# การทำลายเชื้อโรค

# (Pathogen Destruction)


# Introduction

## วัตถุประสงค์

เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และวิธีการทำลายเชื้อ จุลชีพ หรือทำให้ปราศจากเชื้อจุลชีพ

## หัวข้อบรรยาย

1. ประเภท หลักการ และวิธีการทำลายเชื้อ หรือทำให้ปราศจากเชื้อจุลชีพ
2. การเลือกใช้วิธีการทำลายเชื้อ หรือทำให้ปราศจากเชื้อจุลชีพที่เหมาะสม
3. การประเมินประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ หรือทำให้ปราศจากเชื้อจุลชีพ

# คำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับการทำลายเชื้อ

**การลดการปนเปื้อน (Decontamination)**

กระบวนการเพื่อ**ขจัดหรือลด**ความเป็นอันตรายเนื่องจากวัสดุติดเชื้อ จากวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย

**การทำลายเชื้อ (Disinfection)**

กระบวนการ**ทำลายหรือลดจำนวน**เชื้อจุลชีพลง จนถึงระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่ไม่ทำลายสปอร์ของเชื้อจุลชีพ (จากอุปกรณ์เครื่องมือ) โดยใช้วิธีทางกายภาพ หรือวิธีทางเคมี

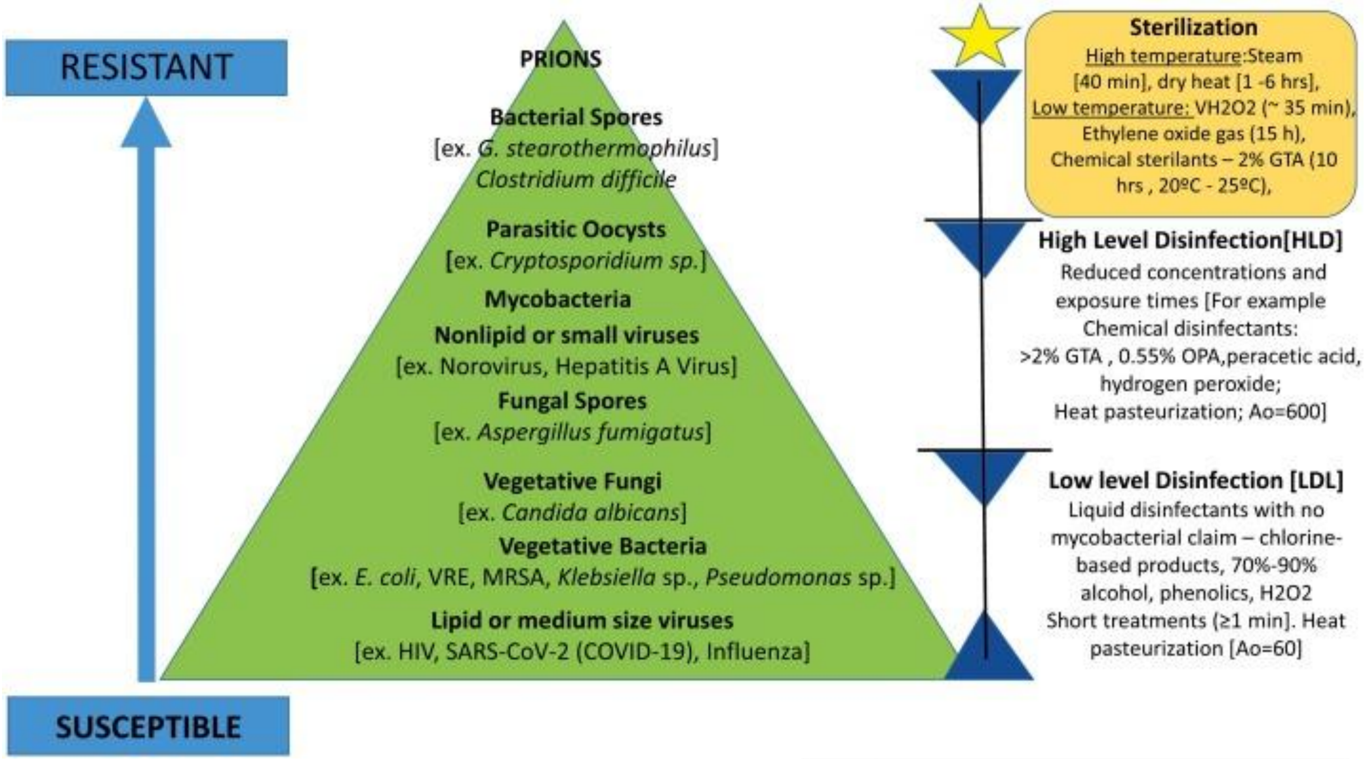
Disinfectants

สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการทำลายเชื้อจากสิ่งไม่มีชีวิตเช่นบนเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ พื้นที่ (ไม่ทำลายสปอร์ จุลชีพ)

**การทำให้ปราศจากเชื้อ (Sterilization)**

กระบวนการ**ทำลาย**เชื้อจุลชีพทุกชนิด รวมทั้งสปอร์เชื้อโดยวิธีการทางกายภาพหรือสารเคมี

# เกณฑ์พิจารณาในการทำลายเชื้อโรค




https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0048969723015942-gr1.jpg

1. ธรรมชาติและความทนทานของเชื้อจุลชีพ
2. ลักษณะของวัสดุที่ปนเปื้อน
3. จำนวนเชื้อจุลชีพ
4. ปริมาณของสารอินทรีย์ที่มีอยู่
5. ชนิดและความเข้มข้นของน้ำยาฆ่าเชื้อ
6. ระยะเวลาในการแช่อุปกรณ์ ระยะเวลาที่สัมผัสเชื้อ
7. ปัจจัยทางกายภาพและทางเคมี

# วิธีที่นิยมใช้ในการลดการปนเปื้อน

## วิธีทางกายภาพ

## วิธีทางเคมี

การเผา

(Incineration and Burning)

การใช้ความร้อน

(Heat treatment)

การใช้รังสี

(Radiations treatment)

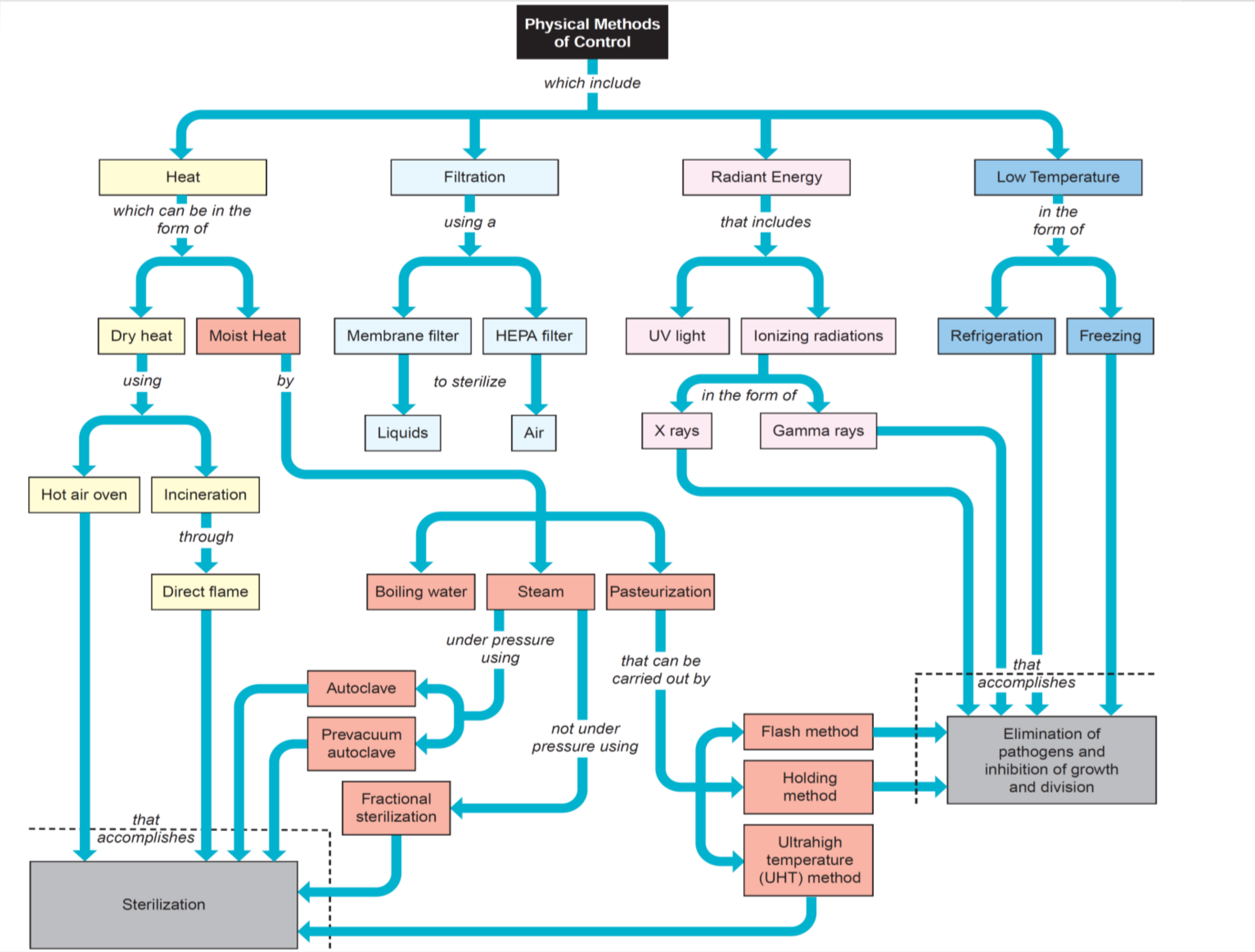

การใช้สารเคมี

(Chemical decontamination)

การย่อยด้วยด่าง

(Alkaline hydrolysis)

# การทำลายเชื้อโดยวิธีการทางกายภาพ



# การทำลายเชื้อด้วยวิธีทางกายภาพ

## การเผา (Burning)

- ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิ
- ดำเนินการได้ง่าย ประหยัด
- มีการปล่อยมลพิษ

## การเผาด้วยเตาเผา (Incineration)

- มีระบบควบคุมอุณหภูมิ
- มีประสิทธิภาพสูงในการทำลายเชื้อ
- อาจมีระบบการเผาควัน
- ต้นทุนการบริหารจัดการสูง

Incinerators > 877°C    Bunsen burner 1500°C

ควรศึกษาและดำเนินการให้เป็นไปตามกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

# การทำลายเชื้อด้วยวิธีทางกายภาพ

**การใช้ความร้อนแห้ง (Dry heat)**

Hot air oven : มีพัดลมเป่าให้อุณหภูมิสูงทั่วถึงกันหมด อุณหภูมิในตู้ต่างกันไม่เกิน 10°C ใช้กับอุปกรณ์ เครื่องแก้ว โลหะ ผงแห้ง (powders) โดยไอร้อนแทรกซึมผ่านเข้าไปทำลายเชื้อจุลชีพ (160°C 120-180 นาที, 200°C 60-120 นาที)

**การต้มน้ำเดือด (Boiling)**

100°C 10 – 30 นาที ทำลายเชื้อจุลชีพส่วนใหญ่ แต่ไม่รวมสปอร์ของเชื้อ

**หม้อนึ่งอัดไอน้ำ (Autoclave)**

กำจัดเชื้อได้ทุกชนิด

รวมทั้งสปอร์ของเชื้อ

| pressure (lbf/in$^2$) | temperature (°C) | time (min) |
|---|---|---|
| 15 | 121 | 15 |
| 20 | 126 | 10 |
| 30 | 134 | 3 |

## Pressure Cooker

- ไม่มีช่องระบายอากาศ ทำให้เกิดการผสมระหว่างอากาศกับไอน้ำร้อนภายในเครื่อง (air pockets) ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการแทรกซึมของไอน้ำร้อน เพื่อทำลายเชื้อ
- ไม่สามารถปรับอุณหภูมิและความดันระหว่างการทำงาน
- ไม่มีระบบตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำงาน
- เหมาะสำหรับการทำให้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆปราศจากเชื้อ (Sterilization) มากกว่าการลดการปนเปื้อน (Disinfection)

# การทำลายเชื้อด้วยวิธีทางกายภาพ

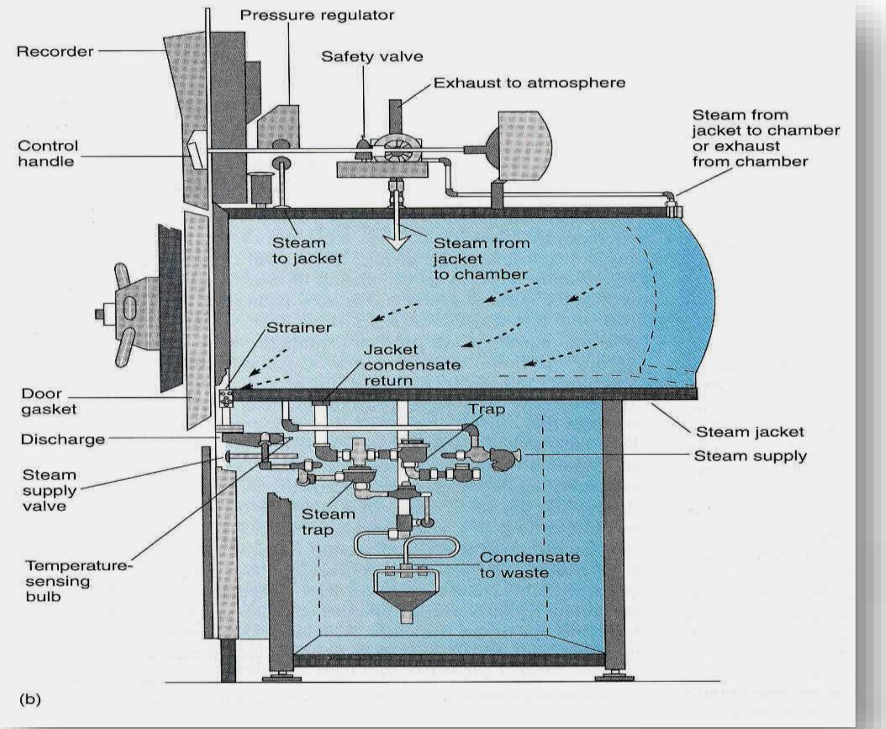
"Autoclaving is the most effective and reliable means of decontaminating/sterilizing laboratory materials and wastes"

(*WHO, 4th ed. Laboratory Biosafety Manual, 2020*)

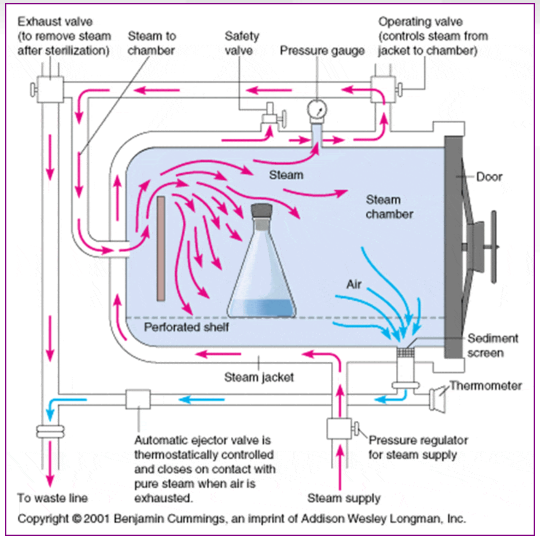
**การนึ่งด้วยไอน้ำภายใต้ความดัน**

: ไอน้ำเดือดเข้าไปแทนที่อากาศในภาชนะปิด เมื่อความดันไอน้ำเพิ่มขึ้น อุณหภูมิไอน้ำจะสูงขึ้น ความร้อน ความดัน ทำให้โปรตีนในเซลล์เชื้อจุลชีพเสียสภาพ เอนไซม์ โปรตีนในเซลล์เกิดการแข็งตัว (coagulation)

- เป็นวิธีการที่มาตรฐาน สามารถทำซ้ำได้
- สามารถประเมินประสิทธิภาพ (validation) ระหว่างดำเนินการได้
- สามารถติดตามตรวจสอบ และปรับควบคุมกระบวนการระหว่างดำเนินการได้



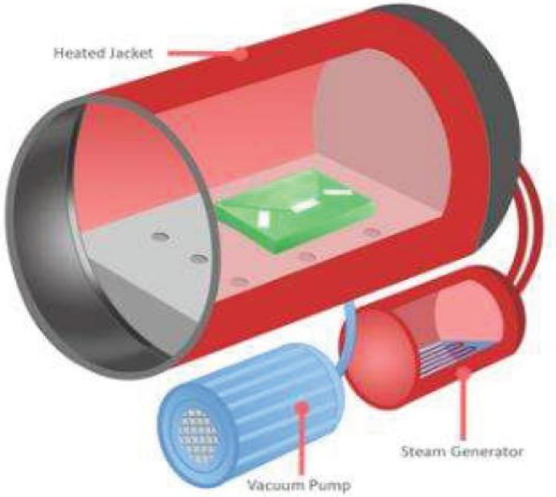
# การทำลายเชื้อด้วยวิธีทางกายภาพ




https://microbeonline.com/wp-content/uploads/2013/12/gravity-displacement-type-Autoclave.gif

## Gravity Displacement

- ไอน้ำจะไหลเข้าไปทดแทนช่องว่างตามแรงโน้มถ่วง
- สามารถติดตามกระบวนการทำงาน ปรับอุณหภูมิ และเวลาได้
- เหมาะสำหรับการทำให้ปราศจากเชื้อ (Sterilization) และการลดการปนเปื้อน (Disinfection)
- อาจเกิด air pocket ได้หากสิ่งที่ทำการฆ่าเชื้อมีขนาดใหญ่หรือมีปริมาณมาก




## Pre Vacuum

- เพิ่มประสิทธิภาพของการนำอากาศออกจาก chamber ด้วย vacuum
- สามารถติดตามกระบวนการทำงาน ปรับอุณหภูมิและระยะเวลาได้
- เหมาะสำหรับการทำให้ปราศจากเชื้อ (Sterilization) และ  การลดการปนเปื้อน (Disinfection)
- เป็นรูปแบบของ autoclave ที่แนะนำสำหรับการฆ่าเชื้อในกลุ่มเสี่ยงสูง (risk group 3 ขึ้นไป)

# การทำลายเชื้อด้วยวิธีทางกายภาพ

## ข้อควรระวังในการใช้งาน

- บรรจุของที่ต้องการฆ่าเชื้อในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม ทนต่อความร้อนและแรงดัน
- การ sterile ของเหลว ฝาเกลียวหลอดต้องเปิดหลวม เพื่อให้ไอน้ำผ่านเข้าไปได้
- ห้ามใช้กับภาชนะบรรจุของเหลวที่ปิดสนิท บรรจุแรงดัน หรือสารกัมมันตรังสี
- ไม่ใช้นึ่งของมีคม ไอน้ำทำให้เสียความคม
- ไม่นึ่งของที่ถูกน้ำ ความชื้น ความร้อนแล้วเสียหาย
- ของเหลวบรรจุไม่เกิน 2 ใน 3 ของ ปริมาตรภาชนะที่บรรจุ
- ของมีคมใส่ในภาชนะสำหรับทิ้งของมีคมที่ป้องกันการทิ่มแทงทะลุได้
- ควรวางภาชนะบรรจุลงบนภาชนะบรรจุชั้นที่ 2 เพื่อป้องกันการหกหล่นรั่วไหล โดยไม่บรรจุเกินกว่าความจุของภาชนะบรรจุชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2
- ระมัดระวังในการเปิด

# การทำลายด้วยวิธีทางกายภาพ

Membrane filter

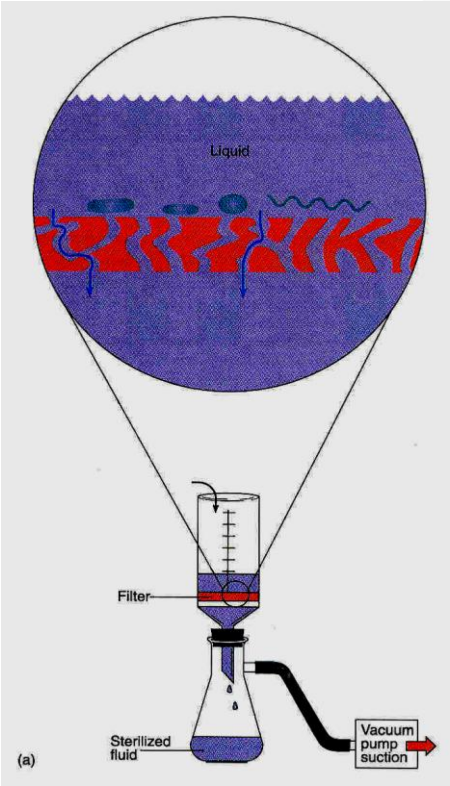
## การกรอง (filtration)

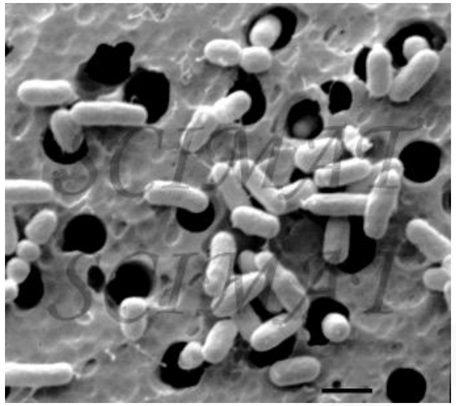
- ใช้กับของเหลว สารละลาย น้ำ ให้ปราศจากเชื้อ
- นิยมผลิตจาก cellulose acetate หรือ cellulose nitrate

Membrane filter :

Pore size 0.20 - 0.45 ไมครอน กรองแบคทีเรีย

Pore size 0.02 ไมครอน กรองไวรัส



## Ionizing radiation

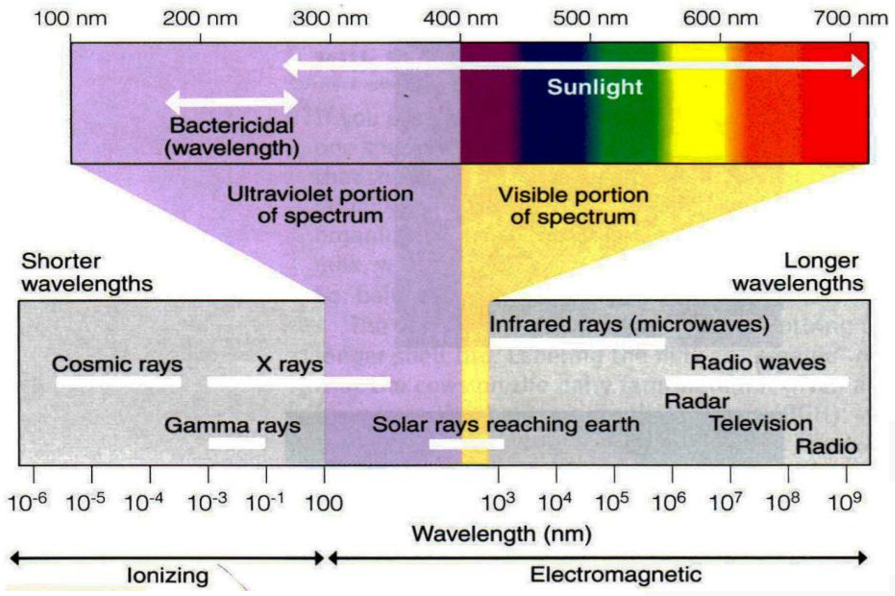
**รังสีแกมม่า (Gamma ray)**

- อำนาจทะลุทะลวงสูง เป็นอันตรายต่อเซลล์ทุกชนิดรวมทั้งจุลชีพ
- ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในส่วนประกอบสำคัญ ของเซลล์โดยเฉพาะ DNA ของนิวเคลียส
- เหมาะสำหรับ : วัสดุที่ไม่ทนต่อความร้อน ความชื้นหรือ อุณหภูมิสูง เช่น อุตสาหกรรมการผลิต ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

## Non - ionizing radiation

**รังสี Ultra violet, UV** (240-280 nm)

- นิยมใช้ความยาวคลื่น 260 nm - ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลชีพสูงสุด
- มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำเหมาะกับพื้นผิวภายนอก ผิวเรียบ
- ส่งผลในการทำลาย DNA
- ไม่สามารถผ่านสิ่งกีดขวางได้ และต้องอยู่ในระยะทางที่เหมาะสม อีกทั้งอุณหภูมิ ความชื้นและอายุของหลอด UV สามารถส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานได้
- เหมาะสำหรับพื้นผิว และพื้นที่ปฏิบัติงาน (space decontamination)



# การทำลายเชื้อด้วยวิธีทางกายภาพ

## (Radiation treatment)

คลื่นไมโครเวฟ (Microwave Treatment)

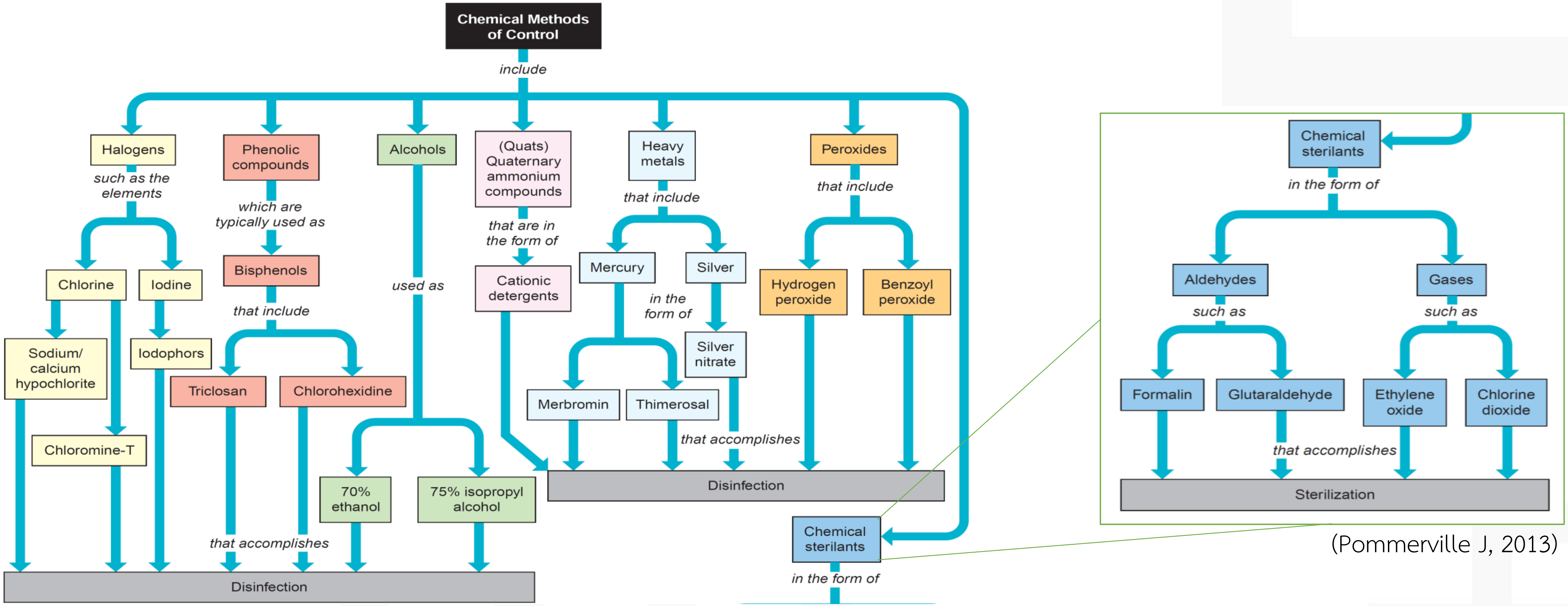
- เป็นการใช้คลื่นโครเวฟ ในการสร้างความร้อน
- อุณหภูมิที่ใช้ 100°C เวลา 45 นาที
- ประหยัดพลังงาน และลดค่าใช้จ่าย
- เทคโนโลยีใหม่ ลงทุนสูง - ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานน้อย

เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่าง Microwave และ Autoclave

| | Microwave | Autoclave |
|---|---|---|
| Assumed weight of waste/day | 150 kg | |
| Accumulated weight of waste/year | 54.75 tons | |
| Maximum of volume/run | 60 L | 80 L |
| Power input | 6.5 kW | 17 kW |
| Runs per day | 12 | 10 |
| Duration/run | 45 min | 70 min |
| Energy consumption/run | 3.3 kWh | 12 kWh |
| Energy consumption/day including standby | 40.9 kWh | 142.4 kWh |
| Assumed price/kWh | €0.2/kWh | |
| Energy costs/day | €8.16 | €28.48 |
| Energy costs/year | €2,978.4 | €10,395.20 |

K. Zimmermann, "Microwave as an emerging technology for the treatment of hazardous biowaste: a mini review", Waste Management & Research, 2017

# การทำลายเชื้อโดยวิธีการทางเคมี




(Pommerville J, 2013)

# การทำลายเชื้อโดยวิธีการทางเคมี

**การลดการปนเปื้อนด้วยสารเคมี (Chemical Decontamination)**

นิยมใช้สำหรับ อุปกรณ์ที่ต้องการนำกลับมาใช้ซ้ำ ที่ไม่สามารถฆ่าเชื้อด้วยความร้อน การฆ่าเชื้อบนพื้นผิว พื้นที่ปฏิบัติงาน (space decontamination)

**ประสิทธิภาพของน้ำยาฆ่าเชื้อ**

- **ประสิทธิภาพสูง (High Level)**
  สามารถกำจัดเชื้อได้ทุกชนิด รวมทั้งสปอร์ของเชื้อ
- **ประสิทธิภาพปานกลาง (Moderate Level)**
  สามารถกำจัดเชื้อ ได้เกือบทุกชนิด แต่ไม่สามารถกำจัดสปอร์ของเชื้อ
- **ประสิทธิภาพต่ำ (Low Level)**
  สามารถกำจัดเชื้อได้บางชนิด

High Level

: Glutaraldehyde, Peracetic Acid

Moderate Level

: Alcohol, Chlorine Compounds, Iodophor compounds, Phenolic compounds

Low Level

: Quaternary Ammonium compound

Fumigation

: Formaldehyde, Ethylene Oxide, Chlorine Dioxide

Chemical Vaporization

: Hydrogen Peroxide

# การทำลายเชื้อโดยวิธีการทางเคมี

| น้ำยาฆ่าเชื้อ | | วิธีการใช้ | | | | | กลุ่มของเชื้อที่กำจัดได้ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สถานะ | ชนิด | ความเข้มข้นที่แนะนำ | ระยะเวลาที่ใช้ (Contact Time) Lipovirus | ระยะเวลาที่ใช้ (Contact Time) Broad spectrum | อุณหภูมิ (°C) | ความชื้นสัมพัทธ์ (%) | Vegetative Bacteria | Lipoviruses | Non-Lipid Viruses | Bacterial spores | *M. tuberculosis* |
| ของเหลว | Quaternary Ammonium | 0.1-2.0% | 10 | Not Effective | | | + | + | | | |
| | Phenolic | 1.0-5.0% | 10 | Not Effective | | | + | + | *+/- | | + |
| | Ethanol | 70-85% | 10 | Not Effective | | | + | + | *+/- | | + |
| | Isopropanol | 70-85% | 10 | Not Effective | | | + | + | *+/- | | + |
| | Chlorine | 500 ppm | 10 | 30 | | | + | + | + | +/- | + |
| | Formaldehyde | 0.2-8.0% | 10 | 30 | | | + | + | + | +/- | + |
| | Gluteraldehyde | 2% | 10 | 30 | | | + | + | + | + | + |
| | Iodophor | 25-1600 ppm | 10 | 30 | | | + | + | + | + | + |
| แก๊ส | Ethylene Oxide | 8-23 g/ft$^3$ | 60 | 60 | 37 | 30 | + | + | + | + | + |
| | Parafomaldehyde | 0.3 g/ft$^3$ | 60 | 60 | >23 | >60 | + | + | + | + | + |

\+ ประสิทธิภาพดี +/- ประสิทธิภาพปานกลาง *+/- ประสิทธิภาพแปรผันขึ้นกับชนิดของไวรัส

ดัดแปลงจาก: https://ehs.colorado.edu/resources/disinfectants-nd-sterilization-methods/ inactive

# การทำลายเชื้อโดยวิธีการทางเคมี

**Table V:** Common commercial disinfectants ingredients and their contact time for disinfection (12)

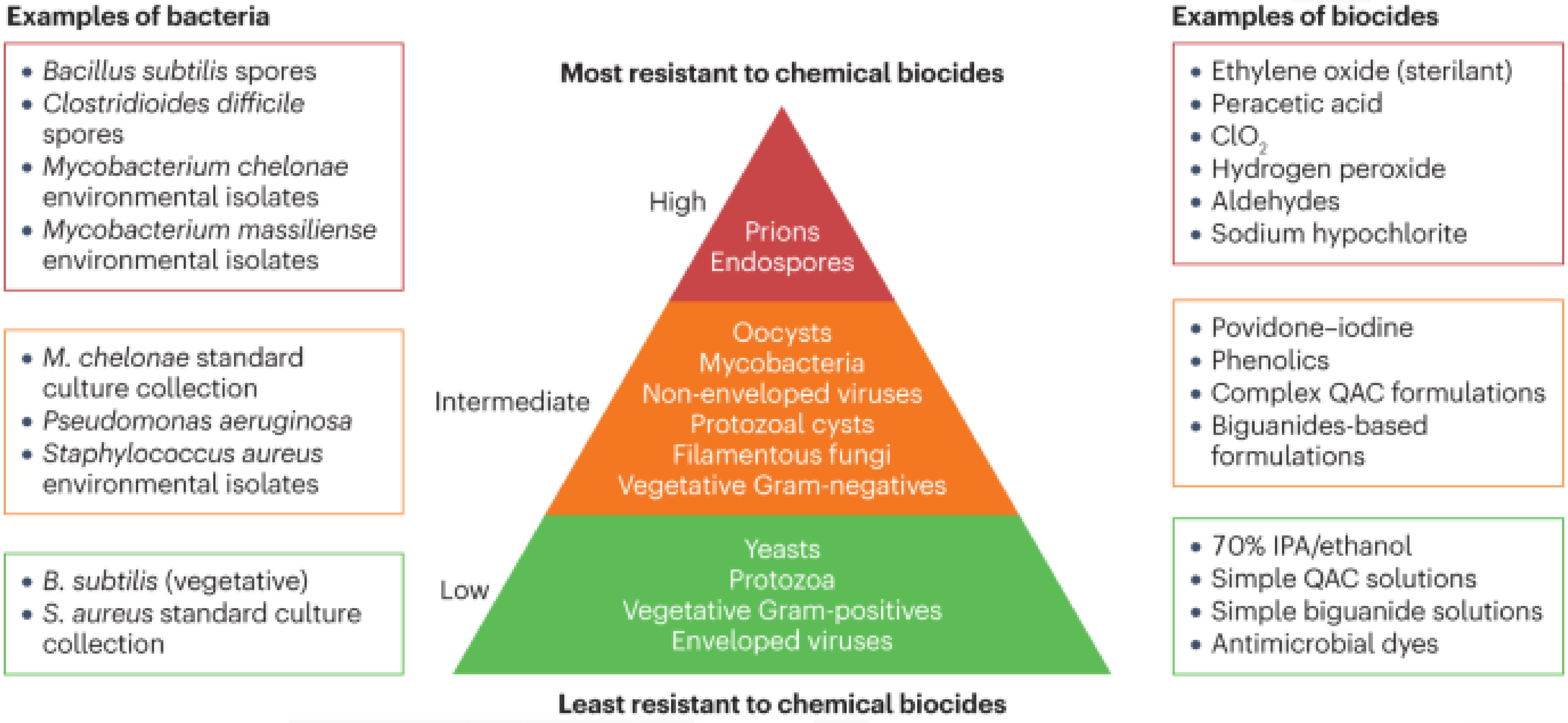
| Active Ingredients | Average Suggested Contact Time (Dependent Upon Concentration) |
|---|---|
| Ethanol | 1–5 min |
| Isopropanol | 1–5 min |
| Phenols | 5–10 min |
| Quaternary ammonium | 5–10 min |
| Sodium hypochlorite | 1–10 min |
| Hydrochloric acid | 10 min |
| Iodine | 10 min |

**Table VI:** Concentration of disinfection agents tested against Coronaviruses

| Agent | Concentration |
|---|---|
| Benzalkonium chloride | 0.1% |
| Ethanol | 70.0% |
| Formaldehyde | 0.7% |
| Glutaraldehyde | 2.0% |
| Isopropanol | 50.0% |
| Povidone-iodine | 10% (1% iodine) |
| Sodium chlorite | 0.23% |
| Sodium Hypochlorite | 0.05–0.5% |

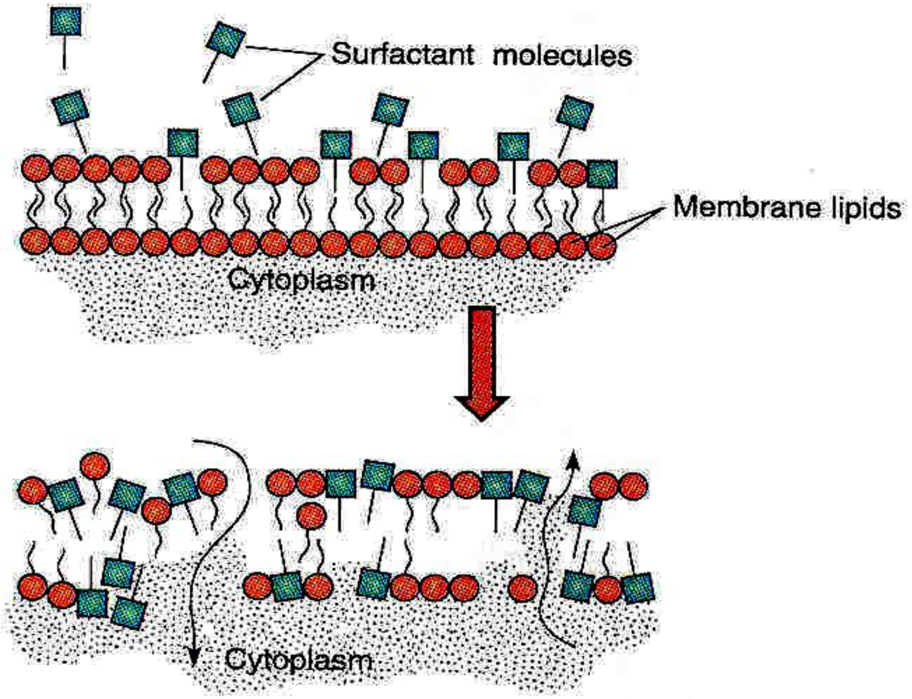
https://www.cannabissciencetech.com/view/keeping-up-to-date-with-safety-a-look-at-ppe-and-cleaning-for-safety-in-the-laboratory

# การทำลายเชื้อโดยวิธีการทางเคมี




https://media.springernature.com/m685/springer-static/image/art%3A10.1038%2Fs41579-023-00958-3/MediaObjects/41579_2023_958_Fig1_HTML.png

# การทำลายเชื้อโดยวิธีการทางเคมี




## แอลกอฮอล์ (Alcohol)

- นิยมใช้ Ethanol และ Isopropanol
- ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสูงสุดที่ความเข้มข้น 70%
- **ออกฤทธิ์ ลายไขมันที่อยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์ และทำให้โปรตีนของเชื้อจุลชีพตกตะกอน**
- ไม่มีสารตกค้าง
- ระเหยเร็ว อาจส่งผลให้ความเข้มข้น ลดลง และมีผลต่อประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ

# การทำลายเชื้อโดยวิธีการทางเคมี

## Chlorine Compounds

- นิยมใช้ Sodium Hypochlorite
- ความเข้มข้น 0.5-1% : ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสูงสุด
- **ออกฤทธิ์ทำให้โปรตีนของจุลชีพเสียสภาพ**
- มีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะ
- ระเหยเร็ว อาจส่งผลให้ความเข้มข้น เปลี่ยนแปลงลดลง และมีผลต่อประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ ผสมแล้วควรใช้ภายใน 24 ชั่วโมง

## Ethylene oxide (EO)

- ก๊าซพิษ ไม่มีสี มีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 10.7°C ที่ความเข้มข้นต่ำจะไม่มีกลิ่น
- สามารถทำลายเชื้อจุลชีพทุกชนิดและสปอร์ของเชื้อ
- **เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ** DNA กระบวนการสร้างโปรตีนของเซลล์เสียไป เซลล์ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ
- ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ใช้งาน ใช้ EO ความเข้มข้นระหว่าง 450-1200 mg/L 29-65°C, 2-5 ชั่วโมง
- เป็นสารพิษต่อเนื้อเยื่อ ระคายผิวหนัง เยื่อบุจมูกและตา ความเข้มข้น > 700 ppm มีกลิ่นคล้ายอีเธอร์ ติดไฟง่ายและอาจระเบิดได้

# การทำลายเชื้อโดยวิธีการทางเคมี

## การย่อยด้วยด่าง

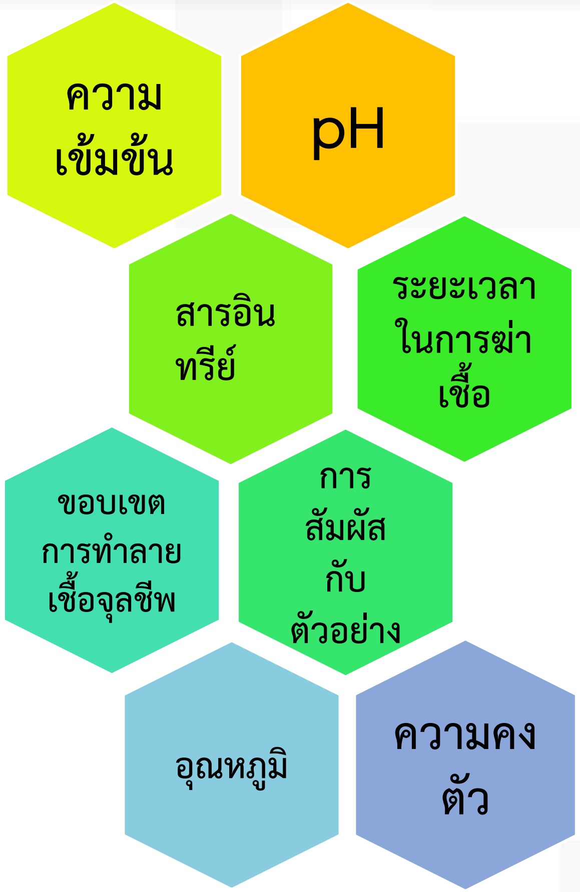
## (Alkaline Hydrolysis)

- การทำลายด้วยด่าง (Sodium Hydroxide : NaOH) เข้มข้น (pH 14)
- ภายใต้อุณหภูมิ (160°C) และความดันสูง เป็นเวลา 6 ชั่วโมง
- นิยมใช้กับการทำลายซากสัตว์
- ผลผลิตจะได้เป็น monomer ของสารชีวภาพ


Cr. ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

# ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการทำลายเชื้อโดยวิธีการทางเคมี

| FACTOR | REASON |
|---|---|
| Concentration | As illustrated with sodium hypochlorite, the amount of active compound available in a disinfectant is critical: too little active compound and decontamination is not achieved. |
| Organic matter | Disinfectants will react with living and non-living organic matter alike. If organic matter is present, it can inactivate the disinfectant before all the viable biological agents present have been eliminated. Solid organic matter can also inhibit the penetration of the disinfectant so it cannot reach its target. Specific organic materials are often defined in standard methods to indicate "clean" (low levels of contamination) and "dirty" (high levels of contamination) situations. |
| pH | Many chemical agents for decontamination are active only within a specific pH range. The manufacturer's information must be considered to keep the disinfectant within this range. |
| Contact time | Chemical disinfection is not immediate. Generally, the longer the disinfectant is in contact with the contamination from biological agents, the greater the microbial decontamination. Once the disinfectant dries, the disinfectant molecules can no longer migrate into their target. Rapid evaporation of a disinfectant applied to a surface can compromise efficient disinfection. Contact times used in test conditions should reflect those used in practice. |
| Contact | If objects to be disinfected are floating on the surface of a disinfectant, if air bubbles (for example, in tubing (hollow lumens)) prevent contact between the disinfectant and its target, or if application of a disinfectant to a surface does not give complete coverage, the disinfectant cannot be fully effective. |
| Range of microbiocidal activity | Not all disinfectants decontaminate all biological agents. Vegetative bacteria, fungi (including fungal spores), enveloped (lipid-containing or lipophilic) viruses and non-encysted protozoa tend to be readily susceptible to a wide range of disinfectants. Mycobacteria, non-enveloped viruses and encysted protozoa are less susceptible. Bacterial spores are resistant to some disinfectants and have variable sensitivity to others. |
| Temperature | In general, the higher the temperature, the more effective the disinfectant will be, the lower the temperature, the less effective the disinfectant action. This can be important in laboratory disinfection if refrigerators or cold rooms require disinfection, or where thermal treatment is also used, such as washer disinfectors used in some laboratories. |
| Shelf-life/stability | Chemical compounds may degrade over time, thus reducing the efficiency of the decontamination product. The degradation rate is often accelerated when the product is diluted. Typically, diluted sodium hypochlorite solutions become rapidly inefficient and work should be done with freshly prepared dilutions to achieve the desired effect. |




WHO decontamination and waste management

# ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biological indicator)

หน้า ๖
เล่ม ๑๓๙ ตอนพิเศษ ๕๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๑๑ มีนาคม ๒๕๖๕

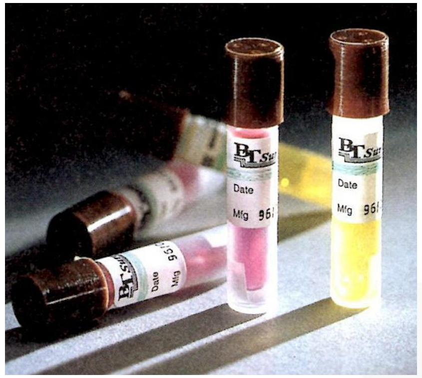
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบเกณฑ์มาตรฐานทางชีวภาพภายหลังการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ
พ.ศ. ๒๕๖๕

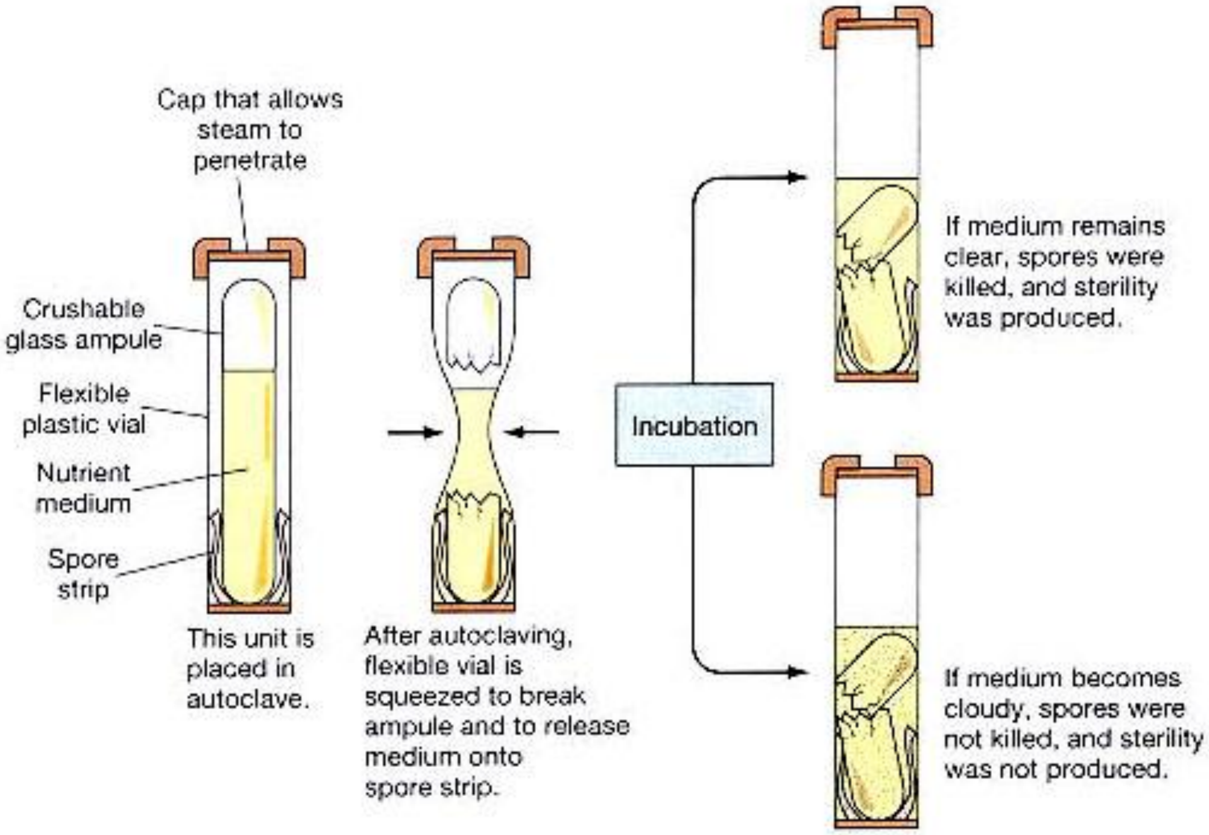
- วาง ampule ที่มีเชื้อ *Geobacillus stearothermophilus* ใน Autoclave หรือระบบทำลายเชื้อ
- เปิดเครื่อง autoclave หรือระบบทำลายเชื้ออื่น
- ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการ ให้นำ ampule ไปบ่มที่อุณภูมิ 55-60$^{\circ}$C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง
- หากสารละลายใน ampule ไม่เปลี่ยนสี แสดงว่าเชื้อถูกทำลายหมด

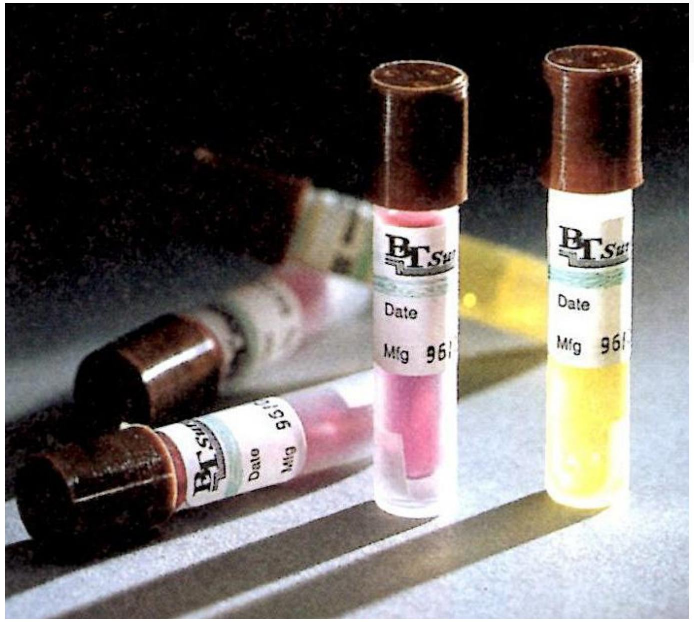
# การประเมินประสิทธิภาพการทำลาย (Validation)

การทำลายเชื้อโรคควรมีการประเมินประสิทธิภาพการทำลายอย่างสม่ำเสมอ โดยวิธีที่นิยมใช้ในการตรวจสอบ ดังนี้

- ตัวชี้วัดทางกล (Mechanical Indicator)
- ตัวชี้วัดทางเคมี (Chemical Indicator)
- ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biological Indicator)


Cap that allows
steam to
penetrate
Crushable
glass ampule
Flexible
plastic vial
Nutrient
medium
Spore
strip
This unit is
placed in
autoclave.
After autoclaving,
flexible vial is
squeezed to break
ampule and to release
medium onto
spore strip.
Incubation
If medium remains
clear, spores were
killed, and sterility
was produced.
If medium becomes
cloudy, spores were
not killed, and sterility
was not produced.


Date
Mfg
Date
Mfg

# การเพิ่มประสิทธิภาพของ autoclave

ในกรณีที่พบว่า autoclave ไม่สามารถทำลายเชื้อได้หมด สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้


Cr: BIOTEC

เมื่อมีการปรับเงื่อนไขในการทำงานของ autoclave หรือเปลี่ยนแปลงสิ่งที่ต้องการฆ่าเชื้อหรือลดการปนเปื้อน (ปริมาณ/รูปแบบ) ควรมีการประเมินประสิทธิภาพ (validation) ใหม่ทุกครั้ง

# ตัวชี้วัดทางชีวภาพอื่น ๆ (Biological indicators)

**Table 2.5** Sterilization processes and appropriate biological indicators

| STERILIZATION PROCESS | BIOLOGICAL INDICATOR |
|---|---|
| Formaldehyde | *Geobacillus stearothermophilus* |
| Hydrogen peroxide | *G. stearothermophilus* |
| Moist heat | *G. stearothermophilus* |
| Dry heat | *Bacillus atrophaeus, B. subtilis* |
| Ionizing radiation | *B. pumilus* |

(*WHO, 4th ed. Laboratory Biosafety Manual, 2020*)

# ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การขนส่ง การส่งมอบ การทำลาย และการทำให้สิ้นสภาพเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ พ.ศ. 2561

"การทำให้สิ้นสภาพ และการทำลาย" หมายความว่า การกระทำใด ๆ ที่ยุติความสามารถในการก่อโรคหรืออันตรายของเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ และหมายความรวมถึงการทำให้เชื้อโรคและพิษจากสัตว์หมดสิ้นไป

เชื้อโรคหรือพิษจากสัตว์ที่สิ้นสภาพ และการถูกทำลายแล้ว
ให้ดำเนินการกำจัดโดยวิธีการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ
ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดในกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข

## กรณีไม่ทำลายในทันที

ให้จัดสถานที่เก็บให้เพียงพอ มีระบบป้องกันการแพร่กระจาย รวมถึงมาตรการป้องกันการเข้าถึงโดยบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้อง และให้มีการดำเนินการทำลายด้วยวิธีการที่เหมาะสมโดยเร็ว

## การทำให้สิ้นสภาพ และการทำลาย

- อาจใช้วิธีการอย่างใด อย่างหนึ่ง ได้แก่ การใช้สารเคมี การทำลายด้วยไอน้ำ การทำลายด้วยความร้อน การทำลายด้วยการเผา ตามหลักวิชาการ และมีประสิทธิภาพ
- จัดให้มีวิธีการตรวจสอบและประเมินผลการทำให้สิ้นสภาพ และการทำลายตามมาตรฐานทางชีวภาพ
- จัดให้มีวิธีการตรวจสอบและประเมินผลการทำให้สิ้นสภาพ และการทำลายเก็บไว้ไม่น้อยกว่าหนึ่งปี ในกรณีที่เป็นเชื้อโรคกลุ่มที่ 3-4 และพิษจากสัตว์กลุ่มที่ 3 ต้องแจ้งการทำลายพร้อมบันทึกการตรวจสอบ และประเมินผลต่ออธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

**กองมาตรฐานการวิจัยและสถาบันพัฒนาการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (กมว.)**
**สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)**

196 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

0 2579 1370 - 9, 0 2561 2445 ต่อ 606, 613 https://biosafety.nrct.go.th biosafety@nrct.go.th