



Your Partner
We can do it

응용 광 기술분야의
전문 기술벤처

식품처리
/ 비타민D
증대시스템

펄스UV
살균 / 소독
시스템

광계측기
광분석 시스템

초강력 PULSE UV 수처리/살균 분야의 적용방안

2009. 08.

디티엑스(DTX) / UV 응용기술팀

XENON
Bringing new technology to light

DTX 디티엑스
Advanced & Innovative
X-Light Technology For
Photonic Surface Treatment

디티엑스 / **DTX**

경기도 시흥시 정왕동 1288-2 번지 (3다 402)
동우디지털파크 A-512
Tel : 031-419-6770, Fax : 0505-419-6226
Url : <http://www.lichtzen-ae.com>
E-mail : contact@lichtzen-ae.com

CONTENTS

Contents

1. UV 살균, 소독 기술의 개요	: 3
2. 펄스 UV 살균 기술의 개요	: 6
3. 펄스 UV 살균의 장점 (ADVANTAGES)	: 8
4. 펄스 UV 살균 관련 DATA	: 14
5. 펄스 UV 살균 및 수처리 시스템	: 18
6. 펄스 UV 램프	: 20
7. 펄스 UV 살균기술의 적용 기관 및 업체	: 22

1. UV 살균기술의 개요

UV살균의 개요

■ 자외선 살균의 개요

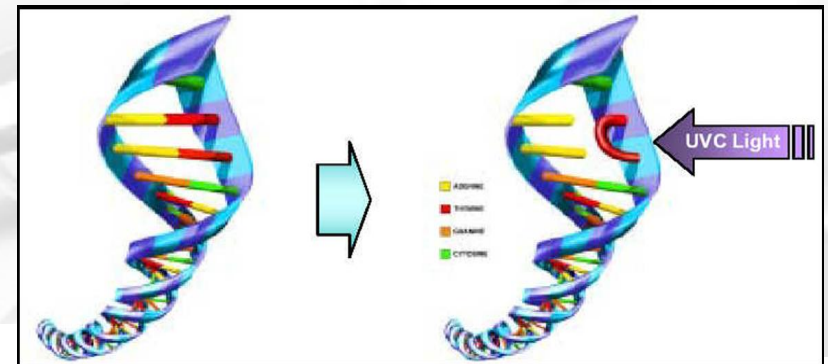
자외선의 에너지는 미생물의 DNA 및 RNA를 파괴함으로써 미생물로 하여금 영원히 신진대사 또는 증식할 수 없도록 불활성화시킨다. 이러한 자외선의 살균효과는 자외선 파장대중에서도 주로 200 nm에서 280 nm 사이의 UVC 영역에 의해 발생한다.

가장 높은 살균효과를 나타내는 파장은 265 nm이다. 저압 또는 고출력 저압 아말감 램프가 방출 하는 254 nm의 파장 또한 매우 높은 자외선 살균효과를 가지나 이는 램프의 특성 상 254 nm의 파장만을 방출하기 때문에 그 파장이 가장 높은 효과를 가지는 것으로 알려져 있을 뿐 실제로는 265 nm가 가장 높은 효율을 갖는 것은 입증된 사실이다.

자외선의 살균 메커니즘은 그림과 같이 자외선 에너지를 가진 광자를 DNA가 흡수하여 변형, 더 이상 유전자 복제가 이루어지지 않게 하는 것이다. 이러한 작용을 일으키는 가장 효과적인 자외선 파장은 263 nm 에서 275 nm 이며 대상 미생물에 따라 달라진다. 이러한 메커니즘에 의한 자외선 살균은 여타 화학적 방법에 의한 소독과는 달리 면역성을 가진 미생물이 생성될 가능성이 전혀 없다.

최근에는 짧은 파장대의 자외선이 미생물의 사멸에 미치는 영향에 대하여 심도 있게 연구 되고 있는데, 이는 265 nm 전후의 긴 파장대를 가지는 자외선에 비해 훨씬 높은 에너지를 가진 짧은 파장대의 자외선이 미생물 세포막에 외상을 주어 미생물 세포막으로 하여금 삼투압을 조절할 수 없도록 하여 사멸시키는 점을 이용한 것이다.

일반 UV살균램프에 비해, 넓은 파장대의 초강력 자외선을 순간적으로 방출하는 펄스UV 램프의 경우 위와 같은 두가지 효과를 동시에 가지므로 매우 효율적으로 미생물을 제거할 수 있다.



1. UV 살균기술의 개요

살균 방식별 비교 (I)

항 목	저압UV 살균	펄스UV 살균	오존 살균	염소 살균
원 리	자외선이 수류내의 미생물에 조사되어 미생물의 구조를 파괴시켜 살균	초강력 펄스UV를 순간적으로 수류내에 조사함으로 미생물을 순간적으로 파괴시켜 살균	오존화된 공기를 산기관 또는 인젝터를 통해 접촉조에 주입하여 살균	압축된 액체염소를 액화가스 실린더로 주입하여 살균
장 점	지속적인 살균이 가능하며, 살균효과가 크며, 반응시간이 짧다	저압UV 살균에 비하여, 살균력이 매우 우수하며, 처리용량이 10배 이상이다.	생물학적으로 난분해성 유기물을 분해성 물질로 전화시킬수 있다	살균효과가 크다, 염소구입이 용이하고, 가격이 저렴하며, 박테리아에 대해 효과적이다.
단 점	인체에 치명적인 수은이 함유된 램프를 사용하므로, 파손시 매우 위험하다. 여과장치가 필요하다.	인체에 치명적인 수은을 전혀 사용하지 않는 환경 친화적인 기술이다.	초기 투자비 및 부속설비가 비싸며, 상수의 경우 염소처리와 병용이 필요하다. 전력사용비용이 과다하다.	<ul style="list-style-type: none"> - 불쾌한 맛과 냄새 발생 - 바이러스에 대해 효과 미미 - 인체에 위해성이 높음. - 발암물질(THM)의 유발 - 폐수의 염화물 함유량 증가 - 산의 생성으로 알카리도가 낮은 폐수는 pH가 감소한다. - 처리수의 총용존 고형물증가 - 염소 접촉조로 부터 휘발성 유기물의 생성

1. UV 살균기술의 개요

살균 방식별 비교 (II)

항 목	저압UV 살균	펄스UV 살균	오존 살균	염소 살균
박테리아 사멸	○	○	○	○
바이러스 사멸	○	○	○	○
원생동물 사멸	X	○	X	△
맛 냄새 제거	X	○	X	△
소독 부산물	없음	없음	있음	있음
위험 노출	없음	없음	있음	있음
소독 시간	3 ~ 10 초	3 초 이내	60 분	30 분
유효 살균거리	5 Cm 이하	30 Cm 이상	-	-
램프당 처리용량	250 m3	2500 m3	-	-
위험 인자	수은에 의한 위험 있음	수은을 사용하지 않음	있음	있음

2. 펄스UV 살균기술의 개요

펄스 UV 살균 (UV Sterilization) 기술은

1964 년에 설립되어 지금까지 펄스UV램프 분야만을 연구해온, 미국 **XENON Corp.**사 의 기술이며, 기본 개념은 아래와 같습니다.

그림의 예는, 34 micro Sec (34/1,000,000 초) 의 펄스폭 (Pulse Duration) 에, 10 mili Sec (10/1000 초) 의 펄스주기의 펄스UV의 파장 및 진폭(UV광도) 을 나타냅니다.

황색부분과 같이, 펄스UV는 초강력 자외선을 백만분의 수초 단위의 펄스폭 으로, 살균하고자 하는 물질에 순간적으로 조사합니다.

녹색부분은, 저압수은UV램프의 연속적인 파의 광도를 나타냅니다.

좀더 쉽게 표현을 한다면,

펄스 UV램프의 UV는, 망치를 아파트 옥상높이에서 순간적으로 반복하여, 제품에 내리치는 것과 같은 원리, 혹은 세척하기 위해 1리터의 물을 고압 스프레이로 분사하는 것과 같은 원리이며,

일반 저압수은램프의 UV는, 동일한 무게의 망치를 제품 위에 올려 놓고 누르는 것 과 같은 원리, 혹은 세척하기 위해 1리터의 물을 그냥 부어버리는 것과 같은 원리의 차이로,

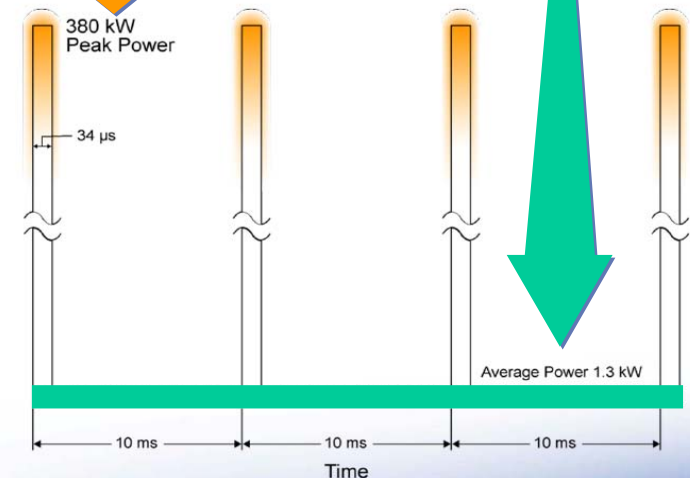
본 펄스UV 살균력에 대하여 간략하게 이해를 하시면 됩니다.

펄스 UV 램프 에 의한 펄스 파 (PULSE UV)

펄스당 380 kW의 에너지를 34 마이크로초의 펄스 폭으로, 10 mSec 간격으로 조사

일반 저압 수은UV램프 에 의한 연속UV (CW UV)

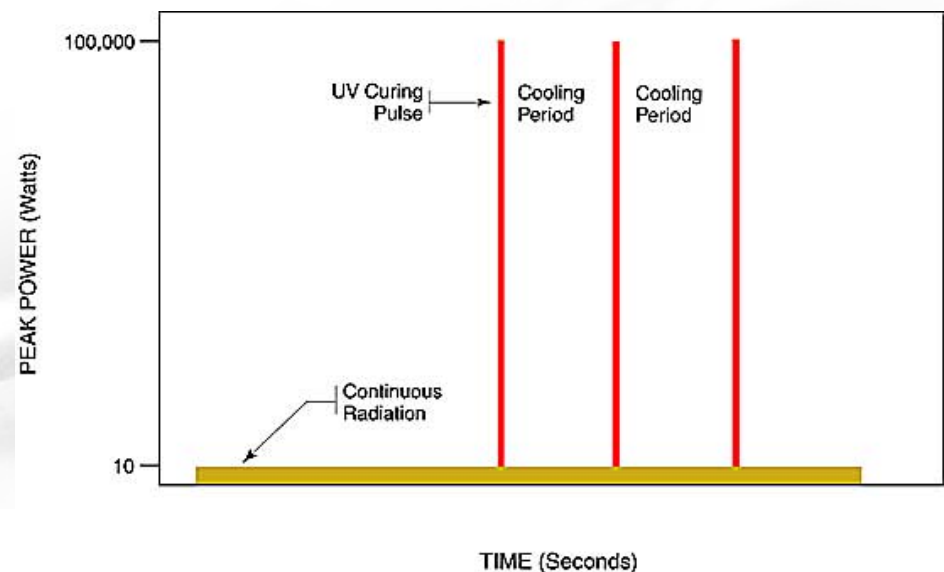
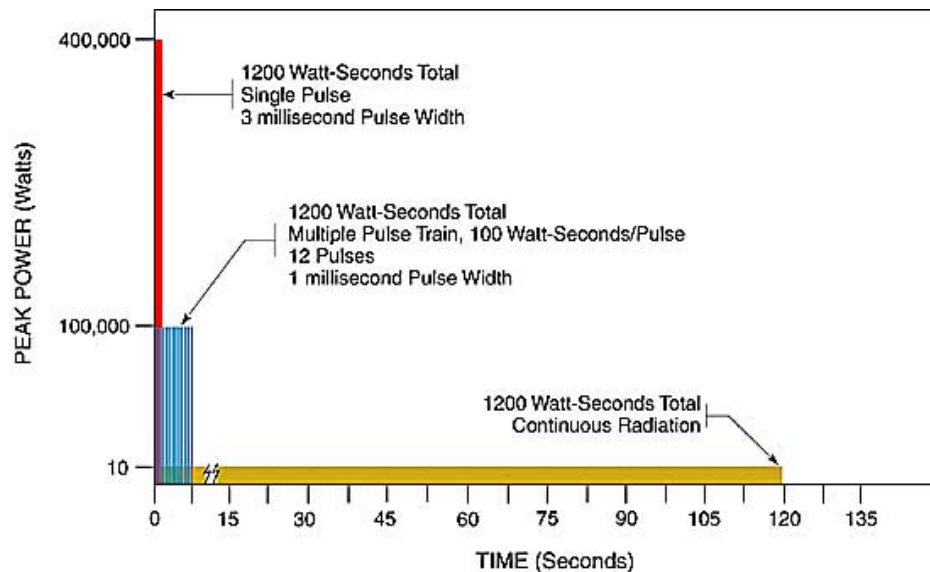
40 ~ 120 W UV램프에 의한 연속 조사방식



2. 펄스UV 살균기술의 개요

펄스UV 와 저압수은UV 의 파워 및 에너지 계산 비교

- 싱글 펄스 UV (적색) : $400,000 \text{ W/Pulse} \times (3/1000) \text{ Sec} \times 1 \text{ Pulse} = 1,200 \text{ W*Sec}$
- 멀티 펄스 UV (청색) : $100,000 \text{ W/Pulse} \times (1/1000) \text{ Sec} \times 12 \text{ Pulse} = 1,200 \text{ W*Sec}$
- 저압 수은 UV (황색) : $40 \text{ W/Lamp} \times 10 \text{ Ea} \times 3 \text{ Sec} = 1,200 \text{ W*Sec}$



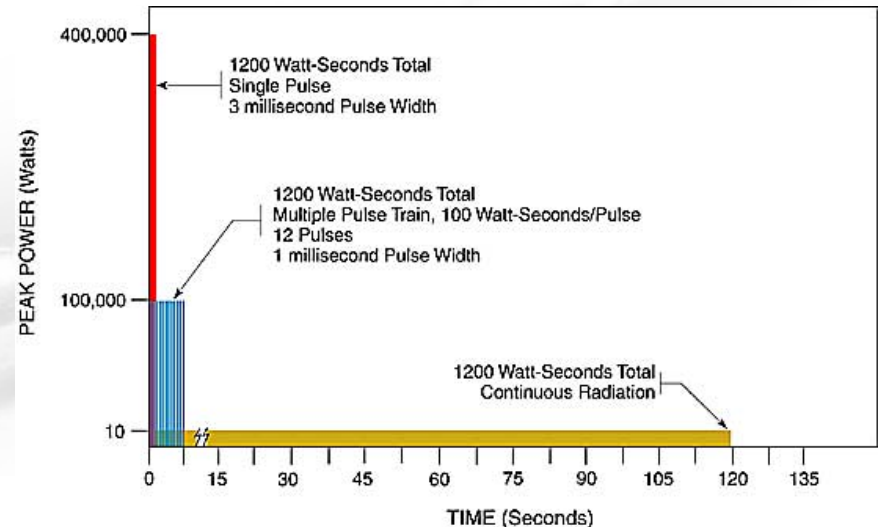
3. 펄스 UV 살균의 장점

초고강도 UV Energy 의 순간출력에 의한 광역 유효살균범위

- 펄스폭 10 마이크로 초 (백만분의 10 초), 최대 펄스수 120 Pulse/Sec (초당 120 펄스), 최대 에너지 (400,000 W/Pulse) 의 에너지로 UV를 조사하는 초고강도의 획기적인 UV살균 기술입니다.
- 일반적인 수은램프가 정수에서 약 5 cm이하, 하수에서 3 cm이하인 것에 비해 높은 순간 출력을 내는 펄스 UV 살균 시스템은 그 10배 수준인 30 ~ 40 cm의 긴 유효 살균 거리를 가지므로, 살균력이 우수합니다.

펄스UV (Pulsed UV) 살균처리 방식
은 1999년 미국 FDA 에서 승인된 신
기술입니다.

(Approved Technology by the
FDA in 1999 for the treatment
of food)



3. 펄스 UV 살균의 장점

처리용량의 극대화 – 대용량 살균, 저압수는 대비 **10배 이상**

태양광 살균의 **100,000 배 이상**이다.



- 한 개의 펄스UV램프 처리용량이 2,500 m³/d 이상으로, 저압수은램프의 약 10개를 장착한 것과 동일하며, 극초단, 초강력 파워의 우수한 살균 및 소독 효율을 달성하므로 장치가 작고 유지관리가 용이하며 유지관리비와 시설비도 저압수은 소독장치에 비해 경제적이다.
- 태양광 살균력의 100,000 배 이상의 살균력을 가지고 있다.

3. 펄스 UV 살균의 장점

원생동물에 대한 효과적인 제거

- 원생동물은 크립토스포리디움, 지아디아와 같이 세균보다 큰 생물로 포자 상태로 오랫동안 생존하며 염소에 대한 내성이 대장균보다 수만 ~ 수십만 배 강해 소독이 잘 되지 않으나, 초강력 펄스UV 살균기술은, 염소소독, 수은UV 램프로는 처리할 수 없는 원생동물을 3초 만에 불활성화시킵니다.
- 정수 소독시 염소처리와 병행함으로써 염소 내성이 있는 원생동물까지 경제적으로 소독할 수 있어 정수의 운영 효율을 높이고 식수의 안전을 확보, 국민의 건강을 지키는데 기여할 것으로 기대된다.

인체에 치명적인 수은 (Hg) 를 전혀 사용하지 않는다

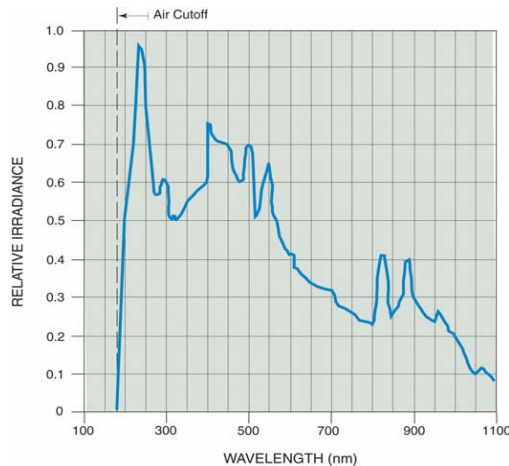
- 펄스UV램프는 인체에 치명적인 수은 (Mercury : Hg) 를 전혀 사용하지 않으므로, 작업 중 혹은 핸들링 중에 발생할 수 있는 램프의 폭발 혹은 파열 시 인체에 해로운 수은의 오염에 노출될 우려가 없어, 안전에 가장 중요합니다.
- 램프의 폐기시에도 유해한 물질이 전혀 없으므로, 환경 친화적인 안전한 제품입니다.

3. 펄스 UV 살균의 장점

우수한 UV 살균 침투력

- 펄스 UV 램프의 경우, 전체 UV 파장대역에서 자외선이 풍부하게 골고루 방사되므로, 살균파장대역에서 피크파를 발생하므로, 살균에 최적입니다.
- 백만분의 10 초 펄스폭의 날카로운 광을 **400,000 W/Pulse** 의 세기로 물질표면에 순간적으로 조사하므로, 살균력이 기존 수은UV램프에 비해 매우 우수합니다.

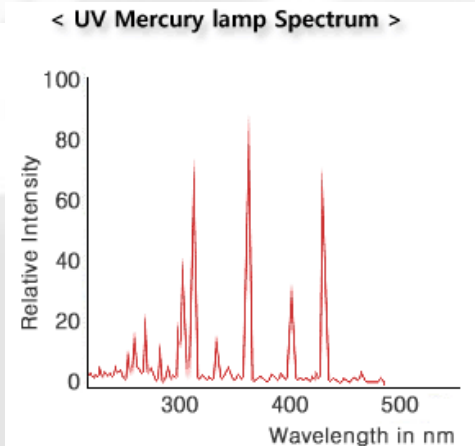
이는, 가속기에서 하전입자를 엄청난 운동에너지로 가속하여 원자에 충격을 가해, 핵반응을 일으키는 원리와 유사한 개념입니다.



초강력
펄스UV
램프의
광 출력
파장

VS

저압수은
UV
램프의
광 출력
파장



3. 펄스 UV 살균의 장점

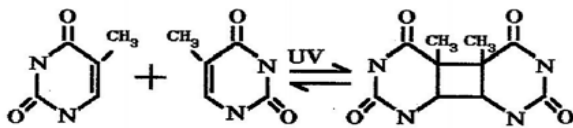
맛 냄새 물질의 효과적인 제거

- 정수나 하수의 재이용에서 문제가 되는 대표적인 맛 냄새 물질인 자오스민이나 2-MIB가 Pulse UV 소독 설비를 통해 효과적으로 제거됨으로 세균 제거뿐만 아니라 부가적인 효과도 기대할 수 있습니다.

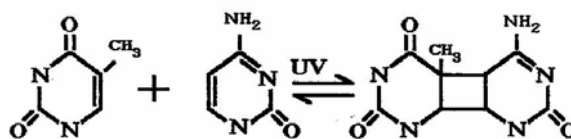
6 Logs 이상의 미생물 (Micro-Organism) 살균력

- 일반 저압UV램프에서 처리할수 없는 6 Logs 이상의 살균력을 가지고 있으며, 많은 종류의 바이러스를 제거합니다.

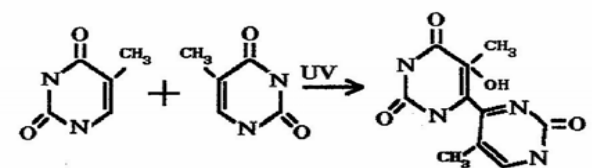
FORMATION OF A THYMINE-THYMINE DIMER



FORMATION OF A THYMINE-CYTOSINE DIMER



FORMATION OF A 6-4 LESION



3. 펄스 UV 살균의 장점

펄스UV살균 - SUMMARY

■ EFFECTIVE INACTIVATION

- Achieve USP 10-6 SAL
- No microorganism found resistant to Pulsed UV
- No repair of nucleic acids

■ SELECTIVE BIOMOLECULAR DESTRUCTION

- Destruction of DNA/RNA
- High antigen recovery
- No significant heat effect on product

■ RAPID & CONTROLLED PROCESS

- Single step process
- Treatment in minutes (per liter)
- Broad spectrum fluence monitoring

■ SAFE

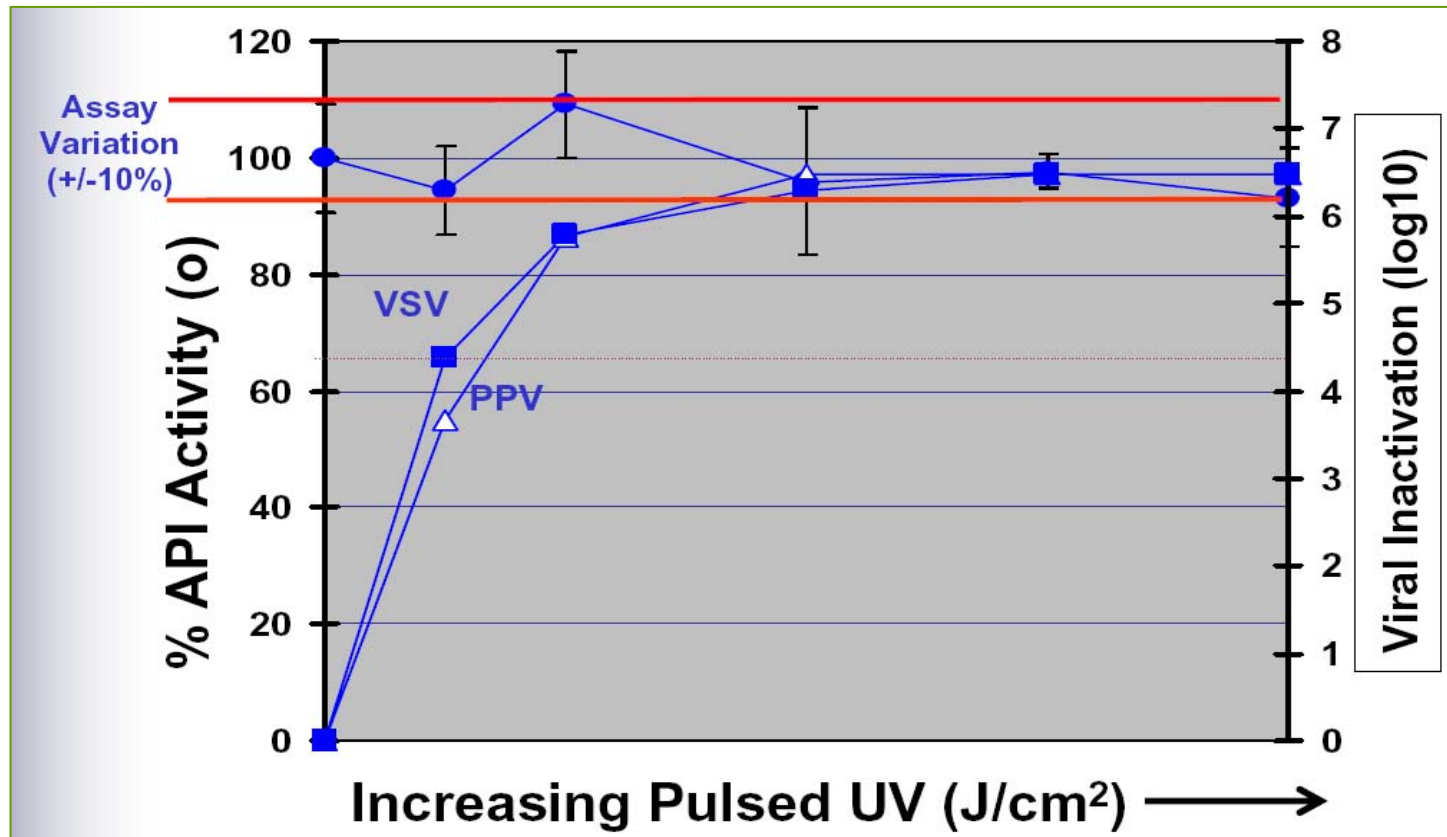
- No toxic chemicals or ionizing irradiation

■ SCALABLE

- 200 ml/min to >10 L/min.

4. 펄스 UV살균관련 DATA

>6 Log Non-Enveloped Virus Reduction



4. 펄스 UV살균관련 DATA

Sterilization of Static Liquids with Pulsed UV

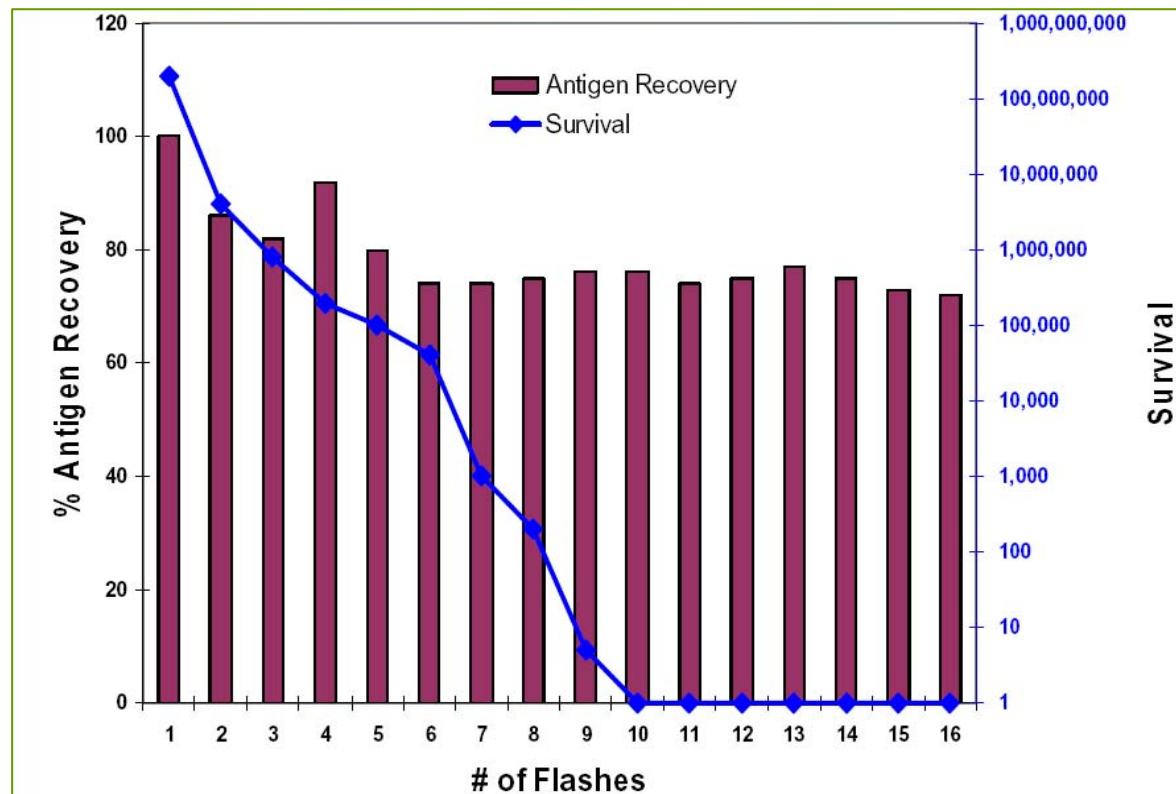
Organism	Inoculation (in 20 mL)	Sterility Test Result ¹		
		Glucose	Saline	WFI
<i>Bacillus subtilis</i> var. niger spores	4.8 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Bacillus pumilus</i> spores	3.0 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Bacillus stearothermophilus</i> spores	4.4 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Clostridium sporogenes</i> spores	2.4 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Aspergillus niger</i> spores	1.4 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Candida albicans</i>	3.0 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Deinococcus radiodurans</i>	2.2 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Staphylococcus aureus</i>	5.6 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Enterococcus faecalis</i>	2.0 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Escherichia coli</i>	3.4 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Salmonella choleraesuis</i>	1.8 x 10	Pass	Pass	Pass
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.8 x 10	Pass	Pass	Pass

¹ Treatment level was approximately 4.5 J/cm² per flash, with 2 flashes. 20 replications for each liquid/microbe combination. No dark or light enzymatic repair of nucleic acids after 28 days of incubation.

Reference: Furukawa et al., Japanese PDA, 1999

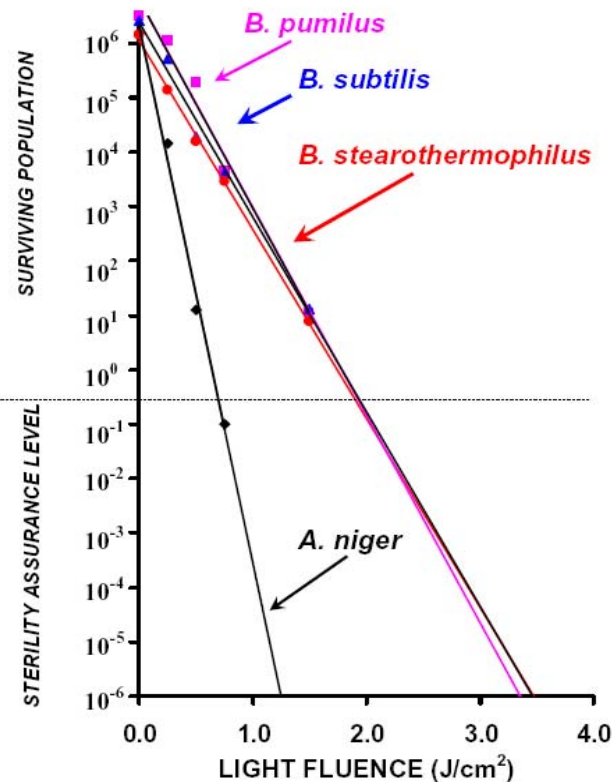
4. 펄스 UV살균관련 DATA

Pulse UV Demonstrates Complete Inactivation of a Cancer Causing virus with High Antigen Recovery



4. 펄스 UV살균관련 DATA

Dry Surface Survival Kinetics



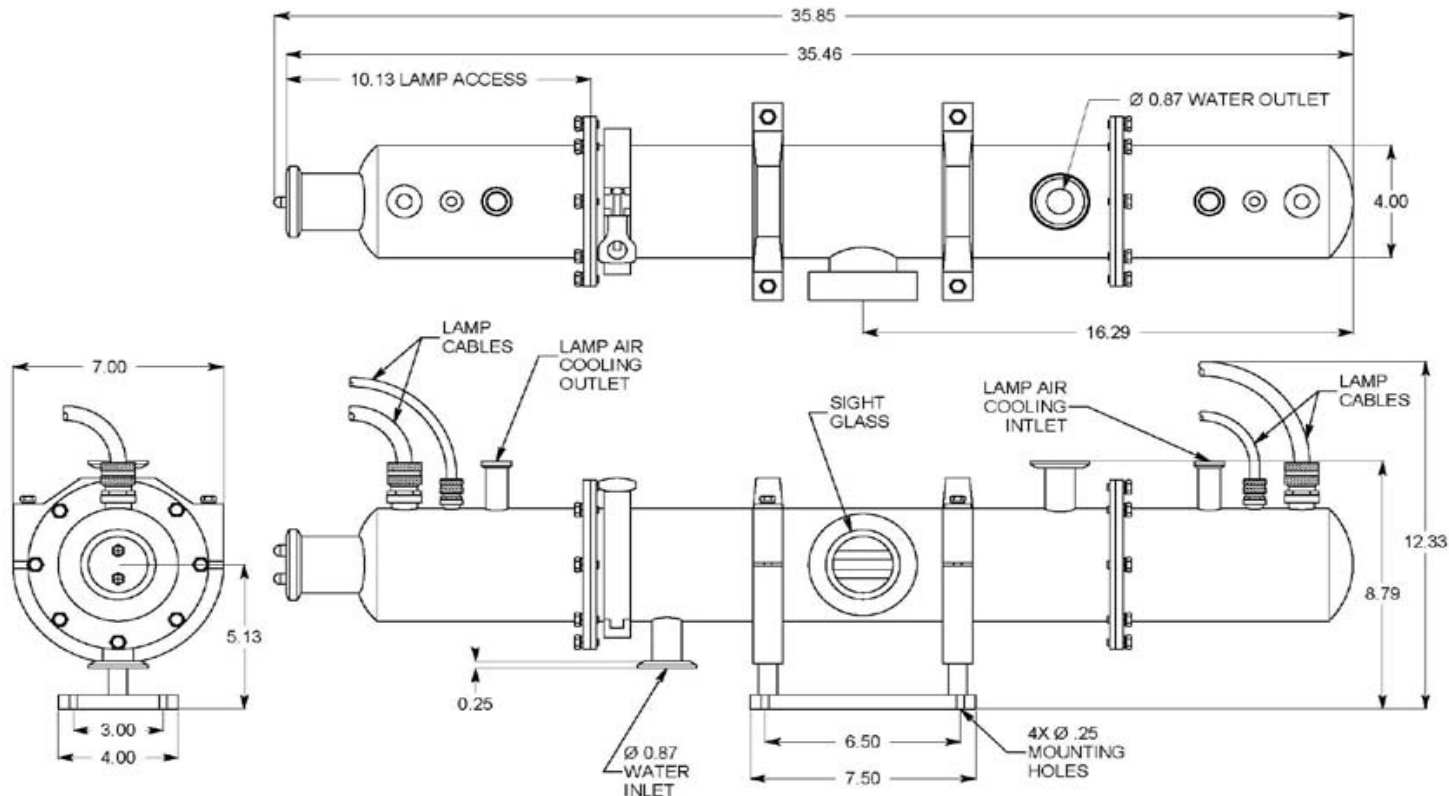
5. 펄스 UV 살균 및 수처리 시스템

펄스 UV 살균 및 수처리 시스템



5. 펄스 UV 살균 및 수처리 시스템

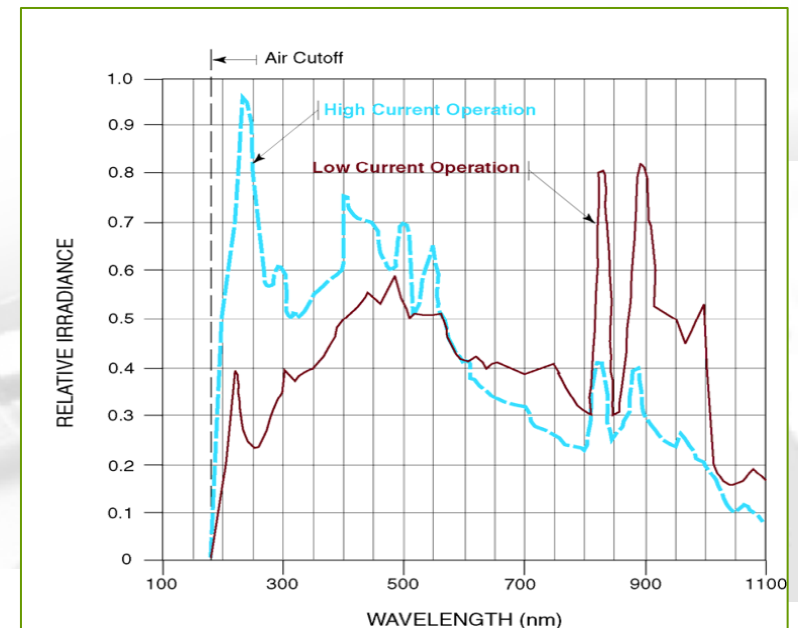
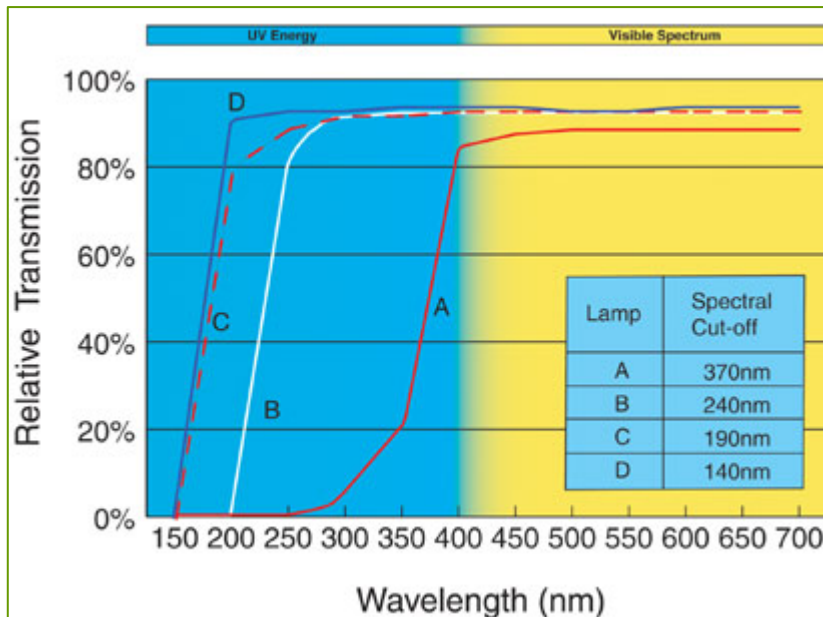
펄스 UV 수처리 시스템 개요도 (챔버)



6. 펄스 UV 램프

펄스 UV 램프의 특성

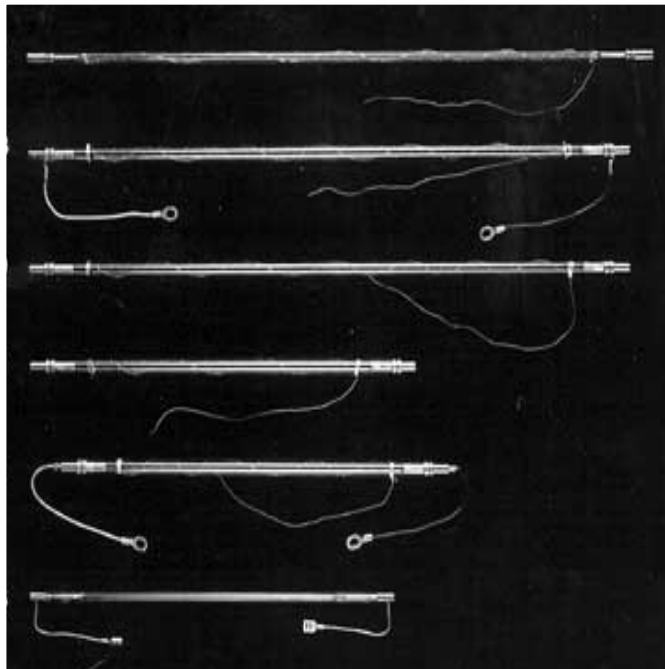
펄스 UV램프 타입	LAMP A (UVV 영역)	LAMP B (UVAB 영역)	LAMP C (UVC 영역)	LAMP D (EUV 영역)
주요 용도	UV 경화용	UV 경화용	UV 살균용	UV 세정용 (웨이퍼, LCD)
스펙트랄 컷오프 범위 (Spectral Cut-Off)	370 nm ~, UV 경화에 최적, 오존 free.	240 nm ~, UV 경화에 최적, 오존 free.	190 nm ~, 살균용도, 오존 발생	160 nm ~, 엑시머 세정용도에 최적



6. 펄스 UV 램프

펄스 UV 램프의 외형 및 종류별 용도

펄스 UV램프 외형	직관형 (LINEAR)	U자형 ("U" LAMP)	원형 (CIRCULE)	스파이얼형 (SPIR)
주요 용도	UV 경화용, 세정용, 살균용, 태양광 시뮬레이션용 최대 발광장 1500 mm 이상	UV 경화용, 세정용, 살균용	웨이퍼, DVD 등 UV 경화 용, 세정용	UV 경화용, 태양광 시물 레이션용 등



7. 펄스 UV살균기술의 적용 기관

펄스UV살균 시스템 REFERENCE LIST

COMPANY NAME	SYSTEMS SOLD	APPLICATION
Advance Therapeutic Technologies	RS-3000; RC-742	Medical Device sanitization
Ainia Centro Tecnológico (Spain)	RS-3000	Packaging material (PET, multi-layer paper; aluminum) for Yogurts
Alabama A&M University	RS-3000	Food Investigation
Alcon	RC-742, RS-3000	Decontamination: Poly Bags
Biogentis, Inc (Canada)	RS-3000M-4	Bio Fill Package System online: to sterilize a medical device: ampoule.
Branchy Technology, Co (Taiwan)	RC-747	Unknown
California Poly State University	RC-847	Decontamination: Food
Cooper Vision (UK)	RS-3000; RC-747	Decontamination: Contact Lens
Cornell University	RS-3000	Decontamination: Food
Cryovac	RC-747	Food Investigation
Dayla Liquid Packaging, Limited (UK)	RS-3000	Packaging Machine : Safe Fill
EADS	RC-747	Unknown
Edelweiss	RC-847	Shelf life of pies without preservatives

7. 펄스 UV살균기술의 적용 기관

펄스UV살균 시스템 REFERENCE LIST

COMPANY NAME	SYSTEMS SOLD	APPLICATION
Entemann's	RS-3000	Increase shelf life of bakery foods
Facultad De Cienias	RC-747	Food
Fogg Filler	RC-801, RS-3000	Decontamination: Bottle Caps
Fort Valley State	RS-3000	Food Investigation
Georgia Tech University	RS-3000	Food Investigation
Iowa State University	RS-3000	Food Investigation
Little Pearl	RC 747	Increase shelf life of fish eggs
McGill University	RS-3000	Food Investigation
Millenia Healthcare Corporation	RC-742	Food
Nature Sunshine Product	RC-747	Food
Novartis	RC-747	Spore Reduction
Pepsico, Inc.	RC-801	Bottle Cap
ReVision Optics	RC-742	Implanted Eye Lens sterilization
Rutgers University	RS-3000	Food Investigation

7. 펄스 UV살균기술의 적용 기관

펄스UV살균 시스템 REFERENCE LIST

COMPANY NAME	SYSTEMS SOLD	APPLICATION
State of FL	RS-3000	Food Investigation
Steris	RC-747	Medical Device sterilization
University of Salerno	RC-801	Food Investigation
University of Alaska	RC-747	Food Investigation
University of Auckland	RC-500	Food Investigation
University of Manitoba	RS-3000	Food Investigation
USDA	RS-3000	Food Investigation
Etc.		

7. 펄스 UV살균기술의 적용 기관

펄스UV살균기술의 참여 연구기관

- AINIA Centro Tecnologico, Laboratorio de Bioensayos, Valencia, Spain
- Alabama A&M
- American Red Cross Holland Laboratories
- Collage of Food Science –FugianAgriculture and Forestry University, China
- Contamination Zero
- Cornell University
- Florida Dept of Citrus
- Fort Valley State University
- Georgia State University
- Institute of Food Technology –Taiwan
- Nissan Pharmaceuticals
- Nutramax Corp
- Pennsylvania State University
- Pure Pulse Technologies
- Rutgers University
- University of Massachusetts
- etc.

펄스UV 기술 관련 한국 및 미국 연락처



디티엑스 / DTX

경기도 시흥시 정왕동 1288-2 번지 (3다 402)
동우디지털파크 A-512
Tel : 031-419-6770, Fax : 0505-419-6226
Url : <http://www.lichtzen-ae.com>
E-mail : contact@lichtzen-ae.com



Xenon Corporation

37 Upton Drive, Wilmington, Massachusetts
01887-1018 USA
Tel : +1 978 661-9033, Fax : 661-9055
Url : <http://www.xenoncorp.com>

관련자료 : 펄스UV경화기술, 펄스UV 세정기술, 태양광 시뮬레이션, 식품처리기술 외 관련 기술 세미나 및 논문자료