증류식 소주 스마트 HACCP 구축 효과

Effect of Distilled Soju Smart HACCP Construction

박준성[1], 김민식[2], 유창일[2], 문세희[1*]

Jun-Sung Park[1], Min-Sik Kim[2], Chang-Il You,[2], Sae-Hee Moon[1*]

[1]주식회사 화요, [2]씨제이올리브네트웍스(주)

[1]HWA-YO CO., LTD, Yeoju, 12663, Korea
[2]CJ OliveNetworks CO., LTD, Seoul, 04323, Korea

문 세 희

Correspondence to
Sae-Hee Moon,
HWA-YO CO., LTD,
848, Gyeongchung-daero,
Ganam-eup, Yeoju-si,
Gyeonggi-do,
Republic of Korea
Tel: +82-31-881-3057
Fax: +82-31-881-3959
E-mail: msh@gkwangjuyo.com

1. 서론

화요는 국내 증류식 소주 시장 점유율 1위 업체로서, 대한민국을 대표하는 프리미엄 증류주 브랜드이다. 한국 식문화의 세계화를 위해서는 한식에 어울리는 우리 술이 필수라는 생각으로 전통 증류주의 제조 방식을 현대적으로 계승해 화요를 개발했다. 도수와 숙성방법에 따라 화요17, 화요25, 화요41, 화요53, 화요X.Premium 5가지 라인업을 구성하고 있다.

화요는 우리나라뿐만 아니라 세계 다른 명주 브랜드와 경쟁할 환경을 구축하기 위해 고품질 대량생산체제가 가능하도록 시스템 다변화가 필요한 상황이었으며, 4차산업혁명에 발맞춰 지난 2019년부터 CJ올리브네트웍스와 함께 스마트공장 구축을 시작했다. 화요는 식품 유형 주류(증류식 소주)로써, HACCP 중요관리점(CCP, Critical Control Point)은 '증류 공정', '여과 공정', '세병 공정' 3가지이다. 3가지 모두 작업자의 모니터링 및 관련일지 수기 작성 등으로 이루어 지다 보니, CCP기준 이탈 시 보고지연 및 신속한 대응에 미흡한 점이 있어 이를 개선할 수 있는 시스템 구축이 필요했다. 그리고 주류 생산을 위한 작업지시서 및 볼펜류 등이 반입되어 생산이 이루어지다 보니 이물 혼입의 위험성도 존재하고 있어 페이퍼리스(Paperless)체계 현장도입을 검토했다. 또한 제품 생산 시 배합, 발효, 증류, 숙성 방법 등은 주류 제조에 가장 중요한 공정이기 때문 작업자의 오배합, 오투입, 오이송 등을 원천적으로 봉쇄할 수 있는 'Fool-Proof'시스템 도입도 절실했으며, 식품안전관련 이슈 발생 시 신속한 원인 파악 및 분석 등 개선할 수 있는 '이력 추적(LOT)'시스템 등 구축도 중요한 과제였다. 이에 따라 식품제조업에 대한 노하우가

있는 CJ올리브네트웍스와 협업하여 화요에 맞게 구축한 '스마트HACCP'구축사례와 효과를 설명하고자 한다.

2. 구축 내용

가. 실시간 CCP 데이터 자동 수집 및 이상발생 감지, 대응 체계 수립

화요 소주의 중요관리점(CCP)(표 1) ①증류 공정 CCP-1B, ②여과 공정 CCP-2P, ③세병공정 CCP-3P에 별도의 IoT(Internet of Things)센서(그림 1)를 설치하고 OPC 통신 프로토콜을 통해 데이터를 수집하였다.

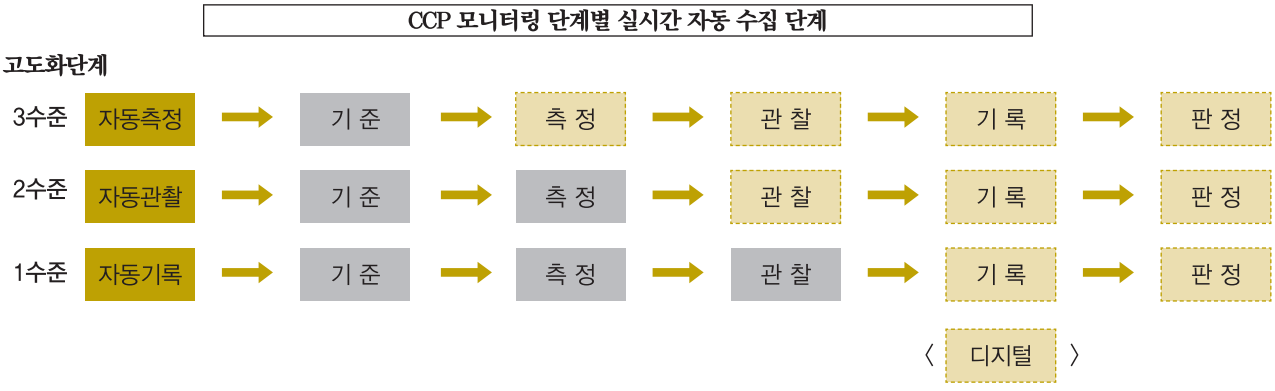
증류 공정(CCP-1B)은 감압증류기 설비의 PLC와 실시간 통신을 통하여 증류온도, 증류시간을 스마트 HACCP 자동 수집 단계 中 '자동 측정'(표 2)으로 구축하여 측정부터 관찰, 기록, 판정까지 자동으로 진행될 수 있도록 시스템을 구축하였고 증류액 알코올 도수는'자동 기록'수준으로 구축하여 데이터를 수집하도록 시스템을 구축하였다.

여과 공정(CCP-2P)은 제품을 주입하기 전 존재하는 필터 전 · 후단에 압력센서를 설치하여 압력 데이터를 수집하였고 육안으로 확인이 필요한 파손 여부, 필터 크기는 태블릿PC를 통해 사진을 촬영하여 관리토록 하였다. 이에 따라 여과 공정의 경우 여과 압력데이터는 스마트

표 1. 화요 중요관리점 항목

공정	CCP 항목	기존	방법	구축수준
증류	증류온도	증류기 판넬 온도 확인 및 수기 기록	증류기 설비 PLC I/F	자동측정
	증류시간	타이머 시간 수기 기록	증류기 설비 PLC I/F	자동측정
	증류액 알코올 도수	알코올도수 측정기 확인 및 수기 기록	알코올 검사기 데이터	자동기록
여과	여과필터 크기	여과망 필터 크기 육안 확인 및 수기 기록	육안확인, 사진 촬영	자동기록
	여과필터 파손여부	여과망 파손여부 육안확인 및 수기 기록	육안확인, 사진 촬영	자동기록
	여과 압력(전, 후단)	하우징필터 압력계 확인 및 수기 기록	IoT 센서 설치	자동측정
세병	세척수 압력	세척기 압력계 확인 및 수기 기록	IoT 센서 설치	자동측정
	세척시간	타이머 시간 수기 기록	주입기 설비 PLC I/F	자동측정
	세척상태	세척 상태 육안 확인 및 수기 기록	육안확인, 사진 촬영	자동기록

표 2. 중요관리점 모니터링 단계별 실시간 자동 수집 단계



(1수준) 자동 기록 수준 : 작업자가 측정 · 관찰하고 자동으로 기록, 판정되는 경우
(2수준) 자동 관찰 수준 : 작업자가 측정하고, 관찰, 기록, 판정은 자동 수집되는 경우
(3수준) 자동 측정 수준 : 측정부터 관찰, 기록, 판정까지 자동 수집되는 경우

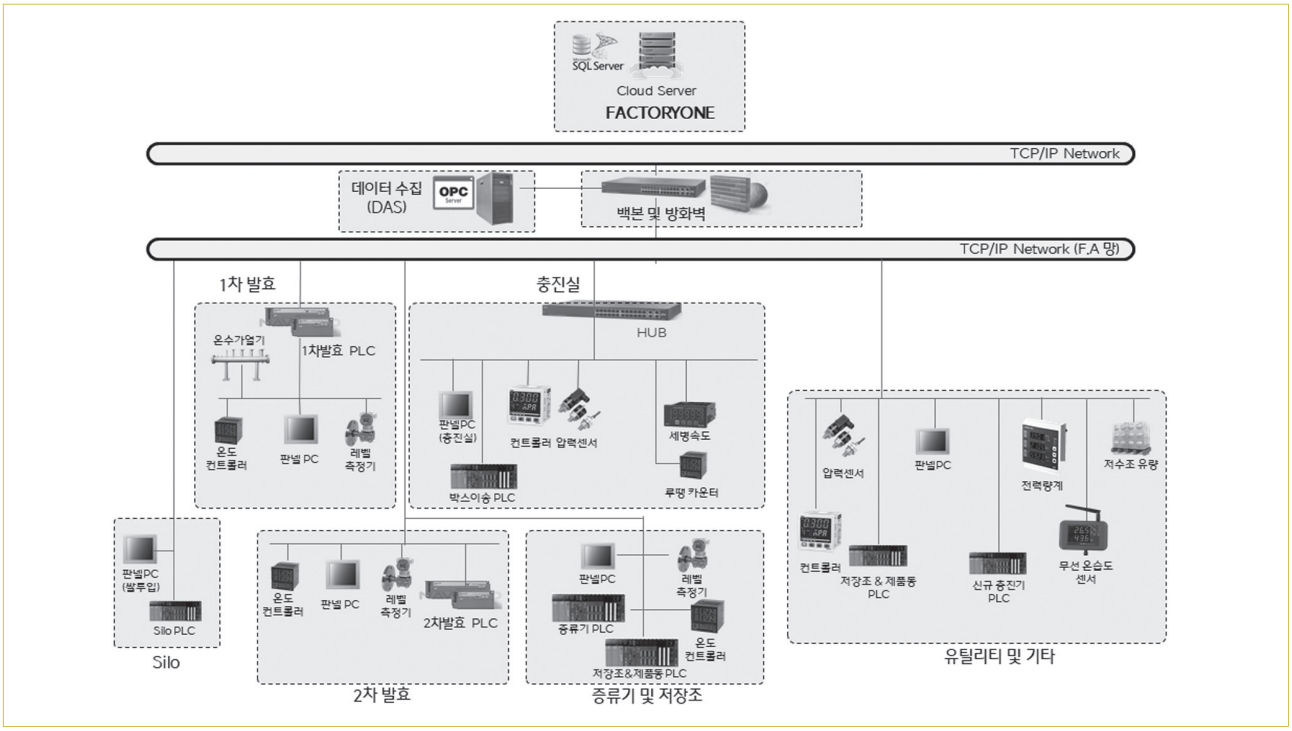


그림 1. 화요 하드웨어 구성도

HACCP 자동 수집 단계 中 '자동관찰'과 '자동측정'이 병행하도록 시스템을 개발하였다.

세병공정(CCP-3P)은 제품을 주입하는 주입기 설비 전단의 세척기에 압력센서를 설치하고, 주입기 설비의 PLC와의 실시간 통신을 통하여 데이터를 수집하였다. 여과 공정과 동일하게 '자동관찰'과 '자동측정'을 모두 적용하도록 시스템을 개발하였다.

CCP의 한계 기준은 모두 시스템의 기준정보로 관리되어 제품별로 5등급(USL, UCL, CL, LCL, LSL)으로 관리토록 하였다. 또한 관리범위에서 이탈 시 생산 현장에서는 실시간 대시보드를 통해 즉각적으로 알람을 인지할 수 있고, 관리자 및 HACCP 담당자는 SNS 메시징 서비스를 통해 이탈 내역을 확인할 수 있다. 이를 통해 이상발생 프로세스를 정립하고, 대량 품질 사고를 방지하였으며, 이력관리를 통한 재발 방지 및 지식정보화 체계를 구축하였다.

또한 CCP 데이터들을 실시간으로 확인할 수 있는 대시보드를 구현하여 작업자/관리자는 현장에 직접 가지 않더라도 현재의 주요 공정 현황을 관리 할 수 있다.

나. 일지 전산화 및 전자결재 시스템 구축

자재 Part, 양조, 제품 등의 생산 Part, 검수, 검사 등의 품질 Part 등 화요의 다양한 공정에 대한 작업일지(표 3), Paperless/시스템化(그림 2)를 진행하고 각 공정 설비에서 주요 아날로그 신호의 Digital化를 통해 데이터 공유 프로세스 체계를 수립하였다. 또한 품질 데이터에 대한 기준정보 관리체계 및 데이터 입력/관리 시스템을 구축하여 Smart Quality Insight를 실현하고 화요 각 팀 間(양조, 제품, 품질) 데이터 공유 체계를 구축하였다.

CCP일지는 설비에서 자동으로 측정 및 판정되는 데이터를 통해 일보에 자동으로 작성이 되고, 작업자가 육안으로 확인해야 하는 부분은 태블릿PC로 Key-in 및 사진촬영으로 진행한다. 한계이탈이 발생하면 이탈내역은 자동으로 일지에 추가되고, 조치 결과를 작업자가 입력하였다. CCP일지를 기존 CCP일보 양식과 동일하게 구축하여

표 3. 화요 일지 전산화 항목

번호	자료명	관리 부서	작성 방법	작성 주기	자료량	연간 증가율	보관 부서	기간
1	생산계획서	생산	PC	수시	1~100건	소량	생산	5년
2	작업지시(양조,제품)	생산	PC	매일	1~10건	상당량	생산	5년
3	공정 일보	생산	Tablet	매일	1~100건	상당량	생산	5년
4	생산 이력	생산	Tablet	매일	1~10건	상당량	생산	5년
5	검사 일보	품질	PC	수시	1~10건	상당량	품질	5년
6	온습도 일보	품질	PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
7	지하수 일보	품질	PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
8	종국 일보	품질	PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
9	효모 일보	품질	PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
10	점검 일보	품질	PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
11	부적합 관리일보	품질	PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
12	소주 CCP일보(증류)	생산, 품질	Tablet, PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
13	소주 CCP일보(여과)	생산, 품질	Tablet, PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
14	소주 CCP일보(세병)	생산, 품질	Tablet, PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
15	탁주 CCP일보(3단담금)	생산, 품질	Tablet, PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
16	탁주 CCP일보(여과)	생산, 품질	Tablet, PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
17	탁주 CCP일보(세척)	생산, 품질	Tablet, PC	매일	1~10건	상당량	품질	5년
18	설비 점검일보	지원	PC	매일	1~10건	상당량	지원	5년

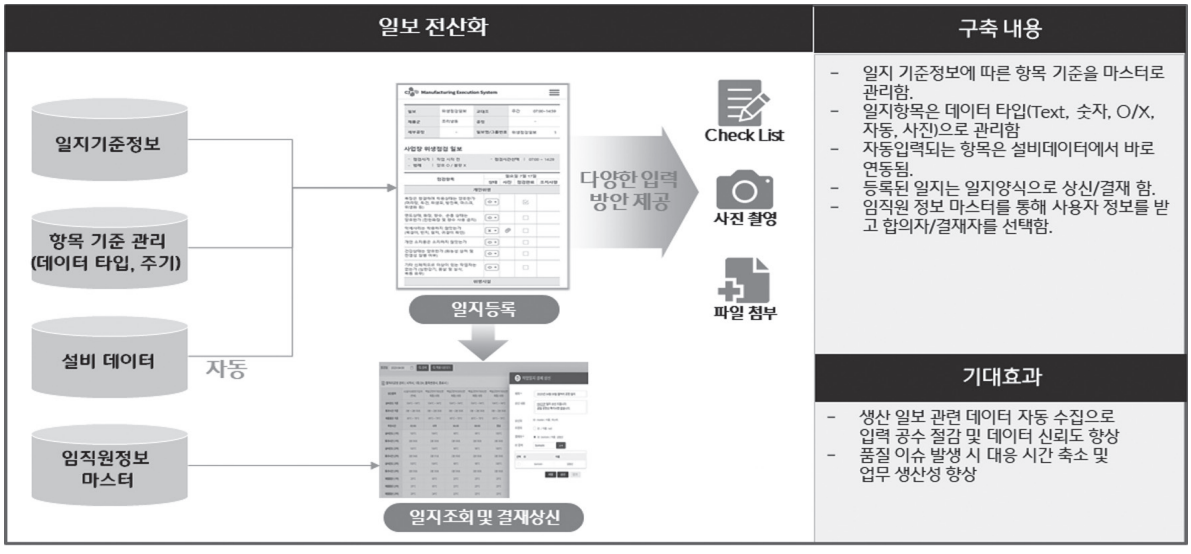


그림 2. 일보 전산화

사용자의 편의성을 극대화하였다.

검사일지는 자재가 입고 될 시, 공정이 진행 중일 때에 태블릿/데스크톱 PC로 검사 내역을 입력하고 관리하였다. 검사일지 또한 검사 항목, 공정 항목, 방식 등을 모두

시스템의 기준 정보화 하여 내역들이 추가되거나 변경되어도 관리자가 쉽게 추가할 수 있도록 구축하였다.

생산일지는 생산 Part 작업자가 생산을 진행할 때의 공정 정보 데이터를 자동/수동으로 입력하여 관리토록 하였다.

이렇게 작성된 모든 일지는 단순 작성뿐 아니라 전산상으로 결재를 진행할 수 있도록 결재 Process를 구축하여 전산화된 일지를 어디에서든 관리자는 확인하고 결재를 진행할 수 있다.

다. Fool-Proof 및 이력 추적 시스템 구축

화요의 주류 품질의 안정성을 높이기 위해 CJ올리브네트웍스의 FactoryOne 솔루션의 중요 기능 中 하나인 Fool-Proof(작업자의 실수를 예방하고, 실수 발생 시 경보를 울려 피해를 최소화하는 시스템이나 장치)시스템을 구축하였다.

생산 담당자는 매출 실적을 통한 생산계획을 수립하고, 이때 언제, 어떤 설비를 통해 작업을 진행할지를 결정한다. 이 후 작업자는 생산을 진행할 때 설비에 부착된 QR(Quick Response Code)코드를 태블릿 PC를 통해 스캔하면 어떠한 작업을 수행해야 하는지 즉시 알 수 있고, 이를 통해 생산을 진행하여 생산 과정에서 발생할 수 있는 휴먼에러를 줄일 수 있었다.

또한 완제품이 생산 되었을 때, Recipe와 BOM 정보가 무엇이었는지 알 수 있고, 생산을 진행한 담당자와 설비 명칭을 확인할 수 있는 이력 추적 시스템을 구축하였다.

이러한 생산 시스템을 구축함으로써 화요의 생산 품질의 표준화된 모델을 만들 수 있었다.

3. 스마트HACCP 구축 효과 및 성과 측정 방법

가. 구축 효과

화요는 1차 스마트공장 구축, 2차 스마트HACCP 시스템 도입을 진행하여 다음의 구축효과(표. 4)를 확인할 수 있었다.

시스템 도입 전에는 공정일지, 점검일지 등 여러 개의 일지를 사람이 직접 들고 다니면서 작성함으로써 시간이 오래 걸리고 직원들의 피로도 또한 쌓이는 것은 물론, 작성자들도 매번 다르다 보니 일지의 데이터도 통일이 되지 못하였다. 뿐만 아니라 제품 · 공정 데이터가 잘못 입력되는 경우도 존재하였다. 그러나 일지를 전산화 하여 작성을 태블릿 PC를 통해 진행하자 이러한 문제들이 말끔히 해결되었다. 일지의 통일은 물론, 데이터 수집이 용이해졌으며 직원들은 생산성 관련된 업무에 힘을 쏟을 수 있게 되어 불필요한 일지 작성시간만 감소된 것이 아니라, 생산성과 기업 경쟁력 향상이라는 성과를 이루었다.

QR코드를 통해 구축된 Fool-Proof 생산방식은 생산 과정에서 발생할 수 있는 휴먼에러의 경우를 줄였다. 발효, 증류, 숙성등의 다양한 공정을 통해 생산이 진행됨으로써 사람이 수동으로 작업을 진행할 때에는 원료의 오배합, 오투입 등의 문제가 발생할 수 있었지만, Fool-Proof를 시스템을 통해 생산이 진행됨으로 시스템을 통한 생산이 가능해져 위생적이고 안전한 제품을 생산할 수 있게 되었다.

시스템 도입 전에는 공정 과정과 제품의 데이터가 제대로 수집되지 않아 공정, 파손, 제품 불량등의 품질관리에 대한 분석의 어려움이 존재하였지만, IoT 센서, OPC 통신 프로토콜, QR코드 등 다양한 설비 데이터 수집 방식을 통하여 실시간 데이터 수집이 가능해져 제품의 생산, 제작, 출고 등의 과정을 쉽게 관리할 수 있게 되었고 이를 통해 화요 제품의 생산 표준화를 구축하게 되었다.

나. 성과 측정 방법

앞서 서술한 구축효과에 대한 성과 측정 방법을 공유하고 향 후 스마트HACCP을 구축하고자 하는 기업에서 참고를 하였으면 한다.

1) 문서작업시간 단축 : 기존 일보 작성 시 정해진 시간에 공장을 모니터링 함으로써 확인하는 시간을 들여 각각 일보에 수기 입력을 진행하였으나, 설비 I/F을 통한 자동 데이터 수집 및 판정, 태블릿 PC를 통한 전산화된 일지가 자동 생성됨.

표 4. 스마트공장, 스마트HACCP 구축효과

스마트공장	스마트HACCP
• 생산성 6% 상승 (시간당 생산량 증가 – UPH) • 불량률 11% 감소 (검사 불량률 감소 – PPM) • 제조 리드타임 88% 개선 (100분 –〉 12분, 이송 자동화) • 작업자 편의성을 고려한 현장 입력 환경 구축으로 실시간 생산 정보 집계 • 생산/품질/설비 현황의 실시간 파악으로 업무 효율성 증대	• 중요관리점 이탈 인지시간 단축 (30분 –〉 즉시) • 문서 작업 시간 단축 (120분 –〉 5분 이내) • 품질 기준정보 체계 정립으로 품질 관리 투명성 확보 • Fool-Proof(오투입, 오배합 방지)를 통한 제품품질관리수준 강화 • 생산 현장에서 발생되는 데이터를 축적하여 지능형 디지털 혁신 기반 마련 • 업종특화 솔루션을 도입함으로 소비자가 신뢰할 수 있는 안전한 식품생산에 기여

정량적 효과

항목	현재	목표	개선율	비 고
제조리드타임	100분	12분	88%	탱크 이송 자동화
CCP 이탈 인지시간 단축	30분	5분	83%	이탈 시 담당자 메시지 전송

정성적 효과

• Fool-Proof(오투입, 오계량 방지) 를 통한 제품품질관리수준 강화
• 생산담당자가 수작업으로 관리하던 CCP점검기록, HACCP 관리기록일지를 전산화하여 HACCP 관리데이터에 대한 투명성과 신뢰도 상승 및 작업자 수작업 업무 감소
• 관리 상하한 이탈시 푸시서비스 및 알림 등으로 이상발생시 즉각 인지
• 일지 작성부터 승인(전자결재) 까지 디지털화하여 문서 유실방지 최소화 및 불시 점검 대응노력 최소화.
• 생산현장에서 실시간 발생되는 데이터를 축적하여 지능형 디지털혁신 기반 마련.

지표와 정의 : 기존 일지의 점검 항목을 스마트HACCP의 일지 데이터로 대체함
측정 산식 : 도입 전 · 후 작성 시간 측정
실적(예상) 근거 :
1) 도입전 : 작업자(확인자)가 정해진 시간 (9시, 13시, 16시)에 해당 항목들을 검사하는 시간 (CCP, CTQ, 위생점검 등 약 10개이상의 일보) – 각각의 행위에 10~15분 소모
2) 도입후 : 일보의 데이터를 검사 기준 조건으로 자동 수집, 판정하여 조회, 이탈 내역은 입력 후 저장 및 상신 – 각각의 행위에 1분 미만 소모

2) CCP 이탈사항 인지시간 단축 : 기존 CCP의 이탈사항을 확인하기 위해서는 작업자(확인자)가 현장에서 육안으로 검사를 진행해야 확인할 수 있었던 이탈사항을 실시간 대시보드 및 메시징 서비스를 통해 즉각적으로 확인할 수 있도록 함.

지표와 정의 : 기존 CCP(증류, 여과, 세병)의 이탈 발생 시간 파악, 이탈에 대한 조치 실시 시간, 보고 시간을 측정하여 비교
측정 산식 : 도입 전 · 후 확인 시간 측정
실적(예상) 근거 :
1) 도입전 : 작업자가 생산을 진행하면서 정해진 시간에 해당 CCP 항목을 육안으로 검사 이탈에 대한 조치 실시, 각 팀장 보고 – 개소당 약 30분 소모
2) 도입후 : 이탈 발생 시 실시간으로 대시보드 표시(데이터 수집 주기 1분) 및 담당자에게 메시징 서비스 (정해진 주기 별, 현재는 1분) – 각각의 행위에 2분 미만 소모

4. 결론 및 제언

스마트 HACCP은 주류를 포함한 모든 식품제조시 식품의 안전성과 생산성향상 등 '품질경영'에 있어서, 매우 중요한 제도라고 판단한다. 다만, 스마트 HACCP 도입을 고려하는 회사가 있다면 정해진 스마트 HACCP 솔루션 도입이 아닌, 각 회사의 사정에 맞게 스마트 HACCP 시스템을 구축하는 부분은 매우 중요하다. 스마트 HACCP 시스템을 구축하고 현장에서 사용하기 어렵거나, 스마트 HACCP도입 취지에 맞지 않는다면, 그 시스템은 무용지물이 될 수 있기 때문이다.

화요는 화요에서 생산하는 주류제조에 맞는 스마트 HACCP 도입으로 주류제조시 시스템적으로 부족했던 공정관리 등을 스마트 HACCP 시스템을 운영함에 따라 객관적이고 정확한 데이터수집과 이슈발생시 신속한 대응이 가능해졌으며, 향후 스마트 HACCP에서 얻어지는 빅데이터 등 디지털 데이터를 적극 활용하여 인공지능(AI, Artificial Intelligence)을 통한 위생적이고 안전한 고품질의 주류제조가 가능할 것으로 판단한다.