

# 식품 살균방법의 종류 및 특성

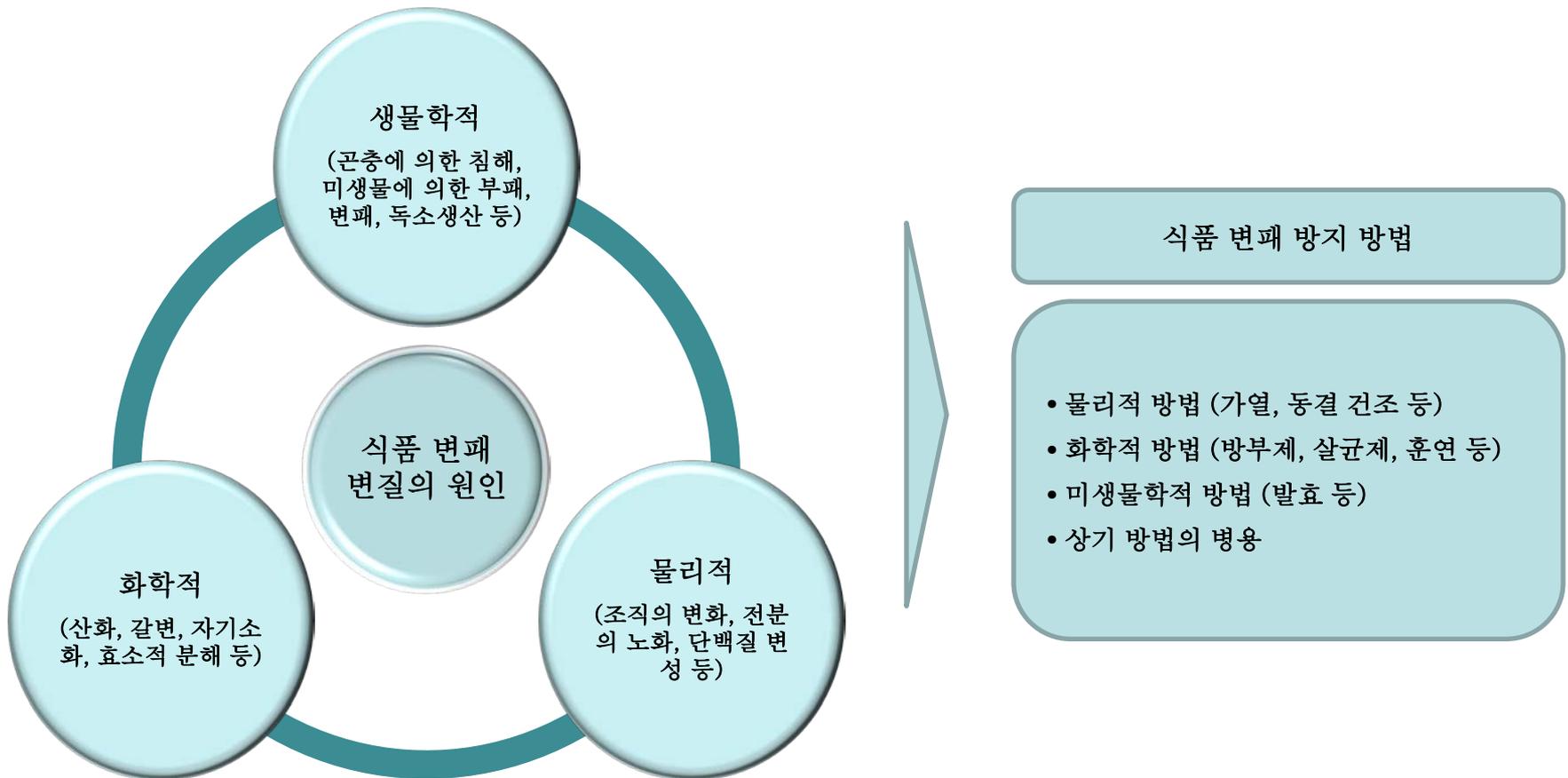
## 목 차

- I. 개 요
- II. 저 온 살 균
- III. 고 온 살 균
- IV. 냉 살 균
- V. 가열살균 조건의 선정

# I. 개요

## • 식품의 변패 변질의 원인

식품의 변패 변질의 원인이 되는 것은 생물학적, 화학적, 물리적인 3가지로 대변할 수 있으며 이러한 원인을 차단하여 식품의 변패를 방지하는 것(보존, preservation)은 식품공업에 있어서 가공 최대의 목적이다.



# 1. 개요

## • 식품에 대한 가열처리의 이용

가열은 식품을 가공 저장하는 방법 중 가장 널리 사용되는 방법으로 식품 변패의 원인이 되는 미생물과 그 미생물이 가진 효소를 불활성화시킴으로써 식품의 변패를 방지해 저장성을 높여준다. 하지만 식품의 영양 손실이나 물성의 변화를 동반한다는 문제점을 가지고 있다.

## • 식품 가공에 적용되는 가열처리 방법

### 조리(cooking)

- 입에 맞는 음식을 만들기 위하여 하는 가열조작
- 삶기, 굽기, 자숙, 튀기기, 볶기 등이 속함
- 식품의 향미, 색깔, 조직 등의 변화와 함께 효소, 독소의 불활성화 미생물의 균수 저하도 기대할 수 있으나 보조적인 저장방법이 병행되지 않는 한 오래 저장할 수 없음

### 데치기(branching)

- 식품의 동결, 건조 또는 통조림 공정에 있어서 전처리로 행하는 조작
- 100℃ 부근의 열수 또는 증기를 사용하여 처리
- 주로 원료식품에 함유된 산화효소 등을 파괴(불활성화)하는 목적으로 이용

### 저온살균(pasteurization)

- 높은 온도에서 식품의 향미가 파괴될 우려가 있는 식품에 대해 100℃ 이하의 낮은 온도에서 열처리하는 방법
- 내열성 포자를 형성하는 미생물이 남을 수 있어 보조적인 저장방법을 병행함

### 고온살균/멸균(sterilization)

- 고온에서 내열성 포자를 형성하는 미생물까지 완전히 살균하는 방법
- 가장 내열성이 강하고 독성이 강한 포자를 형성하는 *Clostridium botulinum*의 살균조건을 기준으로 함

# I. 개요

- 살균과 멸균의 정의

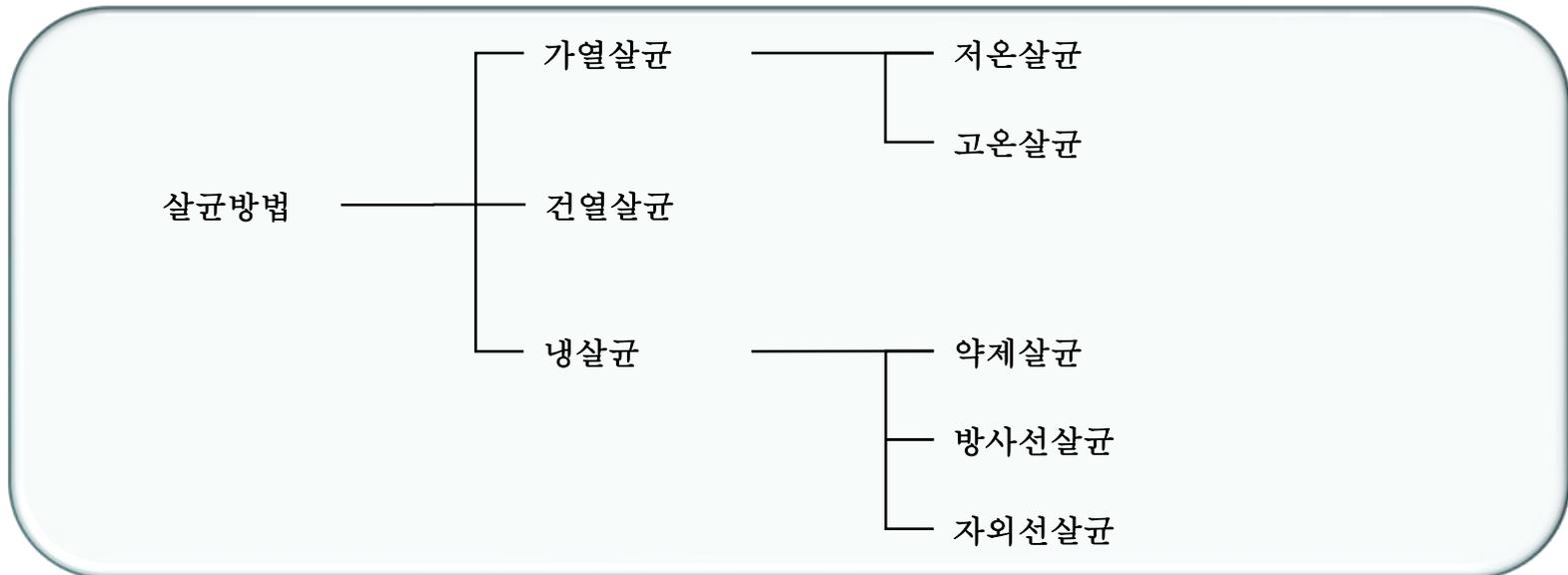
살균이라 함은 따로 규정이 없는 한 세균, 효모, 곰팡이 등 미생물의 영양세포를 사멸시키는 것을 말한다.

- 식품공전

멸균은 생세포의 완전한 사멸과 포자의 사멸이 모두 이루어진 무균상태를 말한다.

- 식품의 살균 방법

식품을 살균방법은 가열살균, 건열살균, 냉살균으로 분류되며, 식품의 특성, 요구되는 보존성, 포장형태와 수량 등을 고려하여 살균방법을 택해야 한다.



## II. 저온살균

### 1. 저온살균(pasteurization) 이란?

- 높은 온도에서 열처리로 인하여 식품이 가지고 있는 향미가 파괴될 우려가 있는 식품에 대하여 100℃ 이하의 비교적 낮은 온도에서 열처리함으로써 병원미생물을 사멸시키는 방법.
- 식품의 모든 미생물을 사멸하는 것이 아니며 내열성 포자를 형성하는 고온성 부패미생물이 남아 있을 수 있어 보조적인 저장방법을 병행함.

#### ▶ 보조적인 저장방법의 종류

1. 냉장
2. 식품첨가물 첨가 (연유 제조시 가당(加糖), 피클 제조 시 식초 첨가)
3. 혐기상태에서 포장 (우유, 맥주 등)
4. 제품의 발효 (요구르트 등)

- 산 함량이 많은 과일주스(감귤, 사과 등)나, 맥주 또는 과실주(wine) 등의 주류는 유기산, CO<sub>2</sub> 또는 에탄올이 다량 함유되어 있어 낮은 온도에서 살균을 하더라도 미생물이 사멸이 가능함.

## II. 저온살균

### 2. 우유의 살균 방법

#### 저온 장시간 살균(LTLT, low temperature long time)

- 1864년 파스퇴르가 포도주의 이상발효를 방지하기 위해 고안한 것으로 균체와 효모, 곰팡이 포자의 파괴 (병원성미생물이나 부패미생물 전체가 사멸되는 것은 아님)
- 방법 : 63 ~ 65℃에서 30분간 살균
- 장점 : 낮은 온도에서 실시하기 때문에 맛의 변화나 영양소의 파괴가 적음
- 단점 : 살균이 충분하지 못하고 처리시간이 길어 비능률적임



Pasteur Louis  
(1822~1895)

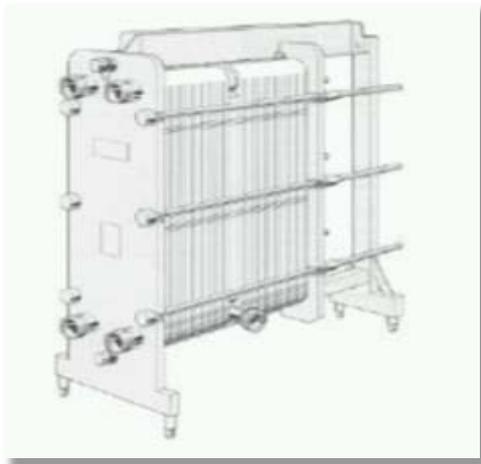
#### 고온 단시간 살균(HTST, high temperature short time)

- 신선함과 영양소의 보존이 우선시 되는 식품의 살균을 목적으로 개발
- 방법 : 72 ~ 75℃에서 15초간 살균  
플레이트식 열교환기를 많이 사용하며, 살균 후에는 감압탈취장치에 의해 휘발성 물질 제거
- 장점 : 살균시간이 짧으며 열변성을 줄일 수 있음, 다량의 우유를 연속적으로 처리할 수 있음

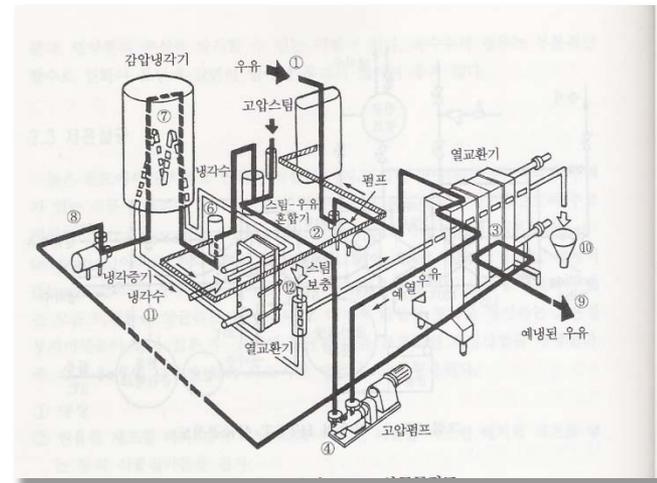
## II. 저온살균

초고온 순간살균(UHT, ultra high temperature)

- 방법 : 130 ~ 150℃에서 0.5~5초간 살균
  - 직접 가열방식(유럽식) : 1차 예열(70℃) → 2차 예열(85℃) → 가열(130~150℃)
  - 간접 가열방식(한국식) : 1차 예열(85℃) → 균질 → 2차 예열(100℃) → 멸균(135℃)
- 장점 : 내열성 포자도 완전히 살균이 가능함
- 단점 : 영양소의 파괴 및 높은 열처리 때문에 가열취(탄냄새)가 나기도 함



< HTST의 플레이트식 교환기 >



< UHT 살균 공정도 >

## II. 저온살균

### 4. 각종 식품의 저온살균

#### ▶ 액란

- 구성성분이 대부분 단백질이라 열에 불안정하지만 *Salmonella* 등의 오염 위험도가 높아 가열살균 필요
- 살균 조건 : 60℃ 3.5분(미국), 64.6℃ 25분(영국)
- 살균 방식 : 플레이트식 열교환 방식
- 살균 정도의 판정 :  $\alpha$ -amylase 활성의 소실여하로 판정
- 살균 병행 조건
  - 젖산(난백 안정화)과  $AlCl_3$ (conalumin 안정화)를 가한 후 살균
  - 인산 또는 초산을 첨가하여 가열조건 완화

#### ▶ 수산연제품

- 어묵을 가열하여 겔(gel)화 하고 어육 중의 세균을 사멸시켜 보존성 부여
- 살균 조건 : 무전분 제품보다 전분을 가한 제품의 가열온도가 높음
- 살균 방식 : 자동증자기(찐어묵, 구운어묵), 연속식 열수 살균기(어육소시지)
- 살균 온도에 따른 제품의 물성변화
  - 과도한 살균의 경우 제품의 탄력을 감소시키거나 내부에 벌집을 생성함
  - 전분을 가하지 않은 고급제품은 중심온도를 70℃ 이하로 하는 것이 좋으나 보존성이 떨어짐

## II. 저온살균

### ▶ 식육제품

- Boneless ham, Roast ham, lacks ham 등의 소형 햄류는 가열을 실시
  - 내부의 세균류를 사멸시켜 위생적으로 함
  - 소비자가 그대로 이용할 수 있도록 함
  - 제품에 알맞은 경도와 탄력을 주고 풍미를 부여
- 살균 조건 : 제품 중심부 온도를 63℃에서 30분간 가열, 또는 이와 동등이상의 효력이 있는 방법
  - 축산물의 가공기준 및 성분규격
- 주의 사항 : 고온에서 행할 경우 육중의 지방이 용출될 수 있음

제품의 종류		규격	가열(살균) 조건	중심온도
Boneless ham		지름 9cm	건조 - 60~78℃, 60~90분	65~70℃
			훈연 - 70~80℃, 30~70분	
			증자 - 75~80℃, 25~60분	
Press ham		2kg	탕자 - 78~85℃, 2~2시간25분	70~74℃
Sausage	혼합소세지	2kg	탕자 - 85℃, 2시간15분	75℃
	양장소세지	지름 1.8cm	탕자 - 73℃, 20분	69℃

## II. 저온살균

### ▶ 된장

- 생된장 중에는 많은 내열성 미생물이 잔존하고 있고 이중 효모류는 재발효를 시키기 때문에 효모의 사멸이 요구됨 (특히 파우치 제품에 필요)
- 살균 조건 : 50℃ 60분, 60℃ 10분, 70℃ 5분
- 살균 방식 : 다관식 열교환기 사용
- 참고 사항 : 핵산계 조미료를 첨가한 경우 살균과 함께 phosphatase의 파괴를 병행하여야 함

### ▶ 김치

- 김치의 경우 냉장 보관을 하거나 보존료를 첨가하는 것 이외에도 가열살균을 통해 보존성을 높일 수 있음 (파우치 포장 김치 등)
- 살균 조건 : 60~80℃에서 10~15분 (김치 변패의 원인 균인 효모는 내열성이 약해 저온살균으로 제어가능)
- 참고 사항 : 김치와 절임류는 염분, 산과 당의 함유량에 따라 가열조건이 가변적임

### III. 고온살균

#### 1. 고온살균(sterilization)이란?

- 100℃ 이상의 고온에서 내열성 포자를 형성하는 미생물까지 완전히 살균하는 방법으로 통조림, 병조림의 형태로 보급되어 200여년이 경과됨.
- 가장 내열성이 강하고 독성이 강하며 포자를 형성하는 혐기성균인 *Clostridium botulinum*의 살균조건을 기준으로 함.

##### ▶ 고온살균의 가열조건에 영향을 미치는 요인

1. pH 등 식품의 성질
2. 부착되어 있는 미생물의 종류, 미생물의 수, 또는 포자의 열저항성
3. 용기 또는 내용물의 열전달 특성
4. 열처리에 따르는 식품의 충전 조건

### III. 고온살균

#### 2. 고온 살균장치의 종류

- 고온살균에 이용되는 살균장치는 작업과정을 거치는 방법에 따라 회분식(batch type)과 연속식(continuous type)으로 구분함.
- 연속식 살균기는 회분식에 비해 열전달 속도를 높일 수 있어 작업시간을 단축할 수 있으며, 균일한 살균 제품을 얻을 수 있음.

##### 회분식(batch type) 살균장치

- 수형(堅型) 레토르트
- 횡형 레토르트
- 유리용기용 정치 레토르트
- 회분식 동요살균기
- 레토르트 파우치용 살균장치

##### 연속식(continuous type) 살균장치

- 나선식 동요 가압살균장치
- 정수압식(수탑식) 연속살균장치
- Hydrolock 연속살균장치
- 화염살균장치
- Storklave 연속살균장치
- 박막(薄膜)강하식 살균장치
- 회전표면 scraper식 살균장치
- 나선 펌프식 살균장치
- 원반 마찰 살균장치
- 유동층 살균장치
- 초고온 살균장치

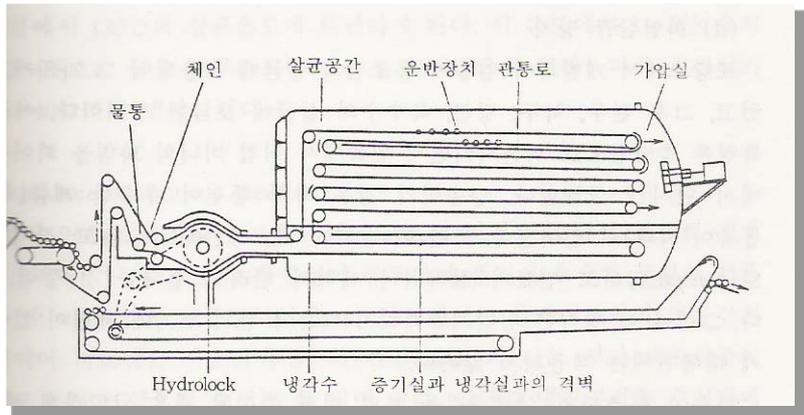
### III. 고온살균

#### Hydrolock 연속살균장치

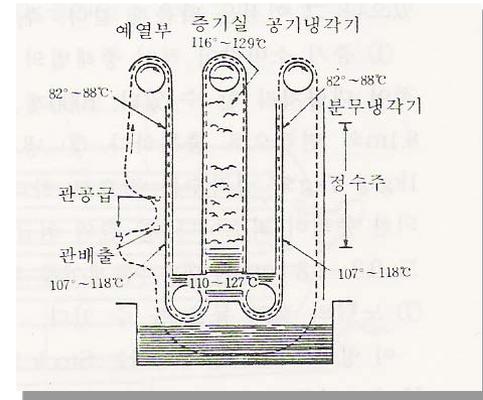
- 통조림, 병조림, 파우치 조림의 살균에 모두 사용이 가능함.
- 수증기, 물, 노동력, 공간 등을 경제적으로 줄일 수 있는 장점이 있으나 압력변화에 따라 통조림의 변형이 일어나기 쉬운 단점이 있음.

#### 정수압식(수탑식) 연속살균장치

- 각국에서 널리 사용되는 살균장치로 운반장치의 교체를 통해 통조림, 병조림, 파우치에 모두 사용이 가능 가능함.
- 물기둥 자체가 압력차단 역할을 함과 동시에 예열과 예냉의 기능을 할 수 있다는 장점이 있음.



< Hydrolock 연속살균장치 >



< 정수압식(수탑식) 연속살균장치 >

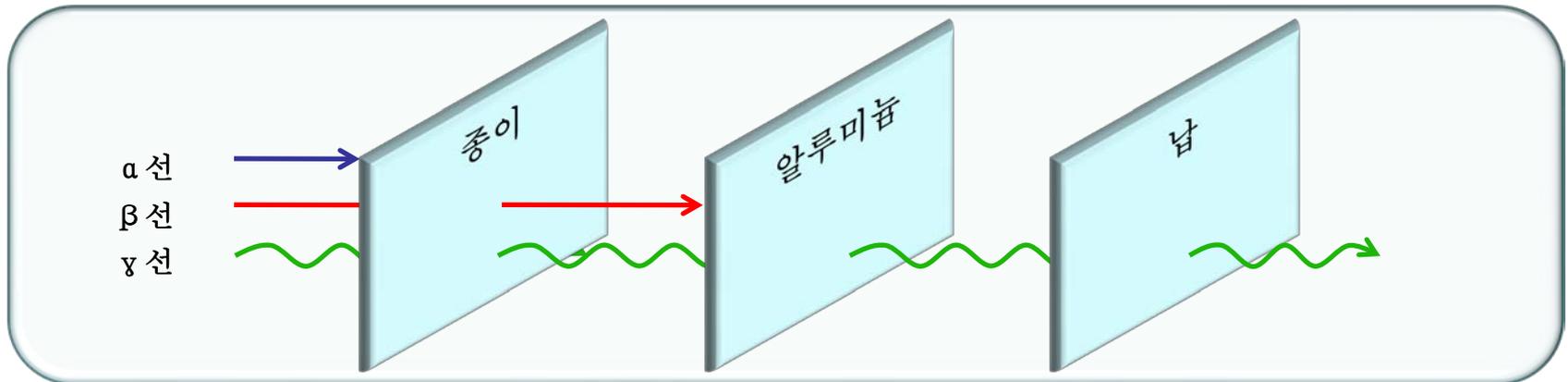
# IV. 냉살균

## 1. 방사선 살균(irradiation)

- 방사선은 에너지 수준에 따라 X선, 전자선, Co<sup>60</sup>의  $\gamma$  선, Cs<sup>137</sup>의  $\gamma$  선, Sr<sup>90</sup>의  $\beta$  선 등으로 분류되며 식품 용 조사에는 대부분 Co<sup>60</sup>의  $\gamma$  선을 사용함.

방사선의 종류	특 징
입자선( $\alpha$ 선, $\beta$ 선, 중성자)	동식물의 조직 속에 들어가면 없어지지 않음
전자파(X선, $\gamma$ 선)	조직 속에 들어가면 에너지를 모두 소비하고 없어짐

- 방사선이 식품을 투과할 때는 에너지를 식품에 주므로 방사선 자신은 손실됨.  
1rad = 1g의 식품에 100erg의 에너지가 주어진 경우 식품에 흡수되는 방사선량(흡수선량)  
1Gy(=100rad) = 1kg위 식품에 1joule의 에너지를 흡수하는 경우의 선량 단위
- 재질에 따른 방사선의 침투



## IV. 냉살균

### ▶ 방사선 살균의 장점

1. 식품 자체의 온도가 거의 상승하지 않음(식품 고유의 성질을 변화시키지 않음)
2. 캔이나 플라스틱 등의 포장식품도 쉽게 처리가 가능
3. 연속공정으로 처리 가능

### ▶ 식품의 방사선 조사기술 응용

1kGy 이하에서는 살균효과가 크지 않으며 10~50kGy의 범위에서는 완전한 살균효과를 볼 수 있음

구분	조사목적	조사선량 (kGy)	대상식품	조사효과
저선량 조사	발아, 발근 억제	0.05 ~ 0.15	감자, 양파, 고구마, 파, 마늘 등	저장기간 연장, 공급의 안정화
	해충, 기생충 방제	0.15 ~ 1.0	곡류, 과일, 채소, 돼지고기, 건조생선 등	저장기간 연장, 위생화, 유통확대
	숙도 지연	0.5 ~ 2.0	신선과일, 채소, 버섯 등	저장기간 연장, 유통확대
중선량 조사	부패균, 병원균 <u>살균</u>	1.0 ~ 10	생선, 딸기, 수산가공품, 축육가공품, 가금육 등	<u>위생화</u> , 저장기간 연장
	식품특성 개선	1.0 ~ 10	건조곡류(조리시간 단축), 포도주스(수율향상), 위스키(숙성촉진) 등	가공에너지 절약, 생산성 향상
고선량 조사	식품소재, 첨가물 <u>살균</u>	3.0 ~ 50	향신료, 건조채소류, 효소제재, 천연껌 등	<u>위생화</u> , 저장기간 연장
	<u>살균</u> (약간의 가열 병용)	3.0 ~ 50	축육, 가금육, 수산가공품, 환자식사, 우주식 등	<u>위생화</u> , 저장기간 연장

## IV. 냉살균

### ▶ 식품공전의 방사선 조사 기준

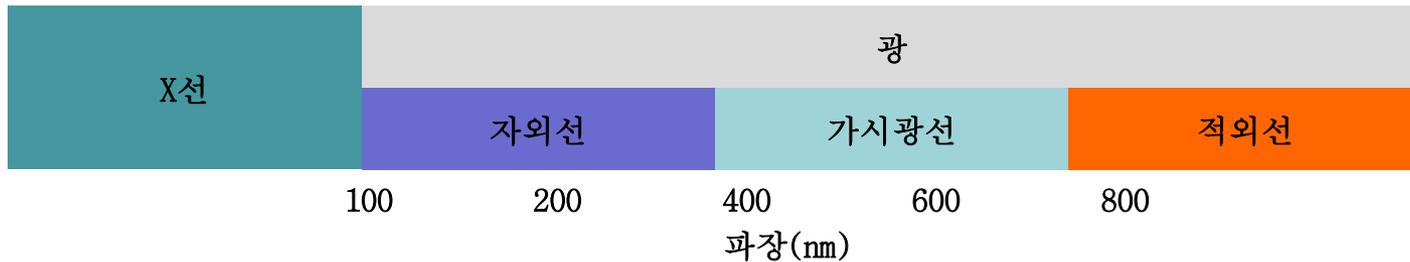
1. 사용 방사선의 선종 및 선원은  $Co^{60}$ 의  $\gamma$ 선으로 함
2. 조사한 식품을 다시 조사하여서는 아니되며 조사식품을 원료로 사용하여 제조·가공한 식품도 다시 조사하여서는 안됨
3. 조사식품은 용기에 넣거나 또는 포장한 후 판매하여야 함

허용대상 식품	흡수선량(kGy)
감자, 양파, 마늘	0.15 이하
밥	0.25 이하
생버섯, 건조버섯	1 이하
난분, 가공식품 제조원료용 곡류, 두류 및 그 분말, 조미식품 제조원료용 전분	5 이하
가공식품 제조원료용 건조식육 및 어패류분말, 된장분말, 고추장분말, 간장분말, 가공식품 제조원료용 건조채소류, 효모·효소식품, 조류식품, 알로에분말, 인삼(홍삼포함) 제품류	7 이하
건조향신료 및 이들 조제품, 복합조미식품, 소스류, 침출차, 분말차, 2차 살균이 필요한 환자식	10 이하

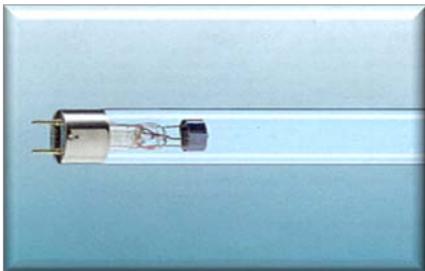
# IV. 냉살균

## 2. 자외선 살균

- 자외선의 파장은 100~380nm이며 파장에 따라 200~280nm는 살균작용, 280~320nm는 건강작용, 320~380nm는 광화학작용을 나타냄.
- 자외선의 살균작용력은 260nm 부근의 것이 가장 강함. (350nm 부근의 자외선의 약 1,600배)
- 미생물의 자외선 감수성은 균종, 균주에 따라 변동하지만 일반적으로 그람음성 세균 > 그람양성 세균 > 효모 > 세균포자 > 곰팡이 순으로 저항성이 크다.



### ▶ 자외선 살균장치(살균램프)



< 살균램프 >

- 자외선은 파장에 따라 UV-A(380~315nm), UV-B(315~280nm), UV-C(280~100nm)의 3가지로 분류함.
- 살균력이 가장 강한 260nm에 가장 가까운 253.7nm를 주파장으로 하여 방사하는 것을 살균램프라 함.
- 자외선 조사 후 적당한 가시광선(510nm 이하)을 조사하면 사멸세포가 회복되는 현상(photoreactivation)이 발견됨.

## IV. 냉살균

### 자외선 살균장치의 응용

#### ▶ 제품의 표면살균

- 살균제품의 후공정에서 내열성 미생물에 의한 2차 오염을 방지하기 위해 사용
- 포장 후 살균처리 이므로 자외선 투과율이 좋은 인쇄되지 않은 포장재료를 사용하여야 함
- 처리 후 풍미, 변색, 변질 등이 거의 없음

#### ▶ 액상 식품의 살균

- 용수의 살균과 마찬가지로 탱크나 관에 넣어 처리함
- 살균 후 미생물의 혼입을 막고 배관은 항상 깨끗하게 관리하여야 함
- 경우에 따라 지질의 산화, 향미의 악변이 촉진될 수 있음

# IV. 냉살균

## 3. 약제살균

- 미생물에 작용하는 형식에 따라 정균작용(생물의 발육저해)과 살균작용(미생물의 사멸)으로 분류
- 약제분자가 미생물의 세포막을 투과하여 여러 작용부위에서 작용하여 증식저해나 사멸을 시킴

### 주요 살균제의 특성

#### ▶ 할로젠계 살균제 - 차아염소산나트륨(NaClO)

- 광범위의 미생물에 대해 사멸작용력을 가짐
- 유기물이 존재하지 않을 경우 10ppm 정도의 저농도에서도 사멸효과가 큼
- *Clostridium botulinum* 포자의 경우 5~50℃의 범위에서 10℃ 상승마다 살균작용은 2배 이상이 됨 (표 참조)

온도(℃)	살균 시간(분)			조건
	Type A	Type B	Type E	
5	35	40	24	<i>C. Botulinum</i> 포자 pH 6.5 유효염소 4.5ppm
15	15	20	10	
25	6	6	4	

## IV. 냉살균

### ▶ 요오드계 살균제 - iodophors

- 주로 수용액 중에서 유리 요오드에 의해 살균작용을 나타냄
- 낮은 pH에서 살균작용이 크고 알칼리 용액에서는 거의 살균작용을 나타내지 않음
- 세균, 효모, 곰팡이의 살균력은 차아염소산나트륨과 비슷하나 세균포자에 대해서는 10~100 배의 고농도가 필요함

### ▶ 산소계 살균제 - 과산화수소( $H_2O_2$ )

- 넓은 범위의 미생물에 대해 살균작용을 나타내나 고농도, 고온조건이 필요함
- 최근에 독성이 문제가 되어 식품에 직접 적용되는 일은 거의 없음
- 무균화 포장에서 용기 표면의 살균제로 사용되고 있음 (tetrapack 등)

### ▶ 산소계 살균제 - 오존( $O_3$ )

- 영양형 세균의 사멸에는 용이하지만 포자형성 세균은 저항성이 큼
- 염소에 비해 pH나 온도에 대한 살균작용의 영향이 적음
- 유기물상의 미생물을 살균하기 위해서는 고농도의 오존을 필요로 함