บทที่ 8

การควบคุมจุลินทรีย์

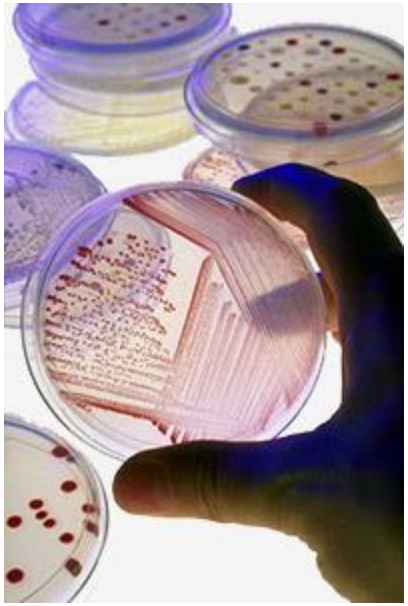
สุขภาพของคนทั่วไปขึ้นอยู่กับความสามารถในการควบคุมจำนวนจุลินทรีย์ รวมทั้งการกำจัดเชื้อต่างๆออกจากร่างกายและสภาพแวดล้อม การควบคุมจุลินทรีย์นอกจากจะทำให้ชุมชนน่าอยู่แล้ว ยังช่วยลดความสูญเสียที่เกิดจากการทำลายวัสดุต่างๆอันเนื่องจากจุลินทรีย์อีกด้วย

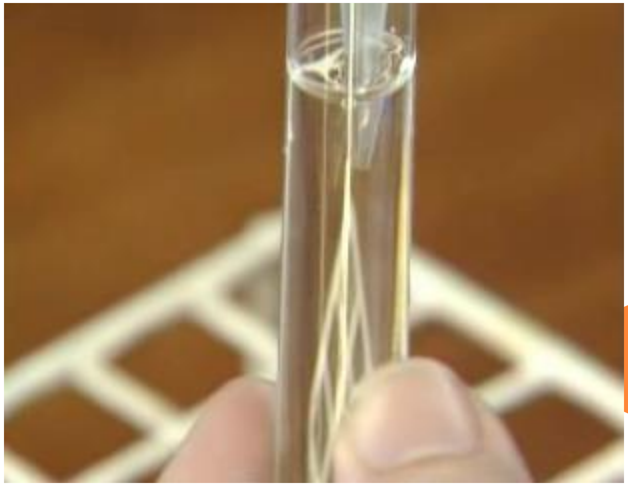
เหตุผลที่ต้องมีการควบคุมจุลินทรีย์ คือ

1. เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของโรคและเชื้อก่อโรค
2. เพื่อป้องกันการปนเปื้อนหรือการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ
3. เพื่อป้องกันการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆที่เกิดจากจุลินทรีย์

หลักในการควบคุมจุลินทรีย์

- ความหมายของคำว่า “ตาย” ในทางจุลชีววิทยา หมายถึง การที่จุลินทรีย์ไม่สามารถสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ได้ หลังจากนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมแล้วไม่พบว่าเชื้อมีการเจริญเติบโต





- ตัวอย่างเช่น การนำซัสเพนชันของแบคทีเรียใส่ลงในน้ำยาฆ่าเชื้อ เมอคิวริกคลอไรด์ 5 นาที หลังจากนั้นนำแบคทีเรียที่สัมผัสกับเมอคิวริกคลอไรด์ไปเพาะเลี้ยงในอาหาร ถ้าเชื้อแบคทีเรียไม่ตายจะเจริญให้เห็นได้ ส่วนพวกที่ตายจะไม่เจริญเลย

อัตราการตายของแบคทีเรีย

- อัตราการตายของแบคทีเรียเปรียบเทียบได้กับการยิงเป้า โดยแบคทีเรียแต่ละเซลล์เป็นเป้า สารเคมีหรือสภาพทางฟิสิกส์เป็นกระสุน โอกาสที่จะยิงถูกเป้าจะเป็นสัดส่วนกับจำนวนเป้า (แบคทีเรีย) จำนวนกระสุน(ความเข้มข้นของสารเคมีหรือตัวกระทำทางฟิสิกส์) และเวลาที่ใช้ยิง
- นั่นคือ เมื่อมีกระสุนมากจะยิงถูกเป้าได้มาก และเมื่อใช้เวลานานขึ้นก็จะยิงถูกเป้าได้หมด

อัตราการตายของแบคทีเรียตามทฤษฎี เมื่อสัมผัสกับสารที่ทำให้ตาย แสดงไว้ดังตาราง 8.1

ตาราง 8.1 แสดงอัตราการตายของแบคทีเรียตามทฤษฎีเมื่อสัมผัสกับสารที่ทำให้ตาย

เวลา	เซลล์ที่รอดตาย	การตายต่อหน่วยเวลา	จำนวนที่ตายทั้งหมด
0	1,000,000	0	0
1	100,000	900,000 = 90%	9000,000
2	10,000	90,000 = 90%	990,000
3	1,000	9,000 = 90%	999,000
4	100	900 = 90%	999,900
5	10	90 = 90%	999,990
6	1	9 =90%	999,999

วิธีการควบคุมจุลินทรีย์ อาจแบ่งได้ 3 วิธี คือ

1. การควบคุมทางกายภาพ
2. การควบคุมด้วยสารเคมี
3. การควบคุม(ทางชีวภาพ) ด้วยสารปฏิชีวนะ และยารักษาโรค

ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมจุลินทรีย์

1. อุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะช่วยเร่งการทำลายจุลินทรีย์เมื่อทำงานร่วมกับสารเคมีชนิดนั้น เช่น ***E.coli*** ถูกทำลายได้เร็วขึ้น เมื่อใช้สารฟีนอลโดยเพิ่มอุณหภูมิขึ้นจาก 30 องศาเซลเซียสไปเป็น 42 องศาเซลเซียส ดังนั้นอาจใช้สารเคมีจำนวนน้อยในขณะที่อุณหภูมิสูงก็จะให้ผลเท่ากับการใช้สารเคมีจำนวนมากที่อุณหภูมิต่ำกว่า

2. ชนิดของจุลินทรีย์

- จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความทนทานต่อสภาพทางกายภาพและสารเคมีต่างกัน เช่น พวกที่สร้างสปอร์ได้จะทนทานกว่าเซลล์ปกติ โดยเฉพาะสปอร์ของแบคทีเรียทนทานมากที่สุดต่อสภาวะทางกายภาพและเคมี เปรียบเทียบความทนทานของสปอร์แบคทีเรียกับจุลินทรีย์กับจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆในตารางที่ 8.2

ตารางที่ 8.2 แสดงความทนทานของสปอร์ของสปอร์แบคทีเรีย สปอร์เชื้อรา และไวรัส เมื่อเปรียบเทียบกับความทนทานของ ***Escherichia coli*** เป็นหลัก

สารที่ใช้ทำลาย	*Escherichia coli*	สปอร์แบคทีเรีย	สปอร์ของรา	ไวรัสและแบคทิริโอเฟจ
ฟีนอล	1	100,000,000	**1-2**	**30**
ฟอร์มาลดีไฮด์	1	250		**2**
ความร้อนแห้ง	1	1,000	**2-10**	±**1**
ความร้อนชื้น	1	**3,000,000**	**2-10**	**1-5**
อัลตราไวโอเลต	1	**2-5**	**5-100**	**5-10**

3. สภาพของเซลล์ที่ต่างกัน

- มีผลต่อการถูกทำลายต่างกัน เช่น เซลล์ที่อายุน้อยจะถูกทำลายได้ง่ายกว่าเซลล์ที่แก่หรืออยู่ในระยะพัก (dormant) ระยะที่แบคทีเรียจะถูกทำลายได้ง่าย คือ ระยะลอกการิทึม(logarithm)

4. สภาพแวดล้อมอื่นๆ

- มีผลที่ช่วยเร่งประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ เช่น การใช้ความร้อนจะให้ผลในการทำลายจุลินทรีย์ใน สภาพแวดล้อมท่เป็นกรดได้ดีกว่าในสภาพที่เป็นด่าง ความ เหนียวหนืดของสารตัวกลางมีผลต่อการแทรกซึมของ สารเคมี และความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตจะช่วยทำให้ จุลินทรีย์ทนต่อความร้อนได้ดี

กลไกการออกฤทธิ์ของสารต้านจุลินทรีย์(Mode of action of antimicrobial agents)

- กระบวนการที่จุลินทรีย์จะถูกยับยั้งหรือทำลายได้ เนื่องจากมาจากการทำลายที่ส่วนต่าง ๆของจุลินทรีย์ดังนี้ คือ

1. การทำลายที่ผนังเซลล์ หรือการยับยั้งการสร้างผนังเซลล์

   พบว่าผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกบางชนิดถูกทำลายด้วยเอนไซม์ไลโซไซม์(**lysozyme**) ที่พบในน้ำตา เม็ดเลือดขาว เป็นต้น และยังพบในแบคทีเรียหลายชนิด เอนไซม์นี้จะไปย่อยสลายโครงสร้างของผนังเซลล์ ทำให้เซลล์แตก สารเคมีบางชนิดอาจไปยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียที่กำลังเจริญเติบโต หรือการใช้ยาเพนิซิลินก็มีผลยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ได้

2. เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ยอมให้สารผ่าน(cell permeability)

- เยื่อหุ้มเซลล์มีสมบัติที่ยอมให้สารอาหารผ่านเข้าสู่เซลล์ ถ้าเยื่อหุ้มเซลล์นี้ถูกทำลายจะมีผลทำให้ชะงักการเจริญเติบโตของเซลล์ และทำให้เซลล์ตายได้ สารเคมีบางอย่าง เช่น ฟีนอล สารซักฟอกสบู่ มีความสามารถที่ไปเปลี่ยนสมบัตินี้ของเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้องค์ประกอบภายในเซลล์รั่วออกมา

3. เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก

- เซลล์ที่มีชีวิตต้องมีโปรตีน และกรดนิวคลีอิกอยู่ภายในเซลล์ ถ้ามีสารเคมีหรือสภาพใด ๆที่มาทำให้โปรตีนและกรดนิวคลีอิกเปลี่ยนไปจากสภาพธรรมชาติ(denature) ก็จะมีผลในการทำลายเซลล์ได้ เช่นอุณหภูมิสูง สารเคมีเข้มข้นสูงจะทำให้โปรตีนและกรดนิวคลีอิกตกตะกอนและจับตัวเป็นก้อนแข็งได้ ซึ่งไม่สามารถแปรสภาพให้กลับมาเหมือนเดิมอีก

4. การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์

- เอนไซม์ต่าง ๆจำเป็นในปฏิกิริยาเคมีของกระบวนการเมตาบอลิซึม ดังนั้นถ้ามีตัวยับยั้งเอนไซม์(**enzyme inhibitor**) ก็จะมีผลต่อปฏิกิริยาของกระบวนการต่าง ๆ สารที่เป็นสารยับยั้ง ได้แก่ ไซยาไนด์ ยับยั้งไซโตโครมออกซิเดส ฟลูออไรด์ยับยั้งไกลโคไลซีส ส่วนสารที่เป็นออกซิไดซิงเอเจนต์อย่างแรง เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อาจทำลายองค์ประกอบของเซลล์จนเซลล์ไม่สามารถทำหน้าที่ตามปกติได้

5. การยับยั้งการสร้างกรดนิวคลีอิก

- สารบางอย่างมีผลในการยับยั้งการสังเคราะห์ **DNA** และ **RNA** โดยสารนั้นจะไปขัดขวางการสร้างหน่วยพื้นฐานของกรดนิวคลีอิก คือ พิวรีน และพิริมิดีน และไปขัดขวางการรวมตัวของนิวคลีโอไทด์เข้าเป็นกรดนิวคลีอิก ซึ่งจะมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์ ทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมผิดปกติไป และทำให้เซลล์ถูกทำลายในที่สุด

การควบคุมจุลินทรีย์ทางกายภาพ

1. อุณหภูมิ มีอิทธิพลต่อปฏิกิริยาทางเคมี เช่น การทำงานของเอนไซม์ ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจากอุณหภูมิที่เหมาะสมของจุลินทรีย์ จะมีผลทำให้จุลินทรีย์ถูกทำลายหรือยับยั้งการเจริญของมันได้

การใช้อุณหภูมิในการควบคุมจุลินทรีย์มี 2 แบบคือ

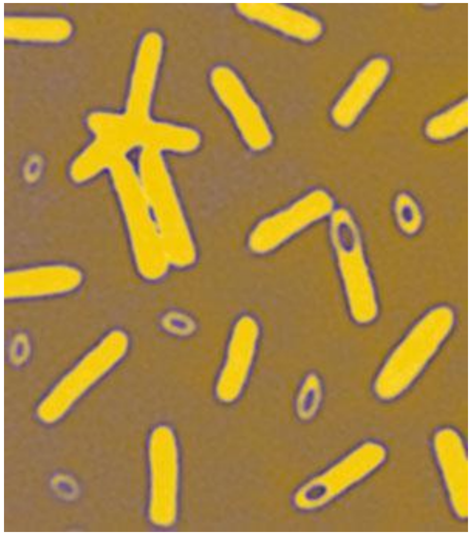
- การใช้อุณหภูมิสูง(high tempersture)
- การใช้อุณหภูมิต่ำ(low temperature)

การใช้อุณหภูมิสูงในการทำลายจุลินทรีย์

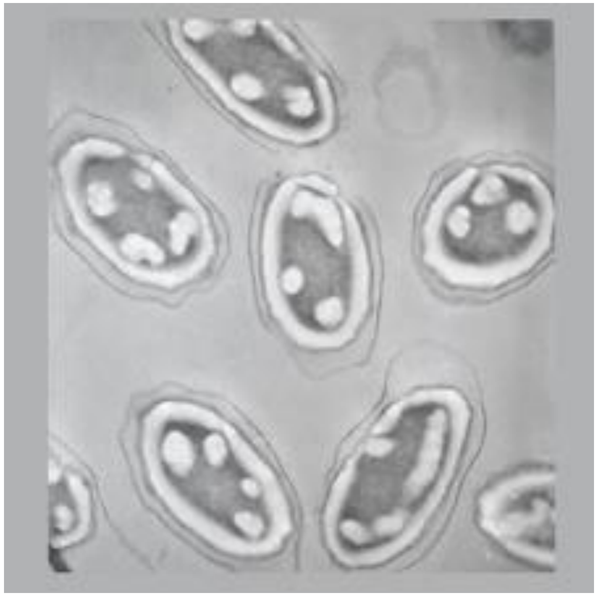
- ถ้าใช้อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดของมัน ก็็จะสามารถฆ่าหรือทำลายจุลินทรีย์นั้นได้ ส่วนหากใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิต่ำสุดที่จะเจริญได้ ก็็สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้

นอกจากนี้ปริมาณน้ำหรือความชื้น ณ อุณหภูมินั้นๆก็มีความสำคัญต่อการทำลายจุลินทรีย์ด้วย

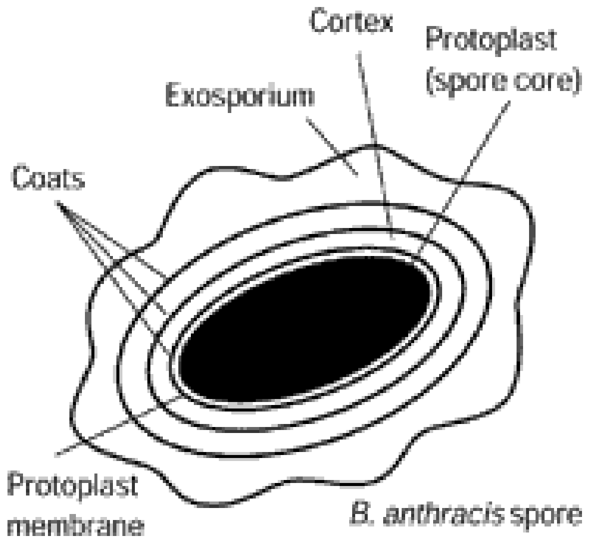
- พบว่าถ้ามีความชื้นสูงและอุณหภูมิสูง จะให้ผลในการฆ่าจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด โดยที่ความร้อนชื้นจะไปตกตะกอน โปรตีนในเซลล์ได้เร็วกว่าความร้อนแห้ง ซึ่งทำลายเซลล์โดยการออกซิไดซ์องค์ประกอบทางเคมี ตัวอย่างเช่น สปอร์ของ ***Clostridium botulinum*** จะถูกฆ่าที่ความร้อนชื้น 120 องศาเซลเซียส เวลา 4-20 นาที แต่ถ้าใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสต้องใช้เวลา 2 ชั่วโมง



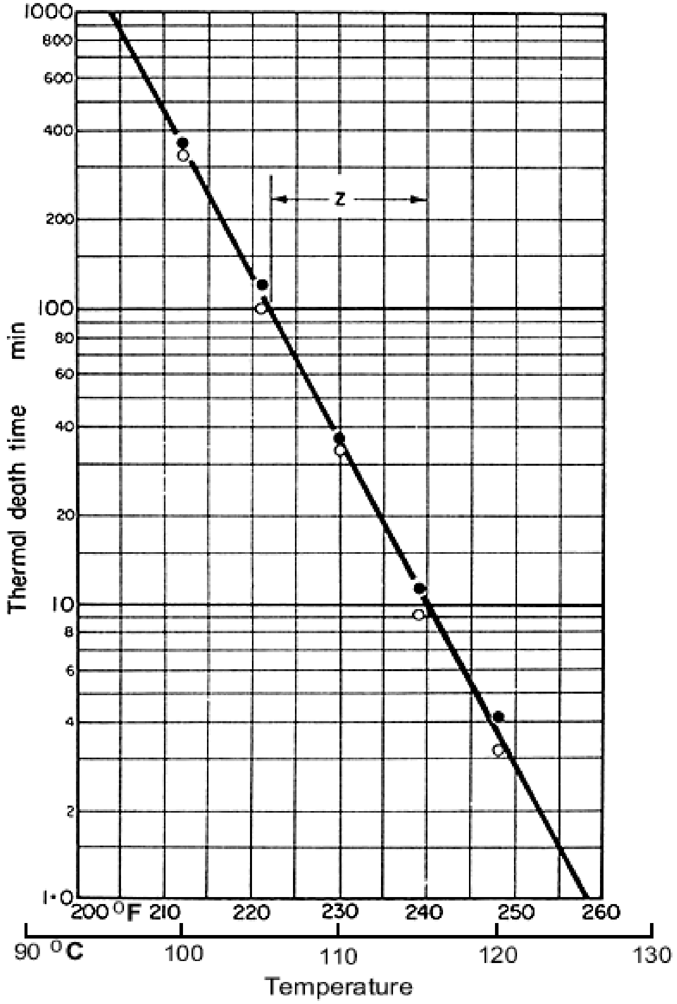
- สปอร์ของ ***Bacillus anthracis*** ถูกทำลายโดยความร้อนชื้นที่ 100 องศาเซลเซียส ในเวลา 2-15 นาที ถ้าใช้ความร้อนแห้งอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ต้องใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง



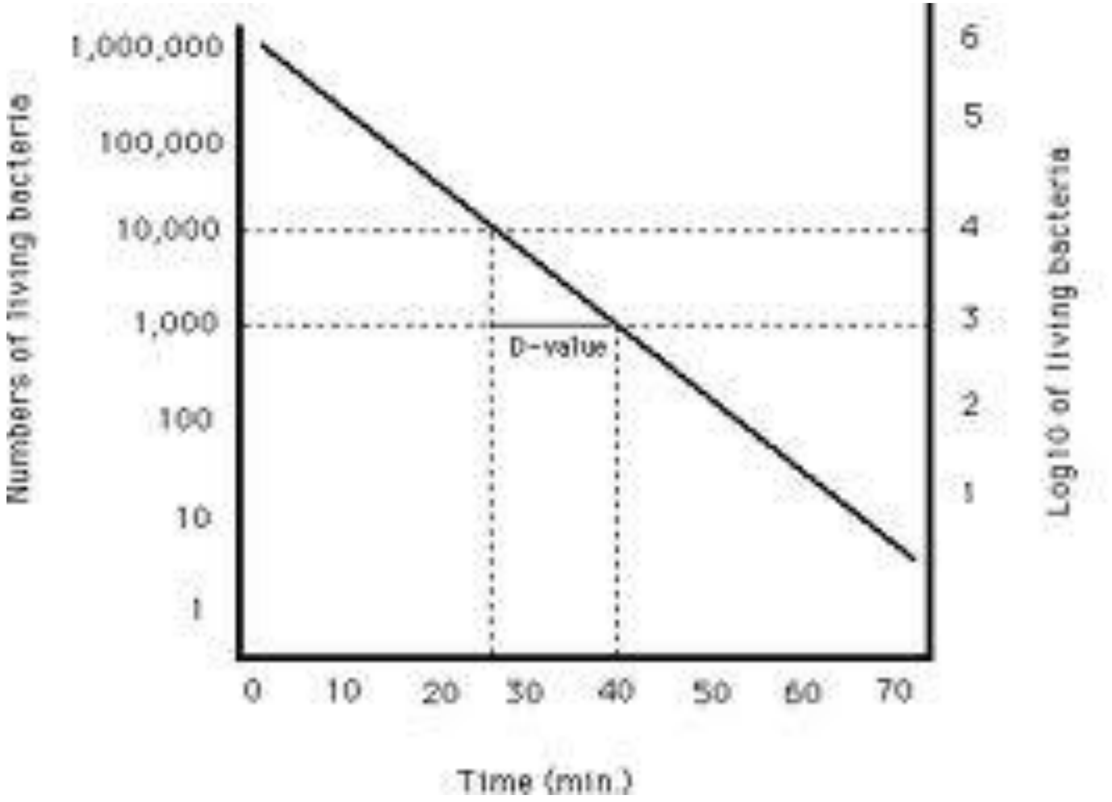
เซลล์ปกติจะถูกทำลายได้ง่ายกว่าสปอร์ เซลล์ของแบคทีเรียส่วนใหญ่ถูกฆ่าตายที่ 60 -70 องศาเซลเซียส ในเวลา 5-10 นาที ด้วยความร้อนชื้น เซลล์ปกติของยีสต์รามักถูกฆ่าตายภายใน 5-10 นาที ด้วยความร้อนชื้น 50 -60 องศาเซลเซียส ส่วนสปอร์จะถูกฆ่าด้วยความร้อนชื้นที่ 70 -80 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาเดียวกัน สปอร์ของแบคทีเรียมีความทนทานได้ดีกว่าสปอร์ของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ส่วนใหญ่ถูกฆ่าเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียสขึ้นไป



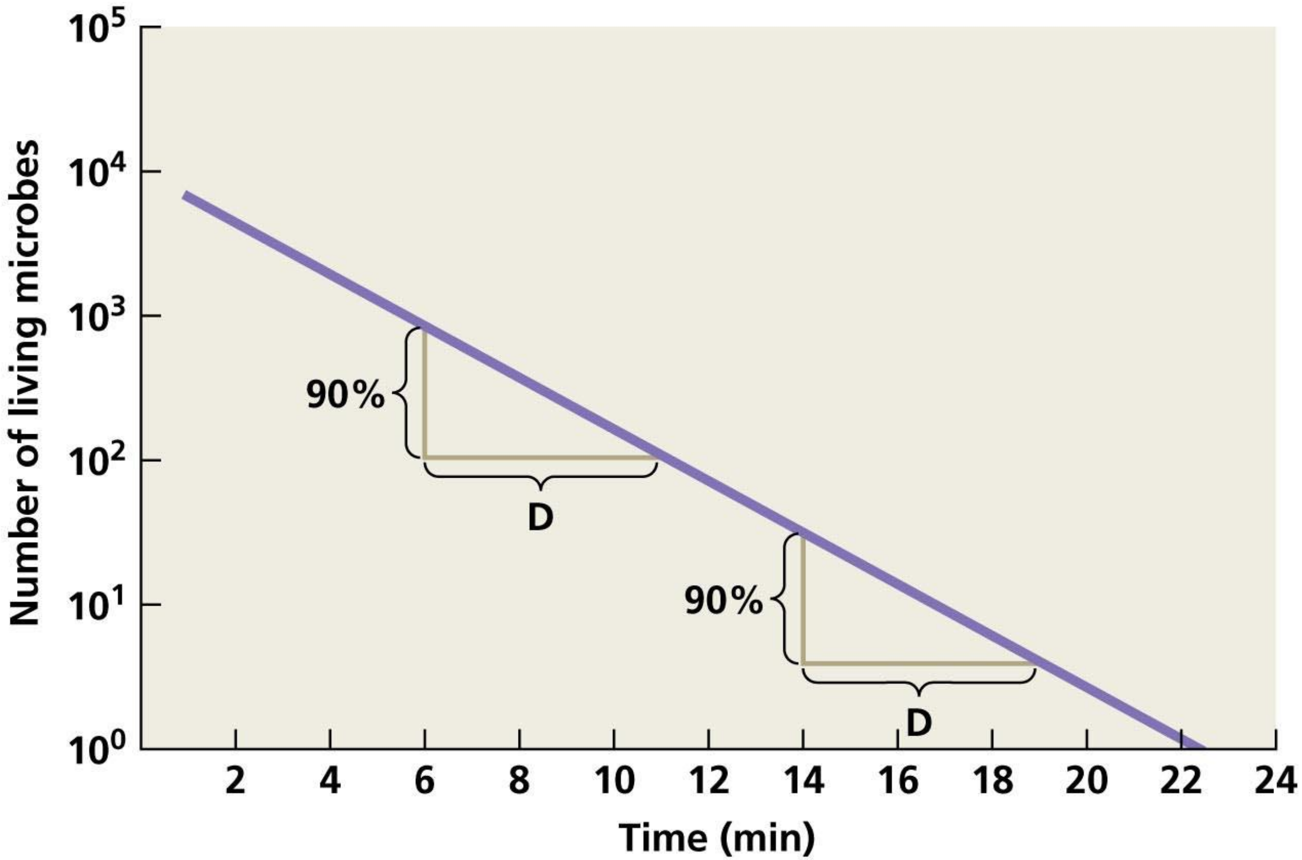
Thermal death time (เทอร์มัลเดธไทม์) คือ ระยะเวลาสั้นที่สุดที่จะฆ่าแบคทีเรีย หรือสปอร์ในซัสเพนชัน ณ อุณหภูมิและสภาวะที่กำหนด



DECIMAL REDUCTION TIME คือ เวลาเป็นนาทีที่จะลดจำนวนแบคทีเรียลงได้ 90% หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เวลาเป็นนาทีที่เทอร์มัลเดธไทม์เคิฟ จะผ่าน 1 ล็อกไซเคิล(LOG CYCLE)



Decimal reduction time



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

การใช้อุณหภูมิสูงแบ่งเป็น ความร้อนชื้นและความร้อนแห้ง

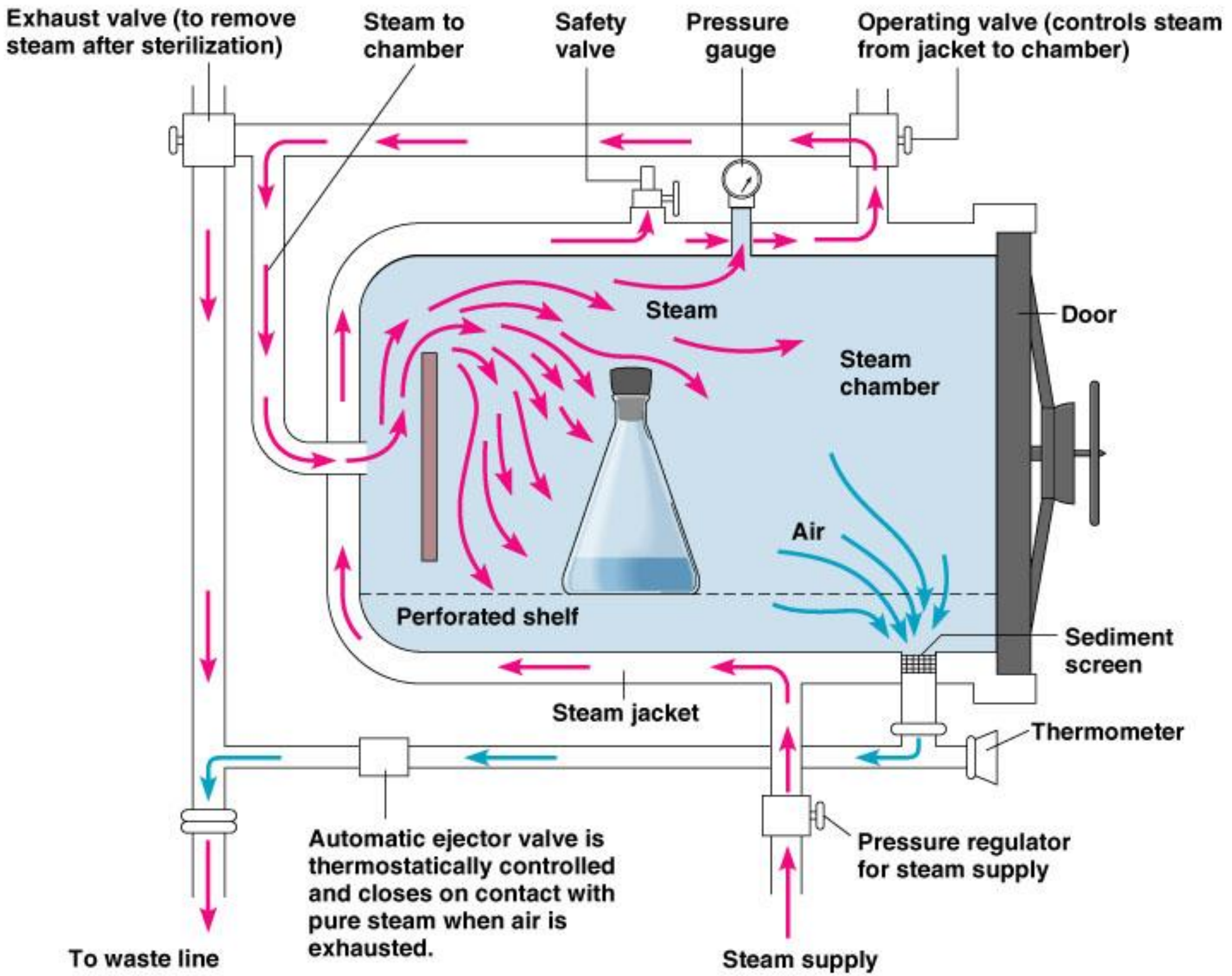
ก. การใช้ความร้อนชื้น(**moist heat**) ได้แก่

1. การใช้ไอน้ำภายใต้ความดัน (**steam under pressure**) โดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า หม้อนึ่งอัดความดัน(**autoclave**) ให้ความดันไอน้ำอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียสได้ ดังนั้นถ้าความดันไอน้ำสูงขึ้น อุณหภูมิก็สูงตามด้วยดังตาราง และความร้อนจากไอน้ำยังแทรกซึมไปทั่ว ช่วยให้โปรตีนภายในเซลล์ตกตะกอนได้ดีขึ้น

ตารางแสดงอุณหภูมิของไอน้ำภายใต้ความดัน

ความดันไอน้ำ(ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)
0	100.0
5	109.0
10	115.0
15	121.5
20	126.5

AUTOCLAVE



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

หม้อนึ่งอัดความดัน

- เป็นหม้อ 2 ชั้น และก่อนใช้ต้องไล่อากาศออกให้หมดเสียก่อน เพื่อให้ในหม้อนึ่งมีความดันไอน้ำจริงๆ ซึ่งความดันไอที่บริสุทธิ์ที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วจะเท่ากับ 121 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15-20 นาที ก็สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทุกชนิดโดยสิ้นเชิง

- ระยะเวลาในการทำลายจุลินทรีย์ ปกติจะใช้ที่ 15 นาที 121 องศาเซลเซียส แต่ถ้าภาชนะบรรจุใหญ่และมีปริมาตรสารมาก อาจใช้เวลาครึ่ง -1 ชั่วโมง แต่ถ้าอาหารเป็นของแข็งจะใช้เวลาฆ่าเชื้อนานกว่าอาหารเหลว และต้องไม่ใส่ของเต็มหม้อนึ่ง เพื่อทำให้อุณหภูมิเท่ากันทุกส่วนของภาชนะ
- การทำลายเชื้อวิธีนี้ สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทุกชนิด รวมทั้งเซลล์ปกติและสปอร์ จึงเป็นวิธีกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้ทุกชนิด

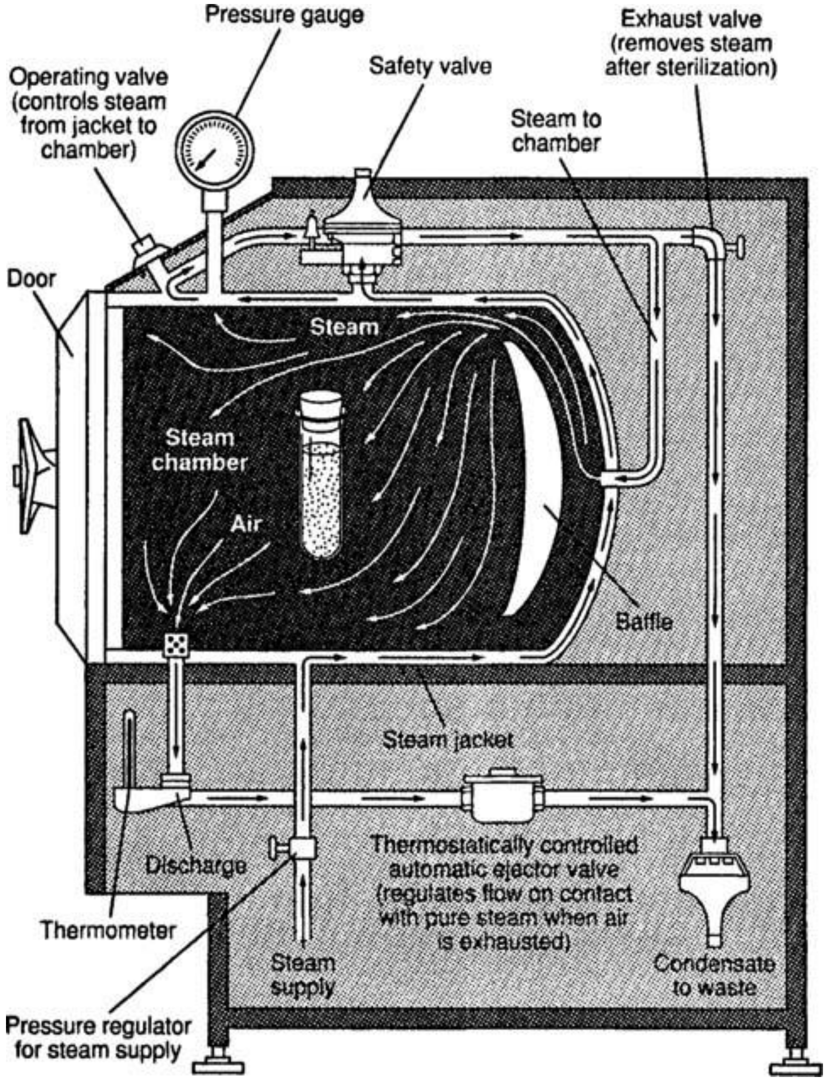
ทินดอลไลเซชัน(TYNDALLIZATION)

- อาหารเลี้ยงเชื้อบางอย่างและสารเคมีบางชนิดไม่สามารถใช้ความร้อนสูงเกิน 100 องศาเซลเซียสได้ เพราะทำให้เสื่อมคุณภาพ ดังนั้นจึงใช้วิธีใช้ไอน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ทำ 3 วันต่อเนื่องกัน โดยแต่ละครั้งใช้เวลาครึ่งชั่วโมง แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

2. ทินดอลไลเซชัน(TYNDALLIZATION)

- ความร้อน 100 องศาเซลเซียสสามารถทำลายเซลล์ปกติได้ แต่มาสามารถทำลายสปอร์แบคทีเรียได้ เมื่อบ่มที่อุณหภูมิห้อง สปอร์ที่เหลือจะงอกเป็นเซลล์ปกติ วันต่อมาใช้ไอน้ำ 100 องศาทำลายเซลล์ปกติ ทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง สปอร์ที่เหลือน้อย ๆจะงอกเป็นเซลล์ปกติ แล้วจึงถูกทำลายด้วยความร้อนครั้งที่ 3 จนหมด เครื่องมือที่ใช้เรียก สตีมอาร์โนล์ แต่อาจใช้หม้อนึ่งอัดความดันแทนโดยเปิดวาวล์ให้ไอน้ำไหลผ่านตลอดเวลา

ทินดอลไลเซชัน(TYNDALLIZATION)



3. การต้ม(BOILING)

- การต้มเดือดที่ 100 องศาเซลเซียสไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดได้ ถึงแม้เซลล์ปกติจะถูกฆ่าตายหมดภายในไม่กี่นาที แต่สปอร์ของแบคทีเรียบางชนิดสามารถทนทานอยู่ได้หลายชั่วโมง ดังนั้นการต้มวัสดุในน้ำเดือดจัดเป็นการป้องกันการติดเชื้อ ที่ทำลายเซลล์ปกติและจุลินทรีย์ก่อโรคเท่านั้น ไม่จัดเป็นการสเตอริไลซ์เซชัน

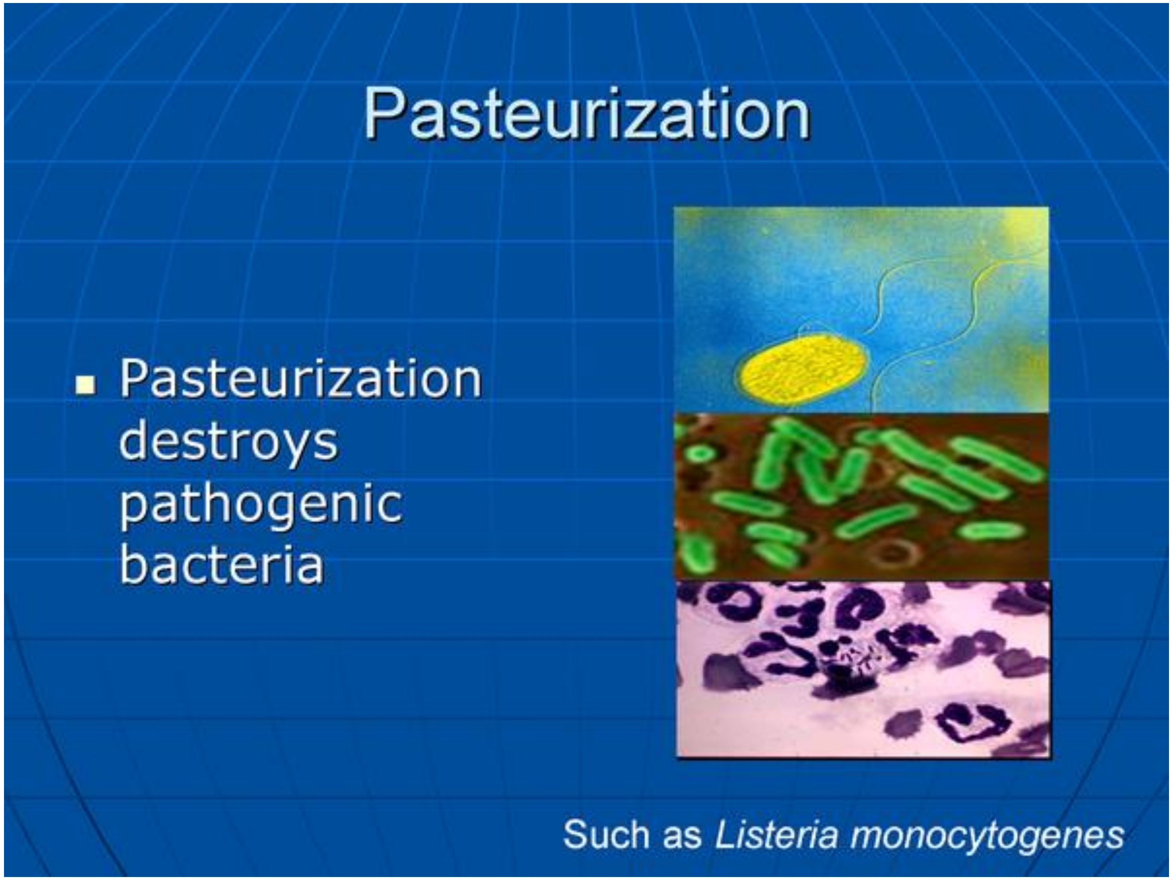
4. พาสเจอร์ไรเซชัน(PASTEURIZATION)

- อาหารบางชนิดเช่น นม ครีม และเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์ ถ้าใช้ความร้อนสูงในการฆ่าเชื้อ จะทำให้อาหารนั้นเสื่อมคุณภาพและไม่ได้กลิ่นรสที่ดี ดังนั้นจึงใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสในการทำลายจุลินทรีย์บางนิด โดยเฉพาะที่เป็นสาเหตุของโรคและการเน่าเสียของอาหาร

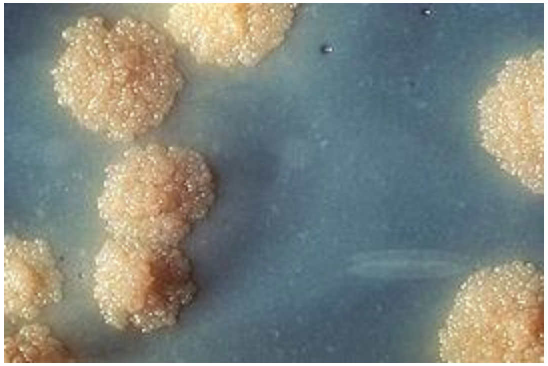
เครื่องพาสเจอร์ไรเซชัน

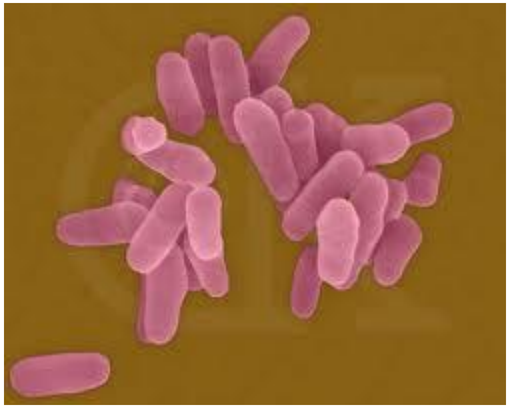
พาสเจอร์ไรเซชัน(PASTEURIZATION)

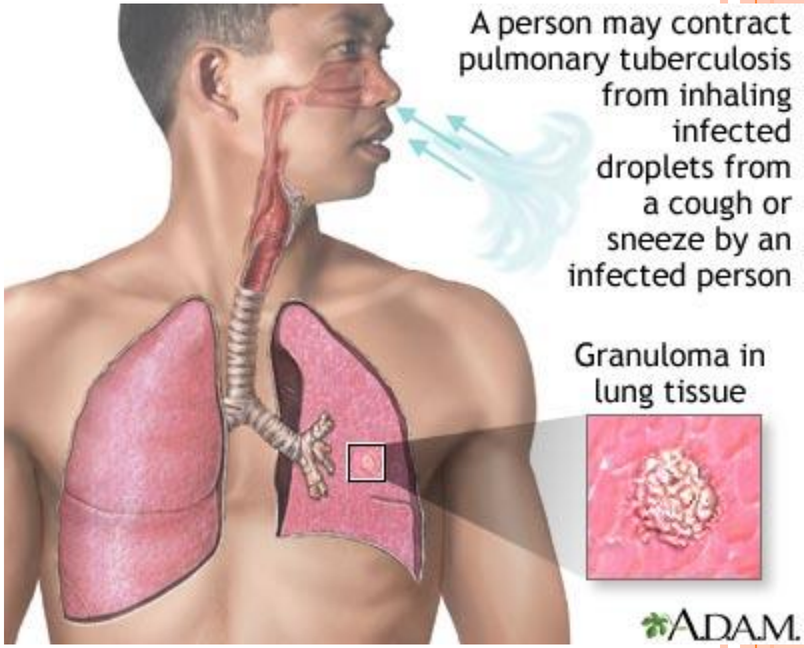
- การเลือกใช้อุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์อาหารขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรค ซึ่งสามารถทนความร้อนได้ดีที่สุด



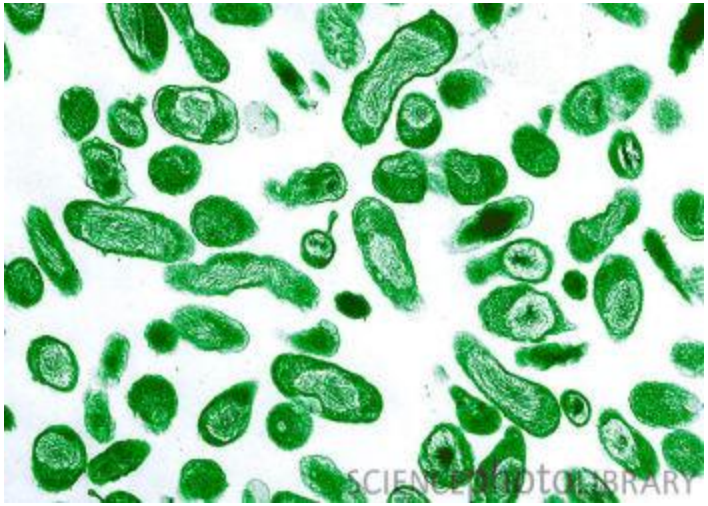
เช่นเชื้อวัณโรค*(Mycobacterium tuberculosis)* ถูกทำลายที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที







เชื้อริกเกตเซียที่ทำให้เกิดโรคคิวฟีเวอร์(Q fever,*Coxiella burnetti*) และพบในน้ำนม ทนความร้อนได้ดีกว่าเชื้อวัณโรค ดังนั้นจึงใช้อุณหภูมิและเวลาที่ต่างกันออกไป



การพาสเจอร์ไรซ์อาหารนม

- อาจใช้อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียส 30 นาที หรือ 71.7 องศาเซลเซียส 15 วินาที อย่างไรก็ตาม อาหารนั้นจะไม่ปราศจากเชื้อเลยทีเดียว ยังมีแบคทีเรียอยู่ จึงควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อชะงักการเจริญของจุลินทรีย์และทำให้เก็บอาหารได้นานมากขึ้น

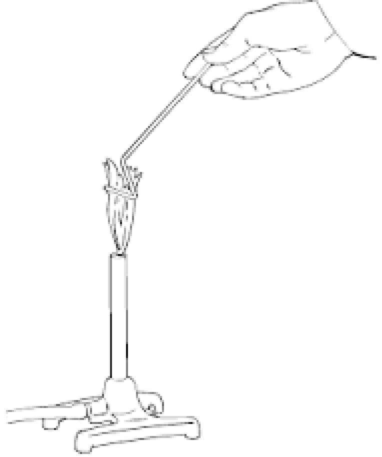
การใช้ความร้อนแห้ง(DRY HEAT)

- มักใช้เพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ มักใช้กับอุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ เช่น จานเพาะเชื้อ ปิเปต เป็นต้น วิธีนี้จะใช้อุณหภูมิสูงกว่า และระยะเวลานานกว่าการใช้ความร้อนชื้น คือ ต้องใช้อุณหภูมิ 160 - 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จึงจะเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิด

101-0E,101-1E,101-2E,101-3E

101-0A,101-1A,101-2A,101-3A,101-4A

การใช้ความร้อนแห้ง(DRY HEAT)



- การเผา
- เป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และใช้กันมากในห้องปฏิบัติการ เช่น การเผาเข็มเขี่ยเชื้อ(**needle**) หรือห่วงเขี่ยเชื้อ(**loop**) ที่ติดอยู่ปลายเข็ม แต่มีข้อควรระวัง คือ การกระเด็นของเชื้อเมื่อถูกเปลวไฟ ทำให้เชื้อที่กระเด็นไปนั้นยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งอาจแก้ไขได้ โดยใช้ตะเกียงที่มีกระบอกครอบไว้ เพื่อป้องกันการกระเด็นของเชื้อ เมื่อนำเข็มเขี่ยเชื้อมาเผา

- นอกจากนี้การเผายังเป็นการทำลายซากศพของสัตว์ทดลองหรือสิ่งของต่าง ๆที่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอันตรายปะปนอยู่

การใช้อุณหภูมิต่ำในการควบคุมจุลินทรีย์

- อุณหภูมิต่ำช่วยลดอัตราเมแทบอลึซึมของเซลล์ ทำให้ยับยั้งการเจริญ แต่ไม่ได้ฆ่าหรือทำลายจุลินทรีย์ วิธีนี้จึงใช้ถนอมอาหารเพื่อให้เก็บได้นานขึ้น หรือเป็นการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ความเย็นยังทำให้โปรตีนภายในเซลล์ตกตะกอนเป็นก้อนและทำให้เซลล์เกิดการฉีกขาด มีผลให้การเจริญถูกยับยั้งและอาจทำลายเซลล์ได้

การใช้อุณหภูมิต่ำในการควบคุมจุลินทรีย์

- ต้องขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์ด้วย เช่น ชนิดที่มีสปอร์จะทนความเย็นได้ดี อายุของจุลินทรีย์ถ้าอยู่ในระยะล็อก **(log phase)** จะถูกทำลายได้ง่าย และระยะเวลาที่เก็บไว้ที่อุณหภูมินั้น ถ้าเก็บไว้นาน จุลินทรีย์จะลดจำนวนลงมากขึ้น

การแบ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์

- การใช้ช่วง 10 -20 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่อยู่ที่ 15 องศาเซลเซียส มักใช้เก็บผักผลไม้
- การใช้ช่วง 4-12 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่อยู่ที่ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิของตู้เย็นทั่วไป ความเย็นระดับนี้จุลินทรีย์ยังเจริญได้ คือ ไซโครไฟล์
- การแช่แข็งที่ -20 - - 70 องศาเซลเซียส ใช้ถนอมอาหารพวกเนื้อสัตว์

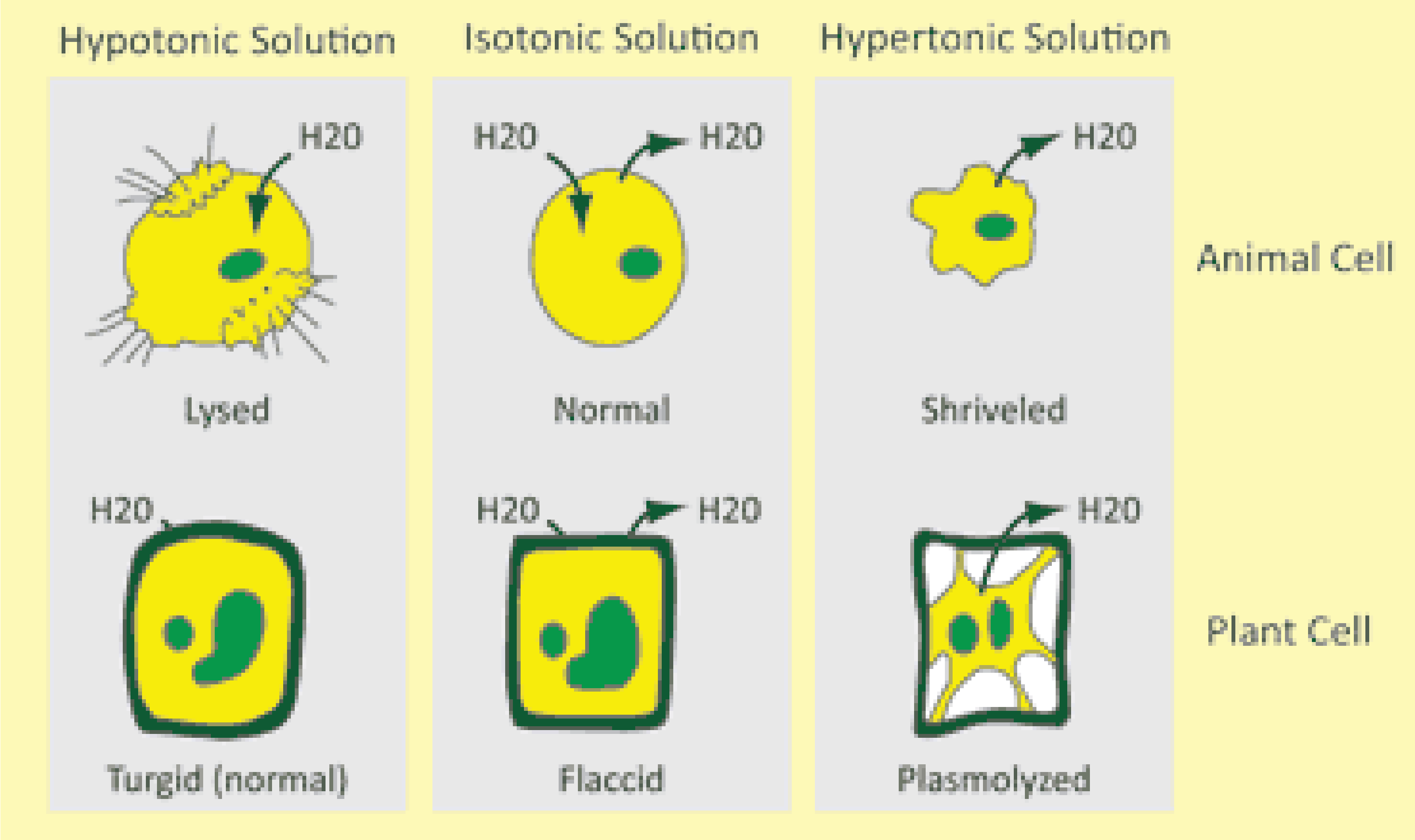
2. ความแห้ง(DESICCATION)

- ความแห้งทำให้กระบวนการเมแทบอลึซึมหยุดชะงัก และทำให้เซลล์ตาย ซึ่งความสามารถในการทนความแห้งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของจุลินทรีย์ และสภาพแวดล้อมที่จุลินทรีย์ต้องเผชิญอยู่ เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น

- จุลินทรีย์บางชนิดไม่สามารถทนอยู่ในสภาพแห้งได้ เช่น ค็อกคัสแกรมลบ คือโกโนคอกคัส จะตายในไม่กี่ชั่วโมง พวกสเตร็พโตคอกคัสจะทนทานได้มากกว่าหลายสัปดาห์ แม้แต่เชื้อวัณโรคยังสามารถทนอยู่ในเสมหะที่แห้งได้นาน และสปอร์ของจุลินทรีย์สามารถอยู่ในที่แห้งได้ตลอดไป

3. แรงดันออสโมติก

- โดยปกติในเซลล์ของจุลินทรีย์จะมีความเข้มข้นของสารประมาณ 0.95 ดังนั้น ถ้าความเข้มข้นของสารภายนอกเซลล์มีค่ามากกว่า เช่น ในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 20 จะมีแรงดันออสโมติกมากกว่า น้ำจะแพร่ออกจากเซลล์มีผลทำให้เซลล์เหี่ยว เรียกว่า พลาสโมไลซีส **(plasmolysis)** ถ้าอยู่ในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 10 น้ำจะแพร่เข้าเซลล์เรียกว่า พลาสมอฟไทซีส**(plasmoplysis)** เซลล์จะเต่ง



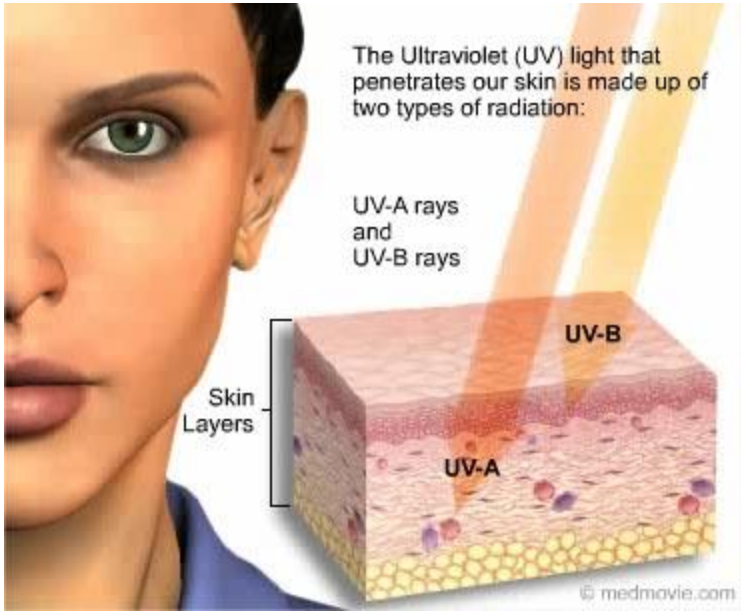
Hypotonic Solution
Isotonic Solution
Hypertonic Solution
H20
H20
H20
H20
Lysed
Normal
Shriveled
Animal Cell
H20
H20
H20
H20
Turgid (normal)
Flaccid
Plasmolyzed
Plant Cell

3. แรงดันออสโมติก

- จากหลักการเรื่องแรงดันออสโมติกที่ต่างกัน สามารถนำมาใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์ได้ โดยนำจุลินทรีย์มาใส่ในสารละลาย เช่น น้ำเกลือเข้มข้น 10-15% น้ำตาลเข้มข้น 50 -70% วิธีนี้ช่วยถนอมอาหารไว้โดยการดองเค็มหรือแช่อิ่ม มีผลให้เซลล์จุลินทรีย์เหี่ยว และไม่สามารถเจริญต่อไปได้ วิธีนี้ไม่ทำลายจุลินทรีย์ แต่ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เท่านั้น

4. รังสี

- รังสีมีผลในการทำลายจุลินทรีย์มี 2 ชนิด
- รังสีอัลตราไวโอเลต ทำให้เซลล์ผ่าเหล่าหรือตายได้ ปัจจุบันมีหลอดไฟประดิษฐ์ให้แสงอัลตราไวโอเลต เรียก หลอดอัลตราไวโอเลต ใช้เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ในห้องผ่าตัด ในโรงงานอาหารและนม แต่จะฆ่าจุลินทรีย์ได้เฉพาะพื้นผิววัสดุเท่านั้น เพราะรังสีนี้มีความสามารถในการทะลุทะลวงต่ำมาก

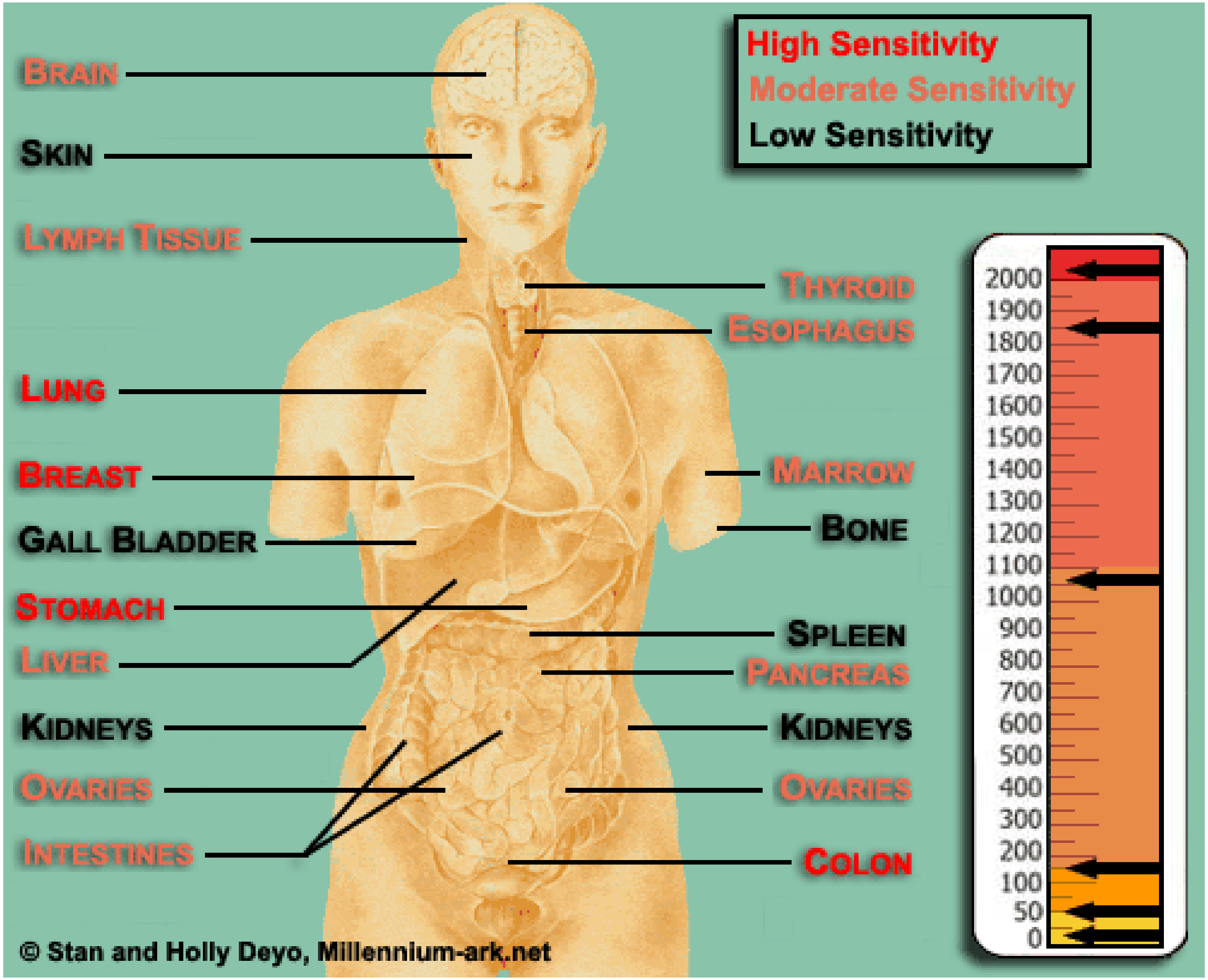


4. รังสี

- รังสีเอกซ์

มีความสามารถในการทะลุทะลวงและทำลายจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ แต่ไม่นิยมควบคุมจำนวนจุลินทรีย์ เพราะราคาแพงมาก และควบคุมยากเนื่องจากรังสีจะแผ่ออกทุกทิศทาง

รังสีแกมมา มีพลังงานสูงมาก ทะลุทะลวงสูงมาก นิยมฆ่าเชื้อในวัตถุที่มีความหนาหรืออาหารที่มีหีบห่อ



High Sensitivity
Moderate Sensitivity
Low Sensitivity
Brain
Skin
Lymph Tissue
Thyroid
Esophagus
Lung
Breast
Marrow
Bone
Gall Bladder
Stomach
Spleen
Liver
Pancreas
Kidneys
Kidneys
Ovaries
Ovaries
Intestines
Colon
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
50
0
© Stan and Holly Deyo, Millennium-ark.net

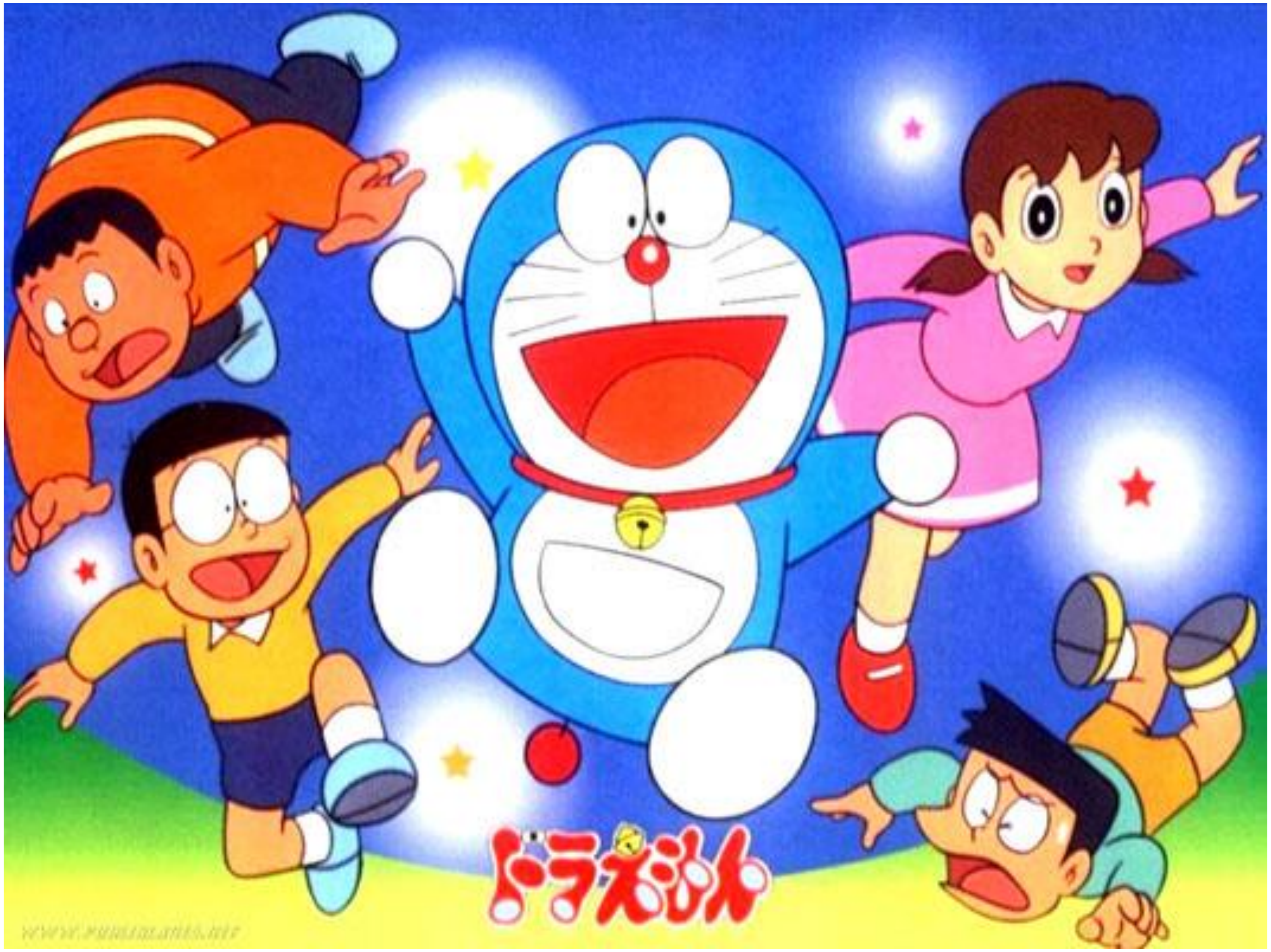
ปริมาณรังสีต่อการเป็นหมัน		
เพศ	**แรด (Rad)**	**อาการ**
ชาย	500 – 600	เป็นหมันถาวร
ชาย	250	เป็นหมันชั่วคราว 12 เดือน
หญิง	320 – 625	เป็นหมันถาวร
หญิง	125 – 150	ไม่มีประจำเดือนในผู้หญิง 50 %
หญิง	170	เป็นหมันชั่วคราว 1 – 3 ปี

5. คลื่นเสียง

- เสียงที่มีความถี่มากกว่า 9000 รอบต่อวินาทีขึ้นไป สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ โดยทำให้ผนังเซลล์แตกออก องค์ประกอบในไซโตพลาสซึมไหลออกมา จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความทนทานต่อคลื่นเสียงต่างกัน พบว่า แบคทีเรียทรงกลมทนทานกว่ารูปท่อน รูปท่อนแกรมบวกทนทานกว่ารูปท่อนแกรมลบ ส่วนพวกทนกรดและสร้างสปอร์จะมีความทนทานต่อคลื่นเสียงได้ดี

- ประโยชน์ของคลื่นเสียงไม่นิยมเพื่อการควบคุมจุลินทรีย์ แต่ใช้เพื่อทำให้เซลล์แตก เพื่อศึกษา องค์ประกอบภายในเซลล์ เช่น เอนไซม์ หรือศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์

The end

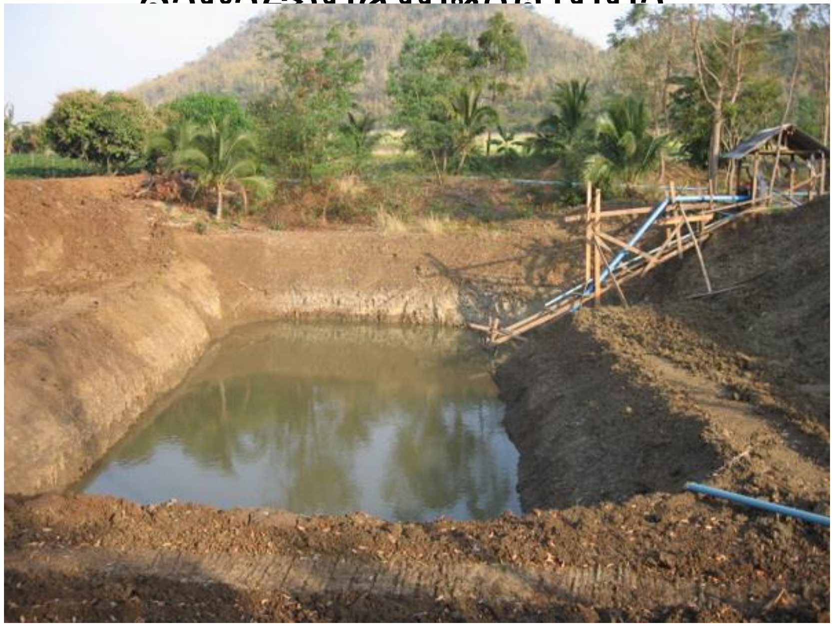


บทที่ 9

จุลชีววิทยา ที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

จุลชีววิทยา ที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

- เป็นการศึกษาจุลินทรีย์และกิจกรรมในน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม รวมทั้งแหล่งน้ำต่าง ๆ จุลินทรีย์บางชนิดบางชนิดมีอยู่เดิมในแหล่งน้ำ บางชนิดถูกนำมาสู่แหล่งน้ำจากอากาศ ดิน ของเสียจากโรงงานและบ้านเรือน จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำมีความสำคัญต่อสุขภาพของคนและสัตว์ และมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ

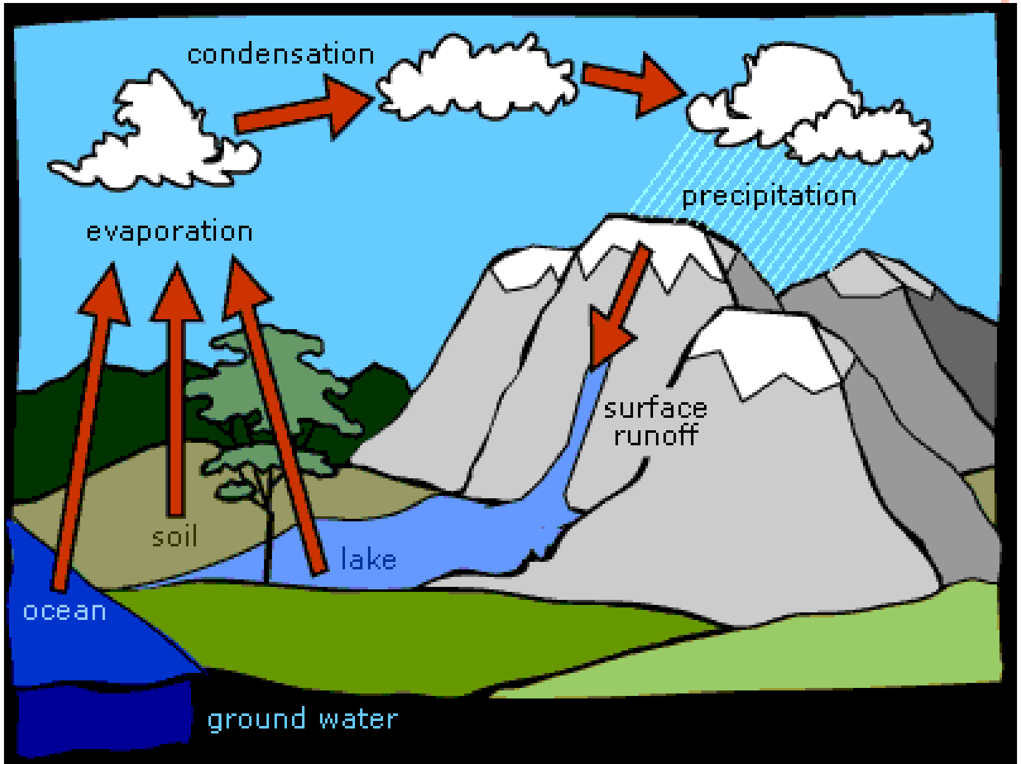


แหล่งน้ำธรรมชาติ

- แหล่งน้ำตามธรรมชาติแบ่งเป็น 3 ประเภท

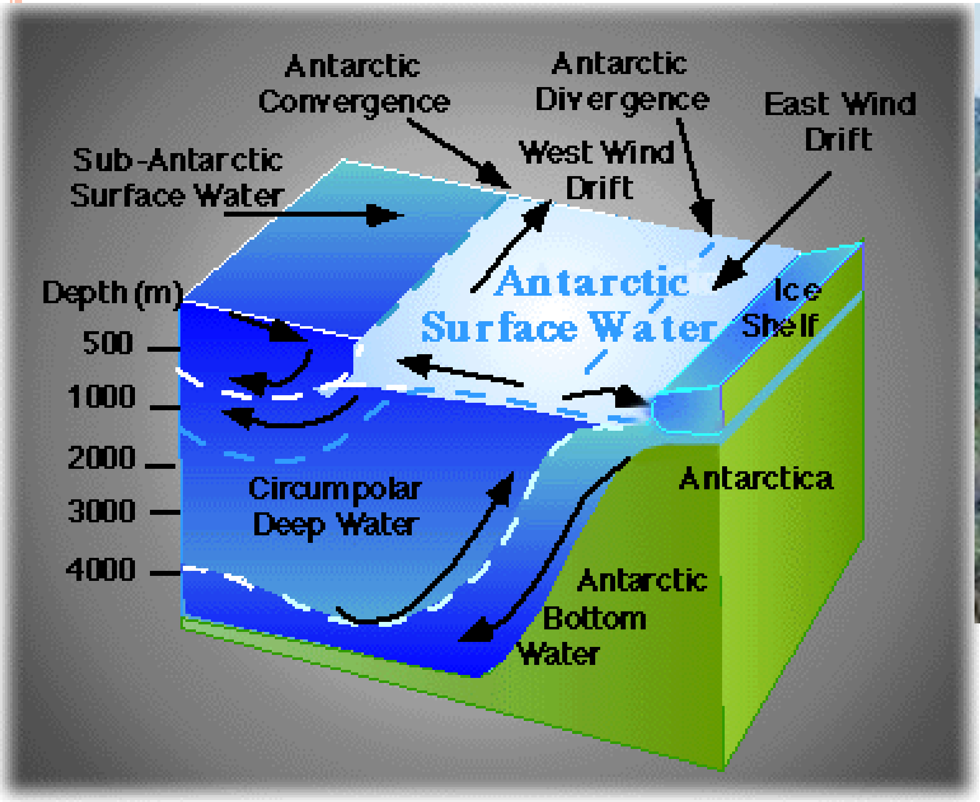
1. น้ำในบรรยากาศ**(atmospheric water)**

คือ ความชื้นที่อยู่ในเมฆและตกลงมาเป็นฝน หิมะ ลูกเห็บ จุลินทรีย์ในน้ำฝนจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะของอากาศบริเวณนั้น ฝนที่ตกแรก ๆจะชะล้างเอาฝุ่นละอองรวมทั้งจุลินทรีย์ต่าง ๆลงมาด้วย ถ้าฝนตกนาน ๆ น้ำฝนในระยะหลัง ๆจะค่อนข้างสะอาด



2. น้ำผิวดิน(SURFACE WATER)

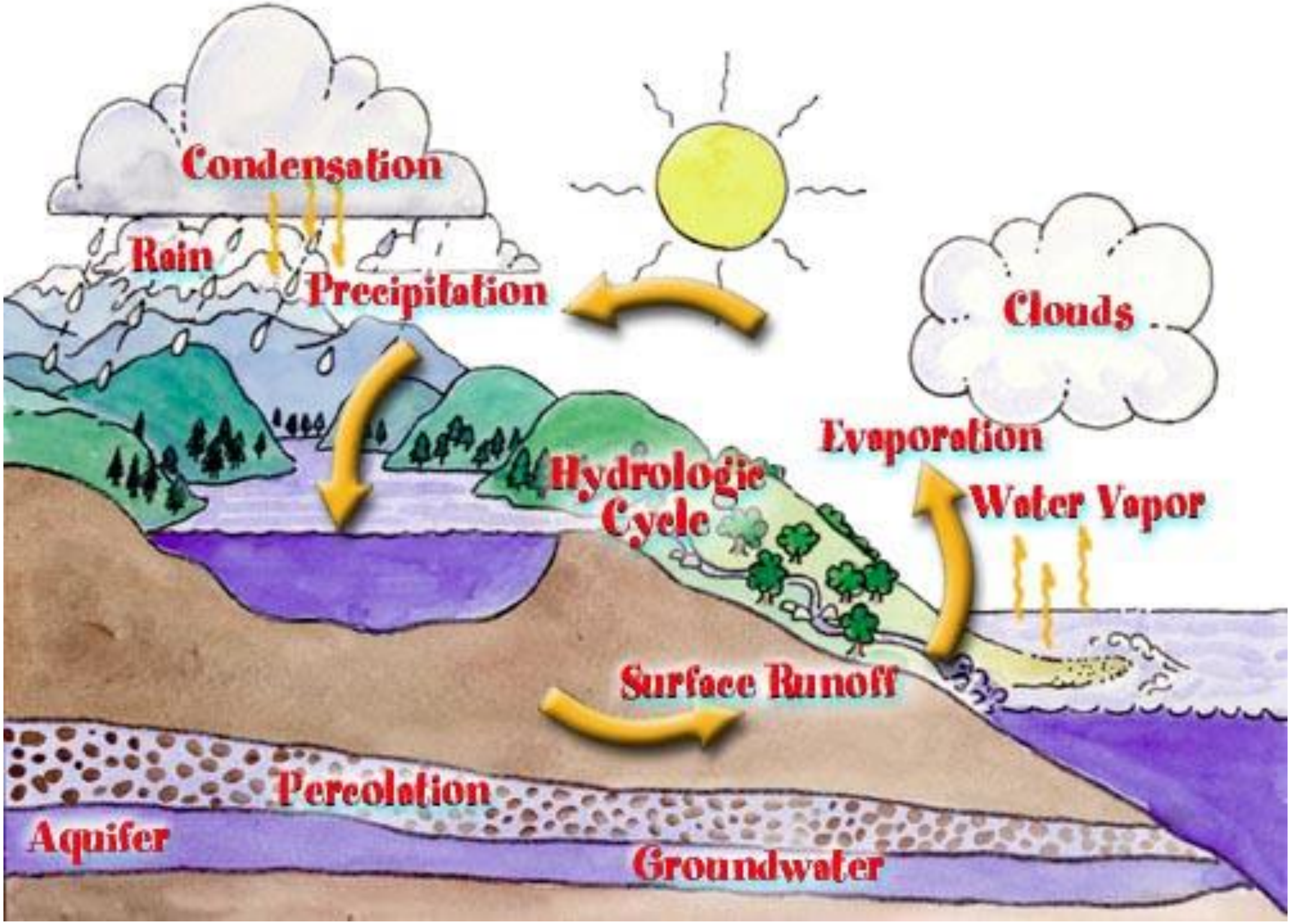
- เป็นน้ำในแม่น้ำลำคลอง ทะเลสาบ ทะเล ลำธาร น้ำผิวดินจะได้รับจากน้ำฝนที่ชะล้างผ่านบรรยากาศลงมารวมกับน้ำที่ไหลผ่านพื้นดินมา จึงมีจำนวนและชนิดของจุลินทรีย์แตกต่างกันมาก เพราะแหล่งน้ำจะได้รับแร่ธาตุ สารอาหารสะสมกันมาก ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว



3. น้ำใต้ดิน(GROUND WATER)

- เป็นน้ำที่เกิดจากการซึมผ่านชั้นหิน ดิน ทราย จุลินทรีย์จะถูกแยกออกโดยการกรอง และถ้าน้ำใต้ดินนั้นอยู่ลึกมากทำให้เกิดการกรองได้มาก น้ำนั้นถือว่าสะอาด ปราศจากจุลินทรีย์

น้ำใต้ดิน


Condensation
Rain
Precipitation
Clouds
Evaporation
Hydrologic
Cycle
Water Vapor
Surface Runoff
Percolation
Aquifer
Groundwater

สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ

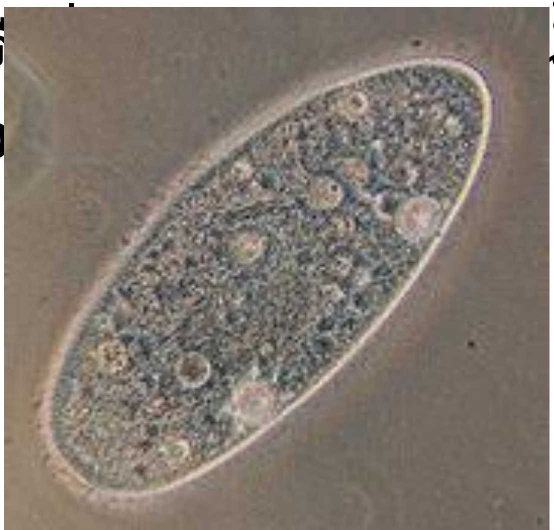
- สภาพแวดล้อมทางกายภาพและเคมีมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ และจะแตกต่างไปตามแหล่งน้ำแต่ละชนิด ดังนั้น

- 1. อุณหภูมิ **(temperature)**
- อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตเร็วหรือช้า อุณหภูมิของน้ำที่ผิวดินแตกต่างกันมาก ที่ขั้วโลกอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส จนถึงเส้นศูนย์สูตรมีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส น้ำทะเลมากกว่า 90 **%** มีอุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส จึงเหมาะกับไซโครไฟล์เท่านั้น ในน้ำพุบางแห่งมีอุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส ก็พบจุลินทรีย์อาศัยอยู่ได้ เป็นพวกเทอร์โมไฟล์ นอกจากนี้อุณหภูมิน้ำยังเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ทำให้ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไปด้วย

2. ความกดดันของน้ำ

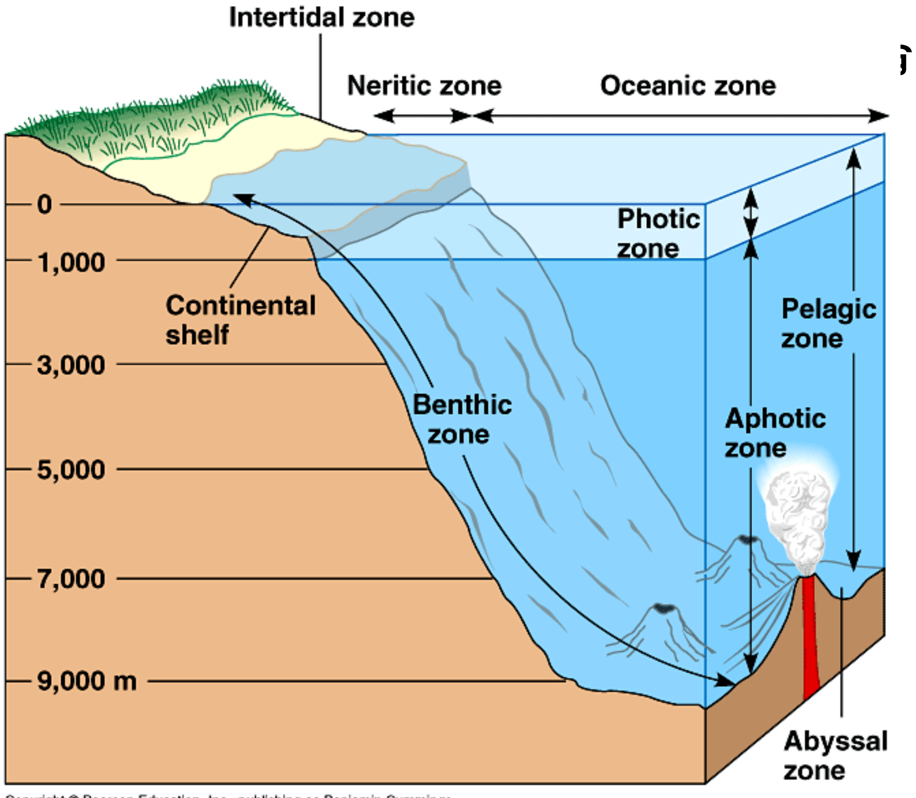
- น้ำผิวดินและน้ำในมหาสมุทรลึก ๆมีความกดดันต่างกัน ความกดดันของน้ำจะทำให้ **pH** ของน้ำลดลง และทำให้จุดเดือดของน้ำสูงขึ้น ความกดดันของน้ำเพิ่มตามความลึก คือ เพิ่มขึ้น 1 บรรยากาศทุก 10 เมตร

- ในมหาสมุทรลึกตั้งแต่ 1000 เมตร จนถึง 10000 เมตรก็ยังพบจุลินทรีย์ได้ ซึ่งเป้นจุลินทรี ... น้ำ **(barophillic microo**



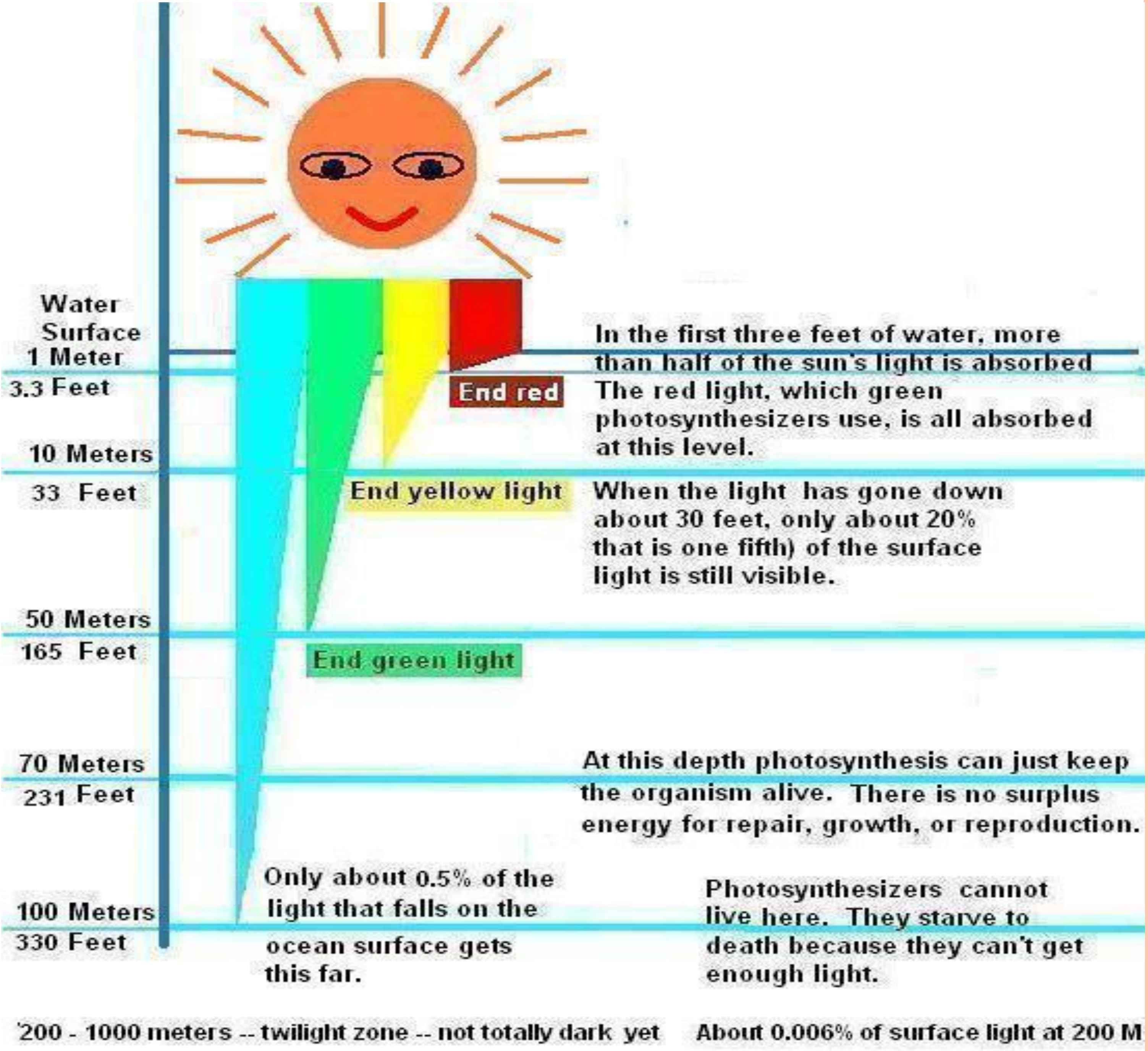
3. แสงสว่าง

- สิ่งมีชีวิตในน้ำต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์แสงได้ทั้งทางตรง และทางอ้อม ในแหล่งน้ำส่วนใหญ่ผู้ผลิตขั้นต้นคือ สาหร่าย ซึ่งการเติบโตของสาหร่ายจะถูกจำกัดด้วยแสงที่ส่องเข้ามา ความลึกของน้ำที่แสงส่องลงมาถึงเรียกว่าโฟติกโซน **(photic zone)** จะแตกต่างไปตามฤดูกาลและความขุ่นของน้ำ โดยทั่วไปการสังเคราะห์แสงเกิด



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

โฟติกโซน



Water Surface
1 Meter
3.3 Feet
10 Meters
33 Feet
50 Meters
165 Feet
70 Meters
231 Feet
100 Meters
330 Feet
End red
End yellow light
End green light
In the first three feet of water, more than half of the sun's light is absorbed The red light, which green photosynthesizers use, is all absorbed at this level.
When the light has gone down about 30 feet, only about 20% that is one fifth) of the surface light is still visible.
At this depth photosynthesis can just keep the organism alive. There is no surplus energy for repair, growth, or reproduction.
Only about 0.5% of the light that falls on the ocean surface gets this far.
Photosynthesizers cannot live here. They starve to death because they can't get enough light.
200 - 1000 meters -- twilight zone -- not totally dark yet
About 0.006% of surface light at 200 M