

클린라벨 소재 및 가공기술 개발을 위한 연구

동향과 IP-R&D 전략

박민경 · 성정민 · 강민철 · 전준영 · 김범근 · 김태경 · 오선민 · 이선민 · 최윤상†

한국식품연구원 가공공정연구단 연구원

Research Trends and IP-R&D Strategies for the Development of Clean-Label Materials and Processing Technologies

Min Kyung Park · Jung-Min Sung · Min Cheoul Kang · Bum-Keun Kim ·
Joon-Young Jun · Tae-Kyung Kim · Seon-Min Oh · Sunmin Lee · Yun-Sang
Choi†

*Researcher, Research Group of Food Processing, Korea Food Research Institute, Wanju 55365,
Korea*

Running title : Analysis of Clean Label Materials and Processing Technology

†**Corresponding Author:** Yun-Sang Choi, Research Group of Food Processing,
Korea Food Research Institute, 245, Nongsaengmyeong-ro, Wanju-gun 55365,
Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8060-6237>

Tel: +82-63-219-9387, Fax: +82-63-219-9076, E-mail: kcys0517@kfri.re.kr

Research Trends and IP-R&D Strategies for the Development of Clean-Label Materials and Processing Technologies

Abstract

Growing consumer awareness of health and safety has accelerated demand for clean label foods characterized by minimal use of synthetic additives. Despite the absence of a globally unified definition or certification system, the clean label market is expanding rapidly and is projected to reach approximately USD 90.5 billion by 2032. This study highlights recent advances in three major research areas of clean label food processing technologies: (i) development of natural preservative materials, (ii) alternative technologies to synthetic nitrites, and (iii) natural seasonings and flavoring agents. Patent analysis further revealed emerging trends such as the use of composite materials to enhance antimicrobial activity, glycation of myofibrillar proteins, plasma-based processing, enzyme-assisted pretreatment, and encapsulation/coating techniques. In addition, current domestic and international regulatory frameworks and IP-R&D strategies are discussed to identify pathways for commercialization and to strengthen global competitiveness. This study is expected to provide a foundation for the Korean food industry to strategically respond to the rapidly evolving clean label market.

Keywords: Clean label, natural additives, processing technology, antimicrobial preservatives, nitrite replacement, IP-R&D strategies

I. 서론

현대 식품산업은 소비자의 건강, 안전, 그리고 투명성에 대한 사회적 요구가 점차 증대됨에 따라 새로운 전환점을 맞이하고 있다(Lee, 2021). 과거 식품 구매의 주요 기준이 가격과 기호성에 집중되었다면, 최근에는 원재료의 출처, 첨가물의 종류, 제조 과정의 투명성 등이 소비자 선택을 좌우하는 핵심 요인으로 부상하였다(Cao & Miao, 2023). 특히 합성첨가물에 대한 사회적 우려가 확대되면서 이를 최소화하거나 배제한 식품, 이른바 '클린라벨(Clean Label)' 식품이 글로벌 시장에서 빠르게 성장하고 있다(Alexandri et al., 2022; Delgado-Pando et al., 2021). 클린라벨은 단순히 무첨가라는 개념을 넘어서 소비자가 직관적으로 이해할 수 있는 원재료 사용, 가공 최소화, 투명한 라벨링(labeling)을 포함하는 포괄적 개념이다(Maruyama et al., 2021). 그러나 아직 국제적으로 합의된 정의나 법적 규제가 마련되지 않았으며, 국가 및 지역별로 상이한 기준이 적용되고 있어 산업계와 소비자 모두에게 혼란을 야기하고 있다(Park et al., 2023). 미국과 유럽에서는 식품 라벨링 가이드라인 개정을 통해 클린라벨 제품의 시장 진입을 장려하고 있으며, 글로벌 식품기업들이 선제적으로 무첨가 및 천연소재 기반 제품을 확대하고 있다(Park et al., 2024). 반면 한국을 비롯한 아시아 국가들은 제도적 기반이 부족하여 소비자 주도의 수요 증가에 대응하는 수준에 머물러 있다. 글로벌 클린라벨 식품 시장은 매년 증가되거나 확대될 것으로 예측되고 있으며, 이러한 성장은 단순한 소비 트렌드를 넘어 식품 제조업체들의 연

구개발(R&D) 방향 전환과 지식재산권(IP, Intellectual Property) 확보 경쟁을 촉진하고 있다. 특히 합성 보존료, 발색제, 향미 증진제 등을 대체할 수 있는 천연소재 개발이 활발히 진행되면서, 특허 출원 건수 역시 꾸준히 증가하고 있다.

본 연구에서는 클린라벨 연구분야를 크게 세 가지 분야로 구분하여 연구하고자 하였다. 먼저, 천연 보존료 소재 개발로서 합성 소브산 및 벤조산을 대체하기 위해 식물 추출물, 미생물 대사산물, 천연 유래 항균 성분이 활용되고 있다(Park et al., 2024). 또한, 합성 아질산염 대체 기술로는 육가공품 저장성과 발색을 담당하는 아질산염의 니트로소아민 형성 문제를 해결하기 위해 근장단백질 당화, 미생물 환원, 플라즈마 처리 등의 신기술이 연구되고 있다(Kim et al., 2017; Kim et al., 2025; Jo et al., 2020; Jung et al., 2017). 마지막으로 천연 조미료 및 향미 소재 개발로 합성 MSG(Monosodium Glutamate)에 대한 소비자의 거부감을 극복하기 위해 대두 발효 조미료, 효소 가수분해 단백질, 복합 발효 향미소재 등에 대한 연구를 분석하였다. 이러한 연구는 단순한 소재 발굴에 그치지 않고, 특허 분석을 통한 IP 기반 전략이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 클린라벨 가공기술 개발의 주요 연구 분야인 천연 보존료, 합성 아질산염 대체, 천연 조미료 및 향미 소재의 최신 연구 동향을 고찰하고, 특허 분석을 통해 도출된 IP-R&D 전략을 제시하고자 한다. 또한 국내외 시장 및 제도 동향을 종합적으로 검토함으로써한국 식품산업이 글로벌 클린라벨 시장에서 경쟁력을 확보하기 위한 발전 방향을 논의하고자 한다.

II. 클린라벨의 정의와 글로벌 동향

클린라벨(Clean Label)이라는 용어는 학술적 또는 법적 정의가 아직 정형화되어 있지 않다. 일반적으로 클린라벨은 합성첨가물 미사용, 소비자가 이해할 수 있는 원재료 표시, 최소 가공 과정 적용을 핵심 요소로 간주한다(Asioli et al., 2017). 그러나 국가별, 지역별, 소비자 집단별 해석이 상이하여 제도적 혼란을 야기할 수 있다(Table 1). 미국 시장에서는 'No artificial, No preservatives, Simple ingredients'와 같이 제품 포지셔닝을 중심으로 정의하는 반면, 유럽은 Food Information Regulation(FIR)을 근거로 원재료와 첨가물 정보를 직관적으로 확인할 수 있는 라벨링을 강조한다(Fransvea et al., 2014). 일본에서는 '무첨가', '천연 유래' 등의 표현이 주로 사용되지만 국제적 표준은 부재하다. 국내에서는 일부 식품표시기준에서 무첨가라는 용어 사용이 제한되므로, '무합성 첨가물', '천연 원료 사용', '그린푸드 인증' 등의 대체 문구가 사용되고 있다. 이러한 제도적 공백은 소비자 혼란뿐만 아니라 기업의 글로벌 진출 시 규제 대응 난이도를 높이는 요인이 되고 있다. 클린라벨 식품 시장은 2010년대 중반 이후 건강 지향적 소비 트렌드와 맞물리며 급격히 성장하였다. 글로벌 시장 조사에 따르면, 2024년 클린라벨 식품 시장 규모는 약 536억 7천만 달러로 추정되며, 연평균 성장률(CAGR) 6.75%를 기록하여 2032년에는 약 905억 달러에 도달할 것으로 전망된다(Gusain, 2024). 북미와 유럽은 시장 성장의 중심지로, 미국의 General Mills, Kellogg's, Nestlé 등 대형 식품기업은 합성첨가물 제거 제품을 대거

출시하여 소비자 기반을 확대하고 있다(Baek, 2016). 유럽에서는 프랑스, 독일, 영국 등에서 무첨가 제품 수요가 폭발적으로 증가하였고, EU의 식품정보 규정 개정을 통해 라벨링 제도가 보완되고 있다. 아시아 지역은 도입이 다소 늦었으나, 최근 중국과 한국에서 소비자의 인식 변화가 가속화되고 있다. 중국 대도시에서는 ‘무첨가’ 제품이 고급 식품 카테고리로 자리 잡았으며, 한국에서는 CJ제일제당, 풀무원, 오리온 등 대기업을 중심으로 무첨가 간편식, 클린라벨 간식류, 가공식품 출시가 활발히 이루어지고 있다.

소비자 연구에 따르면 제품 구매 시 성분표시를 확인하며, 합성첨가물 유무가 구매 결정에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 디지털 환경에 익숙하고 개인의 행복과 이색적인 경험을 중시하며, SNS를 기반으로 강력한 소비 영향력을 보이는 MZ세대는 원재료의 투명성뿐 아니라 지속가능성, 환경 친화성까지 고려하여 구매 결정을 내리는 경향이 강한 것으로 나타났다(Asioli et al., 2017). 클린라벨 식품 선호는 단순히 첨가물 부재를 의미하는 안전성 인식을 넘어, ‘자연스럽고 건강하다’는 상징적 가치와 연결되며, 브랜드 신뢰와 소비자 정체성을 강화하는 핵심 요인으로 작용하고 있다. 미국 식품의약국(FDA)은 ‘Code of Federal Regulations Title 21’ 및 ‘A Food Labeling Guide’를 개정하여 2020년 이후 모든 영양성분표 라벨 규정을 강화하였다. 이에 따라 합성 색소, 인공 감미료, 합성 보존료를 사용하지 않은 제품의 라벨링을 명확히 표시하도록 권장하고 있다(FDA, 2021). EU는 Food Information Regulation(FIR)을 지속적으로 개정하며, 원재료 출처와 첨가물 사용 여

부를 소비자가 쉽게 확인할 수 있도록 하고 있다. 일본은 '무첨가' 표시에 대한 제도적 기준을 마련하고 있으며, 전통 발효식품을 기반으로 한 클린라벨 제품군이 빠르게 성장하고 있으나 국제적 표준화는 미흡하다. 국내에서는 식품위생법상 '무첨가' 표기가 제한되는 경우가 많아 '무합성첨가물', '천연원료 사용' 등의 대체 표현이 활용되며, '그린푸드 인증'과 '스마트푸드 QR' 등 제도를 통해 소비자 신뢰와 알권리 확보를 추진하고 있다(Park et al., 2023).

그러므로 클린라벨 식품은 단순한 첨가물 부재를 넘어, 소비자 신뢰 구축, 브랜드 가치 제고, 지속가능한 식품산업 전환을 상징하는 다차원적 개념이다. 그러나 국가별 정의와 규제가 상이하여, 국제적 통일 기준 부재는 여전히 시장 성장의 한계로 작용한다. 향후 클린라벨 연구와 제도화는 국제표준(CODEX 등)과 연계하여 글로벌 무역 장벽을 해소하는 방향으로 발전이 가능할 것으로 사료된다. 또한 후발 시장인 한국은 소비자 수요에 맞는 제도적 기반 마련과 지식재산권(IP) 기반 기술개발 전략을 통해 글로벌 경쟁력을 확보해야 한다. 본 연구에서는 Table 2와 같이 클린라벨 가공기술의 분류로 나누어서 천연 보존료 소재 개발, 합성아질산염 대체기술 개발 및 천연 조미료 소재 개발과 관련된 특허 등을 분석하고자 소분류로 분류하여 유효 특허 분석을 진행하였다.

145

146

147 **Table 1. Global comparison of clean label definitions, regulations, and market**
 148 **characteristics**

구분	미국 (USA)	유럽 (EU)	일본 (Japan)	한국 (Korea)
정의/개념	법적 정의 없음. 일반적으로 <i>No artificial, No preservatives, Simple ingredients</i> 로 인식	법적 정의 없음. <i>Food Information Regulation (FIR)</i> 기반, ‘직관적 라벨링’ 강조	법적 정의 없음. ‘무첨가(無添加)’, ‘천연 유래’ 중심으로 시장 형성	법적 정의 없음. ‘무첨가’ 용어는 식품표시기준에 서 제한적 허용
규제/정책	<i>CFR Title 21 및 A Food Labeling Guide</i> 개정 → 인공 색소·감미료·보존료 명확 표시 권장	<i>FIR</i> 개정 → 원재료 출처·첨가물 사용 여부 표시 강화, <i>E-number</i> 축소 추진	‘무첨가’ 표시 관련 가이드라인 운영, 전통 발효식품 중심 인증	‘그린푸드 인증’ 도입(저감·친환경 기준), ‘스마트푸드 QR’ 제도 운영
시장 특징	General Mills, Kellogg’s, Nestlé 등 대기업 주도, 대규모 클린라벨 제품군 출시	프랑스·독일·영국 중심, 무첨가·천연소재 제품 수요 급성장	발효식품(간장, 된장 등) 기반의 무첨가 제품 확대	CJ제일제당, 풀무원, 오리온 등 대기업 중심 초기 단계 진입
소비자 인식	‘단순한 성분표 (Simple label)’ 선호, 안전·건강 이미지 강화	직관적 원재료 정보 요구, <i>E-number</i> 기피 경향 뚜렷	‘無첨가’ = 건강·프리미엄 이미지	원재료 투명성, 무첨가 간편식·간식 선호, MZ세대 중심 확산
한계/과제	법적 정의 부재 → 기업 주도적 마케팅 의존	국가별 규제 상이, EU 차원의 조율 필요	국제 표준화 미흡 → 수출 시 규제 장벽	‘무첨가’ 용어 규제 불명확, 글로벌 인증 대응 부족
향후 과제	자율적 기준에서	국제적 통합 표	글로벌 시장 대	국제 기준 연계,

법제화 필요	준 마련(CODEX 연계)	응 위한 규제 조정	IP 기반 기술개 발 및 제도 정 립 필요
--------	-------------------	---------------	-------------------------------

149

150

151

ACCEPTED

152 **Table 2. Results of the overall contract patent processing related to clean label technology**

대분류	중분류	소분류	유효특허 건 수(중복제거)						총 합
			한국	미국	일본	유럽	중국	PCT	
천연 첨가물 소재 클린라 벨가공기술 개발	천연 보존료소 재 개발	항균 효율 증대	90	11	13	7	-	10	131
		가공적성 개선	6	2	4	-	-	-	12
		항균 스펙트럼	11	2	-	-	-	-	13
		기타	-	-	-	-	-	-	-
		소계	107	15	17	7	-	10	156
	합성 아질산염 대체 기술 개 발	천연 아질산염미생물 환원 기술	43	18	11	10	47	11	140
		당화 근장단백질활용 기술	-	-	-	-	5	-	5
		plasma 적용 기술	6	2	-	-	2	3	13
		기타	4	12	9	3	11	6	45
		소계	53	32	20	13	65	20	203
	천연 조미료 소재 개발	효소 처리 기술	13	5	15	3	19	8	63
		캡슐, 코팅 기술	16	44	21	30	31	28	170
		기타	-	-	-	-	-	-	-
		소계	29	49	36	33	50	36	233
	총 합		189	96	73	53	115	66	592

153 키프리스 검색 결과(2025년 7월 검색 결과, <https://www.kipris.or.kr/>)

154

Ⅲ. 천연 보존료 소재 개발 동향

식품첨가물은 식품을 제조, 가공, 조리 보존할 때 맛, 향, 외관, 저장성, 영양 등을 향상시키기 위한 목적으로 사용되는 물질을 말하며, 국내에서는 Table 3과 같이 용도별로 분류하고 있다. 식품산업에서 보존료는 미생물의 증식을 억제하여 저장성과 안전성을 보장하는 핵심적 기능을 수행한다(Awuchi et al., 2020). 그러나 최근 합성 보존료 사용에 대한 두 가지 주요 문제점이 대두되고 있다(Table 4). 우선, 소비자 인식의 변화로서 합성 보존료가 직접적으로 인체에 독성을 유발한다는 과학적 근거는 제한적임에도 불구하고, 화학적 첨가물은 인체에 위해성이 있다라는 인식이 소비자들 사이에 확산되면서 구매 거부 요인으로 작용하고 있다(Shim et al., 2011). 소브산(sorbic acid), 벤조산(benzoic acid), 파라옥시안식향산 에스테르류(parabens)가 GRAS(Generally Recognized As Safe)로 설정되어 있는 합성 보존료로서 안정성과 경제성 및 다양한 미생물에 대한 항균 효과로 인해 오랫동안 식품가공 현장에서 널리 사용되고 있다(Davidson et al., 2005).

둘째는 안전성 논란으로 벤조산은 특정 조건에서 벤젠으로 전환될 수 있다는 가능성이 보고되었으며, 파라벤류의 경우 내분비계 교란물질(endocrine disruptor)로서의 잠재적 위험성이 지적된 바 있다(Jung et al., 2022). 비록 이러한 위험이 실제 위해 수준에 도달하지 않는다고 하더라도, 소비자 불안은 곧 시장 요구로 연결되며 이는 대체 기술 개발의 필요성을 가속화시키고 있다. 이러한 배경에서 합성 보존료를 대

174 체할 수 있는 천연 소재 기반 보존기술 개발은 식품안전 확보와 동시에 소비자 신
175 뢰를 충족시킬 수 있는 필연적 연구 과제로 자리 잡고 있다.

176 천연 항균소재로서 천연 보존기술 연구는 식물 유래, 미생물 유래 및 복합소재 활
177 용으로 구분할 수 있다. 다양한 식물 추출물이 항균 및 보존 효과를 나타내는 것으
178 로 보고되고 있다. 자몽종자 추출물은 플라보노이드와 테르페노이드를 주요 성분으
179 로 하여 대장균 및 황색포도상구균에 대한 항균 활성을 나타낸다(Cvetnic et al.,
180 2004). 녹차 추출물의 카테킨류는 뛰어난 항산화 및 항균 활성을 지니며 음료, 제과
181 류 등에 응용 가능하다(Friedman, 2007). 또한 로즈마리 추출물은 카르노솔(carnosol),
182 로즈마릭산(rosemarinic acid) 등의 페놀류를 함유하여 항산화 및 항균 활성을 발휘
183 하며, 특히 육류 저장성 개선에 효과적인 것으로 보고되었다(De Oliveira et al., 2017).

184 고추 및 겨자 추출물 또한 캡사이신(capsaicin), 아이소싸이오사이안산염
185 (isothiocyanate)을 통해 항균작용을 나타낸다(Cotter et al., 2013). 이러한 식물 추출
186 물은 단독 사용 시 항균 스펙트럼이 제한적일 수 있으나, 혼합 사용 시 시너지 효
187 과를 기대할 수 있다. 실제 최근 특허 출원에서는 복합소재의 항균효과 증진을 목
188 적으로 한 연구가 증가하고 있다.

189 미생물이 생성하는 대사산물 또한 천연 보존제로 주목받고 있다. 대표적으로 박테
190 리오신(bacteriocin)은 *Lactobacillus*, *Pediococcus* 등이 생산하는 단백질성 항균물질
191 로서 리스테리아균을 포함한 다양한 식중독균 억제에 효과적이다(Adams &
192 Nicolaides, 1997). 젖산 및 아세트산과 같은 유기산은 pH 저하를 통해 항균 효과를

193 나타내며 발효식품에서 자연적으로 발견된다(Adams & Nicolaidides, 1997). 리소자임
194 (lysozyme)과 같은 효소는 세포벽 분해를 통해 세균 사멸에 기여하며, 치즈, 맥주
195 등의 저장 안정성을 향상시킨다(Proctor et al., 1988). 이러한 미생물 유래 소재는 전
196 통 발효식품과의 연계성이 높아 소비자 수용도가 크다는 장점이 있다. 천연 보존소
197 재의 한계는 단일 성분의 항균 스펙트럼 제한과 저농도 적용 시 효능 부족에 있다.
198 이를 극복하기 위해 복합소재 및 새로운 공정기술과의 융합 연구가 시도되고 있다.
199 허브 추출물과 유기산의 복합 처리, 플라즈마 공정과 천연 추출물의 병용, 나노에멀
200 전 및 캡슐화 기술을 통한 안정성 및 방출 조절 등이 대표적 사례이다(Misra et al.,
201 2014; McClements, 2011). 이러한 접근은 합성 보존료 대체를 넘어, 기능적으로 동
202 등하거나 우수한 효과를 기대할 수 있는 방향성을 제시한다.

203 천연 보존료 관련 특허 데이터베이스 분석 결과는 Figure 1에 나타내었다. 천연 보
204 존료 관련 특허는 2000년대 이후 꾸준히 증가세를 보이고 있으며, 특히 한국, 일본,
205 미국을 중심으로 활발하게 출원되고 있다. 중국 역시 2010년대 후반부터 급격한 증
206 가세를 나타내고 있다. 기술적 분류별로는 항균 활성 증진을 위한 혼합·효소·발효
207 기반 기술, 가공적성을 개선하기 위한 제형화 및 추출 효율 증진 기술, 항균 스펙트
208 럼 확장을 위한 조합 기술 등이 주요 흐름으로 파악된다(Table 5). 출원 주체별로는
209 한국은 연구기관과 중소기업 중심, 일본은 Ajinomoto, Takasago 등 조미료·향료 기
210 업, 미국은 Givaudan, General Mills 등 다국적 기업이 주도하고 있다. 중국은 출원량
211 은 많으나 단순 조성물 특허가 다수라는 한계가 확인되었다. 이러한 결과는 현재

천연 보존료 분야가 복합처리 및 제형화 관련 특허는 산업적 적응성이 높아 향후 상용화 가능성이 클 것으로 판단된다.

따라서 천연 보존료 소재 개발은 단순히 합성 보존료의 대체 수준을 넘어, 소비자 신뢰 확보와 지속가능한 식품산업 구현이라는 측면에서 중요한 의미를 갖는다. 그러나 여전히 해결해야 할 과제도 존재하며, 원료의 생산지, 계절, 가공방법에 따라 활성 성분의 함량 변동성이 커 안정적 품질 확보가 어렵다는 점과 일부 식물 추출물은 향미 변화로 인해 소비자 기호도를 저하시킬 수 있다는 점이다. 특히 합성 보존료 대비 높은 비용 구조가 산업 적용의 장벽으로 작용한다는 점이다(Gyawali & Ibrahim, 2014). 그럼으로 향후 연구 방향은 캡슐화 및 나노에멀전 기반 제형화 기술 개발, 소재 혼합 및 복합공정 최적화, 국제적으로 통용 가능한 안전성 및 효과성 검증 시스템 마련에 집중되어야 할 것이다. 이를 통해 천연 보존료는 단순 대체재를 넘어, 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 핵심 기술로 발전할 가능성이 크다.

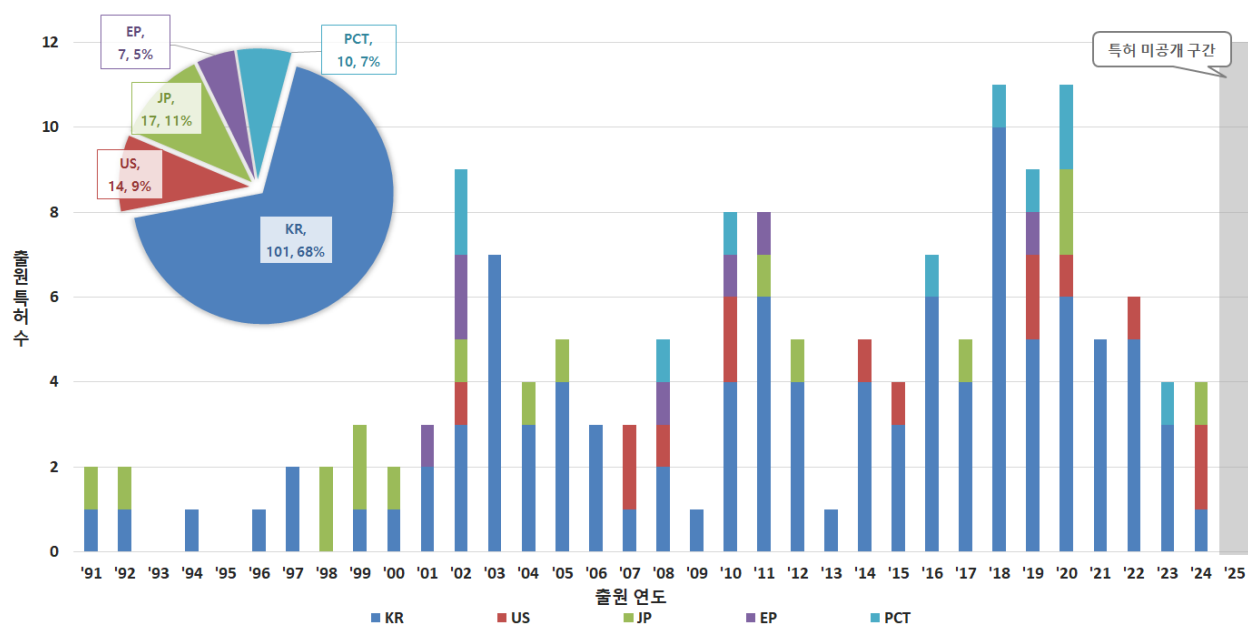


Figure 1. Patent application status by year and country related to natural preservative material technology.

Table 3. Food additive classification system

No	용도	정의
1	감미료	식품에 단맛 부여
2	고결방지제	식품의 입자 등이 서로 부착되어 고형화되는 것을 감소
3	거품방지제	식품의 거품 생성을 방지하거나 감소
4	껌기초제	적당한 점성과 탄력성을 갖는 비영양성의 씹는 물질
5	밀가루 개량제	밀가루나 반죽에 첨가되어 제빵 품질이나 색 증진
6	발색제	식품의 색 안정화, 유지 또는 강화
7	보존료	미생물에 의한 품질 저하 방지, 식품의 보존기간 연장
8	분사제	용기에서 식품을 방출시키는 가스
9	산도조절제	식품의 산도 또는 알칼리도 조절
10	산화방지제	산화에 의한 식품의 품질 저하 방지
11	살균제	식품 표면의 미생물을 단기간 내에 사멸 시키는 작용
12	습윤제	식품이 건조되는 것을 방지
13	안정제	두 가지 또는 그 이상의 성분을 일정한 분산 형태로 유지
14	여과보조제	불순물 또는 미세한 입자를 흡착하여 제거
15	영양강화제	식품의 영양학적 품질 유지, 손실된 영양소 복원, 영양 강화
16	유화제	섞이지 않는 두 가지 또는 그 이상의 상을 균질하게 섞음
17	이형제	식품의 형태를 유지하기 위해 원료가 용기에 붙는 것 방지
18	응고제	식품 성분을 결착 또는 응고, 과일 및 채소류 조직을 유지
19	제조용제	식품의 제조 가공시, 촉매, 침전, 분해, 청징등의 역할
20	젤형성제	젤을 형성하여 식품에 물성 부여
21	증점제	식품의 점도 증가
22	착색료	식품에 색을 부여하거나 복원
23	추출용제	유용한 성분 등을 추출하거나 용해
24	충전제	식품 보호 목적으로 위해 포장 용기에 주입시키는 가스
25	팽창제	가스를 방출하여 반죽의 부피 증가
26	표백제	식품의 색을 제거
27	표면처리제	식품의 표면을 매끄럽게 하거나 정돈
28	피막재	식품 표면에 광택을 내거나 보호막 형성
29	향료	식품에 특유한 향 부여, 제조과정 중 손실된 본래 향 보강
30	향미증진제	식품의 맛 또는 향미 증진
31	효소제	특정한 생화학 반응의 촉매작용 유도

234 *출처: 식품의약품안전처, 식품첨가물 분류체계(2017)

보존료분류(47종)				
식품공전 등재(28종)		식품공전 미등재(11종)		기타 원료(8종)
ε-폴리리신	소브산칼슘	초산칼슘	감귤류 추출물	감초 추출물
나타마이신	아질산나트륨	파라옥시안식향산메틸	겨자 추출물	리소짐
니신	아황산나트륨	파라옥시안식향산에틸	고추 수성 추출물	변성 호프 추출물
데히드로초산나트륨	안식향산	프로피온산	녹차 추출물	비타민 C
메타중아황산나트륨	안식향산나트륨	프로피온산나트륨	로즈마리추출물	유카추출물
무수아황산나트륨	안식향산칼륨	프로피온산칼슘	맹종죽추출물	이리단백
무수아황산	안식향산칼슘		무 추출물	키토산
빙초산	자몽종자추출물		복합 황금 추출물	포도종자추출물
산성아황산나트륨	질산나트륨		양배추 추출물	
소브산	질산칼륨		올리브잎추출물	
소브산칼륨	차아황산나트륨		히노키티올	

237 *출처: 한국클러스터산업진흥원, 천연소재를 활용한 제품적용현황(2025)

238 Table 5. List of representative patents for the natural preservative material development

No	국가	권리	소분류	세세분류	출원번호	발명의 명칭	출원인
1	US	등록	가공적성	-	<u>10/493436</u>	Mixture of Propionibacterium jensenii and Lactobacillus sp. with antimicrobial activities for the use as natural preservation system	Eidgenossische Technische Hochschule Zurich
2	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2005-0053874</u>	천연 살균제 및 이의 제조방법	(주)창해에탄올
3	KR	등록	항균 효율 증대	신규 소재	<u>10-2006-0030619</u>	복합천연방부제	바이오스펙트럼(주)
4	KR	등록	항균 효율 증대	생물전환 기술 활용	<u>10-2008-0045080</u>	유산균을 이용한 마늘 발효액을 함유하는 천연 향균제	(주)리스나 한국생명공학연구원
5	KR	등록	가공적성	-	<u>10-2010-0032677</u>	마과 식물로부터 식품용 천연 향진균 소재의 제조방법	(주)다인소재
6	US	등록	항균 효율 증대	신규 소재	<u>12/768529</u>	Antimicrobial Compositions and Related Methods of Use	Jeneil Biosurfactant Company, Llc
7	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2011-0058425</u>	백작약 추출물, 육계 추출물 및 오배자 추출 물을 유효성분으로 함유하는 천연 식품 보존제	동국대학교

8	KR	등록	가공적성	-	<u>10-2013-0164149</u>	오배자 추출물을 유효성분으로 하는 천연 식품 보존제 및 이의 제조방법과 그 조성물	(주)엠알이노베이션
9	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2014-0018967</u>	녹차잎추출물을 이용한 발효식품 보존제의 제조방법과 그 조성물	남부대학교
10	KR	등록	가공적성	-	<u>10-2014-0051742</u>	토복령 추출액을 함유하는 천연 보존제의 제조 방법	(주)다인소재
11	KR	등록	항균 효율 증대, 항균 스펙트럼	복합 소재	<u>10-2014-0072133</u>	용아초추출물, 황련 추출물 및 용정차 추출물을 함유하는 천연 복합 방부제 조성물	(주)모아캠
12	KR	등록	항균 효율 증대, 항균 스펙트럼	복합 소재	<u>10-2014-0072134</u>	백호은침추출물, 후박 추출물 및 가자 추출물을 함유하는 천연 복합 방부제 조성물	(주)모아캠
13	KR	등록	가공적성	-	<u>10-2015-0077546</u>	로즈마리 조성물을 함유하는 천연보존료의 제조 방법	(주)다인소재
14	KR	등록	항균 효율 증대, 항균 스펙트럼	복합 소재	<u>10-2015-0172558</u>	식물 추출물을 포함하는 천연 방부제 조성물	가톨릭대학교

15	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2015-0187576</u>	시트러스 추출물 또는 자몽종자추출물을 함유하는 항균 조성물, 및 이를 포함하는 애완동물 위생용 제제	(주)서울식연
16	KR	등록	항균 효율 증대	신규 소재	<u>10-2016-0034864</u>	까마중추출물을 포함하는 천연 식품 보존제 조성물	(재)전남바이오진흥원
17	KR	등록	항균 효율 증대, 항균 스펙트럼	복합 소재	<u>10-2016-0035301</u>	황금 추출물을 포함하는 복합 천연 방부제 및 그 제조방법	(주)루바마바이오랩
18	KR	등록	항균 효율 증대, 항균 스펙트럼	복합 소재	<u>10-2016-0102613</u>	식물 복합 추출물을 유효성분으로 함유하는 천연 방부제 조성물	(주)에스디생명공학
19	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2017-0102639</u>	천연 암반수와만다린농축액을 이용한 천연 방부제 제조방법	(주)아리바이오
20	JP	등록	가공적성	-	<u>2017-219886</u>	천연 식물성 살균제 및 그 제조 방법	Huang Baiyuan
21	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2018-0000211</u>	폴리리신을포함하는 천연항균제 조성물및 이를 식품에 이용하는 방법	(주)다인소재
22	KR	등록	항균 효율 증대	생물전환 기술 활	<u>10-2018-0055222</u>	매실 발효물을포함하는 천연 항균조성물의 제조방법 및 그 제조방법에 따라 제조된 천연	국민대학교

용				항균조성물		
23	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2018-0090618</u>	내건성곰팡이 제어를 위한 항진균천연 정유 조성물 고려대학교
24	KR	등록	항균 효율 증대	신규 소재	<u>10-2018-0152860</u>	비수리 추출물을 포함하는 천연 방부제 조성물 충청남도
25	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2018-0158276</u>	로즈마리, 계피 및 지방산을 포함하는 복합 천연 항균제 및 그 제조방법 (주)제이스에프아이
26	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2018-0172182</u>	로즈마리추출물 및 아스코르브산류를유효성분으로 함유하는 항균용 조성물 (주)다인소재
27	KR	등록	항균 스펙트럼	-	<u>10-2019-0089606</u>	벼 티옥시레독신유사-단백질을 주성분으로 함유하는 천연 항진균 단백질 조성물 국립생태원
28	JP	등록	가공적성	-	<u>2020-506286</u>	살균 또는 바이러스 불활성화제 조성물및 살균 또는 바이러스 불활성화 효력 증강 방법 Dainippon Jochugiku
29	JP	등록	가공적성	-	<u>2020-046775</u>	살균제 조성물및 살균 효력 증강 방법 Dainippon Jochugiku
30	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2020-0109405</u>	천연 항균 조성물 (주)포스코
31	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2022-7012973</u>	로즈마리 추출물, 배양된 덱스트로스 및 완충된 식초 사이의 상승작용적 향미생물성 효과 칼라마주 홀딩스, 인크.
32	KR	등록	항균 효율 증대	복합 소재	<u>10-2020-0144244</u>	미성숙 사과 추출물과 고활성칼슘을포함하는 한국식품연구원

					천연 식품보존제	
					편백나무추출물, 자몽씨 추출물 및 발아현미	
33	KR	등록	항균 효율 증대 복합 소재	<u>10-2021-0012062</u>	추출물을 유효성분으로 함유하는 천연복합방부제	계명대학교
34	KR	등록	가공적성	-	<u>10-2021-0097386</u>	저장기간을 향상시키는 천연항균제의 제조방법
35	KR	등록	항균 스펙트럼	-	<u>10-2021-0131725</u>	자몽씨추출물을 유효성분으로 포함하는 항균 조성물
36	KR	등록	항균 효율 증대	생물전환기술 활용	<u>10-2022-0008876</u>	항균 및 항산화활성이 증진된 녹차 추출물의 제조방법, 이에 따른 녹차 추출물 및 이의 용도
37	KR	등록	항균 효율 증대 복합 소재		<u>10-2011-0011826</u>	식물 추출물을 포함하는 항진균조성물
38	US	심사 중	신규 소재, 항균 효율 증대 생물전환 기술 활용		<u>17/432332</u>	AN ORGANIC, NATURAL ANTIMICROBIAL PRESERVATIVE FOR MEAT PRODUCTS VenkataSatyaSarveswaraSairamKuchimanchi
39	KR	등록	항균 효율 증대 복합 소재		<u>10-2020-0104078</u>	그램 양성균, 그램 음성균 그리고 진균류에 대해 항균효과가 있는 식품소재 허브추출물을 포함하는 천연 항균 조성물 및 이의 제조방법
40	KR	심사 중	항균 효율 증대 복합 소재		<u>10-2024-7024726</u>	항균 천연 조성물 바이오-엑티브즈 시너지오 리미티드

41	KR	심사 중	항균 효율 증대 복합 소재	<u>10-2022-0037291</u>	시트러스 계열 과일 추출물을 유효성분으로 포함하는 항균용 조성물	(주)소울네이처푸드
42	KR	심사 중	항균 스펙트럼 -	<u>10-2022-0184040</u>	무기계항균제 및 유기계항균제 혼합형 하이브리드 항균 코팅제 제조 방법 그리고 이를 이용한 코팅 방법	삼상이엔지(주)
43	KR	심사 중	항균 효율 증대 신규 식물 소재	<u>10-2023-0105843</u>	갓을 이용한 식품용 천연 보존료 및 그 제조 방법	(주)이은
44	KR	심사 중	항균 효율 증대 생물 전환 기술 활용	<u>10-2023-0131837</u>	곡물 또는 곡물 가공품을 위한 천연 복합 보존제	(주)비에스티
45	US	심사 중	항균 효율 증대, 신규 소재 가공적성	<u>18/624398</u>	HIGH-EFFICACY NATURAL PRESERVATIVES	Bioveritas, Llc
46	KR	심사 중	항균 효율 증대 복합 소재	<u>10-2024-0151362</u>	항균 기능성 마리네이드 소스 및 이의 제조 방법	국립창원대학교

IV. 합성 아질산염 대체 기술

아질산염(nitrite)은 오랫동안 육가공 산업에서 핵심적인 기능을 수행해 온 식품첨가물이다(Zhang et al., 2023). 발색 효과 측면에서 아질산염은 근육 단백질의 미오글로빈(myoglobin)과 반응하여 안정적인 적색색소인 니트로소미오글로빈(nitrosomyoglobin)을 형성함으로써 육제품의 선명한 붉은색을 부여한다(Honikel, 2008). 항균 효과로서 아질산염은 클로스트리디움 보툴리눔(*Clostridium botulinum*)과 같은 혐기성 세균의 성장과 독소 생성을 억제하여 식품 안전성을 확보한다(Kim et al., 2025). 또한, 항산화 효과를 통해 지방산화를 억제함으로써 저장성과 풍미를 개선하는 기능을 갖는다(Sorour et al., 2023). 그러나 아질산염은 고온 가열(특히 130~180 °C 이상) 및 산성 조건에서 아민류와 반응하여 니트로소아민(nitrosamine)을 형성할 수 있으며, 이는 실제로 니트로소아민이 발생할 확률이 극히 적음에도 불구하고 소비자들이 걱정하고 있는 발암물질로 알려져 있다(Kim et al., 2025). 이로 인해 WHO, FAO 및 각국 식품안전기관은 아질산염 사용량을 엄격히 규제하고 있으며, 소비자들 사이에서도 아질산염을 포함한 육제품 섭취에 대한 불안이 확산되고 있다. 따라서 합성 아질산염을 대체할 수 있는 천연 또는 비합성 기반 기술 개발은 식품산업에서 시급한 과제로 부상하고 있다.

합성아질산염을 생물전환 기술을 활용하여 천연 아질산염을 생성하는 기술이 개발되었다(Hwang et al., 2015). 셀러리, 시금치, 비트 등 일부 채소는 질산염(nitrate)을

다량 함유하고 있으며, 이를 *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus* spp.이 환원하여
아질산염으로 전환할 수 있다(Choi et al., 2017; Kim et al., 2017; Jo et al., 2020). 이러
한 원리를 활용한 천연 발효 기반 아질산염 생성 기술은 합성 첨가물의 사용을 줄
이고, '천연 발효 유래'라는 긍정적 소비자 이미지를 제공한다. 그러나 발효 조건에
따라 아질산염 생성량의 편차가 크고, 과도한 질산염 잔류 가능성이 있어 안전성
관리가 필요하다. 최근 연구에서는 근장단백질(myofibrillar protein)의 당화 반응
(Maillard reaction)을 활용하여 아질산염의 발색 효과를 대체하는 방법이 제안되었
다. 당화 반응은 단백질과 당류 간의 상호작용으로 새로운 발색 화합물을 생성하며,
육제품의 색상 안정성을 높일 수 있다(Kim et al., 2022, Zhang et al., 2024). 또한 당
화 단백질은 보수력(water-holding capacity)과 탄력성(texture)을 향상시켜 조직감 개
선에도 기여한다(Arihara et al., 2021). 이는 아질산염 대체 효과와 동시에 품질 향상
을 가능하게 하는 기술적 장점이 있다. 비열 플라즈마(non-thermal plasma) 기술은
최근 식품가공 분야에서 살균, 발색, 기능성 부여를 위한 차세대 공정으로 주목받고
있다(Jung et al., 2015). 플라즈마 처리 과정에서 생성되는 반응성 질소 및 산소종
(reactive nitrogen and oxygen species, RNS/ROS)은 육제품 내 질산염·아질산염 생성
을 촉진하거나 발색을 개선할 수 있다(Misra, & Jo, 2017). 화학적 첨가물 없이 물리
적 처리만으로 효과를 구현할 수 있다는 점에서 혁신적이지만, 산업화 단계에서는
장치 비용과 처리 균일성이 과제로 남아 있다.

IR R&D 측면에서는 합성 아질산염 대체 기술 관련 특허는 2010년대 이후 급격히

증가하였으며, 특히 2021년에 출원 건수가 정점을 기록하였다. 국가별 동향을 살펴 보면, 중국과 한국이 전체 특허의 절반 이상을 차지하여 아시아권에서 연구가 활발히 진행되고 있음을 확인할 수 있다. 기술별 특허 동향을 보면, 채소 분말을 활용한 발효 기반 아질산염 생성 기술이 가장 많은 비중을 차지한다. 당화 단백질 활용은 아직 초기 단계지만 발색 및 조직감 개선을 목적으로 일부 특허가 출원되었으며, 플라즈마 기술은 출원 건수는 적으나 향후 신흥 기술로 성장할 가능성이 크다. 합성 아질산염 대체 기술은 단순히 아질산염 사용량 감소에 국한되지 않고, 소비자 안전성과 육제품의 기호성을 동시에 확보해야 하는 복합적 과제이다. 천연 발효 기반 아질산염은 가장 현실적 대안으로 평가되지만, 균일성과 안전성 측면에서 보완이 필요하다. 근장단백질 당화와 플라즈마 기술은 혁신적 접근이지만 아직 연구개발 단계에 머물러 있으며, 산업적 적용을 위해서는 공정 최적화와 표준화가 필수적이다.

따라서 향후 연구는 발효공학·미생물학·플라즈마 공정 등 다학제적 융합 연구, 국제적으로 인정될 수 있는 안전성 검증 및 규격화, 비용 효율성 확보를 통한 산업화 기반 구축에 집중되어야 한다. 나아가 IP-R&D 전략을 통해 차별화된 특허 포트폴리오를 형성하는 것이 글로벌 경쟁력 확보에 핵심적일 것이다.

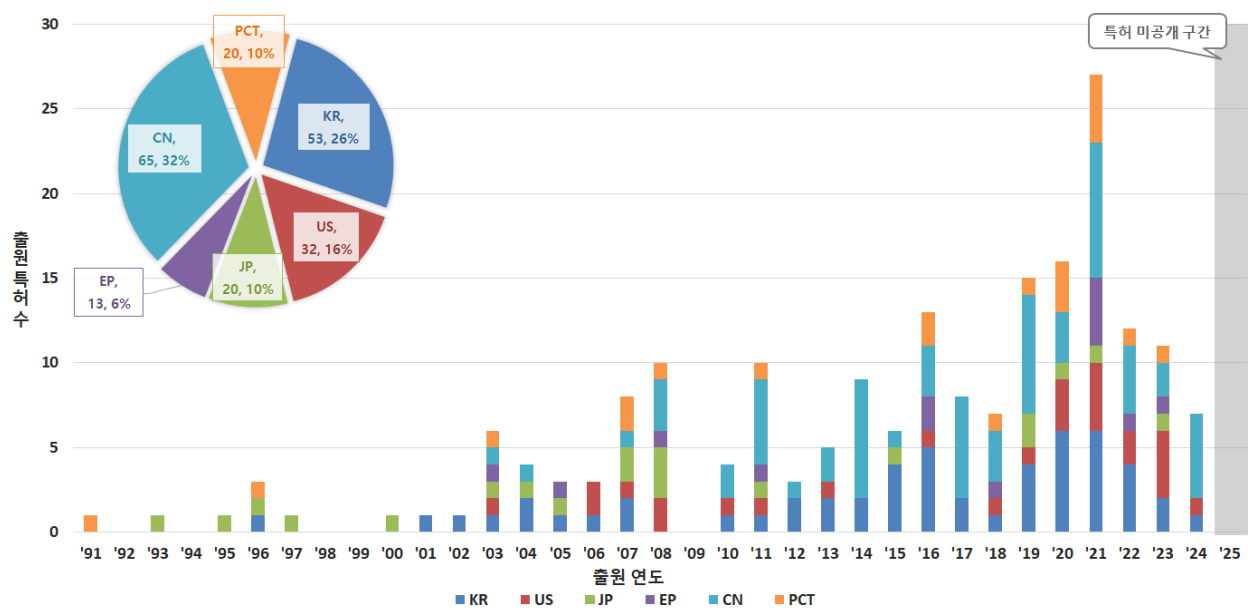


Figure 2. Patent application status by year and country related to synthetic nitrite replacement technology.

297 **Table 6. List of representative patents related to the development of synthetic nitrite replacement technology**

No	국가	권리	소분류	출원번호	발명의 명칭	출원인
1	KR	등록	plasma 처리	<u>10-2014-0067665</u>	아질산 이온 농도가 유지된 플라즈마 처리수의 제조방법	한국과학기술원 서울대학교
2	KR	등록	plasma 처리	<u>10-2015-0027737</u>	플라즈마 처리수를이용한 합성 아질산염무첨가육제품의제조 방법 및 상기 방법으로 제조된 육제품	한국과학기술원 서울대학교
3	KR	소멸	plasma 처리	<u>10-2015-0029641</u>	플라즈마를이용한 육가공식품 처리 방법 및 플라즈마 장치	주식회사 플라즈맵
4	KR	등록	plasma 처리	<u>10-2017-0120438</u>	플라즈마를이용하여 식물 추출물 또는 식물 분쇄물내 아질 산 이온을 생성하는 방법	충남대학교
5	KR	등록	plasma 처리	<u>10-2019-0130823</u>	플라즈마 처리한 채소 및 난백의 혼합물을 포함하는 아질산 염대체제	서울대학교 충남대학교
6	US	심사중	plasma 처리	<u>17/760550</u>	System and Method for Preserving Red Meat by Plasma Active Water (PAW) Vacuum Packaging	SouthChinaUniversity of Technology
7	CN	거절	plasma 처리	<u>2021-10276227</u>	Method for reducing nitrite content in roast meat and cooperatively improving quality of roast meat	Chinese Academy of Agricultural Sciences
8	CN	취하	당화 근장단백질	<u>2021-10747362</u>	Preparation of glycosylated nitrosohemoglobinand application of glycosylated nitrosohemoglobin in emulsified intestines	Northeast Agricultural University

V. 천연 조미료 소재 개발

글루탐산나트륨(Monosodium Glutamate, MSG)은 20세기 초 일본에서 개발된 이후 전 세계적으로 가장 널리 사용된 합성 조미료로, 단백질을 구성하는 아미노산 글루탐산(glutamic acid)의 나트륨염이다(Wang & Adhikari, 2018). MSG는 강력한 감칠맛(umami)을 부여하여 다양한 가공식품에서 풍미 증진제로 활용되어 왔다. 그러나 1969년 보고된 “중국음식 증후군(Chinese Restaurant Syndrome)” 논란 이후, MSG가 두통, 피로, 심계항진 등의 증상을 유발할 수 있다는 주장이 소비자 사이에 확산되면서 부정적 인식이 형성되었다(Lavine, 2007). 이후 다수의 연구에서 MSG의 직접적 위해성을 뒷받침하는 과학적 근거는 제한적임이 밝혀졌음에도 불구하고, 여전히 많은 소비자들은 MSG-free 제품을 선호하고 있다. 이는 MSG 자체의 안전성보다는 합성첨가물 전반에 대한 소비자의 불신이 클린라벨 식품 수요로 이어진 결과로 해석된다(Marques et al., 2018). 이에 따라 식품산업에서는 MSG의 기능을 대체할 수 있는 천연 조미료 소재 개발이 중요한 연구 과제로 부각되고 있다.

천연 조미료 및 향미 소재는 주로 발효 기반 조미 소재, 효소 처리 단백질 가수분해물, 식물성 풍미 소재로 구분할 수 있다(Table 2). 발효는 전통적으로 풍미 증진에 활용되어 왔으며, 최근 클린라벨 연구에서도 핵심적 역할을 수행하고 있다. 대두 단백질 발효시켜 생성된 펩타이드와 아미노산은 감칠맛을 부여하며, 일본의 간장·소유(soy sauce), 한국의 간장, 동남아시아의 피시소스(fish sauce) 등이 대표적인 사례이다. 또한 쌀, 보리, 다시마, 미역 등 곡물 및 해조류의 발효 과정에서 글루탐산과

317 핵산 관련 풍미 성분이 증가한다. 최근에는 곰팡이, 효모, 젖산균을 조합한 신규 발
318 효 소재 개발이 활발하게 이루어지고 있으며, 다양한 풍미 프로파일을 확보하는 데
319 기여하고 있다(Amaliah et al., 2024). 단백질을 효소로 가수분해하면 다양한 펩타이드
320 와 아미노산이 생성되어 풍미 증진 효과를 나타낸다. 대두 단백질 가수분해물은 글
321 루탐산과 아스파르트산이 풍부하게 생성되어 감칠맛을 강화하며, 최근 연구에서는
322 어류 및 곤충 단백질 가수분해물이 지속가능한 단백질 자원으로 주목받아 식품 풍
323 미 소재로 활용될 가능성이 검토되고 있다. 특히 발효 과정에서 미생물이 생산한
324 효소를 결합한 가수분해 기술은 풍미 성분의 극대화를 가능하게 하며, 클린라벨 식
325 품 개발에 중요한 접근법으로 평가된다(Gasparre et al., 2025). 효모 추출물(Yeast
326 extract)은 IMP, GMP 등의 뉴클레오타이드와 아미노산을 함유하여 감칠맛을 강화하
327 며, 양파, 마늘, 토마토 등의 채소 분말 및 추출물도 천연 향미 성분을 제공하여 조
328 미료 대체 소재로 활용 가능하다. 또한 곡물 발효 추출물에서 생성되는 몰트올
329 (maltol) 및 퓨란류는 고소하고 단맛 나는 풍미를 부여하여 식품 제품의 기호성을
330 향상시킨다(Leonard et al., 2023). 천연 조미료는 저장 및 가공 과정에서 변질이나 휘
331 발의 한계를 가지므로, 캡슐화(encapsulation) 및 이중코팅(double coating) 기술이
332 연구되고 있다(Garavand et al., 2021). 캡슐화는 풍미 성분을 다당류, 단백질, 지질 등
333 의 매트릭스에 포집하여 안정성을 향상시키고, 특정 조건에서 방출되도록 설계한다.
334 이중코팅 기술은 수용성·지용성 코어를 이중 구조로 형성하여 단계적 풍미 방출을
335 가능하게 한다. 이러한 기술은 펫푸드, 인스턴트 식품, 냉동·레토르트 식품 등에서

336 풍미 유지 및 저장 안정성 확보에 활용되며, 쓴맛 및 잡미 마스킹 기능도 제공한다
337 (Nedovic et al., 2011).

338 천연 조미료 및 향미 소재 관련 특허 분석 결과는 Figure 3에 나타내었다. 천연 조
339 미료 및 향미 소재 관련 특허들은 2000년대 중반 이후 꾸준히 증가하였으며, 2019
340 년 이후 활발히 특허출원 되고 있다. 주요 출원국은 미국, 유럽, 일본, 한국, 중국이
341 며, 기술 분류는 효소 처리, 캡슐화·코팅, 발효+효소 처리+캡슐화 등 복합 기술로
342 구분된다. 미국과 유럽의 글로벌 기업은 효소 처리와 캡슐화 기술 중심의 특허를
343 보유하고 있으며, 일본은 MSG 대체 및 발효 풍미 소재 관련 특허를 다수 출원하였
344 다(Table 7). 한국에서는 한국식품연구원과 일부 기업이 효소 처리 대두 단백질 및
345 복합 발효 소재 관련 특허를 확보하였으며, 중국은 최근 효모 추출물 및 식물 발효
346 소재 관련 출원이 급증하였다(Mattos & Speziali, 2017).

347 천연 조미료 및 향미 소재 개발은 단순한 합성 MSG 대체를 넘어, 소비자 기호성과
348 클린라벨 시장 확대라는 두 가지 목표를 동시에 충족해야 한다. 연구 동향을 살펴
349 보면, 전통적 발효 소재뿐만 아니라 곤충 단백질, 미세조류, 신규 발효 미생물 등
350 지속가능한 자원의 활용이 증가하고 있다. 산업적 측면에서는 캡슐화·이중코팅 기술
351 을 활용하여 풍미 안정성과 저장성을 확보하고 있으며, 향후 연구로는 원료 변동성
352 관리, 비용 효율성 확보, 풍미의 다양성과 안정성 확보가 포함되어야 할 것으로 사
353 료된다. 또한 이러한 과제 해결을 위해 발효공학, 효소공학, 제형화 기술의 융합형
354 연구가 필수적이며, 이는 향후 클린라벨 식품 산업의 경쟁력 확보에 중요한 역할을

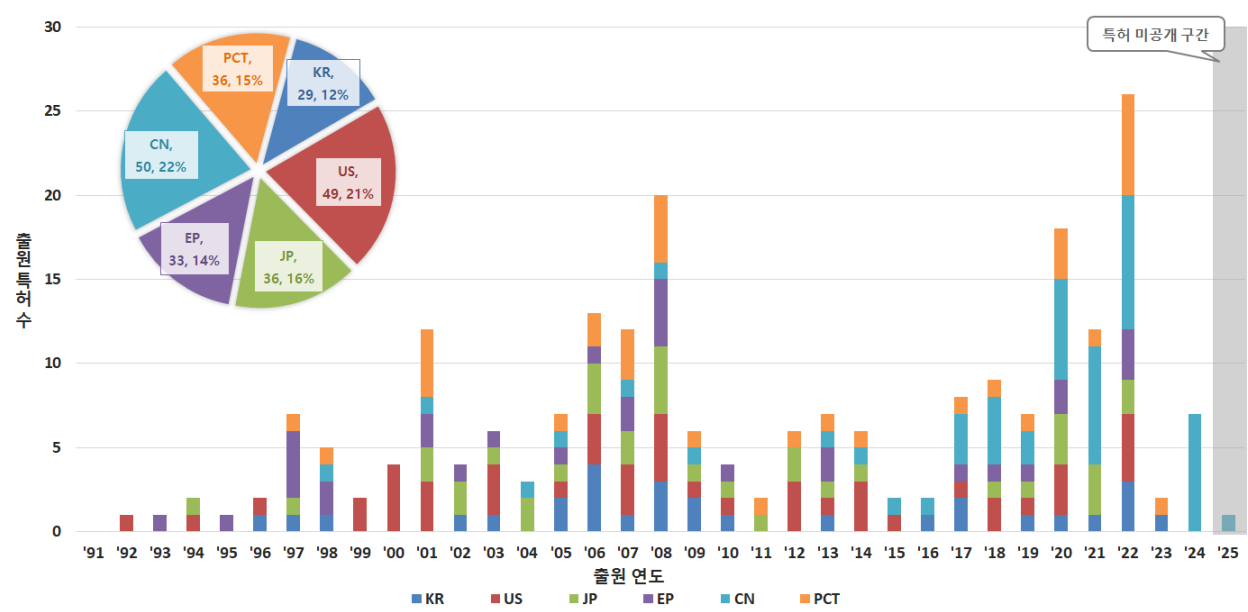
355 할 것으로 기대가 된다.

356

357

358

ACCEPTED



360

361 **Figure 3. Patent application status by year and country related to the**
362 **development of natural seasoning materials technology.**

363 **Table 7. List of representative patents related to the development of natural seasoning materials**

No	국가	권리	소분류	세세분류	출원번호	발명의 명칭	출원인
1	JP	취하	효소 처리 기술	전처리 기술	<u>1998-528429</u>	향미 증강제	DSM
2	JP	취하	효소 처리 기술	전처리 기술	<u>2002-230637</u>	초단파 가공 대두와 비지의 재가공에 의한 건강 식품	Nakamura Teruo
3	KR	등록	효소 처리 기술	전처리 기술	<u>10-2009-0133092</u>	코쿠미가증강된 저분자대두 펩타이드제조방법	샘표(주)
4	KR	소멸	효소 처리 기술	전처리 기술	<u>10-2013-0027229</u>	염미증진 펩타이드	(주)농심
5	CN	거절	효소 처리 기술	전처리 기술	<u>2017-10242303</u>	Method for removing soybean peptide bitter by composite protease	RonghaiBiotech
6	CN	취하	효소 처리 기술	전처리 기술	<u>2019-10280238</u>	Preparation method for peptide-containing whole coarse cereals powder, and pulp liquid, thick pulp and whole powder prepared by the same	Xia Jianwei
7	CN	등록	효소 처리 기술	전처리 기술	<u>2020-10931192</u>	Preparation method and application of stable calcium ion chelation peptide	Jiangnan University
8	US	소멸	캡슐화, 코팅 기술	-	<u>09/269763</u>	Embedding and encapsulation of controlled release particles	VL TechnologiesInc General Mills Inc
9	US	소멸	캡슐화, 코팅 기술	-	<u>09/423044</u>	Encapsulated material with controlled release	Institute Voor Agrotechnolgoi- Schonderzoek
10	JP	취하	캡슐화, 코팅 기술	-	<u>2001-063328</u>	조절된 방출성을 갖는 캡슐화된 물질	Haarmann& Reimer

						GmbH
11	KR	거절 캡슐화, 코팅 기술	-	<u>10-2002-0010340</u>	다당류 및 단백질 물질로 미세캡슐화된지용성 항산화제 및 그의 제조 방법	(주)국순당 장판식
12	KR	소멸 캡슐화, 코팅 기술	-	<u>10-2006-0083269</u>	고분자 전해질 복합체를 포함하는 전달체의 제조 방법	서울향료(주)
13	US	등록 캡슐화, 코팅 기술	-	<u>15/625340</u>	Polysaccharide delivery particle	Trucapsol
14	JP	등록 캡슐화, 코팅 기술	-	<u>2019-539178</u>	건조 하이드로겔 코겔	Nestle S.A.
15	CN	등록 캡슐화, 코팅 기술	-	<u>2018-11303241</u>	Slow-release microsphere and protein glycosylation inhibitor slow-release system as well as preparation and application thereof	Jiangxi Academy of Agricultural Sciences
16	US	등록 캡슐화, 코팅 기술	-	<u>18/021552</u>	Three-layer fruit or vegetable preservative film with temperature-controlled release under mechanical driving power, and preparation method thereof	Jiangsu University
17	KR	등록 캡슐화, 코팅 기술	-	<u>10-2022-0153038</u>	저분자 콜라겐의 서방형 방출 및 체내 흡수를 증진을 위한 키토 산기반 마이크로캡슐의 제조 방법	연세대학교 (주)뉴트렉스 테크놀로지
18	KR	등록 캡슐화, 코팅 기술	-	<u>10-2023-0034028</u>	온도 감응성 젤라틴-알긴산 하이브리드 조성물 및 이를 포함하는 미세캡슐	연세대학교
19	CN	등록 캡슐화, 코팅 기술	-	<u>2024-10477676</u>	Hydroxypropylmethylcellulose film forming composition and application thereof	Shandong Healsee Capsule

VI. 특허 기반 IP-R&D 전략

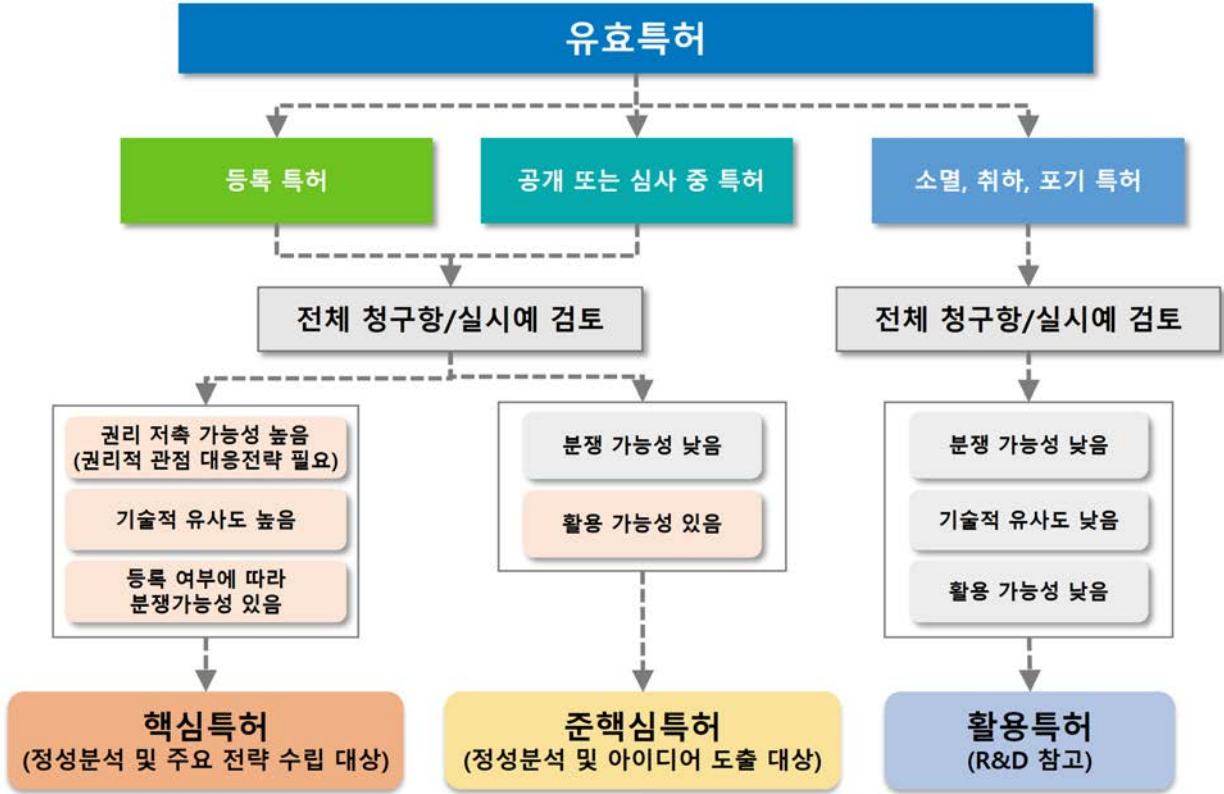
본 연구에서는 클린라벨 가공기술의 특허 동향을 분석하고자 유효특허를 Figure 4와 같은 방법으로 분석하였고, 이를 토대로 IP-R&D 전략의 필요성과 방향성을 제시하고자 하였다. 식품산업은 오랫동안 경험적 기술과 제조 노하우에 기반하여 성장해 왔으나, 최근 클린라벨 트렌드 확산과 글로벌 경쟁 심화로 인해 지식재산권 (Intellectual Property, IP)의 중요성이 크게 부각되고 있다(Park, 2022). 단순히 연구개발(R&D) 성과를 확보하는 것만으로는 시장 경쟁력을 담보하기 어려우며, 특허 분석을 기반으로 연구 방향을 설정하는 IP-R&D 접근이 필수적이다. 특허 출원 추세를 분석한 결과는 클린라벨 기술 분야는 주요 영역에서 뚜렷한 성장을 나타내었다. 천연 보존료 소재는 2000년대 이후 지속적으로 증가하였으며, 특히 한국과 일본에서 복합소재 및 제형화 관련 특허가 활발히 출원되었다. 합성 아질산염 대체 기술은 2010년대 후반 이후 급격한 증가세를 보였는데, 중국과 한국이 발효·환원 기반 기술을 중심으로 선도하고 있으며, 플라즈마 처리 기술은 신흥 영역으로 주목받고 있다. 천연 조미료 및 향미 소재 분야는 2019년 이후 글로벌 기업을 중심으로 효소 처리 및 캡슐화 기술 관련 특허가 급격히 늘어나고 있다. 이러한 결과는 클린라벨 기술이 단순 소재 발굴에서 나아가 제형화, 복합공정, 안정화 기술로 확장되고 있음을 시사한다. 출원 주체별로 살펴보면, 한국은 CJ 제일제당, 한국식품연구원, 일부 중소기업이 주요 출원 기관으로 확인되었으며, 일본은 Ajinomoto, Takasago 등이 발효

383 및 향미 기술 중심으로 활발히 특허를 보유하고 있다. 미국과 유럽은 Givaudan,
384 General Mills와 같은 다국적 기업이 대규모 IP 포트폴리오를 형성하여 글로벌 시장
385 을 선점하고 있으며, 중국은 최근 다수의 조성물 특허를 확보했으나 기술 성숙도
386 측면에서는 여전히 검증 단계에 머물러 있다. 이는 한국 식품산업이 아직 글로벌
387 선도 기업과의 격차를 좁혀야 할 필요성이 크다는 점을 보여준다.

388 특허 분석 결과, 천연 보존료의 복합 처리 기술이나 아질산염 대체를 위한 플라즈
389 마 공정 특허는 핵심 특허는 아니지만, 산업적 확장 가능성이 높아 향후 연구개발
390 의 seed 기술로 활용될 수 있다. 그럼으로 현재 시점에서 한국 식품산업은 이러한
391 준핵심 특허를 적극적으로 활용해 새로운 IP 포트폴리오를 구축하는 전략이 필요하
392 다. IP-R&D 전략적 측면에서 볼 때, 권리 회피 전략(Freedom-to-Operate, FTO)이 요
393 구된다. 이미 특정 추출 용매나 미생물 균주에 대한 특허가 존재하는 경우는 이를
394 회피하기 위해 대체 추출 방식이나 신규 균주를 활용하는 연구 설계가 필요하다.

395 기술 포트폴리오 다각화가 중요하고, 단일 특허만으로는 기술 보호 효과가 제한적
396 이므로 소재 개발, 공정 기술, 제형화, 응용 분야까지 아우르는 권리망을 구축해야
397 장기적인 경쟁력을 확보할 수 있다. 또한, 글로벌 특허 환경 대응이 필수적으로 클
398 린라벨 시장이 글로벌 차원에서 확대되고 있는 만큼, 한국 내 특허만으로는 한계가
399 있으며 주요 수출국에 대한 동시 출원 전략과 함께 다국적 기업의 IP 장벽을 피해
400 새로운 니치(niche) 영역을 발굴해야 한다. 그럼으로 클린라벨 가공기술에서 특허
401 기반 R&D 전략은 특허 분석을 통해 연구개발의 방향성을 확보하고 시장성과 경쟁

수준을 사전에 평가할 수 있다. 권리 회피 전략을 통해 상용화 과정에서 법적 분쟁
가능성을 최소화할 수 있고, 글로벌 특허 확보를 통해 국내 기업이 다국적 기업과
경쟁할 수 있는 기반을 마련할 수 있다. IP-R&D 전략은 기업 단위의 성과를 넘어
국가 차원의 기술 경쟁력 제고와 식품산업 생태계 발전에도 기여할 수 있다.
따라서 클린라벨 가공기술 분야에서 IP-R&D는 선택적 요소가 아니라, 필수적 요소
로 자리매김하고 있다. 한국 식품산업은 연구자·기업·정부가 협력하여 특허 기반의
혁신 생태계를 조성함으로써, 글로벌 시장에서 지속 가능한 경쟁력을 확보해야 할
것이다.



413 Figure 4. Criteria for deriving core patents

Ⅶ. 향후 연구 및 산업적 전망

본 연구에서는 클린라벨 가공기술의 최신 연구 동향과 산업적 적용 가능성을 고찰하고자 하였다. 클린라벨은 단순히 합성첨가물을 제거하는 차원을 넘어서 소비자가 신뢰할 수 있는 자연 기반의 기능적 대체 기술 개발을 핵심 목표로 하고 있다. 특히, 이러한 기술적 발전은 식품과학 단일 분야의 연구만으로는 한계가 있으며, 다양한 학문 간의 융합적 접근이 필요함을 확인하였다. 발효공학과 미생물학의 융합은 클린라벨 기술에서 가장 활발히 연구되는 분야로서, 미생물 발효를 통해 천연 아질산염을 생성하거나 항균 물질을 생산하는 기술은 육가공품의 저장성과 안전성을 동시에 확보할 수 있다. 또한 특정 균주의 활용은 풍미 증진에도 기여할 수 있어서 합성 향미 증진제를 대체할 수 있는 가능성을 제시하였다. 나노기술과 제형공학은 천연 보존료 및 향미 성분의 안정성을 높이는 데 중요한 역할을 하는 것으로 조사되었다. 천연물은 일반적으로 불안정성과 휘발성이 높은 단점이 있으나, 나노 캡슐화(encapsulation) 기술을 활용할 경우 제어 방출(controlled release) 및 저장 안정성을 확보할 수 있다. 이는 합성 보존료와 비교하여 경제적 부담이 크다는 한계를 극복할 수 있는 방향성을 제시하였다. 플라즈마 및 비열(non-thermal) 가공 기술은 살균, 발색, 기능성 부여와 같은 물리적 처리 대안으로 주목받고 있다. 기존의 합성 아질산염이 담당하던 발색과 항균 기능을 플라즈마 공정으로 대체할 수 있다는 연구 결과는 클린라벨 기술 상용화의 중요한 돌파구가 될 수 있다. 시스템 생물학과 오믹스 기술의 접목은 복합 발효 과정에서 생성되는 다양한 대사산물을 규명하고

434 최적화하는 데 기여할 수 있다. 이를 통해 기능성 소재의 대량 발굴이 가능하며 클
435 린라벨 가공기술을 과학적으로 정립할 수 있는 기반을 마련할 수 있다.

436 그러나 현재 클린라벨 산업의 가장 큰 문제점은 국제적으로 합의된 정의와 표준의
437 부재이다. 미국과 유럽은 자율 규제와 라벨링 가이드라인을 통해 간접적으로 관리
438 하고 있으나, 국가 간 규정 불일치는 국제 무역에서 시장 진입 장벽으로 작용할 수
439 있다. 따라서 CODEX Alimentarius와 같은 국제 표준화 기구를 중심으로 통일된 규
440 정 마련이 시급하며, 한국 역시 이를 연계한 클린라벨 인증제도를 구축할 필요가
441 있다. 산업적 측면에서 클린라벨 가공기술의 상용화 확대를 위해서는 연구실 수준
442 의 효능 검증을 넘어 대량생산 및 공정 최적화를 통해 실제 식품 제조에 적용 가능
443 한 기술 확보가 필요하다. 또한, 천연소재의 높은 비용 문제를 해결하기 위해 원료
444 공급망 안정화와 공정 효율화가 필수적이다. 또한 글로벌 시장 진출 전략 역시 중
445 요하다. 한국 기업은 내수 시장에 한정되지 않고 아시아 및 세계 시장을 목표로 제
446 품 포트폴리오를 확장해야 하며, 이를 위해 주요 수출국의 규제 환경을 지속적으로
447 모니터링하여 대응 전략을 수립할 필요가 있다. 클린라벨 식품산업에서의 특허분석
448 을 통한 연구방향을 도출하고자 하였으며, 소비자 감각 특성을 반영한 기호성 연구,
449 저장성 및 안전성에 대한 장기 모니터링, 곤충 단백질, 미세조류, 식품 부산물 등
450 지속가능한 원료 다변화, 지식재산권(IP) 기반의 혁신 생태계 조성 등이 제시될 수
451 있다. 그럼으로 다각적 연구와 산업적 노력이 결합되어 클린라벨 가공기술은 단순
452 한 식품 트렌드가 아니라 지속가능하고 투명한 미래 식품산업의 핵심 동력으로 자

453 리매김할 것이다.

454

455

Ⅷ. 결론

456 클린라벨 가공기술은 식품 산업의 패러다임 전환을 이끄는 핵심 분야로 자리매김하
457 고 있다. 본 연구에서는 클린라벨 가공기술의 최근 동향과 적용 가능성을 종합적으
458 로 고찰하고자 한다. 특히 식품 보존료, 아질산염 대체 소재, 천연 조미료 개발은
459 소비자 안전성과 저장성 확보, 기호성 유지라는 세 가지 핵심 과제를 동시에 달성
460 해야 함을 확인하였다. 그러나 아직까지 상용화 과정에서의 원가 부담, 첨가물 대체
461 시 발생하는 품질 저하, 국제적 인증 기준의 부재 등 해결해야 할 난제가 존재하고
462 있다. 향후 연구는 미생물학·발효공학·나노기술·플라즈마 공정을 융합한 다학제적 접
463 근을 통해 새로운 기능성 소재를 발굴하고, 국제 표준화를 통해 클린라벨 인증제도
464 의 글로벌 기준을 마련하며, 특히 기반 R&D 전략과 IP 포트폴리오 구축을 통해 산
465 업 경쟁력을 강화하는 방향으로 확장될 필요가 있다. 결론적으로, 클린라벨 가공기
466 술은 단순한 첨가물 대체를 넘어 지속가능성과 신뢰성을 동시에 담보하는 미래 식
467 품산업의 핵심 패러다임으로 자리매김할 것으로 사료된다.

468

469

Acknowledgments

470 This research was supported by the Main Research Program (E021200-05) of the Korea Food
471 Research Institute (KFRI) and funded by the Ministry of Science and ICT (Korea).

472

473

References

- 474 Adams, M. R., & Nicolaides, L. (1997). Review of the sensitivity of different foodborne
475 pathogens to fermentation. *Food control*, 8(5-6), 227-239.
- 476 Alexandri, M., Kachrimanidou, V., Papapostolou, H., Papadaki, A., & Kopsahelis, N.
477 (2022). Sustainable food systems: The case of functional compounds towards
478 the development of clean label food products. *Foods*, 11(18), 2796.
- 479 Amaliah, N., Mahendradatta, M., Zainal, Z., & Salengke, S. (2024). Trends in natural
480 flavor enhancer: a review on umami compounds. In *BIO Web of Conferences*
481 (Vol. 96, p. 01013). EDP Sciences.
- 482 Arihara, K., Yokoyama, I., & Ohata, M. (2021). Bioactivities generated from meat
483 proteins by enzymatic hydrolysis and the Maillard reaction. *Meat Science*, 180,
484 108561.
- 485 Asioli, D., Aschemann-Witzel, J., Caputo, V., Vecchio, R., Annunziata, A., Næs, T., &
486 Varela, P. (2017). Making sense of the "clean label" trends: A review of
487 consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food*
488 *Research International*, 99, 58-71.
- 489 Awuchi, C. G., Twinomuhwezi, H., Igwe, V. S., & Amagwula, I. O. (2020). Food additives
490 and food preservatives for domestic and industrial food applications. *Journal*

491 of Animal Health, 2(1), 1-16.

492 Baek, H. H. (2016). International management trend of food additives. Food Science
493 and Industry, 49(1), 2-10.

494 Cao, Y., & Miao, L. (2023). Consumer perception of clean food labels. British Food
495 Journal, 125(2), 433-448.

496 Choi, Y. S., Kim, T. K., Jeon, K. H., Park, J. D., Kim, H. W., Hwang, K. E., & Kim, Y. B. (2017).
497 Effects of pre-converted nitrite from red beet and ascorbic acid on quality
498 characteristics in meat emulsions. Korean journal for food science of animal
499 resources, 37(2), 288.

500 Cotter, P. D., Ross, R. P., & Hill, C. (2013). Bacteriocins—a viable alternative to
501 antibiotics?. Nature Reviews Microbiology, 11(2), 95-105.

502 Crivei, I. C., Crivei, L. A., Cozma, A. P., Veleşcu, I. D., Raţu, R. N., Stoica, F., & Postolache,
503 A. N. (2023). Food safety in the age of transparency: clean label products in
504 the post-Covid-19 era.

505 Cvetnic, Z. D. E. N. K. A., & Vladimir-Knezevic, S. A. N. D. A. (2004). Antimicrobial activity
506 of grapefruit seed and pulp ethanolic extract. Acta Pharm, 54(3), 243-250.

507 Davidson, P. M., Sofos, J. N., & Branen, A. L. (2005). Antimicrobials in food. CRC press.

508 De Oliveira, J. R., de Jesus, D., Figueira, L. W., de Oliveira, F. E., Pacheco Soares, C.,
509 Camargo, S. E. A., ... & de Oliveira, L. D. (2017). Biological activities of

510 Rosmarinus officinalis L.(rosemary) extract as analyzed in microorganisms and
511 cells. Experimental Biology and Medicine, 242(6), 625-634.

512 Delgado-Pando, G., Ekonomou, S. I., Stratakos, A. C., & Pintado, T. (2021). Clean label
513 alternatives in meat products. Foods, 10(7), 1615.

514 FDA. (2021). A Food Labeling Guide. U.S. Food and Drug Administration.

515 Fransvea, A., Celano, G., Pagliarone, C. N., Disanto, C., Balzaretto, C., Celano, G. V., &
516 Bonerba, E. (2014). Food labelling: a brief analysis of European Regulation
517 1169/2011. Italian Journal of Food Safety, 3(3), 1703.

518 Friedman, M. (2007). Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral, and antifungal
519 activities of tea flavonoids and teas. Molecular nutrition & food research,
520 51(1), 116-134.

521 Garavand, F., Eghbal, N., Nooshkam, M., Miraballes, I., & Jafari, S. M. (2021). Salt, spices,
522 and seasonings formulated with nano/microencapsulated ingredients. In
523 Application of Nano/Microencapsulated Ingredients in Food Products (pp.
524 435-467). Academic Press.

525 Gasparre, N., Rosell, C. M., & Boukid, F. (2025). Enzymatic hydrolysis of plant proteins:
526 tailoring characteristics, enhancing functionality, and expanding applications
527 in the food industry. Food and Bioprocess Technology, 18(4), 3272-3287.

528 Gusain, P. (2024). Global Clean Label Ingredients Market Size, Share, and Trend

529 Analysis Report – Industry Overview and Forecast to 2032. Global Clean Label
530 Ingredients Market, Data Bridge Market Research.
531 [https://www.databridgemarketresearch.com/ko/reports/global-clean-label-in](https://www.databridgemarketresearch.com/ko/reports/global-clean-label-ingredients-market)
532 [gredients-market](https://www.databridgemarketresearch.com/ko/reports/global-clean-label-ingredients-market).

533 Gyawali, R., & Ibrahim, S. A. (2014). Natural products as antimicrobial agents. Food
534 control, 46, 412-429.

535 Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of
536 meat products. Meat science, 78(1-2), 68-76.

537 Hwang, K. E., Kim, T. K., Kim, H. W., Seo, D. H., Kim, Y. B., Jeon, K. H., & Choi, Y. S. (2018).
538 Effect of natural pre-converted nitrite sources on color development in raw
539 and cooked pork sausage. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,
540 31(8), 1358.

541 Jang, W. J., Choi, J. Y., Hong, M. A., Park, G. B., Lee, S. M., Ha, J. H., ... & Lee, J. H. (2024).
542 Determination of Benzoic, Sorbic, and Propionic Acids in Dairy Products in
543 Korea. Journal of Food Hygiene and Safety, 39(6), 525-531.

544 Jo, K., Lee, S., Yong, H. I., Choi, Y. S., & Jung, S. (2020). Nitrite sources for cured meat
545 products. LWT, 129, 109583.

546 Jung, S. H., Heo, J. Y., Oh, J. H., Park, N. Y., & Kho, Y. (2022). Preservatives in Domestic
547 and Imported Children's Clay Products.

548 Jung, S., Kim, H. J., Park, S., Yong, H. I., Choe, J. H., Jeon, H. J., ... & Jo, C. (2015). Color
549 developing capacity of plasma-treated water as a source of nitrite for meat
550 curing. *Korean journal for food science of animal resources*, 35(5), 703.

551 Jung, S., Lee, J., Lim, Y., Choe, W., Yong, H. I., & Jo, C. (2017). Direct infusion of nitrite
552 into meat batter by atmospheric pressure plasma treatment. *Innovative Food
553 Science & Emerging Technologies*, 39, 113-118.

554 Kim, M., Bae, S. M., Yoo, Y., Park, J., & Jeong, J. Y. (2025). Clean-Label Strategies for the
555 Replacement of Nitrite, Ascorbate, and Phosphate in Meat Products: A Review.
556 *Foods*, 14(14), 2442.

557 Kim, T. K., Kim, Y. B., Jeon, K. H., Park, J. D., Sung, J. M., Choi, H. W., ... & Choi, Y. S. (2017).
558 Effect of fermented spinach as sources of pre-converted nitrite on color
559 development of cured pork loin. *Korean journal for food science of animal
560 resources*, 37(1), 105.

561 Kim, T. K., Ku, S. K., Kim, Y. B., Jeon, K. H., & Choi, Y. S. (2017). Substitution and
562 technology trend of synthetic additives in processed meat industry: Nitrite
563 and phosphate. *축산식품과학과 산업*, 6(1), 98-108.

564 Kim, T. K., Yong, H. I., Cha, J. Y., Kim, Y. J., Jung, S., & Choi, Y. S. (2022). Effects of protein
565 functionality on myofibril protein-saccharide graft reaction. *Food science of
566 animal resources*, 42(5), 849.

567 Kim, Y. J., Kim, J. H., Cha, J. Y., Kim, T. K., Han, J. H., Han, S. G., & Choi, Y. S. (2025). Using
568 natural nitrites from *Angelica keiskei* and high hydrostatic pressure treatment
569 for producing high-quality cured pork loin with significant nitrous pigment
570 formation. *Food Chemistry*, 146004.

571 Kim, Y. J., Kim, J. H., Cha, J. Y., Kim, T. K., Han, J. H., Han, S. G., & Choi, Y. S. (2025). Using
572 natural nitrites from *Angelica keiskei* and high hydrostatic pressure treatment
573 for producing high-quality cured pork loin with significant nitrous pigment
574 formation. *Food Chemistry*, 146004.

575 Lavine, A. (2007). Monosodium glutamate (MSG) and food Labeling regulations. *Food
576 and Drug Law Journal*, 62(2), 349-373.

577 Lee, K. (2015). Industrialization trend of natural ingredient with clean label focusing on
578 ingredion clean label products. *Food Industry and Nutrition*, 20(1), 11-14.

579 Lee, Y. B. (2021). ESG and the Global Food Industry. *Food Industry and Nutrition*, 26(2),
580 5-7.

581 Leonard, W., Zhang, P., Ying, D., & Fang, Z. (2023). Surmounting the off-flavor
582 challenge in plant-based foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*,
583 63(30), 10585-10606.

584 Marques, C., Reis, A., Moura, C., Bonadimann, F. S., & Daltoé, M. L. M. (2018). Consumer
585 insight into the monosodium glutamate. *Acta Scientiarum. Technology*, 40.

Maruyama, S., Streletskaia, N. A., & Lim, J. (2021). Clean label: Why this ingredient but not that one?. *Food Quality and Preference*, 87, 104062.

Mattos, L. H. S., & Speziali, M. G. (2017). Patent landscape: Technology development behind science in the flavor and fragrances (F&F) area. *World Patent Information*, 51, 57-65.

McClements, D. J. (2011). Edible nanoemulsions: fabrication, properties, and functional performance. *Soft matter*, 7(6), 2297-2316.

Misra, N. N., & Jo, C. (2017). Applications of cold plasma technology for microbiological safety in meat industry. *Trends in Food Science & Technology*, 64, 74-86.

Misra, N. N., Moiseev, T., Patil, S., Pankaj, S. K., Bourke, P., Mosnier, J. P., ... & Cullen, P. J. (2014). Cold plasma in modified atmospheres for post-harvest treatment of strawberries. *Food and bioprocess technology*, 7(10), 3045-3054.

Nedovic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., & Bugarski, B. (2011). An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia food science*, 1, 1806-1815.

Park, J. H., Choi, I., Lee, H., Kim, M. U., Cho, Y. S., Kim, Y. K., ... & Lee, Y. B. (2024). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Natural Composite Extracts Developed as Substitutes for Nitrite, and Quality Characteristics on Sausage

605 Applications. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 39(6), 572-582.

606 Park, M. K., Lee, H., & Choi, Y. S. (2024). Research on Establishing Verification Standards
607 to Establish a Clean Label Certification System for Products. *축산식품과학과*
608 *산업*, 13(1), 44-54.

609 Park, M. K., Lee, H., Kim, B. K., Kang, M. C., Kim, T. K., Sung, J. M., ... & Choi, Y. S. (2023).
610 A survey on domestic consumer's awareness of food additives and Clean
611 Label concept. *Food and Life*, 2023(3), 95-103.

612 Park, T. J. (2022). War on Intellectual Property between US and China: Law and
613 Development Perspectives. *Manchester J. Int'l Econ. L.*, 19, 197.

614 Proctor, V. A., Cunningham, F. E., & Fung, D. Y. (1988). The chemistry of lysozyme and
615 its use as a food preservative and a pharmaceutical. *Critical Reviews in Food*
616 *Science & Nutrition*, 26(4), 359-395.

617 Shim, S. M., Seo, S. H., Lee, Y., Moon, G. I., Kim, M. S., & Park, J. H. (2011). Consumers'
618 knowledge and safety perceptions of food additives: Evaluation on the
619 effectiveness of transmitting information on preservatives. *Food control*, 22(7),
620 1054-1060.

621 Sorour, M. A., Mehanni, A. H. E., Mahmoud, E. S. A., & El-Hawashy, R. M. (2023). Nitrate,
622 nitrite and N-nitrosamine in meat products. *Journal of Sohag Agriscience*
623 (JSAS), 8(1), 121-135.

624 Wang, S., & Adhikari, K. (2018). Consumer perceptions and other influencing factors
625 about monosodium glutamate in the United States. *Journal of Sensory*
626 *Studies*, 33(4), e12437.

627 Zhang, L., Yang, D., Luo, R., Luo, Y., & Hou, Y. (2024). Research progress on the
628 mechanism of the impact of myofibrillar protein oxidation on the flavor of
629 meat products. *Foods*, 13(20), 3268.

630 Zhang, Y., Zhang, Y., Jia, J., Peng, H., Qian, Q., Pan, Z., & Liu, D. (2023). Nitrite and
631 nitrate in meat processing: Functions and alternatives. *Current Research in*
632 *Food Science*, 6, 100470.