

# 스마트 HACCP 효과 분석 모델 개발

## Development of smart HACCP effectiveness analysis model

이한철<sup>1</sup> · 강주영<sup>1</sup> · 박은지<sup>1</sup> · 박민지<sup>1</sup> · 오도경<sup>1</sup> · 김찬영<sup>1</sup> · 정은선<sup>1</sup> · 김재명<sup>2</sup> · 안영순<sup>2</sup> · 김종범<sup>1\*</sup>  
Han-Cheol Lee<sup>1</sup>, Ju-Yeong Kang<sup>1</sup>, Eun-Ji Park<sup>1</sup>, Min-Ji Park<sup>1</sup>, Do-Gyung Oh<sup>1</sup>, Chan-Yeong Kim<sup>1</sup>, Eun-Sun Jeong<sup>1</sup>,  
Jai-Moung Kim<sup>2</sup>, Yeong-Soon Ahn<sup>2</sup>, and Jung-Beom Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>순천대학교 식품공학과, <sup>2</sup>한국식품안전관리인증원

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Sunchon National University

<sup>2</sup>Korea Agency of HACCP Accreditation and Service

### Abstract

Smart HACCP is a system that can check the monitoring of critical control point (CCP) in real time to implement improvement measures immediately after departure from limit criteria and prevent falsification of data by digitizing handwritten records. In this study, we developed the analysis model for the effectiveness of smart HACCP to compare and analyze with existing HACCP. By introducing of smart HACCP system, the evaluation index value of HACCP effectiveness for HACCP-certificated companies on a small scale increased by 9.25 points, corresponding to 11.52% of increase rate. General HACCP-certificated companies showed 4.52 point and 5.00% of increase rate by introducing of smart HACCP system. Thus, it was confirmed that the introduction of smart HACCP system contributes to the improvement of

food safety management and especially it would be more effective for HACCP-certificated companies on a small scale than general HACCP-certificated companies.

Key words: smart HACCP, HACCP, food, livestock products, effectiveness model

### 서론

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) 은 식품 제조 시 위해요소를 관리하는 위생관리제도로 제조, 가공, 보존, 유통 등에서 발생할 수 있는 위해요소를 체계적으로 예방할 수 있는 제도이다(Yeo 등, 2014). 국내 식품 HACCP 인증업체 수는 2009년 563 개소에서 2020년 7,685개소로 13.6배 증가하였으며(KAHAS, 2021a), 축산물 HACCP 인증업체 수는 2009년 1,826개소에서 2020년 14,205개소로 7.7배 증가하

\* Corresponding Author: Jung-Beom Kim, Sunchon National University, Suncheon-si, Jeollanam-do, 57922, Korea  
Tel : +82-61-750-3259  
Fax : +82-61-750-3208  
E-mail : okjbkim@sunchon.ac.kr  
Received May 25, 2021; revised June 14, 2021; accepted June 18, 2021

였다(KAHAS, 2021b). 그러나 식품 업체 중 20인 이하 사업장이 91.1%, 축산물 업체는 87.5%(MFDS, 2021)로 대부분이 영세하여 지속적인 HACCP 운영에 어려움을 호소하고 있다(Kim, 2017).

소규모 업체가 HACCP 운영에 어려움을 호소하는 이유는 기록 및 데이터 관리(Nam, 2017), 인력 부족(Kang 등, 2017), 모니터링 빈도 부족(Kim, 2017; Nam, 2017) 등으로 보고되고 있다. 소규모 식품 업체의 경우 중요관리점(Critical Control Point; CCP) 모니터링 등을 수행하는 인력 채용에 어려움을 호소하고 있으며(Kang 등, 2017), CCP 모니터링이 연속적으로 이루어지지 않아 한계기준 이탈 시 즉각적인 개선조치를 실행

하기 곤란하다(Kim, 2017). 이러한 문제점을 해결하고자 한국식품안전관리인증원에서는 식품 업체에 스마트 HACCP 보급을 지원하고 있다(KOSMO, 2021).

스마트 HACCP은 CCP 공정관리 및 각종 기록문서의 실시간 자동화를 기반으로 개별 업체의 전산화된 식품안전관리 업무 시스템을 구축하고, 각각 업체로부터 수집된 데이터를 분석하여 정부 차원의 식품 안전 예방체계 구축을 목표로 하고 있다(KAHAS, 2021c). 스마트 HACCP은 CCP 모니터링 결과를 실시간 확인, 기록, 저장하여 최적화된 한계기준 설정이 가능하고, 모니터링 사이의 사각지대를 해소할 수 있다(Lee, 2020). 또한, 수기 기록물의 디지털화로 데이터 위변조 방지 및 식품안전관리 빅데이터 구축과 활용에 이용할 수 있어(Kim, 2017), 향후 스마트 HACCP이 확대될 것으로 예측되고 있다. 그러나 스마트 HACCP 도입에 따른 효과를 평가할 수 있는 지표가 개발되지 않아 스마트 HACCP 도입 효과성을 객관적으로 평가할 수 없는 실정이다.

표 1. 선정업체의 인증유형별 분류

구분	식품 업체	축산물 업체	합계
소규모 HACCP	10	2	12
일반 HACCP	2	6	8
합계	12	8	20

표 2. 조사 업체 현황

번호	업체	HACCP 인증 유형	축산물/식품	식품 유형	구축 여부
1	A	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(냉동수산식품)	구축 중
2	B	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(과채주스)	구축 중
3	C	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(침출차)	구축 중
4	D	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(과자)	구축 중
5	E	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(김부각, 조미김)	구축 중
6	F	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(과자)	구축 중
7	G	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(떡류)	구축 중
8	H	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(커피)	구축 중
9	I	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(침출차)	구축 중
10	J	소규모 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(고춧가루)	구축 중
11	K	소규모 HACCP 인증	축산물	식육가공업(식육분쇄가공육)	구축 중
12	L	소규모 HACCP 인증	축산물	식육포장처리업	구축 중
13	M	일반 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(빵류)	구축 중
14	N	일반 HACCP 인증	식품	식품제조가공업(수산식품가공류)	구축 중
15	O	일반 HACCP 인증	축산물	식육포장처리업	구축 완료
16	P	일반 HACCP 인증	축산물	식육포장처리업	구축 완료
17	Q	일반 HACCP 인증	축산물	식육포장처리업	구축 중
18	R	일반 HACCP 인증	축산물	식육포장처리업	구축 중
19	S	일반 HACCP 인증	축산물	식육포장처리업	구축 중
20	T	일반 HACCP 인증	축산물	식육포장처리업	구축 중



따라서 본 연구에서는 제조공정 중 스마트 HACCP 평가 요소를 선정하고 스마트 HACCP 도입 효과성 분석모형을 개발하고자 하였다.

## 본론

### 1. 스마트 HACCP 구축 업체 선정

스마트 HACCP 도입 효과성을 확인하기 위해 한국식품안전관리인증원에서 스마트 HACCP 구축을 지원받고 있는 식품 및 축산물 업체 20개소를 선정하였다(표 1, 2). 선정업체를 규모별로 분류하면 소규모 HACCP 인증업체는 12개소, 일반 HACCP 인증업체는 8개소로 분류되었으며, 유형별로 분류하면 식품 HACCP 인증업체는 12개소, 축산물 HACCP 인증업체는 8개소로 분류되었다.

### 2. 제조공정 조사를 통한 스마트 HACCP 평가 요소 선정

4차 산업혁명은 제조업의 경쟁력 강화를 위해 도입된 'Industry 4.0'에서 출발해 제조업과 공장 등 수많은 분야의 신기술이 끊임없이 융합하여 사회 전반에 혁신과 변화를 이끌어 낸다는 개념으로 인간과 사물 그리

고 공간 등에서 데이터를 수집, 축적, 활용하는 개념이다(Jang, 2021). 스마트 공장이란 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정에 사물인터넷, 빅데이터 등을 활용한 공장으로 제품의 수요, 공급, 자원 효율성 면에서 높은 유연성을 가지고, 전체 공급 사슬을 이용해 가치를 창출할 수 있는 공장이다(Han 등, 2017; Jang, 2021). 스마트 공장은 생산 현장에서 발생하는 데이터

표 4. 일반 HACCP 인증업체에 대한 스마트 평가 요소 조사

번호	스마트 평가 요소 <sup>1)</sup>
1	CP 및 CCP 관리 대장
2	검사, 측정 및 시험장비 대장
3	검증계획 결과 및 개선조치 결과
4	검·교정 관리 대장
5	냉장 및 냉동 온도관리 대장
6	부적합품 관리 대장
7	생산일보
8	운송 차량 점검표
9	원부재료 검사 성적서
10	원부재료 수불부
11	포장지 입고 검사 대장
12	운반 도구 및 지게차 점검표
13	중요관리점 검증 점검표
14	포장재 성적서
15	중요관리점 모니터링 일지
16	CCP 검증 및 유효성 평가 대장
17	개선 및 조치 예방 대장
18	거래기록부
19	클레임 관리 일지
20	완제품 검사 대장
21	완제품 검사 일지
22	제품운송 차량 온도관리 대장
23	제조·시설설비 관리 일지
24	일일위생 및 공정 점검표
25	폐기물 관리 대장
26	수질검사성적서
27	조도점검 일지
28	방충방서 일지
29	협력업소 관리 일지
30	화학물질관리대장

표 3. 소규모 HACCP 인증업체에 대한 스마트 평가 요소 조사

번호	스마트 평가 요소 <sup>1)</sup>
1	CP 및 CCP 관리 대장
2	검증계획 결과 및 개선조치 결과
3	검·교정 관리 대장
4	냉장 및 냉동 온도관리 대장
5	원부재료 검사 성적서
6	중요관리점 검증 점검표
7	완제품 검사 대장
8	제품운송 차량 온도관리 대장
9	수질검사성적서
10	일일위생 및 공정 점검표
11	방충방서 일지
12	클레임 관리 대장

<sup>1)</sup> 선정업체의 제조공정에서 발생하는 데이터를 포함한 문서

<sup>1)</sup> 선정업체의 제조공정에서 발생하는 데이터를 포함한 문서

표 5. 소규모 HACCP에 대한 스마트 평가 요소의 다각적 측면 분석

번호	스마트 평가 요소	구분		
		생산성	품질관리	식품안전관리
1	CP 및 CCP 관리 대장	O	X	O
2	검증계획 결과 및 개선조치 결과	O	O	O
3	검·교정 관리 대장	O	X	O
4	냉장 및 냉동 온도관리 대장	O	O	O
5	원부재료 검사 성적서	O	O	O
6	중요관리점 검증 점검표	O	X	O
7	완제품 검사 대장	O	X	O
8	제품운송 차량 온도관리 대장	O	X	O
9	수질검사성적서	O	X	O
10	일일위생 및 공정 점검표	O	O	O
11	방충방서 일지	X	O	O
12	클레임 발생 일지	O	X	O

를 실시간으로 수집하여 빅데이터를 구축하고, 구축된 빅데이터를 분석하여 의사 결정하는 지능형 운영시스템을 최종목표로 한다(Kim 등, 2016; Park, 2015). 스마트 HACCP은 스마트 공장 중 식품 안전 부분에 특화된 시스템으로 식품 안전 빅데이터를 분석하여 의사 결정하는 지능형 운영시스템을 목표로 하고 있다. 따라서 스마트 HACCP의 핵심은 식품 제조공정에서 발생하는 데이터로써 본 연구에서는 선정업체의 제조공정에서 발생하는 데이터를 포함하는 문서를 조사하여 소규모 및 일반 HACCP 인증업체의 스마트 평가 요소를 조사하였다. 소규모 HACCP 인증업체의 스마트 평가 요소는 12개로 조사되었으며, 일반 HACCP 인증업체의 스마트 평가 요소는 30개로 조사되었다(표3, 4). 소규모 HACCP 인증업체보다 일반 HACCP 인증업체의 스마트 평가 요소가 18개 더 많은 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 소규모 HACCP 인증업체보다 일반 HACCP 인증업체의 규모 및 평가 요소(NLIC, 2021)가 더 많은 것에 기인하는 것으로 판단된다. HACCP은 식품 제조 시 위해요소를 관리하는 위생관리제도(Yeo 등, 2014)로 조사된 스마트 평가 요소를 분석하여 생산성(투입량, 생산량 등), 품질관리(성상, 품질 등), 식품안전관리(위생 상태, CCP 온도 등)로 분류한(표 5, 6) 후 식품 안전에 관련된 요소를 스마트 HACCP 평가 요소로 선정하였다. 조사된 스마트 평가 요소는 모두

식품 안전에 관련되어 소규모 HACCP 인증업체의 스마트 HACCP 평가 요소는 12개, 일반 HACCP 인증업체의 스마트 HACCP 평가 요소는 30개로 선정되었다.

### 3. 기존 HACCP과 스마트 HACCP 평가 요소 비교

기존 HACCP 평가모델은 일본, 캐나다, FDA의 cGMP 등의 자료를 참고하여 개발(KAHAS, 2021d)되었고, 1996년 식품위해요소중점관리기준을 제정 및 고시 후 현재까지 운영되고 있다(Son, 2009). 따라서 본 연구에서도 기존 HACCP 평가모델을 준용하여 스마트 HACCP 도입 효과성 분석모델을 개발하고 이를 통해 기존 HACCP과 스마트 HACCP 효과성을 비교 분석하고자 하였다. 기존 소규모 HACCP 선행요건 17개 중 15개, 기존 소규모 HACCP 관리요건 8개 중 4개가 소규모 스마트 HACCP 평가 요소로 분석되었다(표 7, 8). 또한 기존 일반 HACCP 선행요건 52개 중 26개, 기존 일반 HACCP 관리요소 26개 중 5개가 일반 스마트 HACCP 평가 요소로 분석되었다(표 9, 10). 스마트 HACCP 평가 요소의 전환율(스마트 HACCP 평가 요소 ÷ 기존 평가 요소 항목 × 100)을 규모별로 비교 시 소규모 HACCP은 76.0%, 일반 HACCP은 39.7%로 분석되었다. 이러한 결과로 보아 스마트 HACCP 전환율이 높은 소규모 HACCP이 일반 HACCP보다 스마트



표 6. 일반 HACCP에 대한 스마트 평가 요소의 다각적 측면 분석

번호	스마트 평가 요소	구분		
		생산성	품질관리	식품안전관리
1	CP 및 CCP 관리 대장	O	X	O
2	검사, 측정 및 시험장비 대장	O	X	O
3	검증계획 결과 및 개선조치 결과	X	X	O
4	검·교정 관리 대장	O	X	O
5	냉장 및 냉동 온도관리 대장	O	O	O
6	부적합품 관리 대장	O	X	O
7	생산일보	O	O	O
8	운송 차량 점검표	O	X	O
9	원부재료 검사 성적서	O	O	O
10	원부재료 수불부	O	X	O
11	포장지 입고 검사 대장	X	X	O
12	운반 도구 및 지게차 점검표	X	X	O
13	중요관리점 검증 점검표	O	X	O
14	포장재 성적서	X	X	O
15	CCP 검증 및 유효성 평가 대장	X	X	O
16	개선 및 조치 예방 대장	O	X	O
17	거래기록부	O	X	O
18	완제품 검사 대장	O	X	O
19	완제품 검사 일지	O	O	O
20	제품운송 차량 온도관리 대장	O	X	O
21	폐기물 관리 대장	O	X	O
22	수질검사성적서	O	X	O
23	중요관리점 모니터링 일지	O	X	O
24	협력업소 관리 일지	O	O	O
25	화학물질관리대장	X	X	O
26	일일위생 및 공정 점검표	O	O	O
27	방충방서 일지	X	O	O
28	클레임 관리 일지	O	X	O
29	제조·시설설비 관리 일지	X	X	O
30	조도 점검 일지	O	X	O

HACCP 도입 효과가 높을 것으로 예측된다.

#### 4. 식품안전관리 시스템 평가 체계 분석

식품안전관리 시스템이란 농장에서 식탁까지 식품의 생산, 판매, 유통의 전 과정에서 식품 안전을 보장하는 시스템을 의미한다(KFRI, 2019). 대표적 식품안전

관리 시스템은 ISO 22000, FSSC 22000, HACCP 시스템 등이 있으며(Bomba와 Susol, 2020) 평가체계는 모두 PDCA Cycle로 구성되어 있다(KFRI, 2019; KSA, 2021; Food Today, 2021). PDCA란 품질관리의 중요한 기법으로 Plan, Do, Check, Act의 줄임말로써 실적에 근거하여 계획을 수립하고 실행한 후 평가하여 개선하는 과정이다(Sokovic 등, 2010).

표 7. 소규모 HACCP 평가 요소와 스마트 HACCP 평가 요소의 연관성(선행요건)

스마트 HACCP 평가 요소	데이터	소규모 HACCP 선행요건 평가 번호	
일일위생 및 공정 점검표	작업장의 밀폐 또는 위생 데이터	1	
	작업장의 분리, 구획, 구분 데이터	2	
	종업원의 개인 위생 데이터	3	
	작업장의 세척, 소독 데이터	6	
	배수로, 작업 도구 등 세척 데이터	7	
	식품위생법 준수 여부 데이터	8	
	모니터링 도구 세척, 소독 데이터	9	
	제조설비 파손 여부 데이터	10	
	방충방서 일지	작업장의 방충·방서 데이터	5
	검·교정 관리 대장	가열기 및 온도계 검·교정 데이터	11
냉장 및 냉동 온도관리 대장	냉장·냉동 창고 온도 데이터	12	
수질검사성적서	용수의 먹는 물 적합 여부 데이터	13	
원부재료 검사 성적서	원·부재료 입고 데이터	14	
제품운송 차량 온도관리 대장	운송 차량 온도 및 교차오염 데이터	16	
클레임 관리 대장	제품 검사 및 부적합 제품의 회수 데이터	17	
완제품 검사 대장			

표 8. 소규모 HACCP 평가 요소와 스마트 HACCP 평가 요소의 연관성(HACCP 관리)

스마트 HACCP 평가 요소	데이터	소규모 HACCP 관리 평가 번호
CP 및 CCP 관리 대장	모니터링 실시 및 기록 데이터	4
검·교정 관리 대장	모니터링 기구 검·교정 데이터	5
검증계획 및 개선조치 결과	개선조치 실시 및 결과 기록 데이터	6
중요관리점 검증 점검표	검증 주기 및 결과 기록 데이터	7

국제적으로 사용되고 있는 PDCA 사이클을 응용하여 스마트 HACCP 도입 효과성을 분석하고자 국내 식품안전관리 규정을 조사하였다. 식품의약품안전처에서는 식품 섭취로 인한 위험 발생을 사전에 방지하려면 식품의 생산·제조에 기초가 되는 원·부재료 등의 안전성 확보가 필요하며 이를 위해 기준·규격의 명확한 설정이 필요하다(MFDS, 2018)고 보고하였다. 기준·규격의 명확한 설정이 수립되었어도 이를 관찰할 수 있는 모니터링 방법 및 주기가 적절치 못하면 식품 안전 사각지대가 발생하므로 적절한 모니터링 방법과 주기의 설정이 필요하고(KFRI, 2019) 식품 안전사고 발생 시 신속한 대응이 중요하다(MFDS, 2013)고 보고하였다. 또한, 식품 및 축산물 안전관리인증기준에 개선조치 등 중요사항에 대한 기록을 보관·유지하여야 한다

고 규정하고 있다(KFRI, 2019). 상기 내용을 바탕으로 식품안전관리 시스템의 평가 요소를 기준 설정, 관찰, 개선조치, 검증의 4단계로 설정하여 P는 기준 설정의 명확성( $P_1$ )과 기준 설정의 근거성( $P_2$ )으로 구성하였으며, D는 관찰 방법의 타당성( $D_1$ )과 관찰 주기의 타당성( $D_2$ )으로 구성하였다. C는 기준 이탈 시 수준 회복의 신속성, A는 기록의 활용을 통한 검증 활동으로 구성하였다(표 11).

### 5. 스마트 HACCP 평가 점수 부여 체계

스마트 공장은 기능별 수준에 따라 기초, 중간, 고도화 3단계로 분류되고(Oh 등, 2015), 스마트 HACCP 또한 기초, 중간, 고도화 3단계로 구분되며 현재 스마트

표 9. 일반 HACCP 평가 요소와 스마트 HACCP 평가 요소의 연관성(선행요건)

스마트 HACCP 평가 요소	데이터	일반 HACCP 선행요건 평가 번호
일일위생 및 공정 점검표	건물 바닥, 벽, 천장 청결 관리	4
	작업장의 배수구, 배수관 청결 관리	5
	작업장별 위생 수칙 설정 및 관리	15
	소독용 기구 및 용기의 보관·관리	27
	세척 또는 소독 관리	28
조도점검 일지	작업실 조도 관리	9
제조·시설설비 관리 일지	작업장 온도·습도 관리	16
방충방서 일지	작업장 방충·방서 관리	19
폐기물 관리 대장	폐기물 처리·반출 및 청결 여부	22
검사, 측정 및 시험 장비 대장	제조시설의 교차오염 방지	29
CP 및 CCP 관리 대장	온도 측정 및 기록 유지	31
검·교정 관리 대장	시설 및 설비의 정기적 점검	32
냉장 및 냉동 온도관리 대장	냉장 및 냉동 시설 온도 관리	33
수질검사성적서	용수의 주기적 검사 관리	35
수질검사성적서	저수조의 주기적 청소	37
원부재료 검사 성적서	원·부자재의 입고기준 및 규격 관리	39
원부재료 수불부		
포장재 성적서		
포장지 입고 검사 대장		
협력업소 관리 일지	협력업소 관리 데이터	40
운송 차량 점검표	운송 차량의 온도 데이터	42
운반 도구 및 지게차 점검표		
제품운송 차량 온도 관리 대장		
거래기록부	원료 및 완제품 선입·선출 데이터	43
생산일보		
부적합품 관리 대장	원·부자재 및 완제품의 부적합 데이터	45
화학물질관리대장	화학물질 관리 데이터	46
완제품 검사 일지	제품 검사 데이터	47
완제품 검사 대장		
검·교정 관리 대장	냉장·냉동, 가열처리 시설의 교정 데이터	49
제조·시설설비 관리 일지	작업장 청정도 데이터	50
클레임 관리 일지	회수프로그램 수립 및 운영 데이터	51
	제품에 대한 코드표시 및 로트 관리 기준 수립 데이터	52

HACCP 도입 단계는 기초 단계의 수준이다(KAHAS, 2021c). 따라서 스마트 HACCP 점수 부여 체계는 HACCP 미인증, HACCP 인증, 스마트 HACCP 기초, 스마트 HACCP 중간, 스마트 HACCP 고도화 총 5단계로 나누어 점수 부여 체계를 수립하여 표 12에 나타내었다. 기준 근거성 중 기준 설정의 명확성과 근거성은

3단계로 나누어 점수를 부여하였다. 즉, 기준 설정의 명확성은 기준이 없다면 1점, 기준의 정성적 표현 3점, 기준의 정량적 표현 5점으로 점수를 부여하였고, 기준 설정의 근거성은 근거가 없다면 1점, HACCP 표준 기준서를 근거로 제시했다면 3점, 자사 데이터를 기반으로 근거를 제시했다면 5점으로 점수를 부여하였다. 관

표 10. 일반 HACCP 평가 요소와 스마트 HACCP 평가 요소의 연관성(HACCP 관리)

스마트 HACCP 평가 요소	데이터	일반 HACCP 관리 평가 번호
CCP 검증 및 유효성 평가 대장	위해요소 분석의 새로운 정보 수집 데이터	6
	위해요소분석 타당성 여부 데이터	7
CP 및 CCP 관리 대장	모니터링 실시 및 기록 데이터	14
중요관리점 모니터링 일지	모니터링 실시 및 기록 데이터	14
검증계획 결과 및 개선조치 결과	개선조치 결과의 기록 데이터	18
개선 및 조치 예방 대장	개선조치 결과의 기록 데이터	18
중요관리점 검증 점검표	검증 계획 수립 및 실시 데이터	21

표 11. 스마트 HACCP 효과성 평가 지표

구분	지표명	세부 설명
Plan(P)	기준 근거성	기준 설정의 명확성(P <sub>1</sub> )
		기준 설정의 근거성(P <sub>2</sub> )
Do(D)	관찰 빈도의 효과성	관찰 방법의 타당성(D <sub>1</sub> )
		관찰 주기의 타당성(D <sub>2</sub> )
Check(C)	개선조치의 신속성	기준 이탈 시 수준 회복의 신속성(C <sub>1</sub> )
Act(A)	기록 활용성	기록의 활용을 통한 검증 활동(A <sub>1</sub> )

찰 빈도의 효과성 중 관찰 방법의 타당성은 관찰 없다면 1점, 육안으로 관찰하고 수기로 기록 2점, 육안으로 관찰하고 디지털로 기록 3점, 자동 측정하고 디지털로 기록 4점, 자동 관찰 및 측정하고 디지털로 기록 5점을 부여하였다. 관찰 주기의 타당성은 기존 HACCP의 지표별 주기에 대한 평균을 구한 후 표준편차를 산출하여 점수를 부여하였다. 기준 이탈 시 수준 회복의 신속성은 기준 이탈 확인 및 개선조치를 하지 않는 경우 1점, 기준 이탈 여부 육안 확인 및 수기 서류 승인 2점, 기준 이탈 여부 육안 확인 및 디지털로 승인 3점, 기준 이탈 여부를 자동으로 관찰하고 알림 서비스를 시행하는 경우 4점, 기준 이탈 여부를 자동으로 관찰하고 IoT 기술을 이용한 실시간 개선조치를 취하는 경우 5점으로 점수를 부여하였다. 기록 활용성은 수기 기록 및 검증 활동을 하지 않는 경우 1점, 수기 기록을 하지만 검증 활동을 하지 않는 경우 1.5점, 수기 기록 및 검증 활동을 하는 경우 2점, 디지털 기록 및 자사 기반 데이터를 통해 검증 활동을 하는 경우 3점, 디지털 기록 및 동종 업계 기반 데이터를 통해 검증 활동을 하는 경우 4점, 디지털 기록 및 빅데이터를 활용하여 검증하는 경우 5점을 부여하였다.

## 6. 스마트 HACCP 효과성 모델 개발

스마트 HACCP 효과성 분석은 표 13에 나타난 모델을 이용하여 스마트 HACCP 도입 전(기존 HACCP)과 도입 후의 기준 설정의 명확성, 기준 설정의 근거성, 관찰 방법의 타당성, 관찰 주기의 타당성, 기준 이탈 시 수준 회복의 신속성, 기록의 활용을 통한 검증 활동에 대한 점수를 부여하여 기존 HACCP과 스마트 HACCP의 각각 점수를 합산하였다. 또한 스마트 HACCP 구축 전·후의 효과성을 비교하기 위해 합산 점수를 기존 HACCP 평가 배점과 동일하게 환산하였다. 즉, 기존 HACCP 평가 지표의 배점이 10점인 경우 (합산 점수 ÷ 3), 5점인 경우 (합산 점수 ÷ 6), 3점인 경우 (합산 점수 ÷ 10), 2점인 경우 (합산 점수 ÷ 15), 1점인 경우 (합산 점수 ÷ 30) 식을 사용하여 환산하였다. 기존 HACCP 점수와 스마트 HACCP 점수를 각각  $\alpha$ ,  $\beta$ 로 나타내고 상승 점수는  $\beta - \alpha$ , 상승률은  $\delta = (\frac{\beta}{\alpha} \times 100) - 100\%$ 을 사용하여 산출하였다. 또한, 일반 HACCP과 일반 스마트 HACCP의 평가 지표는 선행요건 100점과 사후관리 200점으로 총 300점으로 점수를 부여하여 분석한 후 선행요건은 총 점인 100점을 2로 나누어 50점으로, 사후관리는 총점





표 12. 스마트 HACCP 효과성 점수 부여 체계

지표명	구분	세부 설명	점수 부여 체계				
기준 근거성	P	기준설정의 명확성(P <sub>1</sub> )	기준 없음	기준의 정성적 표현		기준의 정량적 표현	
		기준설정의 근거성(P <sub>2</sub> )	근거 없음	HACCP 표준 기준서 근거		업체 데이터 기반	
관찰 빈도의 효과성	D	관찰 방법의 타당성(D <sub>1</sub> )	관찰 X	육안 관찰 O 수기 기록 O	육안 관찰 O 디지털 기록 O	자동 측정 O 디지털 기록 O	자동 관찰, 측정 O 디지털 기록 O
		관찰 주기의 타당성(D <sub>2</sub> )	관찰 주기 평균+ (표준편차×2) 이상	관찰 주기 평균+ (표준편차×1) 이상	현행 HACCP 관 찰 주기 평균± (표준편차×1) 이내	관찰 주기 평균- (표준편차×1) 이하	관찰 주기 평균- (표준편차×2) 이하
개선 조치의 신속성	C	기준 이탈 시 수준회복의 신속성(C <sub>1</sub> )	기준 이탈 확인 X 개선조치 X	기준 이탈 여부 육안 확인 O 수기 서류 승인 O	기준 이탈 여부 육안 확인 O 디지털 서류 승인 O	기준 이탈 여부 자동 관찰 O 알람 서비스 O	기준 이탈 여부 자 동 관찰 O IoT를 이용한 실시간 개선 O
기록 활용성	A	기록의 활용을 통한 검증활동 (A <sub>1</sub> )	수기 기록 X 검증 활동 X	수기 기록 O 검증 활동 O	디지털 기록 O 자사 기반 데이터 검증 O	디지털 기록 O 동종 업계 기반 데이터 검증 O	디지털 기록 O AI 빅데이터 활용 검증 O

표 13. 스마트 HACCP 평가 지표 점수 산출 모델(예시)

번호	기준	구분	해당 사항	항목			스마트 배점	기존 배점	기존 HACCP 점수	스마트 HACCP 점수	상승 점수	상승률	
				기존	스마트	배점							
31	온도를 높이거나 낮추는 처리시설에는 온도 변화를 측정·기록하는 장치를 설치·구비하거나 일정한 주기를 정하여 온도를 측정하고, 그 기록을 유지하여야 하며, 관리계획에 따른 온도가 유지되어야 한다.	P	기준 설정의 명확성	O	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	5	30	2	1) α	2) β	3) γ	4) δ
			기준 설정의 근거성	O	P <sub>2</sub>	P <sub>4</sub>	5						
	D	관찰 방법의 타당성	O	D <sub>1</sub>	D <sub>3</sub>	5							
		관찰 주기의 타당성	O	D <sub>2</sub>	D <sub>4</sub>	5							
	C	기준 이탈 시 수준회복의 신속성	O	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	5							
	A	기록의 활용을 통한 검증활동	O	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	5							

○ 스마트 배점 30점을 2점으로 환산하기 위해 스마트 배점 ÷ 15 식을 이용함

$$① \alpha = \frac{P_1 + P_2 + D_1 + D_2 + C_1 + A_1}{15}$$

$$② \beta = \frac{P_3 + P_4 + D_3 + D_4 + C_2 + A_2}{15}$$

$$③ \gamma = \beta - \alpha$$

$$④ \delta = \left(\frac{\beta}{\alpha} \times 100\right) - 100\%$$

표 14. 스마트 HACCP 구축 전·후 효과성 비교·분석

번호	업체	스마트 HACCP 구축 전·후 지수 비교·분석			
		구축 전	구축 후	상승 점수	상승률
1	A	79.70점	90.20점	10.50점	13.17%
2	B	79.82점	89.83점	10.01점	12.54%
3	C	80.23점	89.47점	9.24점	11.52%
4	D	80.00점	89.10점	9.10점	11.38%
5	E	80.92점	89.50점	8.58점	10.60%
6	F	78.87점	87.48점	8.60점	10.90%
7	G	80.33점	89.40점	9.07점	11.29%
8	H	80.82점	89.46점	8.64점	10.69%
9	I	79.93점	89.56점	9.63점	12.05%
10	J	80.37점	90.20점	9.83점	12.23%
11	K	80.74점	89.83점	9.09점	11.26%
12	L	81.41점	90.03점	8.62점	10.59%
13	M	90.86점	95.32점	4.46점	4.91%
14	N	90.52점	94.85점	4.33점	4.78%
15	O	90.49점	94.70점	4.21점	4.65%
16	P	90.44점	94.78점	4.34점	4.80%
17	Q	90.30점	95.17점	4.87점	5.39%
18	R	90.94점	94.53점	3.59점	3.95%
19	S	90.22점	95.39점	5.17점	5.73%
20	T	90.00점	95.19점	5.19점	5.77%
평균		85.37점	92.25점	6.89점	8.26%

표 15. 인증유형별 스마트 HACCP 구축 전·후 효과성 비교·분석<sup>1)</sup>

구분	구축 전	식품 업체	축산물 업체	평균
소규모 HACCP	구축 전	80.10점	81.08점	80.26점
	구축 후	89.42점	89.93점	89.51점
	상승 점수	9.32점	8.85점	9.25점
	상승률	11.64%	10.92%	11.52%
일반 HACCP	구축 전	90.69점	90.40점	90.47점
	구축 후	95.09점	94.96점	94.99점
	상승 점수	4.40점	4.56점	4.52점
	상승률	4.85%	5.05%	5.00%
평균 <sup>1)</sup>	구축 전	85.40점	85.74점	85.37점
	구축 후	92.26점	92.45점	92.25점
	상승 점수	6.86점	6.71점	6.89점
	상승률	8.24%	7.99%	8.26%

<sup>1)</sup> 규모 및 유형별 평균 점수로 도출하지 않고 raw data 기준으로 도출하였음

인 200점을 4로 나누어 50점으로 환산하여 총 100점으로 비교하였다.

## 7. 스마트 HACCP 구축 전·후 효과성 비교

선정된 전체 업체의 스마트 HACCP 구축 전·후를 비교·분석한 결과는 표 14에 나타내었고, 인증유형별 스마트 HACCP 구축 전·후를 비교·분석한 결과는 표 15에 나타내었다. 구축중인 업체는 구축완료를 예상하여 분석하였다.

전체 20개 업체를 분석한 결과, 스마트 HACCP 구축 전( $\alpha$ ) 평균 85.37점에서 구축 후( $\beta$ ) 92.25점으로 총 6.89점 상승( $\gamma$ )하여 8.26%의 상승률( $\delta$ )을 나타내었다. 소규모 식품 HACCP 인증업체는 스마트 HACCP 구축 전( $\alpha$ ) 평균 80.10점에서 구축 후( $\beta$ ) 89.42점으로 총 9.32점 상승( $\gamma$ )하여 11.64%의 상승률( $\delta$ )을 나타내었다. 소규모 축산물 HACCP 인증업체는 스마트 HACCP 구축 전( $\alpha$ ) 평균 81.08점에서 구축 후( $\beta$ ) 89.93점으로 총 8.85점 상승( $\gamma$ )하여 10.92%의 상승률( $\delta$ )을 나타내었다. 일반 식품 HACCP 인증업체는 스마트 HACCP 구축 전( $\alpha$ ) 평균 90.69점에서 구축 후( $\beta$ ) 95.09점으로 총 4.40점 상승( $\gamma$ )하여 4.85%의 상승률( $\delta$ )을 나타내었다. 일반 축산물 HACCP 인증업체는 스마트 HACCP 구축 전( $\alpha$ ) 평균 90.40점에서 구축 후( $\beta$ ) 94.96점으로 총 4.56점 상승( $\gamma$ )하여 5.05%의 상승률( $\delta$ )을 나타내었다. 전체 소규모 HACCP 인증업체는 스마트 HACCP 구축 전( $\alpha$ ) 평균 80.26점에서 구축 후( $\beta$ ) 89.51점으로 총 9.25점 상승( $\gamma$ )하여 11.52%의 상승률( $\delta$ )을 나타내었다. 전체 일반 HACCP 인증업체는 스마트 HACCP 구축 전( $\alpha$ ) 평균 90.47점에서 구축 후( $\beta$ ) 94.99점으로 총 4.52점 상승( $\gamma$ )하여 5.00%의 상승률( $\delta$ )을 나타내었다. 이러한 결과를 종합하여 볼 때, 스마트 HACCP을 도입할 경우 식품 안전관리 효과성이 8.26% 증가한 것으로 분석되었다. 식품과 축산물 HACCP 인증업체 사이의 스마트 HACCP 도입 효과성은 유사하였으나, 일반 HACCP 인증업체보다 소규모 HACCP 인증업체의 도입 효과성이 2.3배 높게 나타나 소규모 HACCP 인증업체에 스마트 HACCP 보급이 더 효과적인 것으로 판단되었다.

## 결론

스마트 HACCP은 CCP 모니터링을 실시간으로 확인하여 한계기준 이탈 시 즉각적인 개선조치를 실행할 수 있으며 수기 기록의 디지털화로 데이터의 위변조를 방지할 수 있는 시스템이다. 이러한 장점에도 불구하고 국내외적으로 스마트 HACCP 효과성을 평가할 수 있는 지표에 대한 연구가 전문한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존 HACCP 인증업체에서 생산되는 데이터를 조사하여 스마트 HACCP 평가 요소를 선정하고, 기존 HACCP 평가체계를 응용하여 스마트 HACCP 효과성 분석 모델을 개발하고자 하였다.

스마트 HACCP 효과성 모델을 이용하여 선정된 20개 업체를 비교·분석한 결과 스마트 HACCP 구축 후 6.89점, 8.26%의 상승률을 나타내었다. 식품 HACCP 인증업체와 축산물 HACCP 인증업체의 스마트 HACCP 도입 효과는 유사하였으나 소규모 HACCP 인증업체는 스마트 HACCP 구축 후 9.25점, 11.52%의 상승률을 나타내었고, 일반 HACCP 인증업체는 스마트 HACCP 구축 후 4.52점, 5.00%의 상승률을 나타내었다. 따라서 스마트 HACCP 도입이 식품안전관리 향상에 기여하는 것으로 분석되었으며 특히, 소규모 HACCP 인증업체에 스마트 HACCP 보급이 더 효과적인 것으로 판단되었다. 또한 개발된 스마트 HACCP 도입 효과성 분석 모델의 정확성을 향상시키기 위해 다양한 품목과 규모별 식품업체를 대상으로 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## References

- Bomba MY. Susol NY Main requirements for food safety management systems under international standards: BRC, IFS, FSSC 22000, ISO 22000, Global GAP, SQF. Scientific Messenger LNUVMB, Series: Food Technologie. 22(93): 18-25 (2020)
- Food Today. HACCP and PDCA Cycle. Available from : <http://www.foodtoday.or.kr/mobile/article.html?no=143886>. Accessed Jan. 10. 2021.
- Han JH, Lee DS, Park NG. A Case Study on Smart Plant and Monitoring System Implementation of Venture Company for Auto Parts. Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship 12(5): 29-37 (2017)
- Jang DG. Fourth Industrial Revolution and Food Safety. Available from : <http://www.economyf.com/m/view.asp?idx=3971>. Accessed Feb. 16.

- 2021.
- KAHAS (Korea Agency of HACCP Accreditation & Service). Statistics of food certification establishments. Available from : <https://www.haccp.or.kr/site/haccp/sub.do?key=2626>. Accessed Jan. 10. 2021a.
- KAHAS (Korea Agency of HACCP Accreditation & Service). Statistics of livestock products certification establishments. Available from : <https://www.haccp.or.kr/site/haccp/sub.do?221>. Accessed Jan. 10. 2021b
- KAHAS (Korea Agency of HACCP Accreditation & Service). Food safety management in the era of the 4th industrial revolution, Smart HACCP. Available from : <https://magazine.haccp.or.kr/201810/zoomin.php>. Accessed Jan. 10. 2021c.
- KAHAS (Korea Agency of HACCP Accreditation & Service). HACCP Evaluation (examination) manual. Available from : <https://www.haccp.or.kr/site/haccp/boardView.do?post=76105&page=&boardSeq=117&key=164&category=&searchType=ALL&searchKeyword=%EB%A7%A4%EB%89%B4%EC%96%BC&subContents=>. Accessed . Jun 19. 2021d.
- Kang IB, Song KY, Kim DH, Kim HS, Yim JH, Kim YJ, Lee JY, Chon JW, Kim HS, Om AS, Koo RH, Kim SH, Seo KH. Analysis and Improvement of HACCP Program for Small and Medium-sized Dairy Plants of Korea. *J. Food Hyg. Saf.* 32(1): 14-19 (2017)
- KFRI (Korea Food Research Institute). Food Safety Management System Guidelines. Explanation of food safety management system certification standards. 1: 1-417 (2019)
- Kim YW, Im JI, Jung JS, Kim YJ, Lee SH, Cha SG. Field status and evolution model for smart factories. *The Magazine of the IEIE.* 43(6): 38-46 (2016)
- Kim SJ. Food safety management in the 4th industrial revolution, smart HACCP. *J. Food Hyg. Saf. - safety food.* 12(2): 1-8 (2017)
- KOSMO (Korea Smart Manufacturing Office). Announcement of Smart Factory Supply and Expansion Project (Specialized by Industry\_Food Industry). Available from : <https://www.smart-factory.kr/pblanc/readUser/2020-N-0009?page=1>. Accessed Jan. 10. 2021.
- KSA (Korea Standards Association). Food safety system certification. Available from : [https://www.ksa.or.kr/ksa\\_kr/6895/subview.do](https://www.ksa.or.kr/ksa_kr/6895/subview.do). Accessed Jan. 10. 2021.
- Lee KJ. Smart HACCP construction plan for seafood. *Korean J. Fish Aquat Sci.* 88-88 (2020)
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). Food Accident Crisis Response Manual. 1-248 (2013)
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). The 4th Basic Food Safety Management Plan. pp 1-69 (2018)
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). Food and other production performance statistics in 2019. Available from : [https://www.mfds.go.kr/brd/m\\_374/view.do?seq=30200&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm\\_seq\\_1=0&itm\\_seq\\_2=0&multi\\_itm\\_seq=0&company\\_cd=&company\\_nm=&page=1](https://www.mfds.go.kr/brd/m_374/view.do?seq=30200&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=1). Accessed Jan. 10. 2021
- Nam IS. Analysis of Purpose, Effectiveness and Problem of HACCP System Implementation according to Scales of Swine Farm. *Korean J. Org. Agric.* 25(3): 643-651 (2017)
- NLIC (National Law Information Center). Food and livestock safety management certification standards. Available 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>. Accessed Feb. 16. 2021.
- Oh YS, Lee JY, Yoon JS, Kim BH. Building a smart factory for small and medium-sized manufacturing companies. *J. Comput. Des. Eng.* 323-332 (2015)
- Park JM. Technology and Issue on Embodiment of Smart Factory in Small-Medium Manufacturing Business. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences.* 40(12): 2491-2502 (2015)
- Son OH. Present Situation of HACCP in the Korean Poultry Industry. *Korean Society of Poultry Science. symposium (2009):* 11-23 (2009)
- Sokovic. M, Pavletic. D, Kern Pipan. K. Quality Improvement Methodologies PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering.* 43(1) 476-483. (2010)
- Yeo SD, Cha KA, Hyun SY, Hon WK. Development of Web based Automation System for Efficient Implementation of HACCP. *Journal of the Korea Industrial Information Systems Researc.* 19(6): 15-24 (2014)