호
유청단백질 가수분해물	기능성 음료	프로바이오틱 유산균을 첨가하여 항산화 효과를 가지는 기능성 음료 개발	KR-10-0095901, 2009
분리유청단백질	기능성 음료	분리유청단백질 제조공정이 포함된 기능성 단백질 음료 개발	KR-10-0113092, 2019
유청 단백질	기능성 음료	류신 등 특정 아미노산이 강화된 유청 유래 단백질 성분을 포함하는 스포츠 음료 개발	KR-10-0008135, 2023
유청 단백질	기능성 음료	단백질의 유화안정성을 높여 액상화한 단백질 보충용 음료 개발	KR-10-2617671, 2023
유청	막걸리	유청을 이용하여 유당 및 유기산 함량과 기호도를 증진시킨 막걸리 개발	KR-10-0110732, 2016
유청	발효식초	초산균을 접종하여 초산발효된 유청 막걸리 식초 개발	KR-10-1986539, 2019
유청	발효식초	꿀, 누룩 등과 혼합 후 발효시켜 새로운 풍미를 가지는 식초 개발	KR-10-1991655, 2019
유청	발효식초	누룩현미밥과 섞어 아미노산과 유기산 함량이 높은 기능성 발효식초 개발	KR-10-2405387, 2022
유청	발효유	볶음콩가루를 혼합하여 제조한 발효유에 유청단백질을 첨가하여 단백질이 강화된 발효유 개발	KR-10-0145983, 2015
유청	커피	유청과 혼합 후 발효공정을 거친 커피원두를 이용한 커피음료 개발	KR-10-0063235, 2019
유청	간장	고초균과 젖산균을 접종하여 염도가 낮고 생리활성물질이 함유된 기능성 양조간장 개발	KR-10-0104736, 2019
유청	발효종	유산균을 접종하여 제품화 시 보습성과 저장성이 강화된 빵을 만들 수 있는 냉동 발효종 개발	KR-10-0873709, 2008
유청	쿠키	여과공정을 거친 유청을 반죽에 첨가하여 영양과 관능특성을 증진시킨 쿠키 개발	KR-10-0126277, 2023

표 2. 계속

소재	제품형태	제품특성	특허번호
유청분말	치즈	원유에 유청분말을 첨가하여 칼슘함량이 높고 항산화 활성을 가는 기능성 치즈 개발	KR-10-0000825, 2024
유청 막 투과액 또는 분말	갈락토스, 타가토스	유청 막 투과액 또는 분말로부터 갈락토스 및 타가토스 수득	KR-10-0085240, 2013
유청단백질 가수분해물	치료용 조성물	유청단백질에 알칼라아제 효소처리를 통해 얻은 가수분해물로부터 염증질환 예방 또는 치료용 조성물 개발	KR-10-1464592, 2014
유청단백질 가수분해물	치료용 조성물	유청단백질에 알칼리 단백분해효소를 처리하여 얻은 가수분해물로부터 염증질환 예방 또는 치료용 조성물 개발	KR-10-0055670, 2015
유청 단백질	건강기능성 식품 조성물	흑미 추출물을 첨가하여 항산화 및 항염증 기능성을 가지는 건강기능성 식품 조성물 개발	KR-10-0112635, 2021
유청	영아용 영양 조성물	멤브레인 분획기술을 이용하여 영아 영양에 적합한 우유 지질 조성물 개발	KR-10-0111610, 2023
유청 단백질	푸코잔틴 미세분말	유청 단백질로 코팅 또는 캡슐화하여 안정성과 용해성을 증진시킨 푸코잔틴 미세분말 개발	KR-10-0060584, 2017
버터밀크	냉동 젤라틴 디저트	젤라틴, 당, 식이섬유, 검류 등을 첨가하여 냉해동 안정성이 우수한 즉석 섭취 젤라틴 겔 제품 개발	KR-10-0043657, 2013

다. 이외에도 발효종, 쿠키 등 제과제빵 산업에도 업사이클링 기술을 적용한 유청 제품이 활용되고 있음을 확인할 수 있었다. 유청을 활용해 기능성을 강화시킨 각종 조성물을 제조하는 기술도 개발되어 있으며 유청 단백질을 기능성 물질의 캡슐화 소재로 사용하는 사례도 있었다(KR-10-0060584, 2017).

Ⅵ. 유가공품 관련 업사이클 식품 사례

국내 업사이클 식품 시장은 걸음마 단계이나 국외에

표 3. 유가공품 관련 미국 업사이클 인증제품

제품형태	제품명(업체명)	원재료명*	사진
음료	SUPER frau! Cucumber Lime (SUPERFRAU)	유청(우유 포함), 천연 향료, 구연산, 락타아제 효소	
음료 (스포츠용 음료)	GoodSport® Electrolyte Sports Drink-Citrus (GoodSport)	전해질 33%, 비타민 B, 탄수화물, 감귤 등	
음료 (과일주스)	SPARE NONIC BLUEVERRY & GINGER (The Spare Food Co.)	유청(우유 포함), 유기농 블루베리 주스, 꿀, 생강 주스 등	
유가공품 (요거트)	DAIRY-FREE YOGURT ALTERNATIVE (Harmless Harvest)	유기농 코코넛 밀크(정제수, 유기농 코코넛 과육), 유기농 타피오카 전분, 유산균 등	

표 3. 계속

제품형태	제품명(업체명)	원재료명*	사진
유가공품 (대체유)	Barista Blend Sesame milk (The plating hope company)	참깨유(정제수, 참깨 프로틴, 병아리콩 프로틴), 사탕수수, 고올레산 해바라기유, 칼슘 포스페이트, 천연향료, 해바라기 레시틴, 포타슘 포스페이트, 포타슘 시트레이트, 구운 참깨유, 식염, 겔란검, 비타민D[2]	
유가공품 (대체유)	PURIS® Non-Dairy Pea Protein Milk (PURIS)	정제수, PURIS® 콩 단백질, 해바라기씨유, 설탕, 천연향료, 소금, 겔란 검	
유가공품 (푸딩)	Vanilla rice pudding (Petit pot)	전지유, 유크림, 쌀(깨진 쌀 포함), 사탕수수, 바닐라 엑스트랙, 식염, 바닐라빈	
식품첨가물	Bovine collagen peptide (Nura USA LLC.)	소 유래 콜라겐 펩타이드	

* 업사이클 인증 관련 성분은 밑줄로 표시하였음.
출처 : 해당 업체 홈페이지 내 제품을 발췌하여 사용하였음.

서는 업사이클링 기술이 적용된 업사이클 식품을 어렵지 않게 찾아볼 수 있다. 업사이클 제품 시장이 활성화 되어 있는 미국에서는 2019년 10월 업사이클 식품 협회(Upcycled Food Association; UFA)가 결성되어 업사이클 제품을 정의하고 이러한 정의에 부합하는 식품 및 기타 제품에 대해 인증마크를 부여하는 등 적극적인 활동을 펼치고 있다(aTFIS, 2022). UFA는 부산물 등의 원료에서 제품으로 전환된 투입물(Upcycled input(s))이 최종 배합물의 중량 기준으로 95% 이상인 경우는 업사이클 성분(upcycled ingredient; UI)으로 인증하고 10% 이상인 경우는 업사이클 성분이 포함된 제품(Product Containing Upcycled Ingredient(s); PUI)으로 인증하고 있다(Upcycled Food Association, 2022). 2024년 4월 현재 총 83개의 업체가 업사이클 인증을 획득하였으며 이 중 유가공품과 관련한 업사이클 인증 식품은 표 3과 같다(Upcycled Food Association, 2024). 유가공품의 부산물인 유청을 원료로 사용한 제품은 주로 음료 형태를 이루고 있으며 유가공품 외 각종 부산물을 이용하여 유가공품을 만드는 사례도 다수 확인할 수 있었다.

Ⅶ. 결론

유가공품 산업의 확대와 더불어 폐기물 문제가 대두되고 있는 상황에서 유가공품 유래 부산물을 활용하기 위한 시도가 다각화로 이루어지고 있다. 부산물을 폐기하는 대신 업사이클링 기술을 적용하여 새로운 용도로 전환시킨 업사이클 식품은 유가공품 폐기물 문제를 해소할 수 있는 좋은 대안으로 떠오르고 있다. 국내외 업사이클링 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있는 가운데, 미국에서 최초로 업사이클 제품에 대한 인증제도가 만들어지는 등 업사이클 식품 시장이 점차 확대될 것으로 기대된다. 농림축산식품부에서는 전 세계적인 업사이클 식품 산업 동향과 국내 기업들의 수요를 반영하여 업사이클 식품에 대한 한국산업표준의 제정을 준비하고 있다. 표준의 제정을 통해

유가공품 유래 부산물을 비롯한 각종 부산물 활용 업사이클링 기술 개발과 상용화가 촉진될 것으로 예상되며 궁극적으로 탄소중립 실현과 가치소비 확산에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

사사

이 결과물은 2023년도 농림축산식품부 재원으로 '식품 표준화 사업(GE230500-01)'에서 수행된 연구성과입니다.

참고문헌

1. 건국대학교 글로컬산학협력단. 2021. 그릭요거트에서 분리된 유청 단백질에 흑미를 함유하는 항산화 및 항염증 기능성 식품 조성물. KR-10-0112635.
2. 건국대학교 산학협력단. 2009. 유청 단백질 가수분해물과 프로바이오틱(probiotic) 유산균을 첨가한 기능성 음료 및 그의 제조방법. KR-10-0095901.
3. 계명대학교 산학협력단. 2019. 유청발효물을 이용한 기능성 간장의 속성 제조방법. KR-10-0104736.
4. 곽태일. 2019. 유청을 활용한 커피원두 및 커피조성물의 제조방법. KR-10-0063235.
5. 낙농진흥회. 2024. 원유생산통계. Accessed at April 2024. https://www.dairy.or.kr/kor/sub05/menu_01_3_1.php.
6. 농림식품기술기획평가원. 2020. 식품 부산물 업사이클링. 식품R&D심층분석보고서 IPET-04호.
7. 대상웰라이프주식회사. 2023. 유청 단백질을 포함하는 액상 음료 조성물 및 이의 제조방법. KR-10-2617671.
8. 레프리노 퍼포먼스 브랜즈 엘엘씨. 2023. 운동 능력 증진을 위한 단백질-강화 음료. KR-10-0008135.
9. 리치 프로덕트 코포레이션. 2013. 냉동 젤라틴 디저트의 조성물 및 제조 방법. KR-10-0043657.
10. 문상재, 전병철, 최진택, 남세용. 2017. 초음파를 이용한 유가공 슬러지의 가용화. 한국낙농식품응용생물학회지 35(4), 244-248.
11. 샵디, 삼정회계법인. 2020. 2020년 업사이클 소재 환경성·경제성 연구.
12. 서강유업주식회사. 2008. 유청발효액을 이용한 냉동 발효종의 제조방법. KR-10-0873709.
13. aTFIS 식품산업통계정보시스템 식품시장 뉴스레터. 2022. 10월 2주 뉴스레터 – 업사이클링 푸드.
14. 씨제이제일제당(주). 2013. 유청 막 투과액 또는 유청 막 투과 분말로부터 타가토스의 제조 원료가 되는 갈락토스를 제조하는 방법. KR-10-0085240.
15. 아를라 푸즈 에이엠비에이. 2023. 영아 영양에 적합한 신규한 콜레스테롤-풍부 우유 지질 조성물, 제조 방법 및 상기 우유 지질 조성물을 포함하는 영양 조성물. KR-10-0111610.
16. 농업회사법인(주)아침미소. 2023. 유청을 함유한 쿠키의 제조방법. KR-10-0126277.
17. 이선민, 정사무엘. 2023. 축산 부산물 활용을 위한 업사이클링 기술. 축산식품과학과 산업. 12: 20-31.
18. 주식회사 이안홈케어뉴트리션. 2019. 분리유청단백질 함유 음료 및 이의 제조방법. KR-10-0113092.
19. 임원혁, 김선혁, 박혜민. 2023. 지속가능발전 정책 추진방향 연구. 국무조정실.
20. 재단법인 임실치즈과학연구소. 2015. 콩가루와 유청단백질에 의해 단백질이 강화된 발효유의 제조방법. KR-10-0145983.
21. 재단법인 임실치즈과학연구소. 2016. 유청을 포함하는 막걸리 및 이의 제조방법. KR-10-0110732.
22. 재단법인 임실치즈앤식품연구소, 재단법인 전라북도생물산업진흥원, 전라북도 임실군(임실군 농업기술센터장). 2019. 유청

막걸리 식초 및 그 제조방법. KR-10-1986539.
23. 임현지, 임사무엘. 2009. 유제품 제조시 발생하는 폐기물의 혐기성 처리방법. KR 10-0916154.
24. 정인숙, 장만생. 2019. 치즈 발사믹 식초 및 그 제조 방법. KR-10-1991655.
25. 최명순, 백정종. 2022. 아미노산과 유기산 함량이 증대된 기능성 유청 발효식초 및 이의 제조 방법. KR-10-2405387.
26. 충남대학교산학협력단. 2014. 알칼라아제를 이용한 유청 단백질의 가수분해물을 함유하는 염증 질환의 예방 또는 치료용 조성물. KR-10-1464592.
27. 충남대학교산학협력단. 2015. 알칼리 단백분해효소를 이용한 유청 단백질의 가수분해물을 함유하는 염증 질환의 예방 또는 치료용 조성물. KR-10-0055670.
28. (주)포비아워스. 2024. 유청분말을 첨가한 치즈. KR-10-0000825.
29. 한국과학기술연구원. 2017. 유청 단백질 기반의 푸코잔틴 미세분말 및 이의 제조방법. KR-10-0060584.
30. 허덕. 2023. OECD-FAO 축산부문 전망. 세계농업 37-81.
31. Ahmad T, Aadil RM, Ahmed H, Rahman U, Soares BC, Souza SL, Pimentel TC, Scudino H, Guimarães JT, Esmerino EA, Freitas MQ, Almada RB, Vendramel SM, Silva MC, Cruz AG. 2019. Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. Trends in Food Science & Technology 88: 361-372.
32. Allied Market Research. 2023. Upcycled food products market size, share, competitive landscape and trend analysis report by type, by source, by distribution channel: Global opportunity analysis and industry forecast, 2021-2031.
33. Asunis F, De Gioannis G, Dessì P, Isipato M, Lens PN, Muntoni A, Polettini A, Pomi R, Rossi A, Spiga D. 2020. The dairy biorefinery: Integrating treatment processes for cheese whey valorisation. Journal of Environmental Management 276: 111240.
34. Awasthi, Mukesh Kumar, et al. Recent trend2s and developments on integrated biochemical conversion process for valorization of dairy waste to value added bioproducts: A review. Bioresource Technology 344: 126193.
35. Das B, Sarkar S, Sarkar A, Bhattacharjee S, Bhattacharjee C. 2016. Recovery of whey proteins and lactose from dairy waste: A step towards green waste management. Process Safety and Environmental Protection 101: 27-33.
36. FAO. 2019. Overview of Global Dairy Market Developments in 2018.
37. FAO. 2023. Overview of Market and Policy Developments in 2022.
38. Faria DJ, Carvalho APAD, Conte-Junior CA. 2023. Valorization of fermented food wastes and byproducts: Bioactive and valuable compounds. Bioproduct Synthesis, and Applications. Fermentation 9(10): 920.
39. Jayaprakasha HM, Yoon YC. 2005. Production of functional whey protein concentrate by monitoring the process of ultrafilteration. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 18(3): 433-438.
40. Kavitha V, Geetha V, Jacqueline PJ. 2019. Production of biodiesel from dairy waste scum using eggshell waste. Process Safety and Environmental Protection 125: 279-287.
41. Mahboubi A, Ferreira JA, Taherzadeh MJ, Lennartsson PR. 2017. Value-added products from dairy waste using edible fungi. Waste Management. 59: 518-525.
42. O'Donoghue LT, Murphy EG. 2023. Nondairy food applications of whey and milk permeates: Direct and indirect uses. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 22(4): 2652-2677.

43. Raza GS, Herzig KH, Leppäluoto J. 2021. Invited review: Milk fat globule membrane—A possible panacea for neurodevelopment, infections, cardiometabolic diseases, and frailty. Journal of Dairy Science 104(7): 7345-7363.
44. Szudera-Kończal K, Myszka K, Kubiak P, Majcher MA. 2021. Analysis of the ability to produce pleasant aromas on sour whey and buttermilk by-products by mold Galactomyces geotrichum: Identification of Key Odorants. Molecules 26(20): 6239.
45. Tripathi AD, Paul V, Agarwal A, Sharma R, Hashempour-Baltork F, Rashidi L, Darani KK. 2021. Production of polyhydroxyalkanoates using dairy processing waste-a review. Bioresource Technology 326: 124735.
46. United Nations Environment Programme. 2024. Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste.
47. Upcycled Food Association. 2024. Upcycled Products. Accessed at April 2024. https://www.wherefoodcomesfrom.com/upcycled-products
48. Upcycled Food Association. 2022. Upcycled Certified Standard Version 2. Accessed at April 2024. https://library.wherefoodcomesfrom.com/documents/wfcf/verification/upcycled/Upcycled-Certified-Standard-V2-WFCF.pdf
49. Usmani Z, Sharma M, Gaffey J, Sharma M, Dewhurst RJ, Moreau B, Newbold J, Clark W, Thakur VK, Gupta, VK. 2022. Valorization of dairy waste and by-products through microbial bioprocesses. Bioresource Technology 346: 126444.
50. Vera C, Guerrero C, Illanes A. 2022. Trends in lactose-derived bioactives: synthesis and purification. Syst Microbiol and Biomanuf 2: 393-412.
51. Zheng L., Xu Y, Geng H, Dai X. 2022. Enhancing short-term ethanol-type fermentation of waste activated sludge by adding Saccharomycetes and the implications for bioenergy and resource recovery. Journal of Environmental Sciences 113: 179-189.