pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 40, No. 2, pp. 156~167 (2025)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2025.40.2.156

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

펫푸드 제조업체의 품질 및 위생관리 수준 평가

김동수* · 김태훈 · 주현아 · 김평원 · 이자영 · 김태석
풀무원기술원 품질기술센터

Assessment of Quality and Hygiene Management Levels in Pet Food Manufacturing Facilities

Dong Soo Kim*, Tae Hun Kim, Hyeon A Ju, Pyeong Won Kim, Jayoung Lee, Tae Seok Kim
Food Quality Technology Center, Pulmuone Co. Ltd., Cheongju, Korea

(Received Januanry 6, 2025/Revised February 20, 2025/Accepted February 21, 2025)

ABSTRACT - In this study, 27 pet food and food manufacturers were inspected to evaluate product quality and hygiene management levels. A checklist comprising 17 items and 200 questions was used, but only the results of 41 questions that showed statistically significant findings were included. The findings revealed a higher non-compliance rate among pet food manufacturers in hygiene practices, such as hand washing and wearing sanitary clothing before entry, than among food manufacturers (P<0.05). Cleaning management in pet food manufacturing facilities was also less effective (P<0.05). Moreover, pet food manufacturers lacked appropriate thawing standards to ensure the biological safety of raw materials and failed to maintain critical data for verifying product safety, such as data from environmental contamination testing and evaluation of critical control point (CCP) effectiveness (P<0.05). The non-compliance rate for self–quality inspections, which is a potential legal violation, was significantly higher than that for food manufacturers. These findings highlight the requirement for intensive management and improvement (P<0.05). Overall, pet food manufacturers had lower product quality and hygiene management than food manufacturers, probably because of inadequate basic facilities and infrastructure. Hence, measures such as providing hygiene education to pet food manufacturers, strengthening legal standards for food safety laws, and establishing government-supported policies for pet food manufacturers, are required to protect the safety of companion animals and enhance pet food quality.

Key words: Pet food, Quality, Hygiene management levels

최근들어 1인 가구의 증가, 가족 구성원의 축소 및 고령화 사회 진입에 따라 반려동물 양육가정의 급격한 증가세가 두드러지고 있다[1]. 한국 농림축산식품부에서 조사한 반려동물 보호·복지 실태조사 결과에 따르면 2022년 누적 등록된 반려동물 수는 3,025,859마리로 '21년 대비 9.4% 증가된 것으로 확인되었으며, 이러한 추세는 앞으로 지속될 것으로 예상된다[2]. 특히 한국 통계청 장래가구 추계에 따르면 2050년에는 모든 시/도에서 1인가구 비중이 가장 높아질 것으로 전망되어 가족구성원으로써 반려동물을 양육하는 펫 휴머니제이션(pet humanization) 인구는 더욱 증가할 것으로 사료된다[3].

반려동물 양육가정 증가에 따라 반려동물 시장(pet economy)도 가파른 성장세를 보이고 있다[4-6]. 한국의 반려동물 시장은 2014년 1조 5,684억원으로 집계되어 연평균 14.5% 성장세를 보이고 있으며, 이러한 성장추세를 비추어 볼 때 2027년에는 6조원 이상의 관련시장을 형성할 것으로 예상하고 있다[4]. 반려동물 산업이 가장 활발한 미국의 경우 반려동물을 위한 지출비용이 2023년 147억 달러로 집계되었으며, 2024년도에는 약 150.6억 달러에 이를 것으로 예상하고 있어 반려동물 시장 확장성에 전 세계가 주목하고 있다[5]. 특히 반려동물 관련 시장에서 가장 많은 비중을 차지하는 사료는 한국에서도 높은 생산량 증가가 확인되고 있다. 한국 농림축산식품부 통계자료[6]에 따르면

*Correspondence to: Dong Soo Kim, Food Quality Technology Center, Pulmuone Co. Ltd., Cheongju 28220, Korea
Tel: +82-10-3159-8127, Fax: +82-2-6499-0131
E-mail: dskimaa@pulmuone.com

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2016년 기준으로 2만 2,713 ton 수준의 국내 배합사료 생산량이 2022년 18만 6,847 ton으로 연평균 42%의 급격한 성장세가 확인되어 반려동물 관련 시장에서 사료생산이 중요한 역할을 차지하고 있음을 확인할 수 있다.

펫푸드(pet food)는 원래 반려동물이 섭취할 수 있는 식품을 의미하며, 보유하는 제품 수분함량에 따라 건식, 반습식, 습식 형태[7]로 구분되어 주식뿐만 아니라 간식류를 통칭하는 모든 먹이로써 정의내리고 있다. 한국의 사료관리법, 동물보호법 등의 관련법령[8]에 따르면 펫푸드는 단미사료, 배합사료, 보조사료로 구분하고 있으나, 아직 펫푸드로 지칭된 용어로써 정의된 사례는 없는 실정이다.

펫푸드 시장 확장성에 따라 관련된 연구도 활발하게 진행되고 있다. Kim[9]의 조사연구에서는 해양자원 유래 기능성 펫푸드 원료 및 기능에 대한 시장분석이 진행되었고, Kang 등[10]의 연구에서는 비열처리 살균(방사선 조사)을 통해서 펫푸드 제품에서 증식하는 위해 미생물이 적절히 제어됨을 확인하였다. 또한, Lim 등[11]의 연구에서는 펫푸드의 미생물 오염상태 및 식품첨가물 현황을 조사하여 펫푸드 관리기준을 보완할 수 있는 자료로써 제시되었다.

다만, 펫푸드 관련 연구 중 생산 제조처의 위생관리 수준을 검증할 수 있는 연구사례는 찾아볼 수 없었다. 2020년 미국에서 발생한 펫푸드의 아폴라톡신 오염사건[12]은 수많은 반려동물의 생명을 위협하는 국제적인 이슈로 대두되었으며, 한국에서는 2023년 8월 펫푸드 제조처의 위생관리 미흡에 따른 고병원성 조류인플루엔자(avian influenza, AI)가 검출[13]되어 해당제품 회수 및 폐기가 진행된 사례가 있다. 이처럼 펫푸드 생산 제조처의 위생수준을 평가함으로써 반려동물의 생명과 안전성을 확보할 수 있기 때문에 활발한 선행연구를 통한 개선방안 모색이 요구된다.

따라서, 본 연구에서는 펫푸드 생산 제조업체의 위생수준을 식품 제조업체와 비교하고 평가함으로써 관련된 주요 문제점을 도출하고, 펫푸드 제조산업의 개선방향을 제시할 수 있는 자료로써 활용되는데 기여하고자 한다.

Materials and Methods

조사대상 및 기간

2022년부터 1월부터 2023년 12월까지 풀무원 브랜드 제품 중 펫푸드 제품을 공급중인 9개 제조업체를 대상으로 위생관리 운영수준을 평가하였다. 해당 제조처는 제품생산이 진행되는 제조일에 점검을 진행하였으며, 생산 작업장 및 작업자에 대한 현장 및 관련 서류점검이 점검 당일에 진행되었다. 또한, 펫푸드 제조업체의 품질 관리수준을 비교 분석할 수 있도록 식품안전관리인증기준(hazard analysis and critical control points, HACCP)에 따라 구분된 소규모 HACCP 제조업체 9곳과 일반 HACCP 제조처 9곳을 유형별로 구분하지 않고 선정하여 분석자료에 활용하였다.

연구내용 및 방법

펫푸드 제조업체의 운영수준 평가에 활용되는 전용 체크리스트는 17개 항목, 200개 문항으로 구성하였다. 해당 체크리스트는 관련 법규사항을 기반으로 작업장 운영, 품질유지 및 현장 위생과 관련된 문항을 ①작업장 관리, ②설비 유지보수, ③교차오염 예방관리, ④세척/소독관리, ⑤부적합 운영관리, ⑥HACCP, ⑦법적 의무사항 등으로 구분하여 전체적인 운영수준을 평가하였다. HACCP 운영관리 섹션은 위해요소중점관리기준 법령[14]을 참고하여 사료 HACCP 준수여부를 평가하였다. 또한, 법적 의무사항 항목은 사료관리법[15], 동물보호법[16] 등 관련법령에 따른 준수사항을 확인할 수 있도록 관련 문항을 체크리스트 내 포함시켰다.

체크리스트 사용 시 부적합 사항에 평가방식은 부적합 수준에 따라 Serious(5점), Major(2점), Minor(0.5점) 등급으로 구분하고, 각 항목별 차감형식으로 평가하여 최종결과 보고서를 도출하였다. 펫푸드 및 식품 제조업체 점검자는 ①식품 및 펫푸드 관련학과 졸업자, ②식품 관련업계 종사자(품질 담당자) 등 전문 배경지식을 보유한 전문자로 3명을 선정하였다. 해당 점검자는 체크리스트에 따라 점검 전 부적합 선정 가이드를 충분히 숙지한 후 임의적으로 배정된 제조업체 점검을 실시하였다. 점검결과는 각 부적합 등급판정의 적절성 및 신뢰성을 높이기 위해 5인 이상의 전문 심사위원으로 구성된 심의체를 통해서 최종 평가하였다. 해당 심의는 각 부적합 사항의 적합성을 법적 사항, 품질 인증, 글로벌 요구사항 등을 고려하여 충분한 확인과정을 거치고, 최종 논의를 거쳐 심사위원 전원 만장일치로 확인될 때 점검 결과서로 도출하였다.

통계자료 분석

펫푸드 및 식품 제조업체의 점검결과는 Excel spreadsheet (Ver. 2021, Microsoft Office, Bellevue, WA, USA)를 통해 수치화 하였다. 수치화된 자료는 IBM SPSS statistics ver. 28.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 각 항목별 평균 및 표준편차를 산출하였으며, Duncan 사후검정 (Duncan's multiple range test, $P<0.05$)을 통해 평균들 간의 유의성 차이를 검증하였다.

Results and Discussion

조사대상 펫푸드 및 식품 제조업체의 기본사항은 Table 1과 같다. 제조업체는 펫푸드, 소규모 HACCP 제조업체(식품), 일반 HACCP 제조업체(식품)로 구분하여 점검을 실시하였으며, 총 27개 제조업체의 점검이 진행되었다. 소규모 HACCP 제조업체는 매출액 5억원 미만 또는 종업원 수 21인 이하의 기준을 충족하는 제조업체[17]로 규정된다. 따라서 본 연구에서 비교 대상으로 사용된 소규모 및 일

Table 1. Overview of pet food and food manufacturing requirements

Classification	Pet food manufacturer	Food manufacturer	
		Small-scale HACCP	Standard HACCP
No. of inspection firms	9	9	9
Types of feed/food	Compound feed, single feed	Processed soy milk, processed fruit and vegetable products, processed cereal products, confectionery, other processed foods	Bakery products, sauce, dumplings, tofu, pickled foods
Sales revenue*	221.2	27.4	387.9
Total employees	56	16	146
Quality control (QC)	3	1	5

*Sales revenue is presented in units of 100 million KRW.

반 HACCP 제조업체(식품)는 매출액 또는 종업원 수 기준으로 구분되었음을 알 수 있다.

펫푸드 제조업체는 사료관리법에 정의한 기준에 따라 배합사료 생산 제조처 8곳, 단미사료 생산 제조처 1곳으로 분류하였다. 반면 식품 제조업체는 만두, 빵류, 두부류, 과자류, 기타가공식품 등 여러 유형의 제품을 생산하는 제조업체를 구분없이 임의로 선정하였다. 각 제조업체별 매출액 기준을 구분하였을 때, 펫푸드 제조업체는 평균 221억 수준으로 확인되나, 각 제조업체 간 매출액 편차는 컸다. 이러한 사유는 사료시장 확장에 따른 대기업에서도 펫푸드 사업에 참여함에 따라 매출액 편차가 발생된 것으로 사료된다. 반면, 식품 제조업체는 매출액 및 직원 수로 구분되는 HACCP 운영사항에 따라 매출액 수준 차이가 발생하고 있다. 소규모 HACCP 운영 식품 제조업체의 경우 평균 27억 정도를 유지하고 있으나, 일반 HACCP을 운영하는 제조업체는 평균 387억 수준인 것으로 확인되었다. 그 밖에 총 직원, 품질 직원(QC) 종사현황은 매출액에 따라 변동 폭이 발생하였으며, 전체적인 사항을 비교해 볼 때, 펫푸드 제조업체는 일반 및 소규모 HACCP 식품 제조업체 간 중간 정도의 수준으로 운영되고 있음이 확인되었다.

작업장 관리

펫푸드 및 식품 제조업체의 작업장 운영에 대한 평가문항은 Fig. 1과 같으며, 평가결과는 Table 2과 같다. 작업장 관리 항목의 평가문항은 ①공장부지 구분관리, ②구역 간 위생절차 준수, ③바닥 청결상태, ④출입전실 내 위생도구 비치, ⑤손 세척관리, ⑥탈의실 관리 등 작업장 환경과 관련된 사항을 주요 문항으로 선정하였다.

평가결과 펫푸드 제조업체는 공장 부지에 대한 구분관리, 작업구역 간 위생절차 미 준수가 확인됨에 따라 식품 제조업체보다 관련 부적합 점수가 높게 평가되었다(P<0.05). HACCP 시스템이 표준화[18]되면서 한국 식품안전 및 위생 수준은 향상되고 있으나, 식품테러 등 고의적인 오염행위에 대한 예방관리는 HACCP 시스템에서 전무한 실정이다. 특히 국제식품안전협회(Global Food Safety Initiative, GFSI)인증에서 식품방어[19]를 주요 요구사항으로 지정하고 있기 때문에 펫푸드 제조업체도 수출경로를 확대하기 위해서는 공장부지에 대한 전문적인 방어전략 수립 등 식품방어 기준마련이 요구된다. 그리고 펫푸드 제조업체는 식품 제조업체보다 작업구역 간 위생절차 미 준수에 따른 부적합 점수가 높게 측정되었는데(P<0.05), 식품 및 축산물 안전관리인증기준 5조(선행요건 관리)[20]에 따르면 현장 작업자들에 대한 위생절차 준수가 요구되고 있기 때문에 관련 위생교육을 통한 개선이 필요한 것으로 확인되었다.

또한, 펫푸드 제조업체 작업자는 제조현장 출입 시 손 세척관리 시행율이 식품 제조업체 작업자들보다 낮은 수행율을 보였다(P<0.05). Green 등[21]의 선행연구에 따르면 레스토랑을 운영하는 조리사들의 손 세척관리 시행율은

Workplace management questions	
Question 1	Is the factory site boundary clearly defined?
Question 2	Are cross-contaminations prevented when moving within the work area?
Question 3	Are the floors and ceilings of the workplace clean?
Question 4	Is sanitary equipment installed at the entrance of the workplace?
Question 5	Is hand washing performed before entering the workplace?
Question 6	Is the designated employee rest area maintained in a clean condition?

Fig. 1. Assessment checklist for workplace management in pet food production facilities.

Table 2. Evaluation results of workplace management in pet food and food manufacturing facilities

Classification	Pet food manufacturer	Food manufacturer	
		Small-scale HACCP	Standard HACCP
Question 1	0.72±0.75^{A}	0.27±0.26^{AB}	0.16±0.25^{B}
Question 2	1.06±0.91^{A}	0.00±0.00^{B}	0.28±0.67^{B}
Question 3	0.11±0.22^{A}	0.11±0.22^{A}	0.22±0.26^{A}
Question 4	0.11±0.22^{A}	0.00±0.00^{A}	0.39±0.65^{A}
Question 5	0.44±0.16^{A}	0.44±0.16^{A}	0.16±0.25^{B}
Question 6	0.22±0.26^{A}	0.16±0.25^{A}	0.11±0.22^{A}

$^{A-B}$ Values (means±S.D.) with different superscripts in the same row differ significantly ($P<0.05$).

27%에 불과하며, 이러한 사유로 손 세척에 대한 인식부족과 조리시간 압박 등의 이유인 것으로 확인되었다. Kwak 등[22]의 연구에서는 조리 종사자가 지속적인 손 세척을 미실시할 경우 미생물에 따른 교차오염이 발생할 수 있는 것으로 확인되었다. 따라서 생산시설로 진입하는 펫푸드 제조업체 작업자도 주기적인 손 세척을 통한 교차오염 예방관리를 실천해야 될 것으로 사료된다.

설비 유지보수

펫푸드 및 식품 제조업체의 설비 유지보수와 관련된 평가문항은 Fig. 2과 같으며, 평가문항에 따른 결과는 Table 3과 같다. 설비 유지보수와 관련된 평가문항은 ①유지보수 계획수립, ②제조설비 녹/부식물 발생 여부, ③유지보수 수행 관리, ④적합한 윤활유 사용 여부, ⑤압축공기 관리 등 제조시설 운영과 관련된 사항을 주요 문항으로 선정하였다.

유지보수 평가항목의 결과는 유지보수 수행관리 문항을 제외한 전 문항에서 펫푸드 제조업체 부적합 사항이 식품 제조업체보다 유의적으로 높게 확인되었다(P<0.05). 특히 이번 평가항목에서 녹/부식과 관련된 부적합 사항이 펫푸드 제조업체에서 다수 확인되어 주요 제조시설 및 도구에 대한 지속적인 유지보수 관리가 필요한 것으로 사료되었다. 일반적으로 녹(rust)[23]은 금속 표면에 산소와 수분반응이 나타나고, Fe^{3+}를 형성하면서 비로소 녹이라고 불리는 산화철($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$)로 변하게 된다. 식품 제조설비에서 발생하는 녹은 제조과정 중 이물로써 변형되어 혼입될 개연성이 크기 때문에 선제적으로 예방하도록 요구하고 있다. 식품 제조업체는 관련 이슈사항의 인식율이 높고 개선사례도 많지만, 펫푸드 제조업체는 제조설비 녹/부식 오염과 관련된 경각심이 낮고, 개선사례도 적어 위와 같은 결과가 도출된 것으로 판단된다. 특히 사료관리법 등 관련 법령에서도 이물혼입을 예방할 수 있는 조항이 신설되지 않

Facility maintenance questions	
Question 7	Is there a documented maintenance plan in place?
Question 8	Are manufacturing facilities and tools free from rust?
Question 9	Are manufacturing facilities and tools regularly maintained?
Question 10	Are approved lubricants used?
Question 11	Are filters installed and managed for compressed air?

Fig. 2. Facility maintenance assessment checklist for pet food production facilities.

Table 3. Evaluation results of facility maintenance in pet food and food manufacturing facilities

Classification	Pet food manufacturer	Food manufacturer	
		Small-scale HACCP	Standard HACCP
Question 7	0.50±0.61^{A}	0.22±0.26^{AB}	0.00±0.00^{B}
Question 8	1.50±1.62^{A}	0.11±0.22^{B}	0.50±0.87^{AB}
Question 9	0.39±0.65^{A}	0.11±0.22^{A}	0.33±0.66^{A}
Question 10	1.50±1.62^{A}	0.22±0.67^{B}	0.44±0.88^{AB}
Question 11	0.22±0.26^{A}	0.05±0.16^{AB}	0.00±0.00^{B}

$^{A-B}$ Values (means±S.D.) with different superscripts in the same row differ significantly (P<0.05).

아 펫푸드 제조업체에서도 경각심을 일으킬 수 있도록 관련법령 개정이 요구된다.

설비 유지보수 시 사용하는 윤활유에 대한 관리 미 준수 건도 식품 제조시설에 비해 펫푸드 제조시설에서 유의적으로 높게 도출되었다(P<0.05). 미국은 식품 접촉설비에 사용하는 윤활유를 규정된 물질[24]로만 사용하도록 명시하고 있다. 한국은 윤활유에 대한 관련 법규가 제정되지 않았으나, 인증관련 자료집 중 하나인 HACCP 평가(심사) 매뉴얼[25]에서는 제조설비 유지보수 시 식품용 등급의 윤활유를 사용하도록 권고하고 있다. 특히 윤활유에 포함된 화학물질은 식품뿐만 아니라 펫푸드를 섭취하는 반려동물에게도 심각한 신체이상을 발생할 수 있기 때문에 펫푸드 제조업체는 윤활유에 대한 구분 사용이 준수될 수 있도록 지속적인 관리가 요구된다.

교차오염 예방관리

펫푸드 및 식품 제조업체의 교차오염 예방관리와 관련된 평가문항은 Fig. 3과 같으며, 평가문항에 따른 결과는 Table 4와 같다. 교차오염 예방관리에 대한 평가문항은 ① 작업자 위생복 착용, ②작업장 내 취식행위, ③작업설비 및 도구 파손여부, ④이물혼입 높은 작업도구 사용, ⑤노출공정 내 이물혼입 개연성, ⑥지박스 반입사용, ⑦해동원료 관리 등 제조과정 중 이물혼입이 발생할 수 있는 사항을 주요 문항으로 선정하였다.

점검결과 제조현장 내 복장착용 미흡, 취식 등 기본적인 위생관리와 관련된 항목에서 식품 제조업체에 비해 펫푸드 제조업체에서 높은 부적합 발생빈도가 확인되었다(P<0.05). 식품위생법 시행규칙 제2조 관련 별표 1 '식품 등의 위생적인 취급에 관한 기준[26]'에 따르면 식품 등을 제조·가공·조리 또는 포장에 직접 종사하는 작업자는 위생복, 위생모, 마스크 등의 복장 착용과 개인 위생관리가 준수되어야 함을 명시하고 있다. 또한, 식품의약품안전처에서 제시한 '식중독 예방진단 컨설팅[27]' 자료에서는 작업복 교차오염이 발생하지 않도록 제조구역에 따라 구분하여 착용하고, 작업구역 내 취식행위는 절대 금지하도록 강조하고 있다. 이러한 관련 자료에 비추어 볼 때 펫푸드 제조업체 작업자도 적절한 위생기준 준수와 실천이 요구되나, 식품 제조업체에 비해 실무적인 인식 수준이 낮아 부적합 발생 건이 더 높게 나온 것으로 판단된다. Lyu 등[28]에 따르면 작업자들의 위생관리 개선을 위해서는 정기적인 위생교육이 필요함을 강조하고 있다. 따라서 펫푸드 제조업체 작업자도 위생기준을 인지하고 실천될 수 있도록 지속적인 위생교육 수행이 필요할 것으로 사료된다.

교차오염 예방관리 평가항목 중 유의적인 차이가 발생된 문항은 해동 운영관리 건이다(P<0.05). 일반적으로 펫푸드 제조 시 사용하는 주요원료 중 하나인 냉동 축산물 및 수산물은 해동과정 중 유해 미생물[29] 증가로 인해 품질변화가 발생하기 때문에 자체적인 관리기준을 수립하고, 해동 운영사항을 확인할 수 있는 기록물을 보유하도록 요구하고 있다. 식품 및 기준 및 규격[30] 법령에 따르면 세부적인 냉동원료 해동기준을 명시하고 있지 않으나, 원료에 따라서 심부온도의 한계기준과 일시적인 해동허용 등의

Cross-contamination prevention questions	
Question 12	Are regulated sanitary garments worn?
Question 13	Is the worker's eating or drinking behavior monitored?
Question 14	Is equipment and tool damage monitored?
Question 15	Is the use of metal tools in critical production areas verified?
Question 16	Is there clear labeling and traceability in areas with contamination risks
Question 17	Are there established criteria related to raw material contamination?

Fig. 3. Cross-contamination prevention assessment checklist for pet food production facilities.

Table 4. Evaluation results of cross-contamination prevention in pet food and food manufacturing facilities

Classification	Pet food manufacturer	Food manufacturer	
		Small-scale HACCP	Standard HACCP
Question 12	1.78±1.46^{A}	0.61±0.82^{B}	0.72±0.97^{AB}
Question 13	1.33±1.00^{A}	0.33±0.66^{B}	0.94±1.01^{AB}
Question 14	1.16±1.00^{A}	0.11±0.22^{B}	0.16±0.25^{B}
Question 15	1.44±1.67^{A}	0.44±0.88^{AB}	0.06±1.67^{B}
Question 16	0.72±0.97^{A}	0.67±0.79^{A}	1.44±0.85^{A}
Question 17	1.78±2.05^{A}	0.11±0.22^{B}	0.50±0.87^{B}

$^{A-B}$ Values (means±S.D.) with different superscripts in the same row differ significantly (P<0.05).

예외조건을 제시하고 있다. 다만, 펫푸드 관련 법령에서는 해동과 관련된 법령 조항을 규정하지 않고 있다. 따라서 해동원료 사용에 따른 생물학적 위험성을 예방하기 위해서 자체분석을 통한 냉동 원료별 미생물 관리기준 수립이 요구된다. 그 외 교차오염 예방관리 항목의 분석결과는 펫푸드 및 식품 제조업체 간 발생된 부적합에서 유의적인 차이를 확인할 수 없었다(P>0.05).

세척/소독 운영관리

펫푸드 및 식품 제조업체의 세척/소독 운영관리와 관련된 평가문항은 Fig. 4와 같으며, 평가문항에 따른 점검결과는 Table 5와 같다. 세척/소독 운영관리 평가문항은 ① 제품 접촉설비 청결관리, ②제품 비 접촉설비 청결관리, ③제조설비 및 도구 청결관리 기준수립 유무, ④제조현장 환경오염도 검사 유무, ⑤세척제 용기 식별표기 관리, ⑥ 작업장 내 청소도구 관리 등을 주요 문항으로 채택하여 점검이 진행되었다.

점검 결과 펫푸드 제조업체에서 사용되는 주요 제조설비 중 제품과 접촉하는 제조설비에서 식품 제조업체에 비해 유의적으로 높은 오염상태가 확인되었다(P<0.05). 일반적으로 식품 제조에 사용하는 제조설비 및 도구는 연속적인 제조과정 중 교차오염이 발생될 개연성이 높기 때문에 HACCP 인증시스템[31]을 통한 품질 및 위생기준으로 관리하고 있다. 다만, 펫푸드 제조업체의 경우 청결한 위생수준을 유지할 수 있는 기반시설이 식품 제조업체에 비해 턱없이 부족하고, 품질 관리자는 위생기준을 관리할 수 있는 전문 지식수준이 낮아 이와 같은 점검결과가 나온 것으로 사료된다. Won[32]의 논문에 따르면 소규모 식품 제조업체는 자금 부족에 따라 식품위생을 유지할 수 있는 투자가 어려운 것으로 보고 있다. 따라서 영세 펫푸드 제조업체가 소속된 관할기관을 통해 전문 위생교육과 투자 지원을 받게 된다면 펫푸드 제조업체의 역량 수준을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

또한, 일반적인 제조시설 및 도구의 위생수준을 판단할 수 있는 환경오염도 검사 시행여부는 펫푸드 제조업체 수행율이 식품 제조업체에 비해 낮은 것으로 확인되었다(P<0.05). 식품 및 축산물 안전관리인증기준 법령[33]에 따르면 HACCP 인증을 운영하는 제조업체는 작업장 내 청결상태 유지를 검증하기 위해서 공중낙하균, 표면오염균 등의 오염도 검사를 수행하도록 명시하고 있다. 또한 Woo 등[34]의 연구에서는 제조·가공업체 환경오염도 검사를 통해 높은 수준의 공중낙하균이 검출되어 공기 순환을 통한 위생관리 개선이 필요함을 언급하였다. 다만, 펫푸드 제조업체는 대부분 영세하게 운영되기 때문에 환경오염도 검사를 수행할 수 있는 실험실 등의 기반시설과 분석 위탁비용이 부족하다. 따라서 펫푸드 제조업체가 정기적인 위생검사를 수행할 수 있도록 관할 지자체 지원사업이 수반된다면 청결 유지여부를 검증할 수 있는 분석업무가 훨씬 수월해질 것으로 사료된다. 그 외 점검문항에서는 펫푸드 제조업체와 식품 제조업체 간 유의적인 차이를 확인할 수 없었다(P>0.05).

Cleaning/sanitization management question	
Question 18	Are food-contact equipment and tools clean?
Question 19	Are non-food-contact equipment and tools clean?
Question 20	Are cleaning/sanitization standards established for equipment and tools?
Question 21	Is swab testing conducted after cleaning/sanitization?
Question 22	Are containers for cleaning/sanitizing agents properly labeled?
Question 23	Do cleaning tools prevent foreign material contamination?

Fig. 4. Cleaning/sanitization management assessment checklist for pet food production facilities.

Table 5. Evaluation results of cleaning and sanitization management in pet food and food manufacturing facilities

Classification	Pet food manufacturer	Food manufacturer	
		Small-scale HACCP	Standard HACCP
Question 18	1.28±0.87^{A}	0.39±0.65^{B}	1.61±0.78^{A}
Question 19	0.17±0.25^{A}	0.22±0.26^{A}	0.39±0.22^{A}
Question 20	0.28±0.26^{A}	0.28±0.26^{A}	0.28±0.26^{A}
Question 21	0.94±1.01^{A}	0.33±0.66^{AB}	0.11±0.22^{A}
Question 22	0.11±0.22^{A}	0.11±0.22^{A}	0.00±0.00^{A}
Question 23	0.17±0.25^{A}	0.17±0.25^{A}	0.17±0.25^{A}

$^{A-B}$ Values (means±S.D.) with different superscripts in the same row differ significantly (P<0.05).

Control of non-conforming products question	
Question 24	Are procedures for handling non-conforming products established?
Question 25	Are non-conforming products identified and segregated?
Question 26	Are non-conforming packaging materials controlled?
Question 27	Is a traceability mock drill conducted for raw materials and products?
Question 28	Is traceability possible for raw materials and products?

Fig. 5. Assessment checklist for the control of non-conforming products in pet food production facilities.

Table 6. Evaluation of non-conforming product control in pet food and food manufacturing facilities

Classification	Pet food manufacturer	Food manufacturer	
		Small-scale HACCP	Standard HACCP
Question 24	0.11±0.22^{A}	0.11±0.22^{A}	0.00±0.00^{A}
Question 25	1.11±1.05^{A}	0.22±0.67^{B}	0.39±0.65^{AB}
Question 26	0.11±0.22^{A}	0.11±0.22^{A}	0.11±0.22^{A}
Question 27	0.50±0.00^{A}	0.39±0.22^{A}	0.11±0.22^{B}
Question 28	0.61±0.82^{A}	0.11±0.22^{B}	0.00±0.00^{B}

$^{A-B}$ Values (means±S.D.) with different superscripts in the same row differ significantly ($P<0.05$).

부적합품 운영관리

펫푸드 및 식품 제조업체의 부적합품 운영과 관련된 평가문항은 Fig. 5와 같으며, 평가문항에 따른 점검결과는 Table 6과 같다. 부적합품 운영 평가문항은 ①부적합품 처리절차, ②부적합품 구분관리 유무, ③부적합 부자재 운영관리, ④사용 원료 및 제품에 대한 추적성 가능여부 등을 주요 문항으로 지정하여 점검을 진행하였다.

평가결과 중 펫푸드 제조업체에서 발생된 부적합품의 식별 및 구분관리가 식품 제조업체에 비해 미흡하게 운영되는 것으로 확인되었다(P<0.05). 부적합품은 일반적으로 법적 규격사항이 이탈되거나, 품질 관리기준이 충족되지 못하는 제품을 의미한다. 공정 중 발생한 부적합품을 적절히 통제하지 못할 경우 정상제품으로 오인되어 소비자에게 출고될 소지가 있기 때문에 식품위생법 45조 1항 법령[35]에 따라 강제 회수조치가 취해질 수 있다. 따라서 부적합품에 따른 위해요소를 예방하기 위해서 펫푸드 제조업체는 자체 운영기준을 수립하여 부적합 제품에 대한 식별 및 구분보관을 실행해야 할 것으로 사료된다.

또한, 부적합품에 대한 평가결과 중 펫푸드 제조업체에서 사용하는 공급제품 및 원료에 대한 추적성 관리가 미흡하고, 관련 모의훈련도 실시하지 않는 것으로 확인되었다(P<0.05). 품질이상 제품이 출고될 경우 ①발생원인을 파악해야 하고, ②적절한 회수과정이 수행되어야 하기 때문에 주기적으로 추적성 훈련을 통한 사전관리가 요구된다. 미국 수출제품은 식품안전현대화법(food safety modernization act, FSMA)을 통해 적합한 추적성 관리를 요구하고 있다. 또한, 관련 뉴스기사[36]에 따르면 미국은 오염 및 식품매개 질병방지를 위해서 추적성 기록요건을 기준으로 하는 FDA 최종법안을 준비중인 것으로 확인되고 있다. 다만 한국은 농·축·수산물을 제외한 가공식품[37]에서 추적성 관리가 제도적으로 시행되지 않고 있다. 수출시장이 확대되는 시장상황을 고려하여, 한국 또한 펫푸드 제품의 추적성 기준을 수립하고, 모의훈련을 실시하여 품질 이슈에 효과적으로 대응할 필요가 있다. 그 외 문항에서는 펫푸드 제조업체와 식품 제조업체 간 유의적인 차이를 확인할 수 없었다(P>0.05).

HACCP 운영관리

펫푸드 및 식품 제조업체의 HACCP 관리기준과 관련된 평가문항은 Fig. 6와 같으며, 평가문항에 따른 점검결과는 Table 7과 같다. HACCP 운영관리 평가문항은 HACCP 평가메뉴얼을 참고하여 ①HACCP 팀 구성, ②HACCP 기준서 관리, ③원료 및 공정별 위해요소 평가, ④CCP 모니터링 운영관리, ⑤모니터링 장비 검·교정 운영, ⑥CCP 유효성 검증관리 운영 등을 주요 점검문항으로 지정하였다.

점검 결과 펫푸드 제조업체는 식품 제조업체에 비해 CCP 운영관리가 전반적으로 미흡하였다(P<0.05). Critical control point (CCP)[33]는 중요관리점의 영문 약자로 HACCP 운영에서 확인된 위해요소를 예방·제어 또는 허용 수준 이하로 감소시키는 공정을 뜻한다. CCP 모니터링 담당자는 운영기준을 정확히 숙지하고, 지정된 방법으로 모니터링 하여 기록 관리가 수행되어야 하나, 펫푸드 제조업체 모니터링 담당자는 이러한 운영관리가 전체적으로 미흡한 것이 확인되었다. 이러한 결과 원인으로 ①식품 제조업체

HACCP operation questions	
Question 29	Is the composition and activity of the HACCP team appropriate?
Question 30	Are all products subject to HACCP clearly documented in the product description, and do the process flow and plant layout align with the actual site?
Question 31	Are potential hazards sufficiently identified, and are the causes and risk levels accurately assessed?
Question 32	Is the CCP monitoring personnel conducting monitoring from designated locations and maintaining records of the results?
Question 33	Are the monitoring devices properly calibrated and maintained?
Question 34	Is the verification process for HACCP operation being conducted?

Fig. 6. Assessment checklist for HACCP operation in pet food production facilities.

Table 7. Evaluation of HACCP operation in pet food and food manufacturing facilities

Classification	Pet food manufacturer	Food manufacturer	
		Small-scale HACCP	Standard HACCP
Question 29	0.11±0.22^{A}	0.22±0.26^{A}	0.11±0.22^{A}
Question 30	0.22±0.26^{A}	0.22±0.26^{A}	0.22±0.26^{A}
Question 31	0.11±0.22^{A}	0.11±0.22^{A}	0.05±0.17^{A}
Question 32	1.56±2.13^{A}	0.33±0.66^{AB}	0.11±0.22^{B}
Question 33	0.50±0.87^{A}	0.89±1.05^{A}	0.89±1.05^{A}
Question 34	1.05±1.70^{A}	0.17±0.25^{AB}	0.00±0.00^{B}

$^{A-B}$ Values (means±S.D.) with different superscripts in the same row differ significantly (P<0.05).

에 비해 정착되지 않은 사료 HACCP 관리기준, ②CCP 모니터링 담당자의 관련 지식부족, ③전문인력 부족 등에 의한 것으로 판단된다. 이러한 문제를 해소하기 위해서 식품 제조업체에서는 한국식품안전관리인증원에서 주관하는 스마트 HACCP 시스템[38]을 적용하고 있다. 스마트 HACCP 시스템은 사물인터넷(internet of things, IoT) 기술을 활용한 실시간 모니터링 시스템[39]으로 작업자 오류[40]를 줄일 수 있고, 식품 안전사고를 사전에 예방할 수 있는 이점[41,42]을 지니고 있다. 따라서 스마트 HACCP 시스템을 펫푸드 제조업체까지 확대 적용하여 CCP 운영관리 미흡에 대한 위험성이 해소되어야 할 것으로 사료된다.

또한, 펫푸드 제조업체는 CCP 운영관리에 대한 유효성 평가 실행율이 식품 제조업체에 비해 유의적으로 낮게 확인되었다(P<0.05). HACCP 시스템 적절성을 판단하기 위해서는 주기적인 유효성·실행성 검증계획이 수립되고 실행되어야 한다. 특히 Kim 등[43]의 선행연구에 따르면 위해분석을 통해 설정된 CCP 관리기준이 적절하게 제시되지 않을 경우 위해요소가 제어되기 어렵기 때문에 주기적인 유효성 평가를 통해서 CCP 한계기준의 적절성 여부를 판단해야 한다고 명시하고 있다. 펫푸드 제조업체에서 CCP 항목의 유효성 평가 실행율이 저조한 이유는 식품 제조업체에 비해 분석을 수행할 수 있는 기반시설이 부족하고, 펫푸드 제조업체 중 다수가 영세하게 운영되어 외부 분석을 의뢰할 수 있는 비용부담에 따른 것으로 사료된다. 따라서 이러한 문제를 해결할 수 있도록 펫푸드 제조업체에 대한 연구지원 사업 등 개선방안 수립이 요구된다.

의무사항

펫푸드 및 식품 제조업체의 의무사항과 관련된 평가문항은 Fig. 7와 같으며, 평가문항에 따른 점검결과는 Table 8과 같다. 의무사항 평가문항은 펫푸드 제조업체의 경우 사료관리법을 기반으로 점검문항을 설정하였고, 식품 제조업체는 식품위생법 관련내용을 주요 점검문항으로 설정하였다. 주요 점검문항은 ①영업등록 관련사항, ②생산 수불부 기록, ③제품중량 준수 여부, ④자가품질검사 이행, ⑤소비기한 이탈사항, ⑥보관기준 이탈사항, ⑦일부인 준수관리 등으로 구성하였다.

점검 결과 펫푸드 제조업체는 식품 제조업체에 비해 자가품질검사 준수율이 유의적으로 낮게 확인되었다(P<0.05). 자가품질검사[44]는 제조·가공하는 영업자가 식품 안전성 확보를 위해 식품위생법에서 규정한 기준과 규격을 검사하는 것을 뜻한다. 식품위생법을 중용하는 식품과 달리 펫푸드 제품군은 사료관리법을 중용하고 있으며, 자가품질검사 검사주기 및 항목에 대한 세부사항도 사료관리법 시행규칙 별표8[45]에서 명시하고 있다. 해당 규정에 따라 자가품질검사가 시행되지 않았을 경우 최소 영업정지 7일 이상의 행정처분이 내려질 수 있기에 펫푸드 제조업체 품질 담당자는 자가품질검사 주기, 방법 등을 정확하게 숙

Legal obligations questions	
Question 35	Are the documents pertaining to business registration kept up to date?
Question 36	Are records of production and operations properly documented?
Question 37	Is the product weight managed within the legally permitted range?
Question 38	Are internal quality inspections conducted according to the legally regulated frequency and criteria for each product category?
Question 39	Are there any violations such as exceeding the expiration date?
Question 40	Are storage standards being properly followed?
Question 41	Are preventive measures being implemented to avoid human errors?

Fig. 7. Assessment checklist for legal obligations in pet food production facilities.

Table 8. Evaluation of legal compliance in pet food and food manufacturing facilities

Classification	Pet food manufacturer	Food manufacturer	
		Small-scale HACCP	Standard HACCP
Question 35	0.56 ± 1.67^{A}	0.00 ± 0.00^{A}	0.00 ± 0.00^{A}
Question 36	0.06 ± 0.17^{A}	0.00 ± 0.00^{A}	0.00 ± 0.00^{A}
Question 37	0.11 ± 0.22^{A}	0.06 ± 0.17^{A}	0.06 ± 0.17^{A}
Question 38	1.67 ± 2.50^{A}	0.00 ± 0.00^{B}	0.00 ± 0.00^{B}
Question 39	1.11 ± 2.20^{A}	0.00 ± 0.00^{A}	0.56 ± 1.67^{A}
Question 40	1.67 ± 2.50^{A}	0.56 ± 1.67^{A}	1.33 ± 2.18^{A}
Question 41	0.28 ± 0.26^{A}	0.06 ± 1.67^{B}	0.00 ± 0.00^{B}

$^{A-B}$ Values (means±S.D.) with different superscripts in the same row differ significantly ($P<0.05$).

지하여 주기적인 검사가 시행되어야 할 것으로 사료된다.

또한 점검 결과 펫푸드 제조업체에서 생산된 제품의 소비기한 모니터링 관리가 식품 제조업체에 비해 미흡한 것으로 나타났다($P<0.05$). 소비기한이란[46,47] 식품에 표시된 보관방법을 준수할 경우 섭취하여도 안전에 이상이 없는 기간을 의미하고 있으며, 관련 법령에 따라 식품 및 펫푸드 제품도 표시사항 내 소비기한을 표기하도록 명시하고 있다. 하지만 제조과정 중 휴먼 에러, 설비 이상 등의 문제로 소비기한 날인 이상의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 식품 제조업체는 비전 검사기 등의 자동화 검사 설비를 도입하여 예방 관리계획을 수립하고, 검수 작업자를 통해 모니터링 업무를 수행하고 있다. 하지만 펫푸드 제품은 사람이 직접 섭취하지 않기 때문에 소비기한의 중요성이 식품보다 상대적으로 낮게 인식되고 있다. 따라서 펫푸드 제조업체 품질관리 담당자를 대상으로 관련 법규사항에 대한 인식을 제고할 수 있도록 교육자료 배포 및 관리시스템 구축이 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

본 연구는 (주)풀무원의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다

국문요약

본 연구는 펫푸드 제조업체의 품질 및 위생관리 수준을 파악하기 위해 펫푸드 및 식품 제조업체 27곳을 선정하여 점검을 진행하였다. 점검에는 17개 항목, 200개 문항으로 구성된 체크리스트가 사용되었으며, 이 중 유의미한 결과가 도출된 41개 문항의 점검 결과만 연구 자료로 활용하였다. 점검 결과, 펫푸드 제조업체 작업자는 출입 전 손씻기, 위생복 착용 등 위생 절차 미 준수 비율이 식품 제조업체에 비해 높았다($P<0.05$). 또한, 펫푸드 제조 설비의 세척 관리 수준이 식품 제조업체보다 미흡한 것으로 나타났다($P<0.05$). 아울러 펫푸드 제조업체는 원료의 생물학적 안전성을 확보하기 위한 해동 기준이 미비하였으며, 환경 오염도 검사, critical control point (CCP) 유효성 평가 등 제품 안전성을 검증할 수 있는 자료도 충분히 보유하고 있지 않았다($P<0.05$). 특히, 법규 위반에 해당될 수 있는 자가 품질검사 미 준수비율이 식품 제조업체에 비해 현저하게 높아, 이에 대한 집중적인 관리와 개선이 요구되었다($P<0.05$). 종합적으로 분석해 볼 때, 펫푸드 제조업체의 품질 및 위생관리 운영관리가 식품 제조업체보다 낮은 수준인 것으로 확인되었다. 이는 펫푸드 제조업체의 기반 시설 및 인프라 부족에서 기인한 것으로 추정된다. 따라서

반려동물의 안전성 보호 및 품질 강화를 위해 펫푸드 제조업체의 위생교육과 법적기준 강화, 정부 기관의 펫푸드 제조업체 지원 정책 마련 등의 개선 방안이 요구된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Dong Soo Kim	https://orcid.org/0009-0003-7247-9508
Tae Hun Kim	https://orcid.org/0009-0006-9583-3778
Hyeon A Ju	https://orcid.org/0009-0004-8276-8650
Pyeong Won Kim	https://orcid.org/0009-0001-5584-9912
Jayoung Lee	https://orcid.org/0009-0005-3329-1857
Tae Seok Kim	https://orcid.org/0009-0008-8994-1128

References

1. Choi, J.H., Park, E.J., Lee, H.J., A study on the market trends analysis of companion animal food and products in Korea. *J. Korea Content. Assoc*., **19**, 115-122 (2019).
2. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2024, September 13). 2022 Survey on the status of companion animal protection and welfare. Retrieved from https://www.animal.go.kr/front/community/show.do?boardId=boardID03&menuNo=5000000019&page=1&keyword=&column=&pageSize=10&seq=300100
3. Statistics Korea, (2024, September 21). Household projections by province: 2020-2050. Retrieved from https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301020600&bid=207&act=view&list_no=421304
4. Ji, I.B., Kim, H.J., Kim, W.T., Seo, K.C., 2017. Development strategies for the companion animal industry, Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea, pp 1-10.
5. American Pet Products Association (APPA), (2024, September 23). Pet industry trends and stats. Retrieved from https://americanpetproducts.org/industry-trends-and-stats
6. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2024, September 24). Compound feed production performance. Retrieved from https://www.mafra.go.kr/sn3hcv_v2023/skin/doc.html?fn=027E68C7-B3BF-A723-D45D-E813AF3BBC30.xls&rs=/sn3hcv_v2023/atchmnfl/bbs/202502/
7. Food Standards Agency (FSA), (2024, October 1). Pet food. Retrieved from https://www.food.gov.uk/print/pdf/node/175
8. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2024, October 2). Feed control act, article 2 (Definitions). Retrieved from https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%82%AC%EB%A3%8C%EA%B4%80%EB%A6%AC%EB%B2%95/%EC%A0%9C2%EC%A1%B0
9. Kim, K.H., Analysis on raw materials and functions for pet food using marine resources: focusing IPA. *JCC*., **27**, 173-176 (2022).
10. Kang, S.W., Hwang, J.H., Jung, A.H., Park, E.Y., Park, S.E., Yoon, Y.H., Park, S.H., Effect of non-thermal pasteurization on minced chicken meat based pet food and its quality attributes through gamma ray and electron beam irradiation. *Food Eng. Prog.*, **25**, 139-146 (2021).
11. Lim, D.W., Kim, J.Y., An, A.J., Park, J.Y., Jeong, H.J., Gwak, J.J., Seo, D.R., Lee, J.G., Jang, M.S., Ji, T.K., Kim, Y.H., Investigation of microbial contamination and use of food additives for pet foods in Gwangju, Korea. *KOJVS*., **45**, 155-164 (2022).
12. U.S. Food and Drug Administration, (2024, October 4). FDA alert: certain lots of pet food from multiple brands recalled for aflatoxin. Retrieved from https://www.fda.gov/animal-veterinary/outbreaks-and-advisories/fda-alert-certain-lots-pet-food-multiple-brands-recalled-aflatoxin
13. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2024, October 5). Press release: highly pathogenic avian influenza confirmed in cat food. retrieved from https://www.mafra.go.kr/home/5109/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmJzJTJGaG9tZSUyRjc5MiUyRjU2NzAzMSUyRmFydGNsVmlldy5kbyUzRg%3D%3D
14. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2024, October 5). HACCP plan checklist (Related to article 8, paragraph 3). Retrieved from https://www.law.go.kr/LSW//admRulBylInfoPLinkR.do?admRulSeq=2100000236636&admRulNm=%EC%82%AC%EB%A3%8C%EA%B3%B5%EC%9E%A5%20%EC%9C%84%ED%95%B4%EC%9A%94%EC%86%8C%EC%A4%91%EC%A0%90%EA%B4%80%EB%A6%AC%EA%B8%B0%EC%A4%80&bylNo=0001&bylBrNo=00&bylCls=BE&bylClsCd=BE&joEfYd=&bylEfYd=
15. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2024, October 8). Feed control act. Retrieved https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%82%AC%EB%A3%8C%EA%B4%80%EB%A6%AC%EB%B2%95
16. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2024, October 8). Animal protection act. Retrieved from https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EB%8F%99%EB%AC%BC%EB%B3%B4%ED%98%B 8%EB%B2%95/(19486,20230620)
17. Lee, H.C., Park, M.J., Oh, D.G., Kim, C.Y., Jeong, E.S., Kim, C.Y., Im, J.Y., Kim, J.B., Improvement plan of HACCP mandatory application foods and small-scale HACCP system. *Food Sci. Ind.*, **55**, 301-307 (2022).
18. Lee, S.A., Park, K.J., Kang, S.T., Application of HACCP for hygiene control to *Jabchae* in team foodservice facility. *CSHR*., **9**, 81-97 (2003).
19. Park, M.H., Kim, K.I., Kim, J.S., Kim, H.S., Om, A.S., Food defense perception and performance level of domestic medium and small-sized food companies. *CSHR*., **26**, 135-146 (2020).
20. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2024, October 12). [Appendix 1] Prerequisite requirements (Related to article 5). Retrieved from https://law.go.kr/LSW//admRulBylInfoPLinkR.do?admRulSeq=2100000221694&admRulNm=%EC%8B%9D%ED%92%88%20%EB%B0%8F%20

%EC%B6%95%EC%82%B0%EB%AC%BC%20%EC%95%88%EC%A0%84%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%9D%B8%EC%A6%9D%EA%B8%B0%EC%A4%80&bylNo=0001&bylBrNo=00&bylCls=BE&bylClsCd=BE&joEfYd=&bylEfYd=

21. Green, L.R., Selman, C.A., Radke, V., Ripley, D., Mack, J.C., Reimann, D.W., Stigger, T., Motsinger, M., Bushnell, L., Food worker hand washing practices: an observation study. *J. Food Prot*., **69**, 2417-2423 (2006).
22. Kwak, T.K., Chang, H.J., Ryu, K., Kim, S.H., Effectiveness of 70% alcohol solution and hand washing methods on removing transient skin bacteria in foodservice operation. *J Korean Diet Assoc*., **4**, 235-244 (1998).
23. Yeom, S.J., Jung, S.D., Oh, E.H., A study on rust cleaning of various industrial equipment using cosmetic and food materials. *J. Korean Appl. Sci. Technol.*, **38**, 19-28 (2021).
24. U.S. Food and Drug Administration (FDA), (2024, October 16). Lubricants with incidental food contact. Code of federal regulations title 21, part 178.3570. Retrieved from https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-178/subpart-D/section-178.3570
25. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2024, November 23). HACCP audit manual. Retrieved from https://www.cfs.or.kr/reference/reference/read.php?no=108
26. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2024, November 25). Food sanitation act enforcement rule, annex 1 (Related to article 2). Retrieved from https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9%EB%B3%84%ED%91%9C%EC%84%9C%EC%8B%9D/(%EC%8B%9D%ED%92%88%EC%9C%84%EC%83%9D%EB%B2%95%20%EC%8B%9C%ED%96%89%EA%B7%9C%EC%B9%99,20241115,%EB%B3%84%ED%91%9C1)
27. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2024, November 25). Foodborne illness prevention and diagnosis consulting manual (2024). Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/board/boardDetail.do?menu_no=4421&bbs_no=bbs403&ntctxt_no=1097472&menu_grp=MENU_NEW02
28. Lyu, E.S., Chang, H.J., Food sanitary practices of the employees in university and industry foodservices. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **11**, 274-281 (1995).
29. Kang, S.M., Kang, C.G., Lee, S.G., Comparison of quality characteristics of Korean native black pork and modern genotype pork during refrigerated storage after thawing. *Food Sci. Anim. Resour.*, **27**, 1-7 (2007).
30. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2024, November 27). Korean food standards codex. Retrieved from https://www.law.go.kr/%ED%96%89%EC%A0%95%EA%B7%9C%EC%B9%99/%EC%8B%9D%ED%92%88%EC%9D%98%EA%B8%B0%EC%A4%80%EB%B0%8F%EA%B7%9C%EA%B2%A9
31. Do, Y.N., Choi, J.S., Jung, Y.K., Park, J.H., Roh, K.H., Kim, S.S., Choi, S.Y., Lee, K.Y., Han, E.J., Evaluation of the level of microbial contamination in the processing company of *Nuroong-ji*. *J. Food Hyg. Saf.*, **25**, 333-340 (2010).
32. Won J., Suggestions of HACCP implementation for small and mid-sized food business. *Safe Food*, **1**, 44-49 (2006).
33. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2024, November 27). Hazard analysis and critical control point (HACCP) standards for food and livestock products. Retrieved from https://www.law.go.kr/%ED%96%89%EC%A0%95%EA%B7%9C%EC%B9%99/%EC%8B%9D%ED%92%88%EB%B0%8F%EC%B6%95%EC%82%B0%EB%AC%BC%EC%95%88%EC%A0%84%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%9D%B8%EC%A6%9D%EA%B8%B0%EC%A4%80/(2023-26,20230406)/%EC%A0%9C2%EC%A1%B0
34. Woo, H.I., Kim, J.B., Choi, J.H., Kim, E.H., Kim, D.S., Park, K.S., Kim, E.J., Eun, J.B., Om, A.S., Evaluation of the level of microbial contamination in the manufacturing and processing company of red pepper powder. *J. Food Hyg. Saf.*, **27**, 427-431 (2012).
35. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2024 November 30). Article 45 of the food sanitation act. Retrieved from https://www.law.go.kr/lsLinkCommonInfo.do?lsJoLnkSeq=1025952555&chrClsCd=010202&ancYnChk=
36. Chris Casey, (2024 December 2). Food companies aren't ready to comply with traceability rule, says former FDA official. Retrieved from https://www.fooddive.com/news/former-fda-commissioner-frank-yiannas-food-companies-are-using-a-shortcut-to-bypass-trac/712773/
37. Choi, J.H., Standardization of identification-number for processed food in food-traceability-system. *J. Food Hyg. Saf.*, **27**, 194-201 (2012).
38. Korea Agency of HACCP Accreditation and Services (KAHAS), (2024 December 5). Introduction to smart HACCP. Retrieved from https://fresh.haccp.or.kr/shp/shp/guest/shintrcn/shIntrcnIndex.do?action_type=INDEX_SHINTRCN
39. Park, N.H., Lee, I.Y., Joo, N.M., The effect of smart HACCP implementation on the job performance of school nutrition teachers and dietitians in Korea. *Korean J. Food Cook. Sci.,* **40**, 477-486 (2024)
40. Yang, J.H., Sung, B.M., Kim, M.H., Jung, H.S., Cha, M.H., Ryu, K., Dieticians' perceived performance level and obstructive factors of HACCP system among elementary school food services in Gyeongbuk province. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **43**, 1774-1784 (2014).
41. Kim, H.J., Hahn, T.W., Juong, J.H., Bahk, G.J., Hong, C.H., Evaluation of biological critical control points using *Escherichia coli* genotyping. *Food Sci. Anim. Resour.*, **29**, 695-701 (2009).
42. Gwon, S.Y., The current status of smarter food safety management. *Food Sci. Ind*., **54**, 124-131 (2021).
43. Lee, H.C., Kang, J.Y., Park, E.J., Park, M.J., Oh, D.G., Kim, C.Y., Jeong, E.S., Kim, J.M., Ahn, Y.S., Kim, J.B., Development of smart HACCP effectiveness analysis model. *Food Sci. Ind*., **54**, 184-195 (2021).
44. Kim, S.A., LIM, S.S., Ways to improve the efficiency of the self quality inspection analysis for RTE *Kimbab*. *JIDB*., **10**, 37-43 (2019).
45. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2024 December 4). Standards for self-quality inspection. Retrieved from https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9%EB%B3%84%ED%91%9C%EC%84%9C%EC%8B%9D/(%EC%82%AC

%EB%A3%8C%20%EA%B4%80%EB%A6%AC%EB%B2%95%20%EC%8B%9C%ED%96%89%EA%B7%9C%EC%B9%99,%2020241205,%EB%B3%84%ED%91%9C8)
46. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2024 December 10). Korean food standards codex. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC
47. Park, M.S., Hong, Y.A., Yang, S.B., A study on the consumers' perception and the improvement for the use-by-date of food. *Korean J. Org. Agric*., **30**, 335-350 (2022).