종설
Food Preserv Process Ind 2026;25(1):72-79
https://doi.org/10.11002/fppi.2026.25.1.72

식품저장과 가공산업
Food Preservation and Processing Industry
pISSN: 1598-7418, eISSN: 3092-0116

PFAS의 규제 현황과 분석 동향

김원경*
영남대학교 식품영양학과

PFAS regulation status and analysis trends

Won-Kyeong Kim*
Department of Food Nutrition, YeungNam University, Gyeongsan, Korea

Abstract

This study aims to provide an overview of future research directions related to PFAS by reviewing domestic and international regulatory trends and summarizing PFAS occurrence in food groups and analytical methods. Regulatory trends in major developed and Asian countries were investigated, along with PFAS occurrence in highly exposed food groups and food contact materials. In addition, extraction and purification methods for different sample matrices and factors affecting measured PFAS concentrations, including storage conditions, were reviewed. The results showed that PFAS regulations are being strengthened worldwide to reduce human exposure, particularly regarding the management of water and food. PFAS contamination levels vary depending on environmental conditions, food types, and processing methods, and food contact materials were also identified as major exposure sources. In terms of analytical techniques, various extraction and purification methods have been applied depending on matrix characteristics, and methods combining QuEChERS-based pretreatment with solid-phase extraction (SPE) cleanup demonstrated high analytical efficiency and recovery. Current regulations mainly focus on PFAS compounds with established toxicity, highlighting the need for further toxicological and risk assessment studies on non-regulated PFAS compounds. In addition, because analytical results may vary depending on extraction and purification procedures even for identical samples, further studies are needed to establish standardized analytical methods for PFAS analysis.

Key words: PFAS, food, regulation, analysis method

Date Received: Apr. 23, 2026, **Date Revised:** May. 26, 2026, **Date Accepted:** May. 28, 2026
***Corresponding author:** Won-Kyeong Kim, Tel: +82-10-9180-6930, E-mail: 22450154@yu.ac.kr

Copyright © 2026 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Ⅰ. 서론

지난 Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)는 탄소와 불소의 공유 결합으로 perfluorooctanoic acid (PFOA), perfluorooctanesulfonic Acid (PFOS), perfluorohexanesulfonic acid (PFHxS), hexafluoropropylene oxide dimer acid (GenX) 등 약 15,000가지의 화학물질이 포함되어 있으며, 화학적·열적 안정성이 높아 반도체, 식품 포장재 등 다양한 산업 부분에서 활용되고 있다(MFDS, 2022). 그러나 PFAS는 분해 저항성 및 잔류성이 높아 환경 전반에 잔류하였고(Giesy와 Kannan, 2001), 토양과 지하수 등에 축적되어 생태계에 심각한 문제를 유발하는 것으로 보고되었다. 특히 인체에 장기간 축적될 경우, 면역 체계 교란과 신장 질환, 암 등 다양한 질병을 초래하는 것으로 밝혀져, 전 세계적으로 PFAS 관련 기준을 강화하고 있다(NCSL, 2026). 따라서 PFAS 규제 동향을 알아보고, 식품 중 PFAS의 잔류 실태와 분석 기법을 정리하여 향후 PFAS 관련 연구 방향 설정을 위한 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

PFAS 관련 연구 현황을 파악하기 위해 PubMed와 같은 학술 데이터베이스를 이용하였고, 검색 기간은 제한을 두지 않았다. 문헌 중 PFAS의 기준 규격과 전처리법, 식품 중 PFAS 검출 등을 다룬 연구를 우선적으로 분석하였으며, 추가적으로 국가별 PFAS 모니터링 결과를 다룬 연구도 함께 검토하였다. PFAS 규제 동향은 주요 선진국(미국, 캐나다, 유럽 등)과 아시아권(한국, 일본 등)만 추렸으며, 식품 중 PFAS 잔류 실태는 노출빈도가 높아 위험성이 높은 식품군별 위주로 분석하였다. PFAS 분석 기법은 극미량의 PFAS를 효과적으로 분석하고, 최종 결과에 영향을 주는 요인을 다룬 논문 위주로 검토하였다.

Ⅱ. 본론

2.1. 국내외 PFAS 규제 동향

전 세계적으로 PFAS 규제가 강화되고 있다. 미국, 캐나다, 호주 등 다양한 국가에서 PFAS 규제 정책을 마련하고 있으며, 그 중 유럽연합은 가장 강력하게 규제를 진행하는 것으로 나타났다. 규제의 범위는 개별 단위에서 전체로 확대되고 있으며, 인간의 섭취 수준에 따라 혈중 PFAS 농도가 달라지는 것을 고려하여, 음용수와 식품의 PFAS 관리 필요성도 높아지고 있다(Jahnke과 Marchand, 2022).

유럽연합은 2006년도에 PFOS를 금지하는 것을 시작으로, 2017년도에는 PFOA 및 PFHxS를 금지하였다(EC, 2026). 또한 2020년에는 단쇄 PFAS의 환경 내 축적 가능성 등을 고려하여, 단쇄 PFAS의 규제 필요성을 발표하였다(EU, 2020). 유럽식품안전청(European Food Safety Authority, EFSA)은 2008년부터 PFOS, PFOA 등에 대한 위해성 평가를 진행하여, 일일허용섭취량(tolerable daily intake, TDI)을 도출하였으며, 2023년 1월에는 특정 식품에 대해 PFAS 최대 허용 기준을 적용하여, 기준을 초과하는 식품은 유통될 수 없도록 하였다(EU, 2020). PFAS 최대 허용 기준은 PFOS, PFOA, Perfluorooctanoic acid (PFNA), PFHxS 및 4종의 PFAS 총합에 대해 설정되었으며, 계란, 어류, 수산물, 육류 등이 포함되었다(EU, 2023). 식품 외에도 화장품, 섬유, 식품 포장재 등에 대한 평가도 진행하여 PFAS를 포괄적으로 제한하고자 노력하고 있으며, 유럽연합 중 일부 국가들은 독자적인 PFAS 규제를 도입하여 관리하고 있다(Sato, 2025).

미국은 PFAS의 잠재성을 고려하여, PFAS의 배출을 줄이기 위해 입법 활동이 활발하게 진행되고 있다(NCSL, 2026). 2016년 환경보호청(EPA)은 PFOA와 PFOS에 대한 비강제적 권고안을 마련하였고(NCSL, 2026), 2024년에는 6종의 PFAS에 대한 국가 1차 음용수 규정을 발표하였다. 특히 음용수 내 6종의 PFAS에 대한 법적기준인 최대오염물질허용기준(maximum contaminant levels, MCLs)과 건강 기반의 비강제적 기준인 최대오염물질목표치(maximum contaminant level goals, MCLGs)도 마련되었는데, 6종의 PFAS에 대한 MCLs는 PFOS와 PFOA는 각 4 ng/L, PFHxS,

PFNA 및 HFPO-DA (GenX chemicals)의 경우 각 10 ng/L로 설정되었다(EPA, 2026). 또한, PFAS 및 PFAS 함유 제품 제조업체에 대해 사용 목적, 생산량, 폐기, 위해성 등과 관련된 정보를 보고하도록 하는 규정을 마련하였다. 독성물질관리법(Toxic Substances Control Act, TSCA)에 따라, 329종의 PFAS에 대한 제한 조치를 확정하여 사전 통보 및 검토 절차를 거치지 않고서는 다른 용도로 물품을 제조하거나 수입할 수 없도록 하였다(NCSL, 2026). 주 차원에서도 PFAS 관련 법안이 검토되었으며, 2023년에는 최소 23개 주에서 50건의 PFAS 관련 법안이 제정되었다. 워싱턴주의 경우 화장품에 PFAS를 의도적으로 사용하는 것을 금지하였고, 캘리포니아주의 경우 PFAS를 함유한 생리용품의 판매를 금지하였다. 현재 대다수의 주에서는 PFAS 오염물질을 모니터링하기 위한 조치를 마련하고 있으며, 소비재와 개인보호장비 등과 관련된 PFAS 규제를 지속적으로 강화하고 있다(NCSL, 2026).

캐나다는 화학물질 관리 계획(Canada's Chemicals Management Plan)에 따라, 화학물질이 미칠 수 있는 잠재적인 위험을 검토하고 있다. 캐나다 환경보호법(1999)에 따라, PFOA, PFOS, PFNA, Perfluorodecanoic acid (PFDA) 등을 독성물질로 지정하였고(ECCC, 2024), 2012년에는 특정 독성물질 금지 규정에 따라 PFOA, PFOS, Long-chain perfluorocarboxylic acids (LC-PFCAs) 및 이들의 염과 전구체를 함유한 제품의 제조, 사용, 판매 및 수입 등을 일부 예외 조항을 제외하고 금지하였다. 2022년에는 기존 규정을 대체하기 위한 개정 초안을 발표하였으며, 예외 조항을 삭제하거나 단계적으로 폐지하는 내용을 제시하였다(ECCC, 2025a). 또한, 2008년부터 PFAS의 내분비계 교란 효과와 임신 중 PFAS 노출이 산모와 아이의 건강에 미치는 영향 등을 연구하여 PFAS 노출에 따른 인체 위해성을 규명하고, 위험성을 알리는데 중요한 역할을 하고 있다(ECCC, 2025b).

아시아 국가들도 PFAS의 잔류성과 잠재적 위해성에 대응하기 위해, PFAS 규제와 관리 체계를 강화하고 있다. 일본은 PFOS, PFOA 및 그 염에 대해 제1종 특정 화학물질로 지정하여, 제조와 수입을 금지시켰으며, 2024년도에는 PFHxS 및 그 염도 포함되었다. 또한, 일본 환경성(Environment Ministry)은 2025년도에 수질 기준 항목을 조정하여 수돗물 내 PFOS와 PFOA 총합 농도를 50 ng/L 이하로 설정하였다(Kanagawa Prefectural Government, 2025). 중국은 2021년 PFOA 등 신규 오염물질을 효과적으로 관리하기 위한 계획안을 발표하였고, 대만은 2020년 화학물질 규정을 개정하여, PFOA의 등급별 취급 및 독성 분류를 변경하였다(Enviliance Asia, 2026). 2025년에는 식품 내 PFAS 처리 규정에 대한 초안을 발표하였다. 인체 유해성이 높은 PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS 및 4종의 합에 대해 식품별 허용 한계치를 설정하여 식품으로부터 유래될 수 있는 PFAS의 노출 수준을 저감시키고자 하였다(Kati, 2026). 인도네시아는 섬유와 침구류 등 소비재에 대한 PFOA 함량을 규제하고 있으며, 태국과 베트남은 PFOA 등을 유해물질 또는 제한물질로 지정하거나 관리 대상에 포함시켜 PFAS 규제를 점진적으로 강화하고 있다(Enviliance Asia, 2026).

한국은 2007년에 잔류성오염물질 관리법을 제정하여 환경부, 식약처 등에서 관계 부처를 중심으로 PFAS를 관리하고 있다(MFDS, 2022). 환경 중 잔류성이 높고 독성이 보고된 PFOS와 PFOA에 대해 각각 2009년과 2019년부터 규제·관리하고 있으며, PFOA, PFOS 및 PFHxS에 대한 수질관리기준을 마련하여 음용수 내 PFAS 수준을 관리하고 있다. 식품의약품안전처는 잔류성 오염물질 관리법에 근거하여, 해당 법에서 금지된 물질이 기구·용기·포장 등에 사용되지 않도록 관리하고 있으며, PFAS 등 유해물질에 대한 바이오모니터링을 실시하여 위험 요인을 분석하고, 노출 추세 등을 파악함으로써 PFAS의 잠재적 위해성에 대응하고자 노력하고 있다(MFDS, 2022).

2.2. PFAS 잔류 실태

PFAS의 노출 경로는 다양하나, 음용수와 식품은 주요 노출원으로 알려져 있다. 특히 국가별로 PFAS 관리 기준이 마련되고, 강화됨에 따라 음용수 관련 연구가 활발히 이루어지고 있다. Liu 등(2021)에 의하면 중국 66개 도시에서 526개의 식수를 분석했을 때, 테플론을 생산하는 도시의 경우 PFOA 수준이 유의적으로 높은 것으로 나타났다(Liu 등, 2021). 미국 알래스카 남동부에서는 식수와 혈청 내 PFAS 농도를 조사했을 때, 식수와 혈청 농도 간 양의 상관 관계를 보였다. 또한, 공항과 소방 훈련장이 인접한 지역일수록 식수 내 PFAS 오염 수준이 높은 것으로 나타나, 주요 오염원과 인접할수록 수질 오염과 인체 노출 위험성이 함께 증가하는 경향을 보였다(Babayev 등, 2022). Domingo 등(2012)은 스페인 카탈루냐 지역의 10개 지방 상수도 공급망에서 식수 등을 수집하여 분석했을 때, PFOS (1.81 ng/L)와 PFOA (2.40 ng/L)가 검출되어 고도의 정수처리 기술을 사용하더라도 식수에 포함된 PFAS 수준이 높을 경우, 잔류물을 유의미하게 제거하기 어렵다고 보고하였다(Domingo 등, 2012).

PFAS는 식수 외에도 채소와 계란, 어류 등 식품을 통해 인체에 노출되는 것으로 보고되고 있다. 특히 채소류는 채소 자체의 PFAS 함량 분석뿐만 아니라 토양과 식수를 통한 PFAS 전이 여부에 대한 연구도 활발히 수행되고 있었다. 토양과 식수, 대기 등으로부터 유래된 PFAS는 채소의 식용 부위에 흡수되며(Navarro 등, 2017; Liu 등, 2019), PFAS 사슬 길이에 따라 흡수되는 부위가 상이한 것으로 나타났다. 단쇄 PFAS는 주로 채소류의 잎 부위에 흡수된 반면, 장쇄 PFAS의 경우, 뿌리에 잔류하는 것으로 보고되었다(Herzke 등, 2012). Piva 등(2023)은 신선채소, 냉동채소 및 즉석섭취용 채소를 대상으로 PFAS 수준을 분석하였다. 그 결과 모든 시료에서 PFOA가 빈번하게 검출되었으나 농도 수준은 비교적 낮게 나타났다. 또한 시료 유형에 따라 PFAS 농도 차이를 보였는데, 즉석섭취용 채소에서 신선채소 및 냉동채소보다 PFAS 농도가 높게 나타났으며, 잎채소류가 높은 수준의 오염물질을 포함하는 것으로 보고되었다(Piva 등, 2023). 계란은 높은 지질 함량으로 인해 PFAS가 축적될 가능성이 높은 식품으로 알려져 있어 관련 연구가 지속적으로 수행되고 있다(Miller 등, 2015; Mikolajczyk 등, 2022). 특히 생산 환경에 따른 계란의 PFAS 농도를 비교한 연구가 많다. Chiumento 등(2023)은 사육 방식이 상이한 계란을 수집하여 18종의 PFAS를 분석하였다. 그 결과, 장쇄 PFAS가 검출한계 이상으로 검출되었으며, 유기농 사육 계란에서는 6종의 PFAS가 확인되었다(Chiumento 등, 2023). 또한, 시중 유통 계란과 가정 사육 계란을 비교한 연구에서는 가정 사육 계란에서 PFOS가 더 높은 농도로 검출되었다. 이는 가정 사육의 경우, 닭이 넓은 실외 환경에서 활동함에 따라, 토양, 생활 자재 및 사료 등으로부터 유래된 오염물질에 노출될 가능성이 높아 PFAS 수준이 증가한 것으로 판단된다(Johansson과 Berger, 2014; Zafeiraki 등, 2016; Gazzotti 등, 2021). 어류는 서식환경과 먹이사슬 구조 등에 따라 PFAS 축적 수준이 달라지는 것으로 보고되고 있으며, PFOS의 주요 노출원으로 알려져 있다. 한국에서는 66개 유형, 총 397개의 식품을 분석했을 때 어류(생선)가 PFOS의 주요 노출원인 것으로 밝혀졌다(Heo 등, 2014). 또한 그린란드산 고래 고기와 물개 시료를 분석했을 때 PFAS가 검출되었으나, 그 중에서도 PFOS가 가장 많이 검출된 것으로 나타났다(Carlsson 등, 2014). 독일에서는 뫼네 호수에서 채집한 어종의 PFAS를 분석했을 때, 44개의 샘플에서 검출된 PFOS 농도는 4.5~150 ng/g 수준이었다. 또한, 먹이사슬 하위 집단에 속하는 어류보다 상위 집단인 농어, 장어 등에서 높은 PFOS 수치를 보였으며, 뫼네 호수에서 채집한 어종을 월 2~3회 섭취한 사람에게서 전혀 섭취하지 않은 사람 대비 혈중 PFOS 농도가 약 7배 높게 나타났다(Hölzer과 Göen, 2011). 더욱이 어류는 조직별로 PFAS 축적 정도가 다른 것으로 나타났다.

다수의 연구에서 혈액, 간, 뇌, 근육 순으로 PFAS가 많은 것으로 확인되었다(Ahrens 등, 2009; Shi 등, 2012). 이에 혈액 잔류물이 제거된 생연어, 훈제 연어 및 훈제 가자미 필레에서 상대적으로 낮은 수준의 PFAS가 검출된 것으로 확인되었다(Carlsson 등, 2014).

식품접촉물질 또한 PFAS의 주요 노출원 중 하나이다. 식품접촉물질에 사용되는 일부 PFAS는 내분비계 교란 가능성이 있는 물질로 보고되고 있으며, 식품으로 이행될 경우 인체 노출 위험성이 큰 것으로 밝혀졌다(Galbiati 등, 2022). PFAS로 처리된 종이 소재의 식품접촉물질에 대한 이행 실험을 진행했을 때, 고온 조건하에 식품 시료에서 PFCAs와 Fluorotelomer alcohol (FTOHs)의 이행이 확인되었다(Lerch 등, 2022). 또한, Susmann 등(2019)의 연구에서는 팝콘 섭취가 혈청 내 PFOA, PFNA, PFDA 및 PFOS 농도를 유의미하게 높이는 것으로 확인되었다. 반면, 가정식 섭취는 혈청 PFAS 농도와 음의 상관관계를 보였는데, 이는 팝콘 섭취로 인한 혈중 농도 증가가 전자레인지용 팝콘 포장재로부터 유입된 PFAS의 이행 결과일 수 있음을 시사한다(Susmann 등, 2019).

2.3. PFAS 분석 기법

PFAS는 음용수, 식품 등에 극미량 존재하여 결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 높은 회수율이 확보되어야 한다. 따라서 PFAS 분석의 효율을 높이고, 오차를 줄이기 위한 연구들이 진행되고 있다. Zenobio 등(2022)은 HDPE, 폴리프로필렌, 유리, PET 등 고분자 용기에 대한 PFAS 흡착 특성을 조사하였다. 혼합물 상태에서는 폴리프로필렌 재질이 가장 높은 흡착 수준을 보였으며, 같은 재질이라도 장쇄 PFAS의 경우 제조사별로 흡착 정도가 다른 것으로 나타났다(Zenobio 등, 2022). 또한 시료의 종류와 보관 온도, 기간 등은 PFAS의 최종 농도에 영향을 주는 것으로 확인되었다. 보관 온도가 높을수록 물질의 분해정도가 크고 PFAS의 전구물질이 감소하는 반면, PFOA, PFNA 등의 생성물은 증가하였다(Woudneh 등, 2019). 그리고 매질별 간섭 물질의 영향을 최소화하기 위해 효율적인 추출 및 정제 방법에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 멧돼지 조직으로부터 11종의 PFAA에 대한 효과적인 추출 방법은 메탄올과 ENVI-Carb 컬럼을 이용한 단순 추출방법이었으며(Mertens 등, 2023), 우유 중 27종의 PFAS를 분석했을 때, 산성 및 염기성 추출법과 ENVI-Carb 컬럼을 결합한 방식이 가장 높은 회수율을 보인 것으로 확인되었다(Hill 등, 2022). 과일과 채소 시료에서는 아세토니트릴 또는 메탄올 등으로 추출을 한 후, Oasis Wax SPE 카트리지를 이용하여 정제했을 때 광범위한 PFAS를 식별하고 높은 회수율을 보였다(Meng 등, 2022; Rawn 등, 2022). 최근에는 분석 시간을 줄이고 효율성을 높이기 위해 QuEChERS 법을 응용하고 있다. Scordo 등(2020)은 동결 건조 딸기와 올리브의 PFAS 분석을 위해 QuEChERS법을 도입하였고, 지방함량이 높은 올리브 내 추출 수율을 높이기 위해 초음파 보초 추출 공정을 추가로 수행했을 때 딸기와 올리브 모두 우수한 회수율이 나왔다(Scordo 등, 2020). 또한 소고기 통조림과 참치 통조림의 PFAS를 정량하기 위해 QuEChERS 추출, dSPE 정제, SPE 프로토콜을 결합하여 UHPLC-HRMS로 정량했을 때 우수한 감도와 정확도, 높은 회수율이 확인되었다고 보고하였다(Roviaro 등, 2025).

Ⅲ. 결론

PubMed와 같은 학술 데이터 베이스를 이용하여 PFAS의 규제 현황과 식품 중 잔류 실태 및 분석기법에 대해 정리하였다. PFAS의 유해성이 알려지면서 전 세계적으로 규제를 강화하기 시작하였고, 특히 PFAS가 함유된 물품 사용을 극도로 제한하면서 토양과 지하수 등 생활 환경에 노출되는 PFAS 수준을 감소시키고자 노력하고 있다. 비록 식품 중 PFAS 검출 농도는 낮으나, 식이 섭취에 따른 인체 노출량과 위해성 평가 등을

지속적으로 수행하여 발생될 수 있는 피해를 최소화하고자 노력하고 있다. 그러나 유해성이 알려진 일부 물질만 규제 대상으로 관리하고 있으므로, 추가적인 연구를 통해 규제 범위를 확대할 필요성이 있다. 더욱이 식품 중 PFAS는 극미량 존재하므로, 이를 효과적으로 검출하기 위한 시험법 개발이 활발하게 이루어져 물질별 또는 매질별 표준화된 시험법이 개발될 필요성이 있다.

Conflict of Interests

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

ORCID

Won-Kyeong Kim
https://orcid.org/0000-0002-0760-5251

참고문헌

Ahrens L, Siebert U, Ebinghaus R. Total body burden and tissue distribution of polyfluorinated compounds in harbor seals (*Phoca vitulina*) from the German Bight. Mar Pollut Bull, 58, 520-525 (2009)

Babayev M, Capozzi SL, Miller P, McLaughlin KR, Medina SS, Byrne S, Zheng G, Salamova A. PFAS in drinking water and serum of the people of a southeast Alaska community: A pilot study. Environ Pollut, 305, 119246 (2022)

Carlsson P, Herzke D, Kallenborn R. Polychlorinated biphenyls (PCBs), polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and perfluorinated alkylated substances (PFASs) in traditional seafood items from western Greenland. Environ Sci Pollut Res, 21, 4741-4750 (2014)

Chiumento G, Guadagnuolo G, De Filippis SP, Brambilla G, Barbieri P, Licata P, Naccari C. Perfluoroalkyl substances (PFAS) in eggs from different housing systems: occurrence and risk assessment. Toxics, 11, 143 (2023)

Domingo JL, Ericson-Jogsten I, Perelló G, Nadal M, Van Bavel B, Kärrman A. Human exposure to perfluorinated compounds in Catalonia, Spain: Contribution of drinking water and fish and shellfish. J Agric Food Chem, 60, 4408-4415 (2012)

EC (European Commission). PFAS Pollution (2026). Available from: https://environment.ec.europa.eu/topics/chemicals/pfas-pollution_en. Accessed May 25, 2026.

ECCC (Environment and Climate Change Canada). Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Canadians (2024). Available from: https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/environmental-contaminants/human-biomonitoring-resources/per-polyfluoroalkyl-substances-canadians.html. Accessed May 25, 2026.

ECCC (Environment and Climate Change Canada). Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS): Information Sheet (2025a). Available from: https://www.canada.ca/en/health-canada/services/chemical-substances/fact-sheets/chemicals-glance/per-polyfluoroalkyl-substances.html. Accessed May 25, 2026.

ECCC (Environment and Climate Change Canada). State of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) Report (2025b). Available from: https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/evaluating-existing-substances/state-per-polyfluoroalkyl-substances-report.html#toc88. Accessed May 25, 2026.

Enviliance Asia. PFOA Regulations in Asian Countries (2026). Available from: https://enviliance.com/regions/others/asia-pfoa. Accessed May 25, 2026.

EPA (United States Environmental Protection Agency). Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) Final PFAS National Primary Drinking Water Regulation (2026). Available from: https://www.epa.gov/sdwa/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas. Accessed May 25, 2026.

EU (European Union). Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on Maximum Levels for

Certain Contaminants in Food and Repealing Regulation (2023). Available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0915&qid=1685526605333. Accessed May 25, 2026.

EU (European Union). Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFAS) Accompanying the Document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Chemicals Strategy for Sustainability Towards a Toxic-Free Environment (2020). Available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020SC0249&qid=1779639886682#footnote67. Accessed May 25, 2026.

Galbiati E, Tietz T, Zellmer S, Merkel S. Risk assessment of food contact materials II. EFSA J, 20, e200408 (2022)

Gazzotti T, Sirri F, Ghelli E, Zironi E, Zampiga M, Pagliuca G. Perfluoroalkyl contaminants in eggs from backyard chickens reared in Italy. Food Chem, 362, 130244 (2021)

Giesy JP, Kannan K. Global distribution of perfluorooctane sulfonate in wildlife. Environ Sci Technol, 35, 1339-1342 (2001)

Heo JJ, Lee JW, Kim SK, Oh JE. Foodstuff analyses show that seafood and water are major perfluoroalkyl acids (PFAAs) sources to humans in Korea. J Hazard Mater, 279, 402-409 (2014)

Herzke D, Huber S, Bervoets L, D'Hollander W, Hajslova J, Pulkrabova J, Brambilla G, De Filippis SP, Klenow S, Heinemeyer G, de Voogt P. Perfluorinated alkylated substances in vegetables collected in four European countries; occurrence and human exposure estimations. Environ Sci Pollut Res, 19, 2451-2460 (2012)

Hill N, Becanova J, Lohmann R. A sensitive method for the detection of legacy and emerging per- and polyfluorinated alkyl substances (PFAS) in dairy milk. Anal Bioanal Chem, 414, 1235-1243 (2022)

Holzer J, Goen T, Just P, Reupert R, Rauchfuss K, Kraft M, Muller J, Wilhelm M. Perfluorinated compounds in fish and blood of anglers at Lake Mohne, Sauerland area, Germany. Environ Sci Technol, 45, 8046-8052 (2011)

Jahnke A, Marchand P. Guidance document on analytical parameters for the determination of PFAS in food and feed. EURL POPs (2022)

Johansson JH, Berger U, Vestergren R, Cousins IT, Bignert A, Glynn A, Darnerud PO. Temporal trends (1999-2010) of perfluoroalkyl acids in commonly consumed food items. Environ Pollut, 188, 102-108 (2014)

Kanagawa Prefectural Government. Q&A on organic fluorine compounds (PFOS/PFOA) (2025). Available from: https://www.pref.kanagawa.jp/docs/pf7/suisitu/joukyou/yuukihussoqa.html#q2-1. Accessed May 25, 2026.

Kati (Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation (aT)). [Taiwan] Release of draft regulations on per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in Food (2026). Available from: https://www.kati.net/board/exportNewsView.do?board_seq=105191&menu_dept2=35&menu_dept3=427. Accessed May 25, 2026.

Lerch M, Nguyen KH, Granby K. Is the use of paper food contact materials treated with per- and polyfluorinated alkyl substances safe for high-temperature applications?—Migration study in real food and food simulants. Food Chem, 393, 133375 (2022)

Liu L, Qu Y, Huang J, Weber R. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in Chinese drinking water: Risk assessment and geographical distribution. Environ Sci Eur, 33, 6 (2021)

Liu Z, Lu Y, Song X, Jones K, Sweetman AJ, Johnson AC, Su C. Multiple crop bioaccumulation and human exposure of perfluoroalkyl substances around a mega fluorochemical industrial park, China: Implication for planting optimization and food safety. Environ Int, 127, 671-684 (2019)

Meng P, DeStefano NJ, Knappe DRU. Extraction and

matrix cleanup method for analyzing novel per- and polyfluoroalkyl ether acids and other per- and polyfluoroalkyl substances in fruits and vegetables. J Agric Food Chem, 70, 4792-4804 (2022)

Mertens H, Noll B, Schwerdtle T, Abraham K, Monien BH. Analytical and bioanalytical chemistry. Anal Bioanal Chem, 415, 5925-5938 (2023)

MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). Integrated risk assessment of perfluorinated compounds: PFOA and PFOS. Ministry of Food and Drug Safety, Republic of Korea (2022)

Mikolajczyk S, Pajurek M, Warenik-Bany M. Perfluoroalkyl substances in hen eggs from different types of husbandry. Chemosphere, 303, 134950 (2022)

Miller A, Elliott JE, Elliott KH, Lee S, Cyr F. Temporal trends of perfluoroalkyl substances (PFAS) in eggs of coastal and offshore birds: Increasing PFAS levels associated with offshore bird species breeding on the Pacific coast of Canada and wintering near Asia. Environ Toxicol Chem, 34, 1799-1808 (2015)

Navarro I, de la Torre A, Sanz P, Porcel MA, Pro J, Carbonell G, Martinez GA. Uptake of perfluoroalkyl substances and halogenated flame retardants by crop plants grown in biosolids-amended soils. Environ Res, 152, 199-206 (2017)

NCSL (National Conference of State Legislatures). Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) | State Legislation and Federal Action (2026). Available from: https://www.ncsl.org/environment-and-natural-resources/per-and-polyfluoroalkyl-substances. Accessed May 25, 2026.

Piva E, Fais P, Ioime P, Forcato M, Viel G, Cecchetto G, Pascali JP. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) presence in food: Comparison among fresh, frozen and ready-to-eat vegetables. Food Chem, 410, 135420 (2023)

Rawn DFK, Ménard C, Feng SY. Method development and evaluation for the determination of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in multiple food matrices. Food Addit Contam Part A, 39, 752-776 (2022)

Roviaro A, Scarduzio A, Savini S, Sannino A. A method for determining PFAS in bovine meat and tuna fish by UHPLC-HRMS Orbitrap. J Mass Spectrom, 60, e5151 (2025)

Sato K. What are PFAS, the "Forever Chemicals"?—From properties and health effects to applications, alternative and removal technologies, and regulatory trends. Mitsui & Co. Global Strategic Studies Institute Monthly Report (2025)

Scordo CVA, Checchini L, Renai L, Orlandini S, Bruzzoniti MC, Fibbi D, Mandi L, Ouazzani N, Del Bubba M. Optimization and validation of a method based on QuEChERS extraction and liquid chromatographic–tandem mass spectrometric analysis for the determination of perfluoroalkyl acids in strawberry and olive fruits, as model crops with different matrix characteristics. J Chromatogr A, 1621, 461038 (2020)

Shi Y, Wang J, Pan Y, Cai Y. Tissue distribution of perfluorinated compounds in fish from the Yangtze River and investigation of their bioaccumulation potential. Environ Pollut, 162, 323-330 (2012)

Susmann HP, Schaider LA, Rodgers KM, Rudel RA. Dietary habits related to food packaging and population exposure to PFASs. Environ Health Perspect, 127, 107003 (2019)

Woudneh MB, Chandramouli B, Hamilton C, Grace R. Effect of sample storage on the quantitative determination of 29 PFAS: Observation of analyte interconversions during storage. Environ Sci Technol, 53, 12576-12585 (2019)

Zafeiraki E, Costopoulou D, Vassiliadou I, Leondiadis L, Dassenakis E, Hoogenboom RLA, van Leeuwen SPJ. Perfluoroalkylated substances (PFASs) in home and commercially produced chicken eggs from the Netherlands and Greece. Chemosphere, 144, 2106-2112 (2016)

Zenobio JE, Salawu OA, Han Z, Adeleye AS. Adsorption of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) to containers. J Hazard Mater Adv, 7, 100130 (2022)