

광멸균(光滅菌) 기술

유 경 훈 | 한국생산기술연구원 선임연구원
E-Mail : khyoo@kitech.re.kr

1. 서론

1901년에 처음 태양광선내의 자외선(이하 UV) 으로부터 빛의 살균작용을 발견한 이후에 1세기가 경과한 지금, UV를 발생시키는 램프에 의해 광범위한 분야에 이 살균작용이 유용하게 이용되고 있다. 이러한 UV를 발생시키는 광멸균 장치로는 저압 수은램프, 고압 수은램프, 펄스 크세논(Xenon, Xe) 램프 등이 있다. 펄스 크세논램프의 경우는 크세논 가스를 동봉한 광원을 펄스에 의해 순간적으로 점등시키고 그 빛에 멸균하는 것이다. 이 펄스 크세논 발광기술은 1980년대에 용기나 필름의 살균에 이용이 검토되었지만, 그 무렵 파워 부족, 저압 수은램프의 고출력 타입 등장 등에 의해 실용화로 이르지 못했다. 그러나, 1996년에 식품 분야이긴 하지만 FDA의 인가를 취득한, 미국의 퓨어 펄스사가 개발한 광펄스 멸균장치가 등장했다.

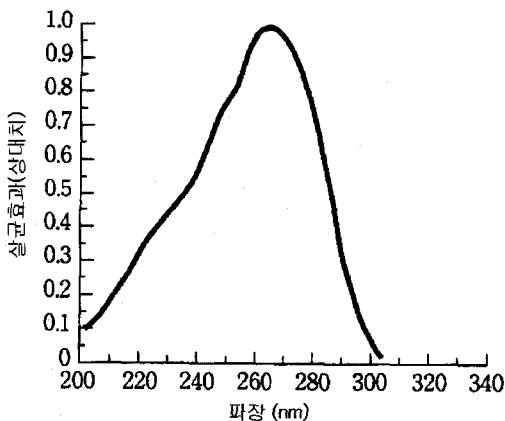


그림 1. 살균작용에 대한 분광특성

2. 원리

빛에 의한 살균 기구에 대해서 예전부터 많이 연구되고되어 있지만, 아직 해명되어 있지 않은 부분도 많다. 간단히 말하면 빛이 미생물의 세포(특히 핵)에 조사됨으로써 세포내에 광화학반응이 일어나고, 세포분열이 불가능하게 되는 것이다. 빛이라고 해도 파장의 범위가 있고, 이 빛의 파장과 살균 작용과의 관계를 그림 1에 나타내었다. 그림에서 260 nm 부근의 UV가 최대로 작용한다는 것을 알 수 있다.

살균에 유효한 빛은 지구상에는 태양 광선이 오존층에서 흡수되기 때문에 자연에는 대부분 존재하지 않지만, 램프로써 그 빛을 인공적으로 얻을 수 있다. 일반적으로 살균용의 램프로서는 전술한 대로 살균 작용이 가장 큰 260 nm 부근(정확히는 253.7 nm)의 빛을 발광하는 저압수은 램프가 많이 사용되고 있다. 한편, 빛은 살균에 있어 균의 종류에 관계없이 전부에 대해 유효하지만, 그 필요 조사항은 균의 종류나 환경에 따라 크게 다르게 된다. 여러가지 미생물에 대해 99.9%를 살균하는 경우에 필요한 UV 조사항은 저압 수은램프의 경우 3~440 $\text{mW} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$ 의 범위에 이른다.

3. 광멸균장치

① 저압수은 램프

254 nm를 주 파장으로 발광하기 때문에 살균 램프라고도 불린다. 입력전력에 한계가 있어 4 W~1 kW 정도의 램프가 된다. 따라서 살균에 사용할 수

있는 방사 조도에도 한계가 있다.

② 고압수은 램프

365 nm을 주 파장으로 하여 254 nm, 303 nm, 313 nm의 UV를 효율적으로 발광할 수 있다. 저압 수은 램프보다 입력전력으로부터의 살균에 작용하는 UV로의 변환효율이 1/5~1/10 정도로 낮다.

③ 펄스발광 크세논램프

UV(자외선)영역에서 IR(적외선)영역까지의 연속 발광이 가능하다. 100 μ s 수준의 펄스로 발광하기 때문에 순간적으로 저압 수은램프의 1,000배 이상의 방사 조도가 된다. 펄스 발광이기 때문에 장치의 온도 상승도 적다. 그러나, 1 회에 많은 방사 조도를 얻는 경우에 전극에 부하가 걸리기 때문에 램프 수명에 주의가 필요하다.