บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

1. ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันกิจการแพทย์ได้เจริญขึ้นอย่างมากมาย มีวิทยาการใหม่ ๆ เพื่อสะดวกต่อการรักษาโรคและให้ผลที่แน่นอน ได้มีการดัดแปลงแก้ไขและคิดค้นวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อให้เครื่องมือและวิธีการเหล่านั้นอยู่ในสภาพที่ดีที่สุดสำหรับคนไข้ เครื่องมือเครื่องใช้เหล่านั้นต้องปราศจากเชื้อที่จะก่อให้เกิดโรคติดต่อ อักเสบ หรือก่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมา ดังนั้น จึงต้องมีวิธีการทำลายเชื้อหรือทำให้ปลอดเชื้อ (Sterilization) ฉับเชื้อเหล่านั้นให้หมดไปก่อนที่จะนำเอาวิธีการและเครื่องมือเหล่านั้นมาใช้ จึงได้มีการทดลองค้นคว้าหาวิธีการที่จะทำลายเชื้อให้หมดไปทั้งไม่มีผลต่อเครื่องมือเครื่องใช้เหล่านั้น วิธีการทำลายเชื้อให้ถึงระดับปลอดภัยเกี่ยวกับเครื่องมือแพทย์ที่ได้มีการทดลองค้นคว้าและใช้ได้ผลมีดังนี้

1.1 โดยใช้ความร้อน (Heat)

กับเครื่องมือแพทย์ที่นิยมใช้ก็คือ หม้อนึ่ง (Autoclave) เป็นการทำลายเชื้อโดยใช้ความร้อนจากไอน้ำเดือด ภายใต้ความดัน อบเครื่องมือเหล่านั้น จนถึงระดับปลอดภัย อุณหภูมิที่ใช้ในการอบทำลายเชื้อกับหม้อนึ่งที่นิยมใช้ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เวลา 30 นาที[1]

1.2 โดยใช้แกส (Gas)

แกสที่นิยมใช้ในการทำลายเชื้อกับเครื่องมือแพทย์ คือ แกสเอธีลีนออกไซด์

---

[1]APHA.,AWWA.,WPCF., "Standard Method for the Examination of water and waste water," Thirteenth edition, 1971 (640).

(ethyiene exide) นิยมใช้อบเครื่องมือแพทย์ที่เป็นพลาสติกและพวกวัสดุที่ไม่ทนความร้อน เช่น ผ้ากอซ สำลี เป็นต้น โดยการสร้างห้องปิด และปล่อยแกสเอธิลีนออกไซด์เข้าไปอบเครื่องมือในห้องปิดนั้น ตามอัตราส่วนที่ต้องการ เพื่อที่จะทำลายเชื้อบนเครื่องมือนั้น โดยที่ต้องเปิดภาชนะที่บรรจุหีบห่อเครื่องมือนั้น เพื่อให้แกสเข้าไปทำลายเชื้อ แล้วจึงมาปิดผนึกที่หลังอีกครั้ง เคยนิยมวิธีทำลายเชื้อด้วยแกสเอธิลีนออกไซด์อย่างกว้างขวาง แต่ปัจจุบันเนื่องจากแกสเอธิลีนออกไซด์มีอันตรายต่อผู้ใช้มาก (ดังจะกล่าวในบททฤษฎีต่อไป) จึงมีบางประเทศประกาศห้ามใช้แล้ว

1.3 โดยใช้รังสี (Radiation)

โดยการผ่านรังสีที่มีต้นกำเนิดจากสารกัมมันตภาพรังสีหรือต้นกำเนิดรังสีที่มีคุณสมบัติในการทำลายเชื้อได้ ไปยังสิ่งของหรือเครื่องมือแพทย์ที่ต้องการทำลายเชื้อนั้น ตามความหนาแน่นของจำนวนเชื้อบนเครื่องมือนั้น ๆ และความทนทานต่อรังสีของเชื้อนั้น ๆ อย่างเช่นเครื่องมือแพทย์ที่มีความหนาแน่นของเชื้อที่ contaminate ไม่เกิน 10^{12} โคโลนี ใช้ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 2.5 Mrad[1] เป็นต้น จากการค้นคว้าได้พบว่าในบรรยากาศมักจะพบเชื้อ Bacillus pumilus. E 601 contaminate อยู่ และเป็นเชื้อที่สร้างสปอร์มีความทนทานต่อรังสี การกำหนด sterilizing dose จึงมักใช้เชื้อ Bacillus pumilus E 601 เป็น index ในการ sterile[2]

[1,2] Christensen, E. A., "Hygienic Requirements, Sterility Criteria, and Quality and Sterility Control," Mannual on Radiation Sterilization of Madical and Biological Materials, Technical reports series No. 149, IAEA, VIENNA, 1973 (131 - 152).

เพื่อสนับสนุนในการใช้รังสีแกมมาทำลายเชื้อกับเครื่องมือแพทย์นั้นได้มีผู้ค้นคว้าได้ผลสรุปดังนี้ ทางด้านสหรัฐอเมริกา โดย Ethicon Inc[1] ใช้ linear accelerater ทำลายเชื้อ และต่อมาได้ใช้รังสีแกมมาจากโคบอลท์ 60 ทำลายเชื้อโดยเฉลี่ยใช้ปริมาณรังสีประมาณ 2.5 Mrad สำหรับที่เดนมาร์คได้มี Christensen, Holm and Juul[2] ได้ทำการวิจัยและอธิบายเกี่ยวกับการใช้รังสีแกมมาทำลายเชื้อในเครื่องมือแพทย์ที่เป็นพลาสติก สามารถสรุปได้ว่าเชื้อที่ contaminate จากผู้ผลิตอาจมีเชื้อ Streptococcus faecium A_{21} จึงใช้เชื้อนี้เป็น index ในการทำลายเชื้อโดยใช้ปริมาณรังสีโดยเฉลี่ยประมาณ 3.5 - 5.0 Mrad โดยใช้รังสีแกมมาจากโคบอลท์ 60 หรือ electron จาก linear accelerater ในประเทศอังกฤษ Cook and Berry[3] ได้ทำการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการทำลายเชื้อกับ disposable hypodermic syringes จากการเปรียบเทียบจากห้องทดลองของโรงงานผลิต 3 โรงงาน ผลสรุปได้ว่าการอาบรังสีเพื่อทำลายเชื้อกับเครื่องมือแพทย์ที่เป็นพลาสติกใช้ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 2.5 Mrad และนอกจากนี้ยังมีอีกหลายประเทศทำการค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับการใช้รังสีทำลายเชื้อกับเครื่องมือแพทย์และผลิตภัณฑ์ทางด้านการแพทย์ก็ได้ผลสรุปว่า การทำลายเชื้อ (Sterilization) นั้น ใช้ปริมาณรังสีประมาณ 2.5 ถึง 4.5 Mrad.

---

[1]Richards, J.W., "Introduction to Industrial Sterilization," Academic press, London and New York, 1968.

[2]Christensen, E.A., and Holm, N.W., and Juul, F.A.,"Radio-sterilization of Medical Devices and Supplies," Radiosterilization of Medical Products. Proceedings of Symposium and Recommended code of Practice, IAEA, VIENNA, 1967.

[3]Cook, A.M., and Berry, R.J., "Pre-Sterilization bacterial contamination on disposable hypodermic syringes," Radiosterilization of Medical Products. Proceedings of Symposium and Recommended code of Practice, IAEA, VIENNA, 1967.

การใช้รังสีทำลายเชื้อมักนิยมใช้กับเครื่องมือแพทย์ที่เป็นพลาสติก หรือวัสดุที่ไม่ทนความร้อน เช่น disposable syringe, tranfusion set etc. และวัสดุที่มีปัญหาในด้านความชื้น เช่น ผ้ากอซ สำลี เป็นต้น และส่วนมากการผลิตมักจะทำเป็นอุตสาหกรรม เพราะการลงทุนติดตั้งสูง ต้องทำเป็นจำนวนมากจึงจะคุ้มค่าในการลงทุน

2. สาเหตุของการเลือกตัวอย่าง

การทำลายเชื้อกับวัสดุบางชนิดที่สามารถดูดความชื้นได้ เช่น สำลีและผ้ากอซ ปัจจุบันนี้ใช้ความร้อนจากไอน้ำทำลายเชื้อในสำลีและผ้ากอซ ซึ่งภายหลังจากการทำลายเชื้อแล้วยังมีความชื้นตกค้างอยู่ในวัสดุ มักจะก่อให้เกิดปัญหาในการเก็บเครื่องมือเครื่องใช้ในการแพทย์เหล่านี้ จากการที่มีความชื้นหลงเหลืออยู่ทำให้อาจเกิดการติดเชื้อ (contamination) จากภายนอกได้อีก ทำให้การทำลายเชื้อไม่ได้ผล ดังนั้นจึงเลือกเอาผ้ากอซและสำลีจากผู้ผลิตในประเทศไทยแห่งหนึ่ง ซึ่งสามารถติดตามที่มาของผ้ากอซและสำลีตัวอย่างได้ ทำให้ทราบถึงประวัติของตัวอย่างที่ใช้ทดลองได้ นอกจากนี้วัสดุทั้งสองชนิดยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบในประเทศอีกด้วย

3. สาเหตุของการเลือกใช้รังสีแกมมาจากสารกัมมันตภาพรังสีโคบอลท์ 60

ผ้ากอซและสำลีเป็นวัสดุที่ผลิตโดยใช้สารพวกเซลลูโลส (cellulosic material) ซึ่งไม่ค่อยจะทนต่อรังสีนัก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อใช้รังสีอาบวัสดุที่เป็นพวกเซลลูโลสในปริมาณรังสี 2.5 Mrad ถึง 5 Mrad แล้วไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญต่อสารพวกเซลลูโลสเลย[1] พร้อมทั้งรังสีแกมมาจากโคบอลท์ 60 เป็นรังสีที่มี

---

[1] Gopal, N.G.S., and Rajagopalan, S. and Sharma, G. "Chemical Effect of Radiation on Plastic and Pharmaceutical," Radiationsterilization of Medical Products, Report on the colloquium Held at Bhabha Atomic Research Centre on August 17/18 1978 (105-148.)

อำนาจทลุหลวงสูง ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หลายชนิด รังสีแกมมาจากโคบอลท์ 60 นั้นมีพลังงานประมาณ 1.17 Mev และไม่เกิน 1.33 Mev ซึ่งไม่ก่อให้เกิดปัญหาในด้าน radio-activity เลย เพราะพลังงานต่ำไม่สามารถจะ activate สารที่มี C H และ O เป็นส่วนประกอบให้เปลี่ยนแปลงสภาพได้

รังสีแกมมาจากโคบอลท์ 60 ในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ประเทศในยุโรปบางประเทศ ยอมรับเครื่องมือแพทย์ที่ผ่านการทำลายเชื้อโดยรังสีแกมมาว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัย ดังในตารางแสดงการติดตั้งโรงงานอาบรังสีกับเครื่องมือแพทย์ต่อไปนี้

ตารางแสดงการติดตั้งโรงงาน สำหรับการทำลายเชื้อบนเครื่องมือแพทย์ด้วยรังสีแกมมาจากโคบอลท์ 60 ของแต่ละประเทศ

Location	Number	Maximum capacity (Mci)	Commissioning date
Argentina	1	1.0	1970
Australia	3	4.0	1960-72
Belgium	1	0.25	1973
Brazil	1	0.5	1972
Canada	4	2.0	1964-74
Czechoslovakia	1	1.0	1972
Denmark	2	2.0	1969-72
Egypt	1	0.5	
France	4	3.3	1960-73
Germany, Dem. Rep. of	1	0.5	1967
Germany, Fed. Rep. of	3	3.0	1973
Greece	1	0.5	1973

Location	Number	Maximum capacity (Mci)	Commissioning Date
Hungary	1	0.5	1975
India	1	1.0	1974
Ireland	1	1.0	
Israel	1	1.0	1972
Italy	5	3.5	1967-74
Japan	3	1.5	1970-73
Kores (South)	1	0.3	1975
Netherlands	2	1.7	1970-73
New Zealand	1	1.0	1966
Norway	1	0.12	1970
Poland	1	0.25	1972
South Africa	1	1.0	1971
Spain	1	0.33	1971
Sweden	2	2.0	1969-71
Switzerland	1	0.5	1972
United Kingdom	10	6.5	1960-73
United States of America	8	6.0	1964-74
USSR	1	1.0	1974
	65	47.5	

[1]Mukherjee, R.N., and Yuan, H.C., "Factors Involved in Planning Radiation Sterilization Practices and Technology in the Developing Countries, and the Agency's Promotional Role," Radiosterilization of Medical Products, Proceedings series, IAEA, VIENNA, 1975 (416).

จะเห็นได้ว่าในหลายประเทศนั้นใช้รังสีแกมมาจากโคบอลท์ 60 ในการทำลายเชื้อกับเครื่องมือแพทย์เป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการขยายตัวของผลิตภัณฑ์ทางด้านการแพทย์ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งวิธีการผลิต การทำลายเชื้อที่ใช้อยู่ในปัจจุบันหลาย ๆ วิธีมีปัญหาเกิดขึ้นอยู่บ่อย ๆ และขณะนี้มีโรงงานผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศ 2-3 แห่ง ผลิตเครื่องมือแพทย์ที่เป็นพลาสติกจำหน่ายในประเทศ โดยใช้แกสเอธิลลีนออกไซด์ทำลายเชื้อซึ่งมีปัญหาในด้านแกสเอธินลีนออกไซด์มีพิษต่อผู้ใช้มาก ในอนาคตโรงงานเหล่านี้จะขยายตลาดสู่ต่างประเทศ ซึ่งการทำเป็นอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ นั้น รังสีแกมมาจากโคบอลท์ 60 ควรจะมีบทบาทในการทำลายเชื้อต่อไปในอนาคต

ด้วยสาเหตุนี้จึงเลือกใช้รังสีแกมมาจากโคบอลท์ 60 เป็นรังสีในการทำลายเชื้อกับผ้ากอซและสำลีตัวอย่างในการทดลองวิจัยครั้งนี้

4. จุดประสงค์ในการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้มีจุดประสงค์ดังนี้

4.1 หาชนิดและจำนวนของเชื้อที่มีอยู่ในผ้ากอซและสำลีตัวอย่าง เพื่อจะได้ทราบว่าในผ้ากอซและสำลีมีเชื้อ contaminate อยู่มากน้อยแค่ไหน เพราะชนิดและจำนวนของเชื้อมีความจำเป็นมาก ในการกำหนดปริมาณรังสีในการทำลายเชื้อ อย่างไรก็ดีการที่จะนำเอาชนิดและปริมาณของเชื้อที่ได้จากตัวอย่างในการทดลองนี้ไปเป็นตัวแทนของ population ยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง นั่นคือจำนวนของตัวอย่างที่ใช้จะต้องมากพอที่จะเป็นตัวแทน (represent) population ได้ ในกรณีที่ตัวอย่างใช้อยู่ในปริมาณจำกัด เราจะได้เพียงการแสดงชี้ (indication) ว่าควรจะใช้ปริมาณรังสีไม่น้อยกว่าที่ทดลองได้ การกำหนด dose ที่ใช้ในการทำลายเชื้อในเครื่องมือแพทย์แต่ละชนิดนั้นแตกต่างกันออกไปตามชนิดของเครื่องมือแพทย์ที่จะนำมาทำลายเชื้อ ซึ่งหมายถึงสารที่นำมาประกอบเป็นเครื่องมือแพทย์นั้น ๆ นอกจากนี้ยังขึ้นกับ

ก. ชนิดของเชื้อที่พบในเครื่องมือแพทย์ก่อนที่จะนำมาอาบรังสี จะต้องหาชนิดของเชื้อที่มีในเครื่องมือแพทย์ก่อนอาบรังสีเพื่อเทียบกับ index จากผลการทดลองเกี่ยวกับ

การทำลายเชื้อในเครื่องมือแพทย์ในต่างประเทศพบว่า เชื้อที่มีความต้านทานสูงและมักพบในเครื่องมือแพทย์คือ Bacillus pumilus E 601 ซึ่งมักพบ contaminate จากอากาศ และ Streptococcus faecium $A_2$1 ซึ่งมักพบ contaminate จากคน จึงได้ใช้เชื้อทั้งสองชนิดนี้เป็น index ในการทำลายเชื้อ เพราะเชื้อทั้งสองชนิดเป็นเชื้อที่มีความต้านทานต่อรังสีพอควร คือต้องใช้ปริมาณรังสีประมาณ 2.5-4.5 Mrad[1]

ข. จำนวนเชื้อเริ่มต้น (initial count) มีความสำคัญในการกำหนด Sterilization dose ยิ่งมีจำนวนเชื้อเริ่มต้นมาก ก็ยิ่งต้องใช้ sterilizing dose สูง การผลิตเครื่องมือแพทย์จะต้องให้สอาดปราศจากเชื้อโรคที่สุด บรรยากาศของโรงงานจะต้องปราศจากเชื้อเท่าที่สามารถจะทำได้ และคนงานจะต้องรักษาความสอาด (hygiene) ที่ดี มีเสื้อคลุม มีผ้าคลุมผม หน้ากากปิดหน้า และถุงมือ เป็นต้น เมื่อเริ่มต้นผลิตตัวอย่างได้มาตรฐานที่ดีมี hygiene ดีแล้ว การทำลายเชื้อด้วยรังสีอาจใช้ปริมาณรังสีที่น้อยกว่าปกติได้ตามทฤษฎี เนื่องจากในทางจุลชีววิทยา แบบ (pattern) ของการทำลายเชื้อนั้นเป็น logarithmic นั่นคือเราสามารถ plot log ของปริมาณเชื้อบนแกน Y และ plot ปริมาณรังสีบนแกน X ของ semi logarithmic paper เราจะได้เส้นตรง ซึ่งมีความหมายว่า เชื้อนั้นจะไม่ถูกทำลายเป็น 0 (ศูนย์) แต่จะถูกทำลายลงไปเป็นจำนวน log cycle หรือเป็นเปอร์เซนต์ ดังนั้นจึงต้องกำหนดมาตรฐานสำหรับการทำลายเชื้อโดยใช้รังสี ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือแพทย์ ได้กำหนดค่ามาตรฐานสำหรับการทำลายเชื้อโดยใช้รังสี ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือแพทย์ ได้กำหนดค่ามาตรฐานในการทำลายเชื้อโดยใช้สัญญลักษณ์เป็น D_{10} value

---

[1] Christensen, E.A., "Hygienic Requirements, Sterility Criteria and Quality and Sterlity Control," Manual on Radiation Sterilization of Madical and Biological Materials, Technical reports series No. 149, IAEA, VIENNA, 1973(131-152).

หมายถึง ปริมาณรังสีที่สามารถลดจำนวนเชื้อลงได้หนึ่ง log cycle[1] อย่างเช่น D_{10} value ของ B pumilus E 601 มีค่าเท่ากับ 0.71 Mrad คือปริมาณรังสี 0.17Mradสามารถลดจำนวนเชื้อ B pumilus E 601 ลงได้หนึ่ง log cycle หรือ 90%

4.2 จากตัวอย่างผ้ากอซและสำลีที่ทดลองดูว่าปริมาณรังสีขนาดเท่าไรจึงจะไม่สามารถ detect เชื้อได้จากวิธีทดลองนี้ได้

4.3 ทราบถึงข้อดีข้อเสียของการทำลายเชื้อด้วยหม้อนึ่ง แกส และรังสี

5. ประโยชน์ที่ได้รับ

5.1 ทราบเชื้อที่ contaminate บนผ้ากอซและสำลีตัวอย่างมีจำนวนเท่าไรและชนิดไรบ้าง ซึ่งการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์เฉพาะกับประเทศไทยมาก เนื่องจากบรรยากาศของประเทศไทยนั้นร้อนและมีความชื้นสูง ซึ่งไม่เหมือนกับบรรยากาศในประเทศอื่น ๆ และอีกประการหนึ่งคือมาตรฐานการผลิตของโรงงานผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทยควรจะคำนึงให้มากกว่าที่ควร ในการกำหนดปริมาณรังสีที่จะใช้ทำลายเชื้อด้วย

5.2 ปริมาณรังสีที่ใช้ทำลายเชื้อบนผ้ากอซและสำลีตัวอย่างนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อกำหนดค่าปริมาณรังสีที่ใช้ในการทำลายเชื้อบนผ้ากอซและสำลีในประเทศไทยได้

---

[1] Christensen, E.A., "Hygienic Requirements, Sterility Criteria, and Quality and Sterlity Control," Manual on Radiation Sterilization of Madical and Biological Materials, Technical reports series No. 149, IAEA, VIENNA, 1973(131-152).

6. การทดลองโดยย่อ

จากการเก็บตัวอย่างผ้ากอซและสำลีอย่างละประมาณ 280 ตัวอย่าง นำมาอาบรังสีโดยใช้ปริมาณรังสี 0.8, 1.0, 1.2, 1.3, 1.6, และ 2.5 Mrad ตามลำดับ ใช้ตัวอย่าง dose ละ 40 ตัวอย่าง อีก 40 ตัวอย่างไม่อาบรังสีเพื่อศึกษาหาจำนวนเชื้อเริ่มต้น (initial contamination) ทั้งชนิดและปริมาณต่อไป

สำหรับตัวอย่างสำลีก็ทำเช่นเดียวกับตัวอย่างผ้ากอซ

การเพาะเชื้อใช้อาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป Tryptic Soy Agar ของ Difco ซึ่งเป็น general purpose media สำหรับ fastidious micro-organisms

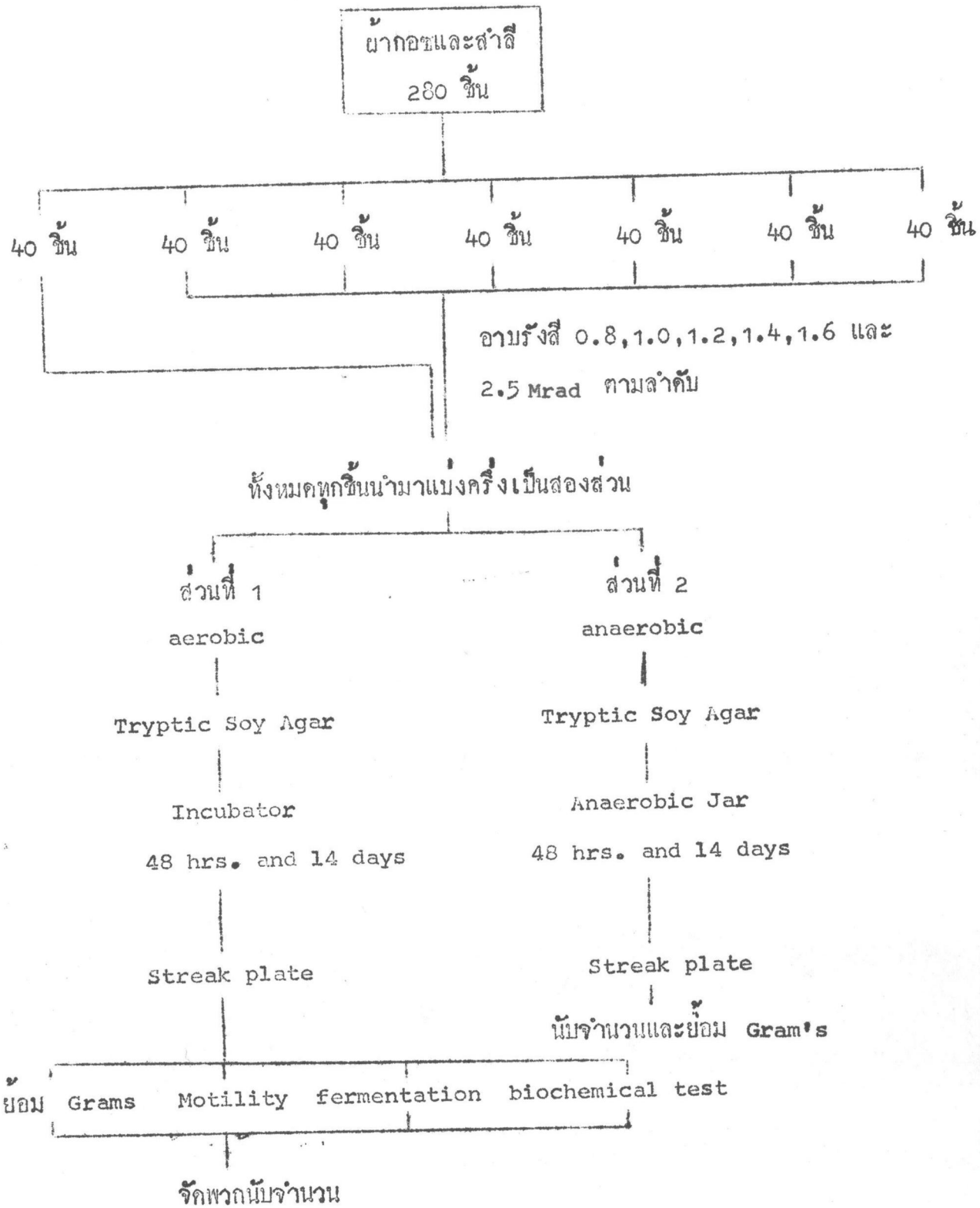
วิธีการทดลองคือ นำผ้ากอซและสำลีมาแบ่งครึ่งเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งสำหรับเพาะหาเชื้อที่เจริญโดยอาศัยออกซิเจน (aerobic) อีกส่วนหนึ่งสำหรับเพาะหาเชื้อที่เจริญโดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน (anaerobic) ทั้งสองส่วนใส่ในเปตริดิชที่ปราศจากเชื้ออื่นแล้ว เทอาหาร (Tryptic Soy Agar) ที่เตรียมไว้แล้วมีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ทั้งสองเพลท ส่วนหนึ่งนำไปใส่ใน anaerobic Jar เพื่อดูการเจริญแบบ anaerobic และนำทั้งสองส่วน ครึ่งที่ใส่ใน anaerobic Jar และครึ่งที่ไม่ได้ใส่ใน anaerobic Jar เข้าวางในตู้ incubator 37 องศาเซลเซียส ทำแบบนี้ทั้งหมดทุกตัวอย่าง ทั้ง 280 ชิ้น รวมทั้งผ้ากอซ และสำลี

การอ่านผลจะอ่านหลังจากเพาะเชื้อแล้ว 48 ชั่วโมง จดบันทึกครั้งที่หนึ่งและ 14 วันอีกครั้งหนึ่ง จำนวนครั้งสุดท้ายจะใช้เป็นจำนวนที่จะนำไปวิจารณ์ผล

การแยกชนิดจะดูจาก colony ที่แตกต่างกันภายใน 48 ชั่วโมง แล้วนำ colony นั้นไป streak plate เพื่อการแยกเชื้อให้ได้เชื้อที่ปราศจากเชื้ออื่นเจือปน

จากนั้นก็นำไปย้อม Gram ดูผล Gram's reaction ดูการเคลื่อนไหว (motility) ดูการเปลี่ยนแปลงสาร carbohydrate ว่าได้ gas หรือ acid หรือทั้งสองอย่าง ดูการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมี แล้วจึงมาจัดเข้าพวกเดียวกันตามผลการทดลองและลักษณะที่เหมือนกัน

ผังการทดลองโดยย่อ



8. การเสนอเรื่อง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เนื้อหาจะกล่าวถึงการอาบรังสี ทดลองเพาะ-แยกเชื้อก่อนและหลังอาบรังสี พร้อมทั้งนับจำนวนที่มีและเหลือเท่าไร ทั้งนี้ในการเสนอวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ได้จัดแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะเสนอเป็น 7 บท ด้วยกันดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวโดยทั่วไปเกี่ยวกับการทำลายเชื้อวิธีต่าง ๆ ที่นิยมใช้กับเครื่องมือแพทย์

บทที่ 2 ทฤษฎีว่าด้วยการทำลายเชื้อมีกี่วิธี ทำอย่างไรและนิยมใช้อย่างไหนมากที่สุดในการทำลายเชื้อบนเครื่องมือและผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

บทที่ 3 ผลของรังสีต่อMicro-organism และสารต่าง ๆ ที่นำมาอาบรังสี กล่าวถึงว่ารังสีทำลาย micro-orgamism ได้อย่างไร มี effect อะไรบ้างในการต้านทานต่อรังสีของ micro-organism และข้อเสนอแนะจำนวนรังสีที่ใช้ในการควบคุมจำนวนของ microorganism ของ IAEA และผลของรังสีต่อสารที่นำมาทำลายเชื้ออย่างเช่น plastic ชนิดต่าง ๆ พวกผ้ากอซและสำสีต่าง ๆ ด้วย

บทที่ 4 วิธีการทดลอง กล่าวถึงวิธีการเก็บตัวอย่าง วิธีการอาบรังสี วิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อ วิธีการแยกเชื้อ วิธีการทดลอง เชื้อชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งการนับจำนวนเชื้อ

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลของเชื้อที่พบบนผ้ากอซ ก่อนและหลังอาบรังสีได้ผลเป็นอย่างไร

บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลของเชื้อที่พบบนสำลี ก่อนและหลังอาบรังสีได้ผลเป็นอย่างไร

บทที่ 7 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ในการใช้ความร้อนทำลายเชื้อโดยการใช้แกซ ethylene oxide ทำลายเชื้อ และใช้รังสีแกมมาจาก cobalt 60 ทำลายเชื้อ