หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 5

## ผลการทดลองและวิจารณ์ผลจากตัวอย่างผ้ากอช

### 5.1 ผลจำนวนเชื้อที่พบบนผ้ากอช

#### 5.1.1 จำนวนเชื้อบนผ้ากอชที่ยังไม่ได้อาบรังสี

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเชื้อโดยใช้ตัวอย่างผ้ากอชที่ยังไม่ได้อาบรังสี จำนวน 40 ชิ้น และนับจำนวนโคโลนีทั้งหมดในแต่ละตัวอย่าง ผลดังในตารางที่ 1 พอจะสรุปได้ดังนี้

จำนวนเชื้อมากสุด (aerobic + anaerobic + mould) 66 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อน้อยสุด (aerobic + anaerobic + mould) 40 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อเฉลี่ย (aerobic + anaerobic + mould) 56.1 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง

จำนวนเชื้อกระจายมากน้อยดังแสดงในตารางที่ 6 พอแยกการกระจายของแต่ละโคโลนีในแบบ aerobic, anaerobic and mould ได้ดังนี้

สำหรับเชื้อพวก aerobic มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 36-40 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก anaerobic มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 16-20 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก mould มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
Total (aerobic+anaerobic+mould) กระจายมากที่สุดในช่วง 61-65 โคโลนี

จากจำนวนเชื้อจะเห็นได้ว่าจำนวนเชื้อบักเตรี มีจำนวนโคโลนีมากกว่าเชื้อรา ทั้ง ๆ ที่น่าจะพบเชื้อรามากกว่าบักเตรี เพราะจุดกำเนิดผ้ากอชทำมาจากพืช (cellulose) และในประเทศที่มีอากาศร้อนกับความชื้นในบรรยากาศสูงควรจะมีเชื้อรา contaminate มาก แต่กลับพบเชื้อราน้อยทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การผลิตผ้ากอชที่องค์การเภสัชทำในห้อง

aseptic จึงทำให้เชื้อรา contaminate ได้น้อย แม้ว่าจากต้นกำเนิดจะมีราอยู่สูง เมื่อมาถูกผลิตในขบวนการที่ดีทำให้เชื้อราลดจำนวนน้อยลงกว่าเดิม แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเลี้ยงไว้ประมาณหนึ่งอาทิตย์ การเจริญของเชื้อราจะเจริญเร็วกว่าของบักเตรีมาก สังเกตุจากขนาดของโคโลนีขยายใหญ่มากขึ้นกว่าของบักเตรีในช่วงเวลาเท่ากัน

5.1.2 จำนวนเชื้อบนผ้ากอซหลังจากอาบรังสี 0.8 Mrad แล้ว

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเชื้อโดยใช้ตัวอย่างผ้ากอซหลังจากอาบรังสี 0.8 Mrad แล้ว 40 ชิ้น และนับจำนวนโคโลนีทั้งหมดในแต่ละตัวอย่างผลดังในตารางที่ 2 พอสรุปได้ดังนี้

จำนวนเชื้อมากสุด (aerobic+anaerobic+mould) 49 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อน้อยสุด (aerobic+anaerobic+mould) 23 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อเฉลี่ย (aerobic+anaerobic+mould) 38.3 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง

จำนวนเชื้อกระจายมากน้อยดังแสดงในตารางที่ 7 พอแยกการกระจายของแต่ละโคโลนีในแบบ aerobic,anaerobic and mould ได้ดังนี้

สำหรับเชื้อพวก aerobic มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 21 - 25 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก anaerobic มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 11 - 15 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก mould มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
Total (aerobic+anaerobic+mould) กระจายมากที่สุดอยู่ในช่วง 36-40 โคโลนี

จะเห็นได้ว่าจำนวนเชื้อมีแนวโน้มลดลงจากที่ยังไม่ได้อาบรังสี ดังจะเห็นได้จากจำนวนเฉลี่ยของเชื้อเดิม 56.1 โคโลนี เหลือ 38.3 โคโลนี พอจะชี้ให้เห็นว่ามีจำนวนโคโลนีลดลงทั้งนี้อาจจะเนื่องจากมีเชื้อที่มีความต้านทานต่อรังสีน้อยอยู่เมื่อถูกรังสีแล้วทำให้เชื้อนั้นตาย ไม่สามารถจะ recover ได้หรืออาจจะเป็นเพราะตัวอย่างที่นำมาอาบรังสีมีจำนวนเริ่มต้นน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้อาบรังสี

5.1.3 จำนวนเชื้อบนผ้ากอซหลังจากอาบรังสี 1.0 Mrad แล้ว

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเชื้อโดยใช้ตัวอย่างผ้ากอซหลังจากอาบรังสี 1.0 Mrad แล้ว 40 ชิ้น และนับจำนวนโคโลนีทั้งหมดในแต่ละตัวอย่างผลดังในตารางที่ 3 พอสรุปได้ดังนี้

จำนวนเชื้อมากสุด (aerobic+anaerobic+mould) 18 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อน้อยสุด (aerobic+anaerobic+mould) 8 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อเฉลี่ย (aerobic+anaerobic+mould) 12.2 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง

จำนวนเชื้อกระจายมากน้อยดังแสดงในตารางที่ 8 พอแยกการกระจายของแต่ละโคโลนีในแบบ aerobic, anaerobic and mould ได้ดังนี้

สำหรับเชื้อพวก aerobic มีการกระจายมากสุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก anaerobic มีการกระจายมากสุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก mould มีการกระจายมากสุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
Total (aerobic+anaerobic+mould) กระจายมากสุดในช่วง 11-15 โคโลนี

จะเห็นได้ว่าเชื้อมีแนวโน้มลดลงจากจำนวนเชื้อที่ยังไม่ได้อาบรังสีอย่างเห็นได้ชัด คือ จากจำนวนโคโลนีเฉลี่ย 56.1 เหลือ 12.2 โคโลนี และการกระจายก็ลดลงอยู่ในช่วงต่ำ คือ เดิมอยู่ในช่วง 36-40 (Total) เหลืออยู่ในช่วง 11-15 โคโลนี (Total) พอจะชี้ให้เห็นได้ว่ารังสีประมาณ 1.0 Mrad มีผลต่อเชื้อที่ contaminate บนผ้ากอซบ้างในเหตุผลที่ว่า มีเชื้อที่มีความต้านทานต่อรังสีน้อยอยู่ เมื่อถูกรังสีปริมาณ 1.0 Mrad ทำให้มันตายไปไม่สามารถจะ recover ได้โดยวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อที่ใช้ทดลองนี้ได้ และก็อาจจะสาเหตุที่ว่า ตัวอย่างที่นำมาทดลองนั้นไม่ใช่ตัวอย่างชิ้นเดียวกันจึงทำให้มีจำนวนเริ่มต้นไม่เท่ากัน เมื่อใช้ตัวอย่างที่มีจำนวนเริ่มต้นน้อยกว่าเมื่ออาบรังสี ผลนับจำนวนจึงได้จำนวนน้อยกว่าเริ่มต้นก็เป็นได้

5.1.4 จำนวนเชื้อบนผ้ากอซตัวอย่างหลังจากอาบรังสี 1.2 Mrad แล้ว

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเชื้อโดยใช้ตัวอย่างผ้ากอซที่อาบรังสีแล้ว 1.2 Mrad จำนวน 40 ชิ้น และนับจำนวนโคโลนีทั้งหมดในแต่ละตัวอย่าง ผลดังในตารางที่ 4 พอจะสรุปได้ดังนี้

จำนวนเชื้อมากที่สุด (aerobic+anaerobic+mould) 22 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อน้อยที่สุด (aerobic+anaerobic+mould) 9 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อเฉลี่ย (aerobic+anaerobic+mould)15.4 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง

จำนวนเชื้อกระจายมากน้อยดังแสดงในตารางที่ 9 พอจะแยกการกระจายของแต่ละโคโลนีในแบบ aerobic, anaerobic and mould ได้ดังนี้

สำหรับเชื้อพวก aerobic มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 6 - 10 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก anaerobic มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก mould มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
Total (aerobic+anaerobic+mould) กระจายมากสุดอยู่ในช่วง 16-20 โคโลนี

จากจำนวนเชื้อเฉลี่ยหลังจากอาบรังสี 1.2 Mrad แล้วเท่ากับ 15.4 โคโลนีต่อหนึ่งตัวอย่าง แต่หลังจากอาบรังสี 1.0 Mrad เหลือเท่ากับ 12.2 โคโลนีต่อหนึ่งตัวอย่าง ตามทฤษฎีปริมาณรังสีสูงควรจะพบเชื้อมีจำนวนน้อยกว่าปริมาณรังสีต่ำ จากการทดลองนี้ไม่เป็นตามนั้น แสดงว่าความไม่สม่ำเสมอของการกระจายของเชื้อในแต่ละตัวอย่างมีจริง แต่การที่จำนวนเชื้อที่ปริมาณรังสี 1.2 Mrad มีมากกว่าปริมาณรังสี 1.0 Mrad นั้นเราจะสรุปว่าที่ปริมาณรังสี 1.2 Mrad ทำลายเชื้อได้น้อยกว่าปริมาณรังสี 1.0 Mrad ยังไม่ได้ เราจะต้องดูผลที่หลาย ๆ ปริมาณรังสีก่อนจึงจะสรุปได้ ซึ่งจะกล่าวในตอนสรุปผลอีกครั้งหนึ่ง

5.1.5 จำนวนเชื้อบนผ้ากอซหลังจากอาบรังสี 1.4 Mrad แล้ว

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเชื้อโดยใช้ตัวอย่างผ้ากอซที่อาบรังสี 1.4 Mrad แล้ว จำนวน 40 ชิ้น และนับจำนวนโคโลนีทั้งหมดในแต่ละตัวอย่าง ผลดังในตารางที่ 5 พอจะสรุปได้ดังนี้

จำนวนเชื้อมากที่สุด (aerobic+anaerobic+mould) 15 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อน้อยที่สุด (aerobic+anaerobic+mould) 4 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง
จำนวนเชื้อเฉลี่ย (aerobic+anaerobic+mould) 9.2 โคโลนี ต่อหนึ่งตัวอย่าง

จำนวนเชื้อกระจายมากน้อยดังแสดงในตารางที่ 10 พอแยกการกระจายของแต่ละโคโลนีแบบ aerobic, anaerobic and mould ได้ดังนี้

สำหรับเชื้อพวก aerobic มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก anaerobic มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
สำหรับเชื้อพวก mould มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 1 - 5 โคโลนี
Total (aerobic+anaerobic+mould) มีการกระจายมากที่สุดในช่วง 6-10 โคโลนี

จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้รังสีเพิ่มมากขึ้น จำนวนเชื้อลดลงเรื่อย ๆ จากจำนวนเฉลี่ยของตัวอย่างที่ไม่อาบรังสี 56.1 เหลือเพียง 9.3 โคโลนี แสดงว่ามีเชื้อที่มีความต้านทานน้อยถูกทำลายด้วยรังสีปริมาณ 1.4 Mrad ไปบ้าง จึงทำให้จำนวนเชื้อลดลง เป็นตัวชี้ให้เห็นได้ว่าเชื้อที่มีความต้านทานน้อยถูกทำลายไป ทำให้ recover ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงที่ทดลองครั้งนี้ไม่ได้

5.1.6 จำนวนเชื้อบนผ้ากอซหลังจากอาบรังสี 1.6 Mrad แล้ว

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเชื้อโดยใช้ตัวอย่างผ้ากอซที่อาบรังสี 1.6 Mrad แล้ว จำนวน 40 ชิ้น และนับจำนวนโคโลนีทั้งหมดในแต่ละตัวอย่าง ผลพอจะสรุปได้ดังนี้ ไม่มีเชื้อ (aerobic, anaerobic and mould) เจริญเลยทั้ง 40 ตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าปริมาณรังสีขนาด 1.6 Mrad สามารถทำลายเชื้อบนผ้ากอซ

ตัวอย่าง 40 ชิ้นได้จนไม่สามารถจะ recover เชื้อได้จากวิธีการเพาะเลี้ยงที่ใช้ในการทดลองนี้ได้

5.1.7 จำนวนเชื้อบนผ้ากอซหลังจากอาบรังสี 2.5 Mrad แล้ว

จากการทดลองเพาะเลี้ยงเชื้อโดยใช้ตัวอย่างผ้ากอซที่อาบรังสี 2.5 Mrad แล้ว จำนวน 40 ชิ้น และนับจำนวนโคโลนีทั้งหมดในแต่ละตัวอย่าง ผลพอจะสรุปได้ดังนี้ ไม่มีเชื้อ (aerobic, anaerobic and mould) เจริญเลยทั้ง 40 ตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าปริมาณรังสีขนาด 2.5 Mrad สามารถทำลายเชื้อบนผ้ากอซตัวอย่าง 40 ชิ้น ได้จนไม่สามารถจะ recover เชื้อได้จากวิธีการเพาะเลี้ยงที่ใช้ในการทดลองนี้ได้ การอาบรังสีที่ sterilizing dcse (2.5 Mrad) นี้ กำหนดขึ้นเพื่อศึกษา co· tamination อันอาจจะมีเนื่องจากเทคนิคและวิธีการทดลองครั้งนี้ ถ้าอาบรังสีที่ 2.5 Mrad แล้วยังสามารถ recover เชื้อได้ ก็อาจจะเป็นไปได้ว่าเชื้อเหล่านั้นมาจากเทคนิคในการทดลองไม่ดีนี้ที่ปริมาณรังสี 2.5 Mrad ไม่สามารถ recover เชื้อได้แสดงว่าจากเทคนิคที่ใช้ในการทดลองการ contaminate ขณะทดลองไม่มี คือ เท่ากับ 0 (ศูนย์)

5.1.8 ตารางเปรียบเทียบเพื่อแสดงว่าจำนวนเชื้อถูกทำลายและลดลงตามปริมาณรังสีที่ใช้

จากตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าในปริมาณรังสีต่าง ๆ จำนวนเชื้อเฉลี่ยต่อหนึ่งตัวอย่างลดหลั่นกันดังนี้

ผ้ากอซตัวอย่างที่ไม่ได้อาบรังสีมีจำนวนเชื้อเฉลี่ย 56.1 โคโลนีต่อหนึ่งตัวอย่าง
ผ้ากอซตัวอย่างอาบรังสี 0.8 Mrad เหลือจำนวนเฉลี่ย 38.3 โคโลนีต่อหนึ่งตัวอย่าง
ผ้ากอซตัวอย่างอาบรังสี 1.0 Mrad เหลือจำนวนเฉลี่ย 12.2 โคโลนีต่อหนึ่งตัวอย่าง
ผ้ากอซตัวอย่างอาบรังสี 1.2 Mrad เหลือจำนวนเฉลี่ย 15.4 โคโลนีต่อหนึ่งตัวอย่าง
ผ้ากอซตัวอย่างอาบรังสี 1.4 Mrad เหลือจำนวนเฉลี่ย 9.3 โคโลนีต่อหนึ่งตัวอย่าง
ผ้ากอซตัวอย่างอาบรังสี 1.6 Mrad ไม่พบเชื้อเลย
ผ้ากอซตัวอย่างอาบรังสี 2.5 Mrad ไม่พบเชื้อเลย

จะเห็นได้ว่า จำนวนเชื้อมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีมากขึ้น เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนเชื้อเทียบกับที่ยังไม่ได้อาบรังสีได้ผลดังนี้

| | |
|---|---|
| เปอร์เซ็นต์ของเชื้อที่ยังไม่ได้อาบรังสี | 100 % |
| เปอร์เซ็นต์ของเชื้อหลังจากอาบรังสี 0.8 Mrad | 68.3 % |
| เปอร์เซ็นต์ของเชื้อหลังจากอาบรังสี 1.0 Mrad | 21.7 % |
| เปอร์เซ็นต์ของเชื้อหลังจากอาบรังสี 1.2 Mrad | 27.4 % |
| เปอร์เซ็นต์ของเชื้อหลังจากอาบรังสี 1.4 Mrad | 16.6 % |
| เปอร์เซ็นต์ของเชื้อหลังจากอาบรังสี 1.6 Mrad | 0 % |
| เปอร์เซ็นต์ของเชื้อหลังจากอาบรังสี 2.5 Mrad | 0 % |

เป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์จำนวนเชื้อจะลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การทำลายเชื้อได้ดังนี้

| | |
|---|---|
| ยังไม่ได้อาบรังสี เปอร์เซ็นต์การถูกทำลาย เป็น | 0 % |
| อาบรังสีแล้ว 0.8 Mrad เปอร์เซ็นต์การถูกทำลาย เป็น | 31.7 % |
| อาบรังสีแล้ว 1.0 Mrad เปอร์เซ็นต์การถูกทำลาย เป็น | 78.3 % |
| อาบรังสีแล้ว 1.2 Mrad เปอร์เซ็นต์การถูกทำลาย เป็น | 72.5 % |
| อาบรังสีแล้ว 1.4 Mrad เปอร์เซ็นต์การถูกทำลาย เป็น | 83.4 % |
| อาบรังสีแล้ว 1.6 Mrad เปอร์เซ็นต์การถูกทำลาย เป็น | 100 % |
| อาบรังสีแล้ว 2.5 Mrad เปอร์เซ็นต์การถูกทำลาย เป็น | 100 % |

จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์การทำลายเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น และต่อความหนาแน่นของเชื้อตามปริมาณรังสีที่ใช้ได้ดังนี้

| | |
|---|---|
| ยังไม่ได้อาบรังสี ความหนาแน่นของเชื้อมีอยู่ในช่วง | 61 - 65 โคโลนี |
| อาบรังสี 0.8 Mrad ความหนาแน่นของเชื้อมีอยู่ในช่วง | 36 - 40 โคโลนี |
| อาบรังสี 1.0 Mrad ความหนาแน่นของเชื้อที่อยู่ในช่วง | 11 - 15 โคโลนี |
| อาบรังสี 1.2 Mrad ความหนาแน่นของเชื้อที่อยู่ในช่วง | 15 - 20 โคโลนี |

| | | |
|---|---|---|
| อาบรังสี 1.4 Mrad | ความหนาแน่นของเชื้อมีอยู่ในช่วง | 6 - 10 โคโลนี |
| อาบรังสี 1.6 Mrad | ความหนาแน่นของเชื้อมีอยู่ในช่วง | 0 โคโลนี |
| อาบรังสี 2.5 Mrad | ความหนาแน่นของเชื้อมีอยู่ในช่วง | 0 โคโลนี |

โดยสรุปแสดงว่า เมื่อใช้ปริมาณรังสีสูงขึ้น จำนวนเชื้อมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น และลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงปริมาณรังสี 1.6 Mrad ก็ไม่สามารถจะ recover เชื้อได้อีกแล้ว พอจะแสดงให้เห็นว่าปริมาณรังสี 1.6 Mrad สามารถทำลายเชื้อบนผ้ากอซตัวอย่างได้หมดจนไม่สามารถจะ recover เชื้อได้อีกแล้ว สำหรับ IAEA ได้แนะนำปริมาณรังสีใช้ในการทำลายเชื้อบนเครื่องมือแพทย์ที่มีเชื้อ contaminate น้อยกว่า $10^3$/item มาก ๆ อาจใช้ปริมาณรังสีน้อยกว่า 2.5 Mrad ได้ แต่เพื่อความปลอดภัย (sefety factor) ควรใช้ปริมาณรังสีเฉลี่ย 2.5 Mrad[1] หรือของประเทศเดนมาร์คใช้เชื้อที่ contaminate ไม่เกิน 50/item ใช้ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 3.5 Mrad หรือเชื้อที่ contaminate ไม่เกิน 500 แต่ไม่ต่ำกว่า 50/item ใช้ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 4.5 Mrad หรือเชื้อที่ contaminate ไม่เกิน 5000 แต่ไม่ต่ำกว่า 500/item ใช้ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 5.0 Mrad[2] เป็นต้น

5.2 ผลการแยกตามชนิดของเชื้อที่พบบนผ้ากอซตัวอย่าง

5.2.1 ชนิดของเชื้อที่พบบนผ้ากอซ

จากการเพาะเลี้ยงเชื้อจากผ้ากอซตัวอย่าง 40 ชิ้น ที่ยังไม่ได้อาบรังสีแล้วดูผลใน 48 ชม. เลือกดู colony ที่แยกออกมาเดี่ยว ๆ มาทำให้เชื้อบริสุทธิ์

---

[1,2] Christensen, E.A., "Hygienic Requirements, Sterility Criteria, and Quality and Sterility Control," Manual on Radiation Sterilization of Medical and Biological Materials, Technical reports series No. 149, IAES, VIENNA, 1973 (131-182).

สังเกตดูลักษณะ colony และการย้อม Gram's reaction กับการทดลองต่าง ๆ ตามตารางที่ 12 ผลพบเชื้อบนผ้ากอซตัวอย่าง 15 ชนิด ดังให้สัญญลักษณ์ของเชื้อที่พบและลักษณะดังต่อไปนี้

| สัญญลักษณ์ | ลักษณะ colony |
|---|---|
| พวก aerobic | |
| A | Yellow, circular, smooth, convex, entire, opalescent |
| B | Orange, circular, smooth, convex, entire, opalescent |
| C | White, circular, smooth, convex, entire, glistening |
| D | Pink, irregular, umbonate, curled, rugose, opaque |
| E | White, irregular, umbonate, curled, rugose, opaque |
| F | White, circular, raised, smooth, translucent |
| G | White gray, filamentous, opaque |
| H | White gray, circular, effuse, smooth, concentric, translucent |
| พวก mould | |
| I | White mould |
| J | White mould with black spore |
| พวก anaerobic | |
| K | White, circular, smooth, convex, entire, opalescent |
| L | White, spindle, growth in agar, dull |
| M | Gray, circular, raised, smooth, dull |
| N | White, umbonate, curled, opaque |
| O | White gray, circular, effuse, entire, concentric, translucent |

ซึ่งแยกได้ดังนี้เป็นเชื้อที่เจริญโดยอาศัยออกซิเจนในการดำรงชีวิต ( aerobic) และเป็น rod shape 8 ชนิด เป็นเชื้อที่เจริญโดยไม่อาศัยออกซิเจนในการดำรงชีวิต ( anaerobic) และเป็น rod shape 5 ชนิด กับเชื้อรา 2 ชนิด

5.2.2 เชื้อที่ทำการทดสอบและพบหลังจากอาบรังสีแล้ว 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 2.5 Mrad

จากตารางที่ 13. โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อและทดสอบดูว่าเป็นเชื้อชนิดเดียวกันหรือไม่ แล้วพบว่า

ปริมาณรังสีขนาด 0.8 Mrad ยังมีเชื้อทั้ง 15 ชนิด ( aerobic bacteria ชนิด rod shape 8 ชนิด, anaerobic bacteria ชนิด rod shape 5 ชนิด และเชื้อรา 2 ชนิด) ที่พบบนผ้ากอซที่ไม่ได้อาบรังสีเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อทุกตัวอย่าง เพียงแต่บางชนิดมีจำนวนแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดดังจะแสดงในตารางต่อไป

ปริมาณรังสีขนาด 1.0 Mrad เหลือเชื้อที่พบหลังจากจะ- เลี้ยงแล้วดังนี้ คือ เชื้อ C, D, F, G, J, L, M และ N เป็น aerobic bacteria 4 ชนิด anaerobic bacteria 3 ชนิด และเชื้อรา 1 ชนิด ในแต่ละเชื้อก็มีจำนวนมากน้อยตามแต่ละชนิดดังจะได้แสดงในตารางต่อไป ส่วนเชื้อ A, B, E, H, I, K และ O นั้น สันนิษฐานว่าถูกรังสีขนาด 1.0 Mrad ทำลายไป

ปริมาณรังสีขนาด 1.2 Mrad เหลือเชื้อที่พบหลังจากเพาะเลี้ยงแล้วดังนี้ คือเชื้อ A, B, C, D, E, F, J, K, L, M, N, O เป็น aerobic bacteria 6 ชนิด anaerobic bacteria 5 ชนิด และเชื้อรา 1 ชนิด ตามแต่ละชนิดดังจะแสดงในตารางต่อไป ส่วนเชื้อ G, H, I, นั้นสันนิษฐานว่าถูกทำลายด้วยรังสีขนาด 1.2 Mrad มีข้อสังเกตุเห็นว่าเชื้อ A, B, E, K และ O เพิ่มขึ้นมาทั้ง ๆ ที่ทั้ง 5 เชื้อนี้ไม่พบในรังสีขนาด 1.0 Mrad ทั้งนี้เป็นเพราะว่าตัวอย่างไม่ได้เก็บมาจากตัวอย่างเดียวกัน ชนิดของเชื้อจึงเท่ากันและเชื้อเริ่มต้นก็อาจจะไม่เท่ากัน และกรณีที่

ไม่พบในรังสีขนาด 1.0 Mrad นั้นเพราะเชื้อที่พบในตัวอย่างที่อาบรังสี 1.0 Mrad นั้น อาจเป็นตัวอย่างที่มีจำนวนเริ่มต้นน้อยดังนั้นเมื่อถูกรังสีขนาด 1.0 Mrad ก็ทำให้จำนวนที่มีหมดไปจึงไม่พบเชื้อหลังจากนำมาเพาะเชื้อดูแล้ว ส่วนที่มาพบในปริมาณรังสี 1.2 Mrad นั้นเพราะเชื้อเริ่มต้นของตัวอย่างมีจำนวนมากเมื่อถูกรังสีขนาด 1.2 Mrad ไม่สามารถทำให้เชื้อนี้ตายได้หมด จึงสังเกตุพบได้หลังจากเลี้ยงเชื้อไว้

ปริมาณรังสีขนาด 1.4 Mrad เหลือเชื้อหลังจากที่เพาะเลี้ยงแล้วดังนี้คือ เชื้อ C, D, F, J, L, M และ N ซึ่ง C, D, F เป็น bacteria rod shape และเป็นชนิด aerobic bacteria J เป็นเชื้อรา กับ L, M, N เป็น bacteria rod shape และเป็นชนิด anaerobic bacteria ในแต่ละเชื้อมีจำนวนมากน้อยตามแต่ชนิดของมันดังจะแสดงในตารางต่อไป ส่วนเชื้ออื่นประเมินว่าถูกทำลายด้วยรังสีปริมาณ 1.4 Mrad จนไม่สามารถจะ recover ได้

ปริมาณรังสีขนาด 1.6 และ 2.5 Mrad หลังจากที่เพาะเลี้ยงเชื้อแล้วไม่พบเชื้อเลยคือ recover ไม่ได้เลยทั้งหมดของปริมาณรังสี 1.6 และ 2.5 Mrad รวม 80 ตัวอย่าง แสดงว่ารังสีขนาด 1.6 Mrad และ 2.5 Mrad ทำลายเชื้อจากตัวอย่างได้ถึงขั้นปลอดภัยจากตัวอย่างที่นำมาทดลอง

จากตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่า ปริมาณรังสี 1.4 Mrad เป็นปริมาณรังสีสูงสุดที่ยังสามารถ recover เชื้อได้คือ C,,D, F, J, L, M และ N ซึ่งเป็น bacteria rod shape aerobic 3 เชื้อ bacteria rod shape anaerobic 3 เชื้อ เป็นเชื้อรา 1 เชื้อ น่าจะเป็นเครื่องชี้ได้ว่าเชื้อทั้ง 7 มีแนวโน้มที่มีความต้านทานต่อรังสีสูง ซึ่งจะสรุปว่า เชื้อทั้ง 7 มีความต้านทานรังสีสูงได้นั้น ต้องนำเชื้อทั้ง 7 มาทำเป็นเชื้อบริสุทธิ์จริง ๆ แล้ววัดค่าความต้านทานแต่ละเชื้อ โดยหาจาก D-value ซึ่งเป็นหน่วยวัดความต้านทานของเชื้อ แต่ขณะนี้ไม่สามารถจะสรุปได้ว่าเชื้อทั้ง 7 ชนิดมีความต้านทานต่อรังสีสูง เพราะว่าเชื้อที่พบที่ 0, 0.8, 1.0, 1.2 และ 1.4 Mrad นั้น

เป็นเชื้อที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันอาจเป็นไปได้ว่ามีความไม่สม่ำเสมอของการกระจายของชนิดของเชื้อในตัวอย่างต่าง ๆ ที่มาทดลองก็ได้ หรืออาจเป็นเพราะเชื้อมีปริมาณต่าง ๆ กันก็ได้ ซึ่งตัวอย่างที่นำมาไม่ได้ใช้ตัวอย่างชิ้นเดียวกัน

5.2.3 เปอร์เซ็นต์การทำลายเชื้อแยกตามเชื้อที่พบบนผ้ากอซตัวอย่างตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อทั้งแบบ aerobic, anaerobic และ mould แล้วนำมาทำ pureculture ทดสอบทาง Gram's reaction, morphology, fermentation and biochemistry แล้วเป็นชนิดเดียวกัน แยกได้ 15 ชนิดโดยให้สัญญลักษณ์เป็น A ถึง O เมื่อนำมาอาบรังสี 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 2.5 Mrad แล้วก็นำไปทดสอบแบบเดียวกัน พบว่ามีเชื้อถูกทำลายไปดังในตารางที่ 14

ก. เมื่ออาบรังสีแล้ว 0.8 Mrad

จะเห็นได้ว่าเชื้อ G, D, J, K, L, M, N, O ซึ่งมีความต้านทานต่อรังสีขนาด 0.8 Mrad ได้ดีเพราะการเลี้ยงเชื้อยังมีเจริญหมดทุกตัวอย่างแสดงว่ารังสีขนาด 0.8 Mrad ไม่สามารถทำลายเชื้อพวกนี้ได้

เชื้อ B, F, I มีความต้านทานพอสมควรดังจะเห็นได้จากการที่มีเชื้อเจริญอยู่พอสมควรแสดงว่ารังสีขนาด 0.8 Mrad ทำลายเชื้อ B, F, I ได้แต่ไม่ได้ถึงขั้นปลอดภัย เพราะยังสามารถเพาะเลี้ยงเชื้อพบได้

ข. เมื่ออาบรังสีแล้ว 1.0 Mrad

จะเห็นได้ว่าเชื้อ C, D, J, M มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.0 Mrad เพราะการเลี้ยงมีการเจริญเติบโตทุกตัวอย่างแสดงว่า รังสีขนาด 1.0 Mrad ไม่สามารถทำลายเชื้อ C, D, J และ M ได้

เชื้อ F, G, L, N มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.0 Mrad พอสมควร ดังจะเห็นได้จากจำนวนเชื้อที่ grow บนอาหารเลี้ยงเชื้อมีบ้างเป็นตัวอย่างบางตัวอย่าง

ก็ไม่มี grow และแสดงว่ารังสีขนาด 1.0 Mrad ทำลายเชื้อนี้ไปได้บ้าง แต่ยังไม่ถึงขั้นปลอดภัย

ส่วนเชื้ออื่น ๆ รังสี 1.0 Mrad ทำลายได้ดีสังเกตุได้จากการเจริญของเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อไม่มีเจริญเลยทุกตัวอย่างที่ทดลอง แสดงว่ารังสีขนาด 1.0 Mrad ทำลายเชื้อได้ จนไม่สามารถจะเพาะเลี้ยงเชื้อพบได้

ก. เมื่ออาบรังสีขนาด 1.2 Mrad

จะเห็นได้ว่าเชื้อ C, D, J มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.2 Mrad ได้ เพราะการทดลองเลี้ยงเชื้อยังมีการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อทุกตัวอย่าง

เชื้อ F, M มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.2 Mrad พอควรเพราะการทดลองเลี้ยงเชื้อมีการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อหลายตัวอย่าง ส่วนที่ถูกทำลายไปแล้วไม่เจริญบนอาหารทดลองนั้นมีเปอร์เซ็นต์น้อย แสดงว่ารังสีขนาด 1.2 Mrad ทำลายเชื้อ F, M ได้บ้างเล็กน้อย

เชื้อ A, B, E, K, L, N, O มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.2 Mrad ได้น้อยกว่า F, M เพราะจากการทดลองเลี้ยงเชื้อดูแล้วมีการเจริญครึ่งต่อครึ่งจากตัวอย่างทดลอง 40 ตัวอย่าง แสดงว่ารังสีขนาด 1.2 Mrad ทำลายเชื้อพวกนี้ได้ประมาณ 50 % ยังไม่ถือว่าทำลายอยู่ในขั้นปลอดภัย เพราะยังสามารถ recover เชื้อได้อยู่

เชื้อ G, H, I ไม่มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.2 Mrad เลย ดูได้จากการทดลองเลี้ยงเชื้อจากตัวอย่างทั้งหมด 40 ตัวอย่างไม่มีการเจริญเลย ถือว่ารังสีขนาด 1.2 Mrad ทำลายเชื้อทั้งสามจนไม่สามารถจะ recover เชื้อทั้งสามได้ด้วยวิธีทดลองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

ง. เมื่ออาบรังสีขนาด 1.4 Mrad

เชื้อ C, J, M มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.4 Mrad มาก สังเกตได้จากการทดลองเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 40 ตัวอย่างมีการเจริญของเชื้อนี้หมดทุกตัวอย่าง แสดงว่ารังสีขนาด 1.4 Mrad ไม่สามารถทำลายเชื้อพวกนี้ได้

เชื้อ D มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.4 Mrad ได้ดีแต่ยังมีบางส่วนถูกทำลายไป สังเกตุจากการทดลองเลี้ยงเชื้อ 40 ตัวอย่างมีที่ไม่เจริญเพียง 6 ตัวอย่างเท่านั้น แสดงว่ารังสีขนาด 1.4 Mrad ทำลายเชื้อ D ได้บ้าง

เชื้อ F, L, N มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.4 Mrad บ้าง โดยสังเกตุจากการทดลองเลี้ยงเชื้อดู 40 ตัวอย่าง มีเจริญบ้างเป็นบางตัวอย่าง แสดงว่ารังสีขนาด 1.4 Mrad ทำลายเชื้อทั้งสามนี้ได้บ้างเป็นบางส่วน

เชื้อ A, B, F, G, H, I, K, O ไม่มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.4 Mrad เลย สังเกตุจากการทดลองเลี้ยงเชื้อ 40 ตัวอย่าง ไม่มีเชื้อเหล่านี้เจริญเลยทุกตัวอย่าง แสดงว่ารังสีขนาด 1.4 Mrad ทำลายเชื้อพวกนี้จากตัวอย่างที่ทดลองไม่สามารถจะ recover เชื้อได้โดยวิธีที่ทดลองเพาะเลี้ยงนี้ได้

จ. เมื่ออาบรังสีขนาด 1.6 Mrad

ทุกเชื้อที่พบ 15 ชนิด ไม่มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 1.6 Mrad เลย สังเกตุจากการทดลองเลี้ยงเชื้อ 40 ตัวอย่าง ไม่มีเชื้อทั้ง 15 ชนิดเจริญเลยทุกตัวอย่าง แสดงว่ารังสีขนาด 1.6 Mrad ทำลายเชื้อจากตัวอย่างการทดลองนี้ 40 ตัวอย่างจนไม่สามารถเพาะเลี้ยงเชื้อได้จากวิธีทดลองนี้ได้

ฉ. เมื่ออาบรังสีขนาด 2.5 Mrad

เชื้อที่พบหมดทั้ง 15 เชื้อ ไม่มีความต้านทานต่อรังสีขนาด 2.5 Mrad เลย สังเกตุจากการทดลองเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 40 ตัวอย่าง ปรากฏว่าไม่มีเชื้อเจริญเลย

ทุกตัวอย่าง แสดงว่ารังสีขนาด 2.5 Mrad ทำลายเชื้อจากตัวอย่างที่ทดลอง 40 ตัวอย่าง จนไม่สามารถจะเพาะเลี้ยงเชื้อได้จากวิธีทดลองนี้ได้

5.2.4 เปอร์เซ็นต์การทำลายเชื้อแยกตาม morphology บนผ้ากอซตัวอย่าง

ก. เปอร์เซ็นต์เชื้อที่พบบนผ้ากอซแยกตาม morphology (ยังไม่ได้อาบรังสี)

จากตารางที่ 15 โดยการแยกเชื้อตามแบบ Gram's reaction และการทดลองทาง fermentation กับ biochemical แล้วเป็นชนิดเดียวกัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้

พวก Gram positive rod aerobic มีจำนวน 37% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 2244 ตัว
พวก Gram negative rod aerobic มีจำนวน 29% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 2244 ตัว
พวก Gram positive rod anaerobic มีจำนวน 12% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 2244 ตัว
พวก Gram negative rod anaerobic มีจำนวน 16% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 2244 ตัว
พวก Mould มีจำนวน 6% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 2244 ตัว

ข. เปอร์เซ็นต์เชื้อที่พบบนผ้ากอซตัวอย่างหลังจากอาบรังสีแล้ว 0.8 Mrad ทาง fermentation กับ biochemical แล้วปรากฏว่าเป็นเชื้อเดียวกัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้

พวก Gram positive rod aerobic มีจำนวน 28% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 1529 ตัว
พวก Gram negative rod aerobic มีจำนวน 33.5% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 1529 ตัว
พวก Gram positive rod anaerobic มีจำนวน 13% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 1529 ตัว
พวก Gram negative rod anaerobic มีจำนวน 16% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 1529 ตัว
พวก Mould มีจำนวน 9.5% จากจำนวนเชื้อทั้งสิ้น 1529 ตัว

ค. เปอร์เซ็นต์เชื้อที่พบบนผ้ากอซตัวอย่างหลังจากอาบรังสีแล้ว

1.0 Mrad

จากตารางที่ 15 โดยการแยกเชื้อตามแบบ Gram's reaction และการทดลองทาง fermentation กับ biochemical แล้วปรากฏว่าเป็นเชื้อชนิดเดียวกัน และเหลือเป็นเปอร์เซ็นต์ดังนี้

พวก Gram positive rod aerobic มีจำนวน 27.4% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 488 ตัว
พวก Gram negative rod aerobic มีจำนวน 18.7% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 488 ตัว
พวก Gram positive rod anaerobic มีจำนวน 23.2% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 488 ตัว
พวก Gram negative rod anaerobic มีจำนวน 18.2% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 488 ตัว
พวก Mould มีจำนวน 12.5% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 488 ตัว

ง. เปอร์เซ็นต์เชื้อที่พบบนผ้ากอซตัวอย่างหลังจากอาบรังสีแล้ว

1.2 Mrad

จากตารางที่ 15 โดยการแยกเชื้อตามแบบ Gram's reaction และการทดลองทาง fermentation กับ biochemical แล้วปรากฏว่าเป็นเชื้อชนิดเดียวกัน และเหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดังนี้

พวก Gram positive rod aerobic มีจำนวน 37.5% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 615 ตัว
พวก Gram negative rod aerobic มีจำนวน 19.2% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 615 ตัว
พวก Gram positive rod anaerobic มีจำนวน 21.6% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 615 ตัว
พวก Gram negative rod anaerobic มีจำนวน 12.5% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 615 ตัว
พวก Mould มีจำนวน 9.2% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 615 ตัว

จ. เปอร์เซ็นต์เชื้อที่พบบนผ้ากอซตัวอย่างหลังจากอาบรังสีแล้ว 1.4 Mrad

จากตารางที่ 15 โดยการแยกเชื้อตามแบบ Gram's reaction และการทดลองทาง fermentation กับ biochemical แล้วปรากฏว่าเป็นเชื้อชนิดเดียวกัน และเหลือเป็นเปอร์เซ็นต์ดังนี้

พวก Gram positive rod aerobic มีจำนวน 33.2% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 368 ตัว
พวก Gram negative rod aerobic มีจำนวน 15.2% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 368 ตัว
พวก Gram positive rod anaerobic มีจำนวน 20.7% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 368 ตัว
พวก Gram negative rod anaerobic มีจำนวน 17.3% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 368 ตัว
พวก Mould มีจำนวน 13.6% จากจำนวนเชื้อทั้งหมด 368 ตัว

จากตัวเลขข้อ ข., ค., ง. และ จ.

จะเห็นได้ว่าจำนวนเชื้อเริ่มต้นมีจำนวนเชื้อพวก Gram positive rod aerobic, Gram negative rod aerobic และ Gram negative rod anaerobic อยู่จำนวนมากกว่าชนิดอื่น เมื่ออาบรังสีปริมาณ 0.8, 1.0, 1.2 และ 1.4 Mrad แล้วจำนวนเชื้อก็จะลดน้อยลงเหลือเป็นบางชนิดซึ่งมีความต้านทานต่อรังสีสูงและมีจำนวนมากเหลืออยู่ ซึ่งในปริมาณรังสีสุดท้ายที่ยังสามารถ recover เชื้อได้ที่ 1.4 Mrad มีเชื้อพวก Gram positive rod aerobic กับ Gram positive rod anaerobic เหลือเป็นจำนวนมากกว่าชนิดอื่น มีข้อสังเกตุว่า จำนวนเชื้อเริ่มต้น Gram positive rod anaerobic มีน้อยกว่า Gram negative rod anaerobic พออาบแล้ว Gram positive rod กลับเหลือเป็นจำนวนมากกว่า ก็ด้วยสาเหตุที่ว่าตัวอย่างกา. ทดลองไม่ได้มาจากชิ้นเดียวกันซึ่งได้จำนวนเชื้อและชนิดที่ไม่เหมือนกัน และในตารางที่ 13 เห็นได้ว่ามีเชื้อ D ซึ่งเป็น Gram positive rod aerobic และเชื้อ L, M, N ซึ่งเป็น Gram positive rod anaerobic เป็นเชื้อที่มีความต้านทานต่อรังสีสูงที่ยัง recover ได้ในการทดลองนี้จึงทำให้เชื้อทั้งสองพวกนี้มีจำนวนเหลืออยู่มาก

ฉ. เปอร์เซ็นต์เชื้อที่พบบนผ้ากอซตัวอย่างหลังจากอาบรังสีแล้ว 1.6 Mrad

จากตารางที่ 15 ไม่มีเชื้อเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อเลย แสดงว่ารังสีปริมาณ 1.6 Mrad มีแนวโน้มที่จะทำลายเชื้อบนผ้ากอซตัวอย่างได้หมดจากตัวอย่างที่นำมาทดลองนี้ สังเกตุจากการที่ไม่สามารถ recover เชื้อได้โดยวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อจากการทดลองนี้ได้

ช. เปอร์เซ็นต์เชื้อที่พบบนผ้ากอซตัวอย่างหลังจากอาบรังสีแล้ว 2.5 Mrad

จากตารางที่ 15 ไม่มีเชื้อเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อเลย แสดงว่ารังสีปริมาณ 2.5 Mrad มีแนวโน้มที่จะทำลายเชื้อบนผ้ากอซตัวอย่างได้หมดจากตัวอย่างที่นำมาทดลองนี้ สังเกตุจากการที่ไม่สามารถ recover เชื้อได้โดยวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อจากการทดลองนี้ได้

จากตารางที่ 14, 15 เป็นการแสดงถึงชนิดของเชื้อที่เหลืออยู่ภายหลังจากอาบรังสีปริมาณรังสีต่าง ๆ ไม่ได้ลดลงเป็นแบบแผน ( pattern) แสดงว่า

ก. ไม่สามารถแยกกลุ่มของเชื้อ bacteria และรา ออกโดยใช้ความต้านทานทางรังสีได้

ข. ทั้งเชื้อ bacteria และเชื้อราที่เหลืออยู่ภายหลังจากอาบรังสี ความต้านทานต่อรังสีเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ไม่มีเชื้อใดมีความต้านทานต่อรังสีสูงผิดปกติ

ค. ใน pre-sterilization contamination(ก่อนอาบรังสี) มีเชื้อต่าง ๆ ในแต่ละตัวอย่างแตกต่างกันไป ทั้งชนิดและจำนวน กล่าวคือ ชนิดของเชื้อที่พบในแต่ละตัวอย่างไม่มีเป็นชนิดที่เหมือน ๆ กันคงที่ตลอดทุกตัวอย่าง และจำนวนเชื้อที่ recover ได้จากแต่ละตัวอย่างมีจำนวนไม่เท่ากันทุกตัวอย่าง

5.3 แสดงการทำลายเชื้อบนผ้ากอซตัวอย่างตามปริมาณรังสีที่อาบด้วยกราฟ

จากตารางที่ 16 โดยถือค่าเฉลี่ยของเชื้อต่อหนึ่งตัวอย่างของเชื้อที่ได้ก่อนและหลังอาบรังสีเป็น mean ($\bar{X}$) นำมาหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ทุกปริมาณรังสีที่ใช้อาบ แล้วนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานนี้ไปหา range ของแต่ละปริมาณรังสีต่อไป ได้เป็น range ของแต่ละปริมาณรังสีนั้น แล้วนำมาเขียนกราฟ โดยใช้ range ของแต่ละปริมาณรังสีนั้นอยู่บนแกน Y และปริมาณรังสีบนแกน X ผลดังในกราฟที่ 1

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ปริมาณรังสีสูงขึ้น การทำลายเชื้อด้วยรังสีจะมากขึ้น จนถึงปริมาณรังสี 1.4 Mrad เส้น cuver จะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึง 0 (ศูนย์) ไม่สามารถ recover เชื้อได้ที่ปริมาณรังสี 1.6 Mrad แสดงว่าการทำลายเชื้อบนผ้ากอซนี้เมื่อใช้ปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นจำนวนเชื้อก็จะลดน้อยลงเป็นลำดับ และได้ผลที่ปริมาณรังสี 1.6 Mrad ไม่สามารถจะ recover เชื้อได้อีก

5.4 สรุปผลการทดลองกับตัวอย่างผ้ากอซ

5.4.1 ปริมาณรังสี 1.6 Mrad ไม่สามารถ recover เชื้อได้ แสดงว่าจาก limit ของการทดลองนี้ ปริมาณรังสี 1.6 Mrad สามารถทำลายเชื้อบนผ้ากอซตัวอย่างที่นำมาทดลองนี้ 280 ตัวอย่างได้หมด

ในต่างประเทศที่ได้มีการทดลองค้นคว้าเป็นมาตรฐานในการทำลายเชื้อ คือ ปริมาณรังสี 2.5 Mrad ทำลายเชื้อถึงขั้นปลอดภัยโดยมีข้อเสนอแนะโดย Ethicon ของประเทศสหรัฐอเมริกา ถ้าเชื้อที่ contaminate มีน้อยกว่า $10^3$/item

---

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

มาก การใช้ปริมาณรังสีทำลายเชื้ออาจจะใช้น้อยกว่า 2.5 Mrad ได้ แต่เพื่อความปลอดภัยควรใช้ปริมาณรังสีโดยเฉลี่ย 2.5 Mrad ทำลายเชื้อ

ที่ประเทศเดนมาร์กโดย National Health Service of Denmark ได้สรุปผลการทำลายเชื้อเทียบกับ initial count และ standard curve ของเชื้อ streptococcus faecium $A_2$ 1 ได้ผลดังนี้ ถ้าเชื้อ contaminate ไม่เกิน 50 ต่อ item ใช้ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 3.5 Mrad หรือเชื้อที่ contaminate ไม่เกิน 500 และไม่ต่ำกว่า 50 ต่อ item ใช้ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 4.5 Mrad หรือเชื้อที่ contaminate ไม่เกิน 5000 และไม่ต่ำกว่า 500 ต่อ item ใช้ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 5.0 Mrad เป็นต้น

การทดลองครั้งนี้มีแนวโน้มว่า จะใช้ปริมาณรังสี ( Sterilising dose) 2.5 Mrad ของสหรัฐอเมริกาได้ไม่มีปัญหา แต่ก็อาจจะใช้ปริมาณรังสีที่ไม่ต่ำกว่า 1.6 Mrad ทำลายเชื้อกับตัวอย่างที่มี contaminate ไม่เกิน 100 ต่อตัวอย่าง กับตัวอย่าง 280 ตัวอย่างได้โดยควบคุมการผลิตและวัตถุดิบให้มี hygirne ที่ดีและความสอาดให้ได้มาตรฐานของตัวอย่างในการทดลอง

5.4.2 เชื้อที่พบภายหลังจากอาบรังสีแล้ว กับที่ยังไม่ได้อาบรังสีเป็นเชื้อคล้าย ๆ กัน มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เท่าที่พบน่าจะนำมาวัดหาความต้านทานต่อรังสีด้วยวิธีที่ละเอียดกว่าการทดลองนี้ คือ เชื้อ C, D, F ในจำพวก aerobic bacteria J ในจำพวกเชื้อรา และ L, M, N ในจำพวก anaerobic bacteria เพื่อให้ทราบค่าที่แน่นอนว่ามีความต้านทานต่อรังสีสูงผิดปกติจาก reference ทาง Radio-Sterilization คือเชื้อ Bacillus pumilus E 601 กับ Streptococcus faecium $A_2$ 1 หรือไม่

5.4.3 เชื้อที่พบเป็น bacteria เป็นส่วนใหญ่และเป็นชนิด rod shape และมีทั้ง Gram's positive and negative และเชื้อรา 1 เชื้อ ทั้ง ๆ ที่ควรจะพบ

เชื้อรามากกว่า และ bacteria ที่พบควรจะเป็นชนิด bacillus Gram positive ทั้งนี้เพราะการผลิตมี hygiene ที่ดีและทำในห้อง aseptic ทำให้เชื้อที่ contaminate จากอากาศมีโอกาสน้อย ทำให้ไม่พบเชื้อที่ควรจะพบ

5.4.4 จากการทดลองได้ผลที่ 1.6 Mrad ก็สามารถทำลายเชื้อจากตัวอย่างทดลองได้หมดทั้ง 280 ตัวอย่างที่ยกมา แสดงว่าปริมาณรังสี 1.6 Mrad นี้เพียงพอที่จะทำลายเชื้อที่ contaminate ในตัวอย่างที่นำมานี้ได้ แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าถือ 1.6 Mrad เป็น Sterilizing dose ได้ เพราะการกำหนด sterilizing dose นั้น ควรให้มีความปลอดภัยอย่างเพียงพอ เผื่อไว้สำหรับในกรณีที่มี contaminate ในตัวอย่างที่นำมา หรือเผื่อไว้สำหรับกรณีที่ทำการทดลองมากตัวอย่างกว่า 280 ตัวอย่าง ซึ่งอาจจะพบ contamination pattern ต่างออกไปจากการทดลองครั้งนี้ ทั้งจำนวนและชนิด ปริมาณรังสีที่ได้ 1.6 Mrad นี้อาจจะไม่พอทำลายเชื้อกับตัวอย่างที่มากกว่าได้ จากการทดลองครั้งนี้พอจะสรุปได้ว่า การทำลายเชื้อจากผ้ากอซและสำลีควรจะใช้รังสีไม่ต่ำกว่า 1.6 Mrad แต่ส่วนที่จะเป็นเท่าไรนั้นยังต้องศึกษาอีก

5.4.5 ผลกับที่องค์การเภสัชกรรมในด้านเวลาและความปลอดภัยแล้ว ใช้รังสีจะรวดเร็วและปลอดภัยกว่า กล่าวคือการใช้หม้อนึ่งทำลายเชื้อตามวิธีขององค์การเภสัชกรรมนั้นต้องเสียเวลามาก คือต้องนำผ้ากอซเข้านึ่งทำลายเชื้อแล้วยังต้องนำมาอบให้แห้งอีก แล้วจึงนำมาบรรจุอีกครั้งหนึ่งซึ่งทำให้เสียเวลามาก และมีโอกาส contaminate ได้ในขณะที่บรรจุ ส่วนการอาบรังสีนั้นรวดเร็วและปลอดภัยกว่า กล่าวคือใช้เวลาประมาณ 7-8 ชั่วโมง ทำครั้งเดียวคือนำผ้ากอซมาบรรจุแล้วนำไปอาบรังสีตาม sterilizing dose พอครบ dose ก็นำออกมาใช้ได้เลย ไม่ต้องนำมาบรรจุอีก ซึ่งรวดเร็วและปลอดภัยกว่าวิธีทำลายเชื้อด้วยหม้อนึ่ง

## 5.5 ข้อเสนอแนะ

เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ผู้เขียนขอให้พึงสังเกตข้อบกพร่องในการทดลองดังต่อไปนี้

5.5.1 การศึกษาจำนวนและชนิดเริ่มต้น ( initial count) จำนวนและชนิดเริ่มต้นมีความสำคัญมากในการทำลายเชื้อ คือถ้าจำนวนเริ่มต้นมีจำนวนมากและชนิดมีความต้านทนต่อรังสีสูงก็จะต้องใช้ปริมาณรังสีในการทำลายสูง ในทางกลับกัน ถ้าจำนวนเริ่มต้นมีจำนวนน้อยและมีชนิดของเชื้อที่มีความต้านทนต่อรังสีน้อยก็ใช้ปริมาณรังสีในการทำลายน้อยลงไปด้วย ดังนั้น ควรจะศึกษาข้อมูลจากตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะเป็นตัวแทน ( represent) ของจำนวนเชื้อที่ contaminate บนตัวอย่างทั้งหมด สภาวะแวดล้อมก็มีความสำคัญมากอีกสาเหตุหนึ่งที่จะทำให้ได้ข้อมูลอย่างถูกต้องสมบูรณ์ การทดลองควรจะพยายาม recover เชื้อให้ได้หมดในสภาวะแวดล้อมนั้น ๆ และความสอาดของกรรมวิธีผลิตก็ควรจะพึงสังเกตกล่าวคือ ควรจะทดลองหาในวันที่คิดว่าการผลิตนั้นมีความบกพร่องและสกปรกมากที่สุด เพื่อที่จะได้จำนวนและชนิดของเชื้อในสภาวะแวดล้อมที่เลวที่สุดให้ได้มากและหมดทุกชนิด

5.5.2 การศึกษาความต้านทานต่อรังสีของเชื้อ เมื่อเรา recover เชื้อได้ทุกชนิดแล้วก็มาทำการ screen เชื้อพวกที่มีความต้านทานต่อรังสีน้อยออกไปก่อน โดยใช้ sub sterilizing dose คือปริมาณรังสีต่ำเพื่อทำลายพวกที่มีความต้านทานต่อรังสีต่ำไปก่อน เหลือแต่เชื้อที่มีความต้านทานต่อรังสีสูงมาก ๆ แล้วนำมาหาค่าความต้านทานของเชื้อนั้นในสภาวะที่เชื้อนั้นมีความทนทานมากที่สุด ในรูปของค่า D-value เมื่อได้ค่า D-value ของเชื้อที่พบแล้วนำมาเทียบกับผลการทดลองที่ยอมรับโดยทั่วไปแล้ว คือเทียบจาก index ที่ค้นคว้าไว้แล้ว อย่างเช่นของ bacillus pumilus E 601 หรือ Streptococcus faecium $A_2I$ ว่าค่า D-value ของเชื้อที่หาได้มีค่ามากหรือน้อยกว่าค่า D-value ของเชื้อ index ทั้งสอง ถ้าค่า D value ของเชื้อที่ได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ D-value ของเชื้อทั้งสองชนิดนี้ สามารถใช้ sterilizing dose ที่ 2.5 Mrad ในการทำลายเชื้อได้ แต่ถ้าค่า D-value ของเชื้อที่หาได้มีค่าสูงกว่า D-value ของทั้งสองเชื้อนั้น sterilizing dose ก็อาจต้องสูงกว่า 2.5 Mrad

ตารางที่ 1 จำนวนเชื้อในผ้ากอซที่ grow บน Agar (INITIAL COUNT)

| ตัวอย่าง | ชนิดของเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Mould | รวม |
| 1 | 39 | 21 | 5 | 65 |
| 2 | 45 | 18 | 1 | 64 |
| 3 | 42 | 19 | 4 | 62 |
| 4 | 39 | 20 | 1 | 60 |
| 5 | 41 | 18 | 4 | 65 |
| 6 | 39 | 18 | 4 | 63 |
| 7 | 36 | 17 | 4 | 57 |
| 8 | 40 | 20 | 1 | 61 |
| 9 | 43 | 19 | 4 | 66 |
| 10 | 41 | 16 | 4 | 61 |
| 11 | 33 | 11 | 5 | 49 |
| 12 | 33 | 12 | 4 | 49 |
| 13 | 26 | 14 | 4 | 44 |
| 14 | 32 | 12 | 1 | 45 |
| 15 | 33 | 11 | 4 | 48 |
| 16 | 37 | 11 | 3 | 51 |
| 17 | 29 | 10 | 1 | 40 |
| 18 | 43 | 12 | 5 | 60 |
| 19 | 31 | 13 | 4 | 48 |
| 20 | 31 | 19 | 4 | 54 |
| 21 | 44 | 18 | 4 | 66 |
| 22 | 39 | 20 | 3 | 62 |
| 23 | 41 | 20 | 4 | 65 |
| 24 | 39 | 20 | 1 | 60 |
| 25 | 42 | 18 | 1 | 61 |
| 26 | 37 | 16 | 4 | 57 |
| 27 | 31 | 9 | 1 | 41 |
| 28 | 28 | 13 | 5 | 46 |
| 29 | 33 | 18 | 4 | 55 |
| 30 | 40 | 20 | 4 | 64 |
| 31 | 29 | 13 | 3 | 45 |
| 32 | 36 | 9 | 2 | 47 |
| 33 | 31 | 16 | 3 | 50 |
| 34 | 38 | 12 | 4 | 54 |
| 35 | 33 | 18 | 5 | 56 |
| 36 | 40 | 20 | 1 | 61 |
| 37 | 34 | 18 | 3 | 55 |
| 38 | 41 | 19 | 2 | 62 |
| 39 | 42 | 20 | 3 | 65 |
| 40 | 41 | 17 | 3 | 61 |
| รวม | 1472 | 645 | 127 | 2244 |
| เฉลี่ย | 36.2 | 16.1 | 3.125 | 56.1 |

ตารางที่ 2 จำนวนเชื้อในผ้าก๊อซที่ grow บน agar หลังจากฉายรังสี 0.8 M rad

| ตัวอย่าง | ชนิดของเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Mould | รวม |
| 1 | 23 | 10 | 1 | 34 |
| 2 | 26 | 10 | 4 | 40 |
| 3 | 24 | 8 | 4 | 36 |
| 4 | 26 | 11 | 1 | 38 |
| 5 | 24 | 12 | 5 | 41 |
| 6 | 27 | 9 | 1 | 37 |
| 7 | 26 | 13 | 4 | 43 |
| 8 | 21 | 11 | 1 | 33 |
| 9 | 25 | 10 | 4 | 39 |
| 10 | 21 | 11 | 4 | 36 |
| 11 | 21 | 11 | 3 | 35 |
| 12 | 20 | 9 | 4 | 33 |
| 13 | 12 | 9 | 2 | 23 |
| 14 | 21 | 11 | 4 | 36 |
| 15 | 25 | 10 | 3 | 38 |
| 16 | 26 | 8 | 1 | 35 |
| 17 | 20 | 9 | 2 | 31 |
| 18 | 26 | 11 | 4 | 43 |
| 19 | 22 | 12 | 4 | 40 |
| 20 | 27 | 11 | 4 | 42 |
| 21 | 36 | 9 | 4 | 49 |
| 22 | 27 | 12 | 4 | 43 |
| 23 | 32 | 11 | 4 | 47 |
| 24 | 24 | 13 | 3 | 40 |
| 25 | 30 | 10 | 4 | 44 |
| 26 | 22 | 11 | 4 | 37 |
| 27 | 27 | 11 | 2 | 40 |
| 28 | 23 | 13 | 4 | 40 |
| 29 | 25 | 9 | 2 | 36 |
| 30 | 26 | 9 | 3 | 38 |
| 31 | 20 | 11 | 4 | 35 |
| 32 | 23 | 10 | 5 | 38 |
| 33 | 19 | 9 | 5 | 33 |
| 34 | 22 | 12 | 4 | 38 |
| 35 | 24 | 10 | 3 | 37 |
| 36 | 25 | 13 | 2 | 40 |
| 37 | 25 | 11 | 3 | 39 |
| 38 | 21 | 11 | 4 | 36 |
| 39 | 32 | 9 | 5 | 46 |
| 40 | 29 | 9 | 4 | 42 |
| รวม | 977 | 419 | 133 | 1529 |
| เฉลี่ย | 24.455 | 10.455 | 3.3 | 38.3 |

ตารางที่ 3 เชื้อบนผ้ากอซที่ grow บน agar หลังจากอาบรังสีแล้ว 1.0 M rad

| ตัวอย่าง | ชนิดของเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Mould | รวม |
| 1 | 6 | 5 | 1 | 12 |
| 2 | 5 | 4 | 1 | 10 |
| 3 | 8 | 5 | 1 | 14 |
| 4 | 9 | 5 | 2 | 16 |
| 5 | 4 | 6 | 1 | 11 |
| 6 | 5 | 3 | 2 | 10 |
| 7 | 8 | 6 | 2 | 16 |
| 8 | 8 | 7 | 3 | 18 |
| 9 | 7 | 5 | 1 | 13 |
| 10 | 6 | 6 | 1 | 13 |
| 11 | 3 | 6 | 1 | 10 |
| 12 | 6 | 5 | 3 | 14 |
| 13 | 4 | 4 | 2 | 10 |
| 14 | 4 | 3 | 2 | 9 |
| 15 | 3 | 7 | 2 | 12 |
| 16 | 5 | 6 | 1 | 12 |
| 17 | 8 | 6 | 1 | 15 |
| 18 | 7 | 6 | 1 | 14 |
| 19 | 9 | 5 | 1 | 15 |
| 20 | 5 | 4 | 1 | 11 |
| 21 | 5 | 5 | 2 | 12 |
| 22 | 4 | 5 | 1 | 10 |
| 23 | 7 | 6 | 3 | 16 |
| 24 | 3 | 7 | 2 | 12 |
| 25 | 6 | 7 | 2 | 15 |
| 26 | 5 | 5 | 2 | 12 |
| 27 | 6 | 4 | 1 | 11 |
| 28 | 5 | 3 | 1 | 9 |
| 29 | 3 | 3 | 2 | 8 |
| 30 | 9 | 3 | 4 | 15 |
| 31 | 8 | 6 | 1 | 15 |
| 32 | 4 | 5 | 2 | 11 |
| 33 | 3 | 4 | 3 | 10 |
| 34 | 5 | 4 | 1 | 10 |
| 35 | 9 | 3 | 1 | 13 |
| 36 | 7 | 6 | 1 | 14 |
| 37 | 5 | 7 | 2 | 14 |
| 38 | 3 | 5 | 1 | 9 |
| 39 | 5 | 5 | 1 | 11 |
| 40 | 3 | 5 | 1 | 9 |
| รวม | 225 | 202 | 61 | 488 |
| เฉลี่ย | 5.6 | 5.15 | 1.5 | 12.2 |

ตารางที่ 4 เชื้อบนผ้ากอซที่ grow บน agar หลังจากอาบรังสี 1.2 M rad

| ตัวอย่าง | ชนิดของเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Mould | รวม |
| 1 | 13 | 5 | 1 | 19 |
| 2 | 7 | 4 | 1 | 12 |
| 3 | 12 | 5 | 2 | 19 |
| 4 | 5 | 3 | 2 | 10 |
| 5 | 7 | 3 | 1 | 11 |
| 6 | 9 | 2 | 1 | 12 |
| 7 | 9 | 3 | 2 | 14 |
| 8 | 12 | 4 | 2 | 18 |
| 9 | 9 | 6 | 2 | 17 |
| 10 | 8 | 4 | 1 | 13 |
| 11 | 6 | 4 | 1 | 11 |
| 12 | 10 | 2 | 1 | 13 |
| 13 | 10 | 6 | 2 | 18 |
| 14 | 11 | 2 | 2 | 15 |
| 15 | 10 | 5 | 1 | 16 |
| 16 | 8 | 7 | 1 | 16 |
| 17 | 9 | 3 | 1 | 13 |
| 18 | 8 | 3 | 1 | 12 |
| 19 | 8 | 6 | 1 | 15 |
| 20 | 13 | 7 | 2 | 22 |
| 21 | 6 | 6 | 1 | 13 |
| 22 | 5 | 8 | 1 | 14 |
| 23 | 8 | - | 1 | 9 |
| 24 | 9 | 6 | 2 | 17 |
| 25 | 7 | 3 | 2 | 12 |
| 26 | 6 | 5 | 1 | 12 |
| 27 | 10 | 4 | 1 | 15 |
| 28 | 11 | 5 | 1 | 17 |
| 29 | 8 | 6 | 1 | 15 |
| 30 | 10 | 5 | 2 | 17 |
| 31 | 12 | 6 | 2 | 20 |
| 32 | 9 | 8 | 1 | 18 |
| 33 | 11 | 7 | 2 | 20 |
| 34 | 8 | 8 | 1 | 17 |
| 35 | 10 | 5 | 2 | 17 |
| 36 | 9 | 4 | 1 | 14 |
| 37 | 9 | 6 | 2 | 17 |
| 38 | 11 | 3 | 2 | 14 |
| 39 | 11 | 7 | 2 | 19 |
| 40 | 11 | 6 | 1 | 18 |
| รวม | 365 | 192 | 58 | 615 |
| เฉลี่ย | 9.1 | 4.8 | 1.45 | 15.4 |

ตารางที่ 5 เชื้อบนผ้ากอซที่ grow บน agar หลังจากอาบรังสี 1.4 M rad

| ตัวอย่าง | ชนิดของเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Mould | รวม |
| 1 | 5 | 3 | 2 | 10 |
| 2 | 4 | 3 | 2 | 9 |
| 3 | 6 | 6 | 2 | 14 |
| 4 | 3 | 3 | 2 | 8 |
| 5 | 2 | 3 | 2 | 7 |
| 6 | 2 | 4 | 2 | 8 |
| 7 | 6 | 5 | 3 | 14 |
| 8 | 7 | 3 | 1 | 11 |
| 9 | 8 | 4 | 1 | 13 |
| 10 | 5 | 4 | 1 | 10 |
| 11 | 5 | 4 | 1 | 10 |
| 12 | 4 | 4 | 1 | 9 |
| 13 | 4 | 3 | 2 | 9 |
| 14 | 5 | 5 | 2 | 12 |
| 15 | 5 | 6 | 2 | 13 |
| 16 | 3 | 2 | 2 | 7 |
| 17 | 4 | 3 | 1 | 8 |
| 18 | 8 | 5 | 1 | 14 |
| 19 | 5 | 3 | 2 | 10 |
| 20 | 5 | 3 | 1 | 9 |
| 21 | 3 | 4 | 3 | 10 |
| 22 | 4 | 4 | 3 | 11 |
| 23 | 4 | 2 | 1 | 7 |
| 24 | 4 | 5 | 1 | 10 |
| 25 | 8 | 6 | 1 | 15 |
| 26 | 3 | - | 3 | 6 |
| 27 | 3 | - | 1 | 4 |
| 28 | 5 | 3 | 1 | 9 |
| 29 | 4 | 3 | 1 | 8 |
| 30 | 5 | 3 | 2 | 10 |
| 31 | 4 | 5 | 2 | 11 |
| 32 | 3 | 2 | 2 | 7 |
| 33 | 3 | 2 | 1 | 6 |
| 34 | 6 | 7 | 1 | 14 |
| 35 | 5 | 2 | 3 | 10 |
| 36 | 6 | 4 | 2 | 12 |
| 37 | 3 | 3 | 1 | 7 |
| 38 | 3 | 2 | 1 | 6 |
| 39 | 3 | 3 | 1 | 7 |
| 40 | 3 | 4 | 1 | 8 |
| รวม | 178 | 140 | 50 | 368 |
| เฉลี่ย | 4.5 | 3.5 | 1.3 | 9.2 |

ตารางที่ 6 การกระจายของจำนวนเชื้อบนผ้าก๊อซที่ยังไม่ได้อาบรังสี คิดเป็นเปอร์เซนต์ต่อตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง

| Distribution of germs per Sample | % ของความถี่ของจำนวนเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Mould | Total |
| 1 – 5 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 6 – 10 | 0 | 7.5 | 0 | 0 |
| 11 – 15 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| 16 – 20 | 0 | 60 | 0 | 0 |
| 21 – 25 | 0 | 2.5 | 0 | 0 |
| 26 – 30 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 31 – 35 | 27.5 | 0 | 0 | 0 |
| 36 – 40 | 32.5 | 0 | 0 | 2.5 |
| 41 – 45 | 30 | 0 | 0 | 10 |
| 46 – 50 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 51 – 55 | 0 | 0 | 0 | 12.5 |
| 56 – 60 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 61 – 65 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| 66 – 70 | 0 | 0 | 0 | 5 |

ตารางที่ 7 การกระจายของเชื้อบนผ้ากอซคิดเป็นเปอร์เซนต์ต่อตัวอย่าง 40 ตัวอย่างหลังจากการฉายรังสีแล้ว 0.8 M rad

| Distribution of germs per sample | % ของความถี่ของจำนวนเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Mould | Total |
| 0-5 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 6-10 | 0 | 47.5 | 0 | 0 |
| 11-15 | 2.5 | 52.5 | 0 | 0 |
| 16-20 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 21-25 | 50 | 0 | 0 | 2.5 |
| 26-30 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| 31-35 | 5 | 0 | 0 | 20 |
| 36-40 | 2.5 | 0 | 0 | 52.5 |
| 41-45 | 0 | 0 | 0 | 17.5 |
| 46-50 | 0 | 0 | 0 | 7.5 |

ตารางที่ 8 การกระจายของเชื้อบนผ้ากอซชนิดเส้นเปอร์เซนต์ต่อตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง หลังจากอาบรังสี 1.0 M rad

| Distribution of germs per Sample | % ของความถี่ของจำนวนเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Mould | Total |
| 0-5 | 55 | 62.5 | 100 | 0 |
| 6-10 | 45 | 37.5 | 0 | 30 |
| 11-15 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 16-20 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 21-25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26-30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31-35 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36-40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41-45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 46-50 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ 9 การกระจายของเชื้อบนผ้ากอซคิดเป็นเปอร์เซนต์ต่อตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง หลังจากฉายรังสี 1.2 M rad

| Distribution of germs per Sample | % ของความถี่ของจำนวนเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Mould | Total |
| 0-5 | 5 | 60.0 | 100 | 0 |
| 6-10 | 67.5 | 40 | 0 | 5 |
| 11-15 | 27.5 | 0 | 0 | 45 |
| 16-20 | 0 | 0 | 0 | 47.5 |
| 21-25 | 0 | 0 | 0 | 2.5 |
| 26-30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31-35 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36-40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41-45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 46-50 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ 10 การกระจายของเชื้อบนผ้ากอซตัวอย่างคิดเป็นเปอร์เซนต์ต่อตัวอย่าง. 40 ตัวอย่าง หลังจากฉายรังสีแล้ว 1.4 M rad

| Distribution of germs per Sample | % ความถี่ของจำนวนเชื้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aerobic | Anaerobic | Moulc | Total |
| 0-5 | 80 | 90 | 100 | 2.5 |
| 6-10 | 20 | 10 | 0 | 67.5 |
| 11-15 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 16-20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26-30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31-35 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36-40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41-45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 46-50 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ 11 ตารางเปรียบเทียบเพื่อแสดงว่าจำนวนเชื้อถูกทำลายและลดลงทั้งการกระจาย ความหนาแน่นของเชื้อตามปริมาณรังสีที่ใช้

| Dose (M rad) | Total average (colony/piece) | %ของจำนวนเชื้อหลังอาบรังสีเทียบกับที่ยังไม่ได้อาบรังสี | %การถูกทำลายของเชื้อ | Range ของเชื้อที่มีการกระจายหนาแน่นที่สุด (colony) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 56.1 | 100 | 0 | 61-65 |
| 0.8 | 38.3 | 68.3 | 31.7 | 36-40 |
| 1.0 | 12.2 | 21.7 | 78.3 | 11-15 |
| 1.2 | 15.4 | 27.4 | 72.6 | 16-20 |
| 1.4 | 9.3 | 16.6 | 83.4 | 6-10 |
| 1.6 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 2.5 | 0 | 0 | 100 | 0 |

ตารางที่ ๑๒ การ test วิธีต่างๆ

| สัญญลักษณ์ของเชื้อ | Morphology | | | | Fermentation test | | | | Biochemical test | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | colony | Shape | Gram's reaction | Motility | Glucose | Lactose | Dextrose | Starch | Indol | Citrate | Mr | VP | Gelatin |
| A | yellow, circular, smooth convex, entire, opalescent | Short rod | + | non | - | n | - | - | + | + | - | v | + |
| B | Orange, circular, smooth convex, entire, opalescent | Short rod | + | non | a | a | a | - | - | - | + | + | - |
| C | White, circular, smooth convex, entire, glistening | rod | - | + | a | a | a | + | - | + | + | - | - |
| D | Pink, irregular, umbonate curled, rugose, opaque | Short rod | + | non | a | a | a | + | - | - | + | + | + |
| E | White, irregular, umbonate curled, rugose, opaque | Short rod | - | + | a | a | a | + | - | - | + | + | - |
| F | White, circular, raised smooth, translucent | Short rod | + | non | a | a | a | + | - | - | + | - | - |
| G | White gray, filamentous opaque | Short rod | - | + | - | - | - | - | - | + | - | + | + |
| H | White gray, circular, effuse, smooth, cencentric, translucent | Short | + | + | a | a | a | - | - | - | + | + | - |
| I | White mould | - | - | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| J | White mould with spore | - | - | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| K | White, circular, smooth convex, entire, opalescent | rod | - | + | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| L | White, spindle, growth in agar, dull | " | + | + | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| M | Gray, circular, raised smooth, dull | " | + | + | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| N | White, umbonate, curled opaque | " | + | non | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| O | White gray, circular effuse, entire, concentric translucent | " | + | non | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

หมายเหตุ + การทดลองผล positive - การทดลองไม่ได้ผล negative a ได้ acid อย่างเดียว

n ได้ผลเป็นกลาง v ผลไม่แน่นอน x ไม่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 13 จำนวนเชื้อที่ recover ได้หลังจากอาบรังสีแล้ว 0.8, 1.0, 1.2 1.4, 1.6 และ 2.5 Mrad

| Dose (M rad) | ชนิดของเชื้อที่ recover ได้ |
|---|---|
| 0 | A B C D E F G H I J K L M N O |
| 0.8 | A B C D E F G H I J K L M N O |
| 1.0 | . . C D . . G . . J . L M N . |
| 1.2 | A B C D E F . . . J K L M N O |
| 1.4 | . . C D . F . . . J . L M N . |
| 1.6 | - none - |
| 2.5 | - none - |

ตารางที่ 14 เปอร์เซ็นต์การทำลายเชื้อแซลโมเนลลาชนิดต่างๆ 40 ตัวอย่าง หลังจากฉายรังสี 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, และ 1.5 M rad

| ชนิดของเชื้อซาลโมเนลลา | % การทำลายเชื้อตาม Dose (M rad) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.5 |
| A | 28 | 100 | 80 | 100 | 100 | 100 |
| B | 10 | 100 | 95 | 100 | 100 | 100 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| D | 0 | 0 | 0 | 15 | 100 | 100 |
| E | 45 | 100 | 68 | 100 | 100 | 100 |
| F | 3 | 25 | 10 | 55 | 100 | 100 |
| G | 0 | 37.5 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| H | 58 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| I | 5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| J | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| K | 0 | 100 | 53 | 100 | 100 | 100 |
| L | 0 | 25 | 43 | 37.5 | 100 | 100 |
| M | 0 | 0 | 5 | 0 | 100 | 100 |
| N | 0 | 57 | 53 | 67.5 | 100 | 100 |
| O | 0 | 100 | 78 | 100 | 100 | 100 |

ตารางที่ 15 เปอร์เซนต์ของจำนวนเชื้อแยกตาม Gram's reaction และ Morphology บนผ้ากอซ

| Morphological types of Germs | % ของเชื้อที่เหลือหลังจากฉายรังสี ตาม dose (M rad) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Initial | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 2.5 |
| Gram positive rod aerobic | 37 | 28 | 27.4 | 37.5 | 33.2 | 0 | 0 |
| Gram negative rod aerobic | 29 | 33.5 | 18.7 | 19.2 | 15.2 | 0 | 0 |
| Gram positive rod anaerobic | 12 | 13 | 23.2 | 21.6 | 20.7 | 0 | 0 |
| Gram negative rod anaerobic | 16 | 16 | 18.2 | 11.5 | 17.3 | 0 | 0 |
| mould | 6 | 9.5 | 12.5 | 9.2 | 13.6 | 0 | 0 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 |

ตารางที่ 16 การทำลายเชื้อบนตัวอย่างผ้ากอซตามปริมาณรังสี 0, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6และ 2.5M rad

| dose(M rad) | average count of germs per sample ($\bar{X}$) | standard deviation ($\sigma$) | range of germs per sample ($\bar{X}\pm\sigma$) |
|---|---|---|---|
| 0 | 56.1 | 7.6 | 56.1±7.6 |
| 0.8 | 38.3 | 5.2 | 38.3±5.2 |
| 1.0 | 12.3 | 2.4 | 12.3±2.4 |
| 1.2 | 15.4 | 3.0 | 15.4±3.0 |
| 1.4 | 9.2 | 2.7 | 9.2±2.7 |
| 1.6 | 0 | 0 | 0 |
| 2.5 | 0 | 0 | 0 |

รูปที่1 การทำลายเชื้อบนตัวอย่างผ้าก๊อซตามปริมาณรังสี 0,0.8,1.0,1.2,1.4,1.6 M rad