식품산업의 세정·살균과 Clean Room관리

생산 및 소비자의 認識提高에 부응해야

허 종 화
〈慶尙大교수·食品工学〉

식품공업에서의 오염원은 미생물의 생육환경을 제공해 주는 식품원료 자체가 될 수 있으며 수확후 전처리, 수세, 절단, 혼합과정에서 첨가되는 용수, 부원료, 식품첨가물 등도 오염원의 역할을 하게 되고, 가열, 냉동, 건조 등의 공정에서 공급되는 공기와 장치 및 용기 등과 공장 내부의 벽체에 부착한 식품잔재, 곰팡이 등이 주요 오염원이 될 수 있다.

더우기 다른 공산품에 비하여 비교적 값싼 제품인 식품의 경우에는 원가절감과 가공업자, 유통업자 및 소비자의 인식부족 때문에 무균화기술에 의한 위생처리가 소홀히 되어온 감이 없지 않다.

그러나 기계화에 의한 대량생산과 생산자와 소비자의 인식이 급격히 높아지고 있는 실정이기 때문에 우수식품제조 를 위한 Clean Room의 요구는 더욱 커질 것이다.

식품산업에서는 전자·정밀공업에서와 같은 청정도는 요구하지 않으나 앞서 지적한대로 원료, 용수, 공기, 용기와 장치, 종업원, 포장, 유통의 모든 단계에서 오염될 가능성이 크므로 특별히 가공의 전 공정과 유통단계에서 원료와 용수 및 장치, 공장 내부의 세정과 살균의 중요성이 크며 이를 먼저 충족시킨 후에 Clean Room을 설치 운영해야 할 것이다.

◇식품원료의 세정

(1) 오염물질

세정(Cleaning)은 원료에서 오염물질을 분리시켜 제거하는 것이다. 식품원료 자체의 오염물질로 중요한 것은 ① 광물질(흙, 먼지, 돌, 윤활유, 금속조각… 등) ② 식물질(잎, 줄기, 껍질 등) ③ 동물질(털, 곤충알, 배설물, 체편) ④ 화학물질(비료, 농약, 분무재의 잔재) ⑤ 미생물(세균, 곰팡이, 효모와 그 부산물) ⑥ 분해, 부패생성물(악취, 변색, 독성분 등)을 들 수 있는데 이들을 철저하게 분리, 제거시켜야 한다.

(2) 세정방법

① 건식세정법(Dry Cleaning Method)

Screening, Brushing, Aspiration, Abrasion, Magnetic Sparation. 정전기 세정법 등 이 방법은 간단하고 값싸면서 건조상태를 유지해 주는 반면에 먼지 확산에 의한 재오염과 화재 또는 폭발 사고의 위험이 있다.

② 습식세정법(Wet Cleaning Method)

Soaking, Spraying, fluming, flotation, filtration Ultra-Sonic Cleaning 등.

습식은 물의 위생상태가 중요하며 재 사용한 물에 의한 재 오염에 주의하고 건조나 원심탈수 처리가 요구된다

◇장치의 세정과 살균소독

(1) 오염과 세제

식품공장에서 장치의 세정은 묻어 있는 식품의 찌꺼기 등 오염물의 종류나 성질에 맞는 세제를 선택하는 것이 중요하다.

일반적으로 세제는 계면활성제와 무기세정제로 크게 나눌 수 있는데, 보통의 비누나 중성세제는 음이온 계면활성제이며, 양이온 계면활성제인 역성비누(제 4 계급 암모늄염)는 세정력은 약하나 살균력이 강하며 세정제 보다 살균제로 쓰는 경우가 많은데 소독약과 같은 냄새나 강한 독성이 없으므로 식품공장용으로 우수한 특성을 가지고 있다.

양성 계면활성제는 세정력과 살균력을 다 가진 것도 있어서 손가락등의 세정, 소독제로 쓰인다. 오염원료성분에 따라서 보면 다음과 같다.

단백질 : 조류, 가공 중에 가열이나 산으로 처리하면 응고하여 불용성이 되는데, 단백질 제거에는 알칼리세제를 사용하며(중성세제는 부적당함), 뜨거운 물은 사용해선 안되며 냉수나 40℃ 정도의 더운 물에 씻은 후 알칼리세제로 씻어야 한다.

유지류 : 중성세제가 효과적인데, 상온에서 고화되는 지방의 제거에는 그 지방의 융점 이상의 열수로 씻은 후 중성세제를 사용한다.

당분과 전분 : 당분과 가열하지 않은 전분은 수세만으로 쉽게 제거되나, 호화된 전분은 세제로서는 제거되지 않으므로 브러시 등을 써서 물리적으로 제거한다.

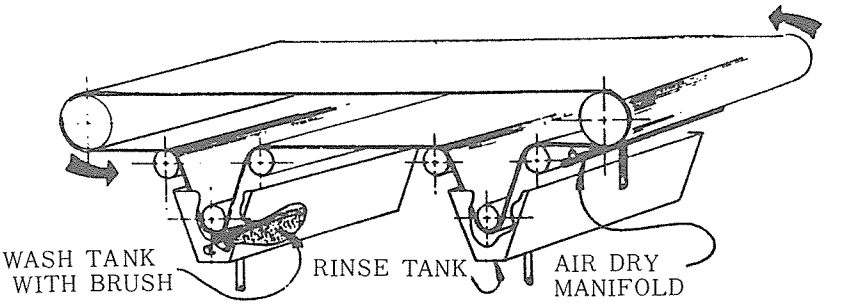
우유 : 우유를 가열하면 유단백인 알부민과 칼슘이 결합하여 불용성 乳石(milk stone)을 생성하여 기구 등의 표면에 붙는데, 이 乳石은 열탕이나 중성세제로는 제거되지 않으나 산성세제에는 쉽게 제거된다.

식품공장의 기계 기구의 세정에는 보통의 비누는 적합치 않은데, 비누는 경수에는 용해하기 어렵고, 식품중의 칼슘 등과 결합하여 불용성 비누 앙금을 생성한다.

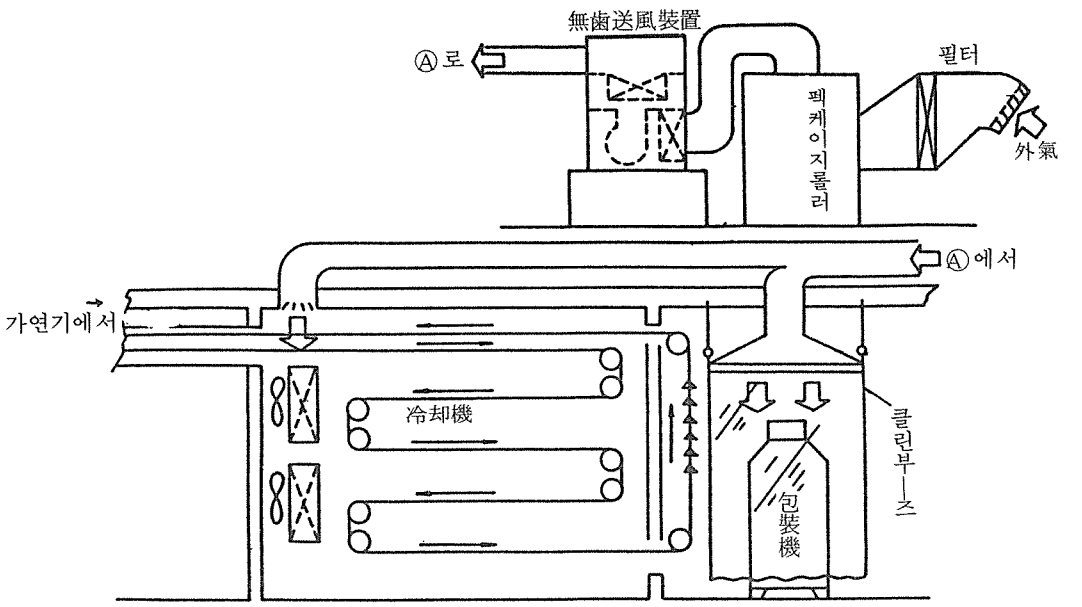
식기나 조리기구의 세정에 사용하면 비누냄새가 남을 수가 있다. 이런 관점에서 합성세제는 물의 성질에 영향을 받지 않는 이점이 있다. 또 중성세제와 같이 유지제거능력이 강한 세제가 직접 손에 접하면 피부를 거칠게 하므로 반드시 고무나 플라스틱장갑을 사용해야 한다.

용기와 가구의 세정 : 용기 · 기구의 재질에는

〈그림 - 1〉 저속회전 롤러로 회전하는 조합된 세정장치



〈그림－2〉 연제품의 무균화 냉각과 포장



목재·금속재·합성수지·고무 등이 있는데, 목재는 수분 흡수율이 높고 상처가 나기 쉬우므로 원재료나 식품의 액즙을 흡수하거나 찌꺼기가 잔류하기 쉬워 위생적으로는 좋은 재료가 될 수 없다. 부득이 사용할 때는 오염을 충분히 제거하고 열탕 등으로 소독하고 충분히 건조시켜야 한다.

금속재는 세정·소독을 쉽고 확실히 할 수 있으므로 충분히 세정하여 물기를 건조시키면 미생물 증식을 막을 수 있다. 수분이 남으면 녹이 발생하고 부식하는 수가 있다.

철재의 녹도 식품의 찌꺼기 등이 부착하기 쉬워서 세균의 번식처가 되기 쉽다.

플라스틱재는 취급이 편리하고 값이 싸므로 널리 쓰이나 재질에 상처가 나기 쉽고 열탕이나 증기소독 등이 곤란하다.

● 기계장치의 세정과 소독

식품공장의 기계류는 쉽게 분해 가능하고 세정·소독을 확실하게 행할 수가 있어야 한다. 그러나 실제로는 기계장치의 분해가 곤란하고 분해하지 않고 복잡한 구조를 그대로 세정·소독을 하는 경우가 있다. 이때 기계오염의 제거는 극히 곤란하며 세정·소독이 잘못된 경우에는 세균의 최대의 오염원이 된다. 세정이 불충분한 상태에서 식품찌꺼기가 남은채로 열탕, 생증기 또는 차아염소산나트륨 같은 약제를 기계에 뿌려 소독을 하는 경우가 의외로 많다.

콘베이어에는 고무제나 금속스크린제가 있어 다 세정소독이 곤란하다. 파이프도 세정·소독에 여러가지 문제가 많다.

우유와 같은 액상식품의 무균화 충전작업에서는 언제든지 작업중과 작업후에 완전히 무균상태로 유지할 필요가 있다.

밸브 : 개폐시에 식품과 접촉하지 않아서 식품이 밸브를 통과할 때 오염을 최소화 할수 있는데, 최근에 널리 사용하는 밸브는 플러그콕밸브

이 글은 공기조화·냉동공학회가 주최한 제2회 Clean Room강습회에서 「식품산업에서의 세정·살균과 Clean Room관리」로 발표된 것이다.
〈편집자註〉

이며, 오염치가 표시될 수 있어서 위생적인 면에서 좋으므로 대부분의 식품산업에 적용된다. 그러나, 회전축 표면과 밸브본체 안쪽면에 세균이 번식하여 식품의 오염이 생길 수 있다.

콘베이어 벨트 : 기계적인 세정으로 이러한 장치는 Saaking tank(침지탱크), rotating brush(회전솔), 고압세정기, 분무기, 건조기들을 조합하여 장치하여야 하며 회전방향, 속도 등의 여러가지 조건에 주의하지 않으면 세균의 오염을 유발할 수 있다. 〈그림-1〉은 저속회전 롤러로 회전되는 조합된 세정장치를 나타낸 것이다.

Clean-in-place(CIP)장치 : 이 장치는 물, 합성세제, 알칼리세제 및 증기 또는 염소제와 같은 살균제의 배관이 되어 있는데, 각각 제조공정라인에 연속되어 있어 자동제어로 극히 단시간에 세정·소독이 가능하게 되어 있다. 이 장치는 노동집약적인 수동세정이나 이동세정장치에 비해 가격이 싸고 효율적이므로 최근에 식품공업에 적용 증가추세에 있다.

구조는 계량펌프와 파이프로 연결되며 400~800psi에서 1분당 2~3갈론을 이동시킬 수 있고 고압, 저부피의 장치를 사용한다. 또한 이 장치는 세정과 행굼을 연속적으로 할 수 있는 장치이다.

제품 파이프라인을 CIP장치를 이용하여 세정할 때 세정용액의 유속이 중요하며 장치의 종류 및 오염물의 양에 따라 다르지만 제품 흐름속도의 4~5배가 적당하다.

◇ 식품산업에서의 Clean Room 관리

식품산업의 Clean Room 실시예

포장어묵(연제품)의 Clean Room

장치의 개요 : 기계배치는 공조기와 무균장치는 옥상에 설치하고 송풍덕트에 의해 자동냉각실과 자동포장기로 무균 냉각공기를 도입한다.

냉각실 : 콘베이어 출입구의 문틈(開口) 으로 오염공기의 우려가 있으므로 취출구에 정류기를 설치하고, 개구부에 에어카텐 방식으로 오염 유입을 막는다.

포장실 : 비닐하우스로 덮고 외부 오염을 막기 위해 송풍덕트의 중간에서 분리시켜 무균공기를 포장기 상부에서 층류에 보내어 무균 환경 속에서 포장을 한다. 〈그림-2〉

Clean Room의 관리(에너지절감대책)

식품공장의 에너지 합리화 대책으로서 여러 방법이 있으나 설계기준의 완화, 기존설비의 개수에 의한 폐열의 회수, drain의 회수 및 기기의 운전방법의 세밀한 관리 등 에너지합리화의 제1단계의 대책을 실시한 후, 신규설비에 대해서는 처음부터 에너지절약 대책을 세울 필요가 있다. (가장 간단한 외기 이용법, 폐열회수 방법).

(1) 외기 이용법

① 외기 냉방방식

외기를 유용하게 이용하는 방법 : 외기 온도가 실내 상태보다 낮은 경우인데 가장 기본적인 외기이용 방식이며 일반 가정에서부터 대규모 IC 공장까지 폭넓게 사용되고 있다. 여름에 지붕 내부의 발열이 많으므로 냉방을 필요로 하는 경우에 저온의 외기를 도입하여 냉방을 실시하고, 이 기간 냉동기의 운전의 정지 또는 부하를 경감한다. 〈그림-3〉

② 최적외기 취입방식

외기가 실내상태에 관계없이 적용할 수 있는 방법으로서 외기 취입에 의한 가열 냉각의 에너지가 냉난방 에너지 전체 중에서 큰 비중을 점하고 있는 점을 고려하여 실내 사람이나 공기의 오염도에 따라 외기량을 취입하므로 부하를 경감시키는 방법이다.

CO_2 농도를 검출하여 직접 제어하는 방법도 있으나 가장 간단한 방법으로서 1주간의 요일에 따라 또는 하루의 시간에 따라 실내 사항을 파악하고, 패턴화하여 1주간의 Sequence Control에 의해 제어할 수 있다.

③ 외기 냉수, 냉각방식

외기의 습구온도가 11~12℃가 되는 경우에 냉방하는 방법이다. 물의 냉각에는 겨울에 가동하지 않는 냉각탑을 써서 냉각수를 일정 온도로 제어하여 공조기의 냉수코일에 통과시켜 냉방을

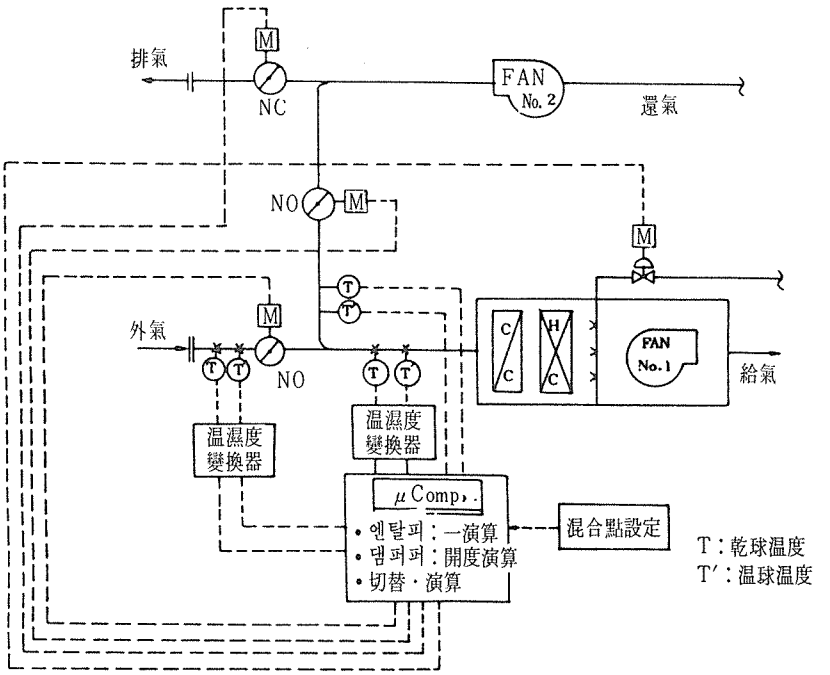
하는데 이 방법은 물로 매체로 하여로 외기 냉방과 같은 실내 환경을 오염시키지 않는다.

개방형 냉각탑을 쓰면 대기에 함유된 유해가스를 물이 흡수하므로 오래되면 농축되어 공조기의 코일을 부식시키거나 열전도도를 저하시키므로 특별히 수질의 관리가 필요하다. 수질관리법은 순환수의 유전율을 측정하여 자동 블로우 장치로 새 물과 바꾸어 연속운전을 한다. 배관중의 동결방지, 펌프, 팬의 가열방지 등 일반 설비와 같은 대책이 필요하다. 냉각탑을 밀폐식으로 사용하면 부식 대책에는 좋으나 감열만의 열교환에 의해 열효율이 나쁘고 가격면에서 높아지는 결함이 있다.

(2) 폐열회수법

폐열회수를 위해 사용되는 전열교환기는 종래의 열교환기가 감열만을 열교환하는데 잠열과 감열을 열교환하므로 열교환량이 많아 에너지절약기기로서 널리 사용된다.

전열교환기는 회전하면서 감열, 잠열이 모두 높은 공기에서 낮은 공기로 열을 이동시킨다. 회전부의 로타에 염화나트륨을 함유한 하니컴 모양의 아스페스토스를 사용하여 분리판에 의해 분리되어 배기와 급기가 반대 방향으로 흐른다. 8～17rpm의 회전수 범위에서 회전수 증가에 따라 열교환 효율이 증가한다. 전열교환기는 폐열회수의 목적으로 공조기 입구에서 설치하여 열을 취하여 공조기에 들어오는 외기를 예열하는 경우가 많다.

운전은 보통 제어를 하지 않고 계속하여 일정한 회전속도로 회전시키는 경우가 많으나 에너지 절약 관리면에서 이득이 없으므로 제어장치에 의한 제어가 요구된다.

〈그림－3〉 외기 냉방방식