สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ฤทธิ์ต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหม

Anti – bacterial activity of silk products

โดย

นางสาวปนัดดา นิตย์กระโทก

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วท.
2/161 ก
2543
เลขหมู่.....
40286
เลขทะเบียน.....
11 ก.ย. 2544
วัน, เดือน, ปี.....

b.....
i.....

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง ฤทธิ์ต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหม

Anti – bacterial activity of silk products

ชื่อ – สกุล ปนัดดา นิตย์กระโทก

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จินตนา บุนนาค

บทคัดย่อ

ไหมจัดว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากนำรายได้เข้าสู่ประเทศได้มากเพราะส่วนประกอบต่าง ๆ ของไหมสามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์และใช้ประโยชน์ทางด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น ทางการแพทย์ เภสัชกรรม และวิทยาศาสตร์การอาหาร ก่อนจะนำไหมมาใช้ประโยชน์ควรจะทราบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ของไหม ดังนั้นจึงทำการศึกษาฤทธิ์ต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหม ได้แก่ ผ้าไหม รังไหม ผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์ และผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งทดสอบการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย 4 ชนิด คือ *Escherichia coli* *Bacillus subtilis* *Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* โดยทดสอบตามวิธี AATCC Test Method 90 – 1977 ในอาหารแข็ง จากการตรวจสอบฤทธิ์การต่อต้านเชื้อแบคทีเรียพบว่า ผลิตภัณฑ์ไหมที่มีฤทธิ์ต่อต้านและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้คือ ผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือ แต่ไม่พบฤทธิ์การต่อต้านและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด จากผ้าไหม รังไหม และผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์ ผลการทดลองนี้สามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานให้กับผู้ที่ต้องการทำวิจัยหรือผู้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความช่วยเหลือจาก อาจารย์จินตนา บุนนาค อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาหรือข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดี ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษ นอกจากนี้ยังได้รับความอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ จากเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งความช่วยเหลือจากอาจารย์ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ในการทำการทดลอง ซึ่งทำให้การทดลองประสบความสำเร็จและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องผงไหมที่นำมาใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยหม่อน – ไหม จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องข้อมูลและรายละเอียดเกี่ยวกับไหม รวมถึงรังไหมที่นำมาใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

ความดีของปัญหาพิเศษฉบับนี้ ขอมอบให้กับ บิดา มารดา อาจารย์ เพื่อน ๆ และน้องๆ ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความสนับสนุนทั้งทางด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์จนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ปนัดดา นิตย์กระโทก

ธันวาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ลักษณะทั่วไปของไหม	3
2.2 รังไหม	5
2.3 เส้นใยไหม	5
2.4 ผ้าไหม	9
2.5 ผงไหม	12
2.6 ประโยชน์และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากไหม	13
2.7 การควบคุมจุลินทรีย์	15
2.8 ขอบข่ายการต่อต้านจุลินทรีย์	15
2.9 การออกฤทธิ์ต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์	15
2.10 กลไกการออกฤทธิ์ของสารต้านจุลินทรีย์	17
2.11 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพการต่อต้านจุลินทรีย์	19
2.12 *Escherichia coli* (เอชเชอริเชีย โคไล)	22
2.13 *Bacillus subtilis* (บาซิลลัส สับทิลิส)	23
2.14 *Staphylococcus aureus* (สแตฟฟีโลคอคคัส ออเรียส)	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.15 *Staphylococcus epidermidis* (สแตฟฟีโลคอคคัส อีพิเดอร์มิดิส).....	24
3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง.....	29
3.1 วัสดุ.....	29
3.2 อุปกรณ์.....	29
3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง.....	30
3.4 สถานที่ทำการทดลอง.....	35
3.5 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	36
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	37
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	43
บรรณานุกรม.....	45
ภาคผนวก ก.....	49
ภาคผนวก ข.....	51
ภาคผนวก ค.....	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบกรดอะมิโนของโปรตีนไหม (โมล%).....	7
2	วิธีการฆ่าจุลินทรีย์ (microbicidal) และวิธีการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (micribiostatic)	16
3	สมาชิกของแบคทีเรียสกุล *Staphylococcus* ที่พบในคนและสัตว์.....	27
4	สารพิษที่สร้างโดยเชื้อ *S. aureus*.....	28
5	ค่าความขุ่นที่ OD 660 ของแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด.....	31
6	ตารางแสดงความกว้างของบริเวณใส (clear zone).....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ชีพจักรของไหม	4
2	ต่อมสร้างเส้นไหม	6
3	สายโพลิเปปไทด์ของโปรตีนไฟโบรอิน	6
4	กรรมวิธีและขั้นตอนการผลิตเส้นไหมยืน	11
5	กรรมวิธีและขั้นตอนการผลิตเส้นไหมพุ่ง	12
6	บริเวณใส (clear zone หรือ zone of inhibition)	21
7	ลักษณะของเชื้อสกุล *Escherichia*	22
8	ลักษณะของเชื้อสกุล *Bacillus*	24
9	ลักษณะของเชื้อสกุล *Staphylococcus*	25
10	ขั้นตอนการทดสอบแบบปราศจากเชื้อ (aseptic) ในตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow)	33
11	ตำแหน่งการวางตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไหมบนอาหารแข็ง	34
12	บริเวณใส (clear zone) ของเชื้อ *E. coli*	38
13	บริเวณใส (clear zone) ของเชื้อ *B. subtilis*	39
14	บริเวณใส (clear zone) ของเชื้อ *S. aureus*	40
15	บริเวณใส (clear zone) ของเชื้อ *S. epidermidis*	41
16	ขั้นตอนการวัดความขุ่น	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ไหมเป็นแมลงจำพวกผีเสื้อ อยู่ใน *Phylum Arthopoda.* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bombyx mori Linn.* มีลักษณะพิเศษชอบกินใบหม่อนเป็นอาหาร ตัวหนอนระยะสุดท้ายจะพ่นใยทำรังห่อหุ้มตัวแล้วลอกคราบกลายเป็นดักแด้ เส้นใยไหมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ผ้าไหมสามารถนำมาทำเครื่องนุ่งห่มและทำเครื่องประดับได้

ประเทศไทยมีการผลิตไหมเป็นอันดับที่ 5 ของโลก และในแต่ละปีมีการผลิตได้มากถึง 13,000 ตัน แต่ในจำนวนนี้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่สูญเสียไปโดยไม่เกิดประโยชน์หรือนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยไม่คุ้มค่า จึงเป็นของเหลือทิ้งปริมาณมากมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปีละหลายตัน ถ้าสามารถนำของเหลือทิ้งเหล่านี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนจากไหมได้แก่ ไฟโบรอิน (Fibroin) และ เซริซิน(Sericin) มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ใช้ประโยชน์กับมนุษย์ได้กว้างขวางมากขึ้นก็จะเป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณค่าของไหมไทยให้มากขึ้น ไม่เพียงแต่เป็นสินค้าสำหรับสวมใส่ประดับร่างกายเพียงอย่างเดียวแต่ยังเป็นการช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศให้ดีขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย

ปัจจุบันนี้การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เครื่องสำอางค์ และส่วนประกอบของอาหารโดยนำเอาโปรตีนจากไหมไปใช้ประโยชน์กันมากขึ้น เช่น การปรับปรุงคุณภาพในการสังเคราะห์พอลิเมอร์ไฮโดรเจน หรือพอลิเมอร์ดูดซับน้ำ และยังได้รับความสนใจอย่างมากในวงการแพทย์ในการนำมาใช้ทำเลนส์สัมผัส (Contact lenses) วัตถุดกแต่งบาดแผลจากไฟไหม้ (burn wound dressing) ตลอดจนเคลือบวัตถุที่ต้องนำมาใช้สัมผัสกับร่างกาย เช่น ใช้เคลือบอวัยวะในร่างกายเป็นต้น

ดังนั้นก่อนจะนำโปรตีนจากไหมไปใช้ประโยชน์ ทางการแพทย์ เครื่องสำอางค์ อาหารและสิ่งแวดล้อม จะต้องทราบคุณสมบัติของโปรตีนไหม ไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติทางเคมีหรือทางชีววิทยา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของไหม ในการทำปัญหาพิเศษนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพฤทธิ์การต่อต้านแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหม โดยใช้อาหารแข็ง (Agar Plate Method) ตามวิธี AATCC Test Method 90-1977

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาฤทธิ์การต่อต้านเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิดของผลิตภัณฑ์ไหม
2. เพื่อทราบขั้นตอนและวิธีการในการทดสอบประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย

1.3. ขอบเขตของปัญหา

ทดสอบประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหม

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลิตภัณฑ์ไหมแต่ละชนิดว่าสามารถต่อต้านเชื้อแบคทีเรียได้หรือไม่ เพื่อที่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์ เครื่องสำอางค์ และผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

2. เป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานให้กับผู้ที่ต้องการทำวิจัยหรือผู้ที่จะนำผลิตภัณฑ์ไหมไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ เภสัชกรรม และวิทยาศาสตร์การอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ไหมมีประวัติการใช้มานานประมาณ 5,000 ปี โดยประเทศจีนเป็นประเทศแรกที่เริ่มรู้จักใช้ประโยชน์จากไหม (อัจฉราพร ไศละสูตร, 2533 : 76) ส่วนประเทศไทยเริ่มใช้ประโยชน์จากไหม ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) และต่อมาได้มีการพัฒนานำไหมมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากขึ้น ทำให้เกิดเป็นอุตสาหกรรมที่ส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศไทยให้ดีขึ้น

ลักษณะโดยทั่วไป

ไหม (silk worm) เป็นสัตว์จำพวกแมลงอยู่ใน *Phylum Arthropoda* อยู่ในตระกูล *Bombycidae* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bombyx mori Linn.* ไหมมีการเจริญเติบโตแบบ Completely metamorphosis คือมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแต่ละขั้นของการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยมีวงจรชีวิตแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่เป็นไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และผีเสื้อ ลักษณะพิเศษของหนอนไหมคือ ชอบกินใบหม่อนเป็นอาหาร ตัวหนอนระยะสุดท้ายจะพ่นใยออกมาเพื่อทำรังห่อหุ้มตัวเองแล้วลอกคราบกลายเป็นดักแด้ เส้นใยไหมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2523 : 61)

พันธุ์ไหม

พันธุ์ไหมที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทยปัจจุบันแบ่งได้ 3 ชนิด คือ

1. ไหมพันธุ์พื้นเมือง เป็นไหมที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงกันอยู่ทั่วไป รังไหมมีขนาดเล็ก สีเหลือง รูปร่างยาวแบบกระสวย หัวแหลมท้ายแหลม เส้นใยไหมต่อรังยาวประมาณ 500 - 700 เมตร ไหมพื้นเมืองเลี้ยงง่าย แข็งแรง ทนต่อโรคและสภาพภูมิอากาศได้ดี

2. ไหมพันธุ์ลูกผสม เป็นไหมที่ได้จากการผสมระหว่างไหมพันธุ์พื้นเมืองกับไหมพันธุ์ต่างประเทศ รังไหมมีขนาดใหญ่ มีทั้งสีเหลืองและสีขาว เส้นใยไหมต่อรังยาวประมาณ 800 - 1,200 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไหมพันธุ์ต่างประเทศ เป็นพันธุ์ไหมที่สั่งไข่ไหมโดยตรงมาจากต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน และบราซิล รังไหมมีสีขาวมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์พื้นเมือง มีรูปร่างทรงกลมรี เส้นใยไหมต่อรังยาวประมาณ 1,000 - 1,500 เมตร

ชีพจักรของไหม

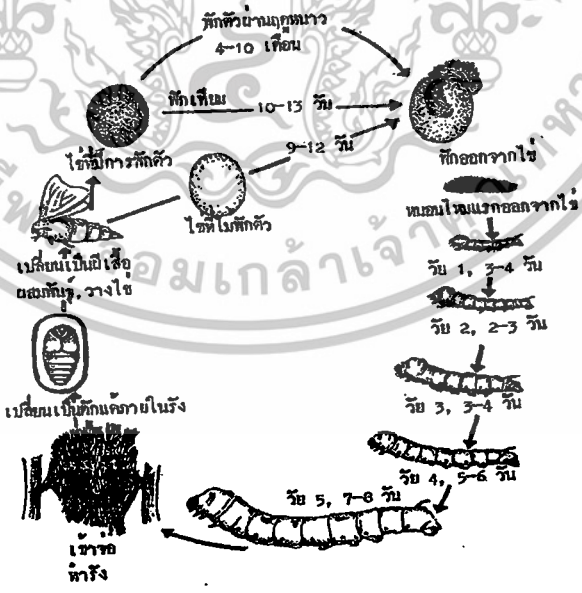
ชีพจักรของไหมแบ่งเป็นขั้นตอนสำคัญได้ 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 1 คือ

1. ระยะที่เป็นไข่ (eggs) ระยะนี้จะใช้เวลามากน้อยแตกต่างกันตามพันธุ์ไหม โดยแม่ไหมจะวางไข่จนตัวอ่อนฟักออกจากไข่ ซึ่งจะใช้เวลา 9 - 12 วัน

2. ระยะที่เป็นตัวหนอน (larvae) เป็นระยะที่ใช้เวลามากที่สุดและมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางขนาดและน้ำหนักมากที่สุด โดยหนอนไหมจะมีการเจริญเติบโตเร็วมาก เมื่อเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่งผิวหนังจะมีขีดจำกัดในการขยายตัว ดันนั้นหนอนไหมจึงมีการลอกคราบเพื่อเพิ่มขนาดลำตัว โดยมีการลอกคราบทั้งหมด 4 ครั้ง ซึ่งทำให้เกิดไหมวัย 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ

3. ระยะที่เป็นดักแด้ (pupae) หลังจากที่หนอนไหมลอกคราบกลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรัง 6 - 7 วัน ตัวหนอนดักแด้ก็จะลอกคราบอีกครั้งกลายเป็นผีเสื้อ

4. ระยะที่เป็นผีเสื้อ (moth) เมื่อกลายเป็นผีเสื้ออยู่ภายในรังไหมแล้ว ผีเสื้อจะพ่นน้ำลายซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างออกมาเพื่อละลายรังไหม แล้วดันตัวออกมาสู่ภายนอก



ภาพที่1 ชีพจักรของไหม

ที่มา : วีระ สังคมพิทักษ์, 2534 : 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังไหม

ในระยะปลายของวัย 5 ไหมจะหยุดกินอาหาร ลำตัวค่อนข้างโปร่งใสและหาสถานที่ที่เหมาะสมต่อการทำรัง ในระยะนี้เรียกว่า ไหมสุก ไหมจะมีต่อมสร้างเส้นไหม (silk gland) 1 คู่ ได้แสดงไว้ดังภาพที่ 2 แต่ละข้างจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหน้าผลิตเฉพาะไฟโบรอิน (fibroin) ส่วนกลางผลิตไฟโบรอิน (fibroin) และ เซริซิน (sericin) ส่วนปลายผลิตเฉพาะเซริซิน (sericin) เมื่อต่อมสร้างเส้นไหมมีขนาดโตขึ้นจะดันท่อทางเดินอาหารให้ไปอยู่ทางส่วนท้ายของหนอนไหม ต่อมสร้างเส้นไหมจะส่งสารเซริซินที่อยู่ในรูปของเหลวไปยังท่อคายเส้นไหม และเริ่มคายเส้นไหมออกมาโดยไหมจะชักใยออกมาทีเดียว 2 เส้นพร้อมกัน ใยไหมยึดติดกันเป็นเส้นเดียวด้วยสารเซริซินที่หุ้มเส้นใยแต่ละเส้น เมื่อหนอนไหมชักใยออกมาใหม่ ๆ เซริซินจะมีลักษณะเหลวไม่แข็งตัว แต่พอเซริซินแข็งตัวเส้นไหมก็จะยึดติดกันแน่นรวมเป็นเส้นเดียว หนอนไหมจะชักใยทำรังเสร็จภายใน 24 - 72 ชั่วโมง การพ่นใยออกมาทำรังสามารถพ่นได้ 2 ลักษณะ คือ

1. พ่นใยลักษณะตัวเอส (S - type) การพ่นใยลักษณะนี้มักจะพ่นออกมาในช่วงการสร้างรังระยะแรก ในส่วนนอกของรังไหม

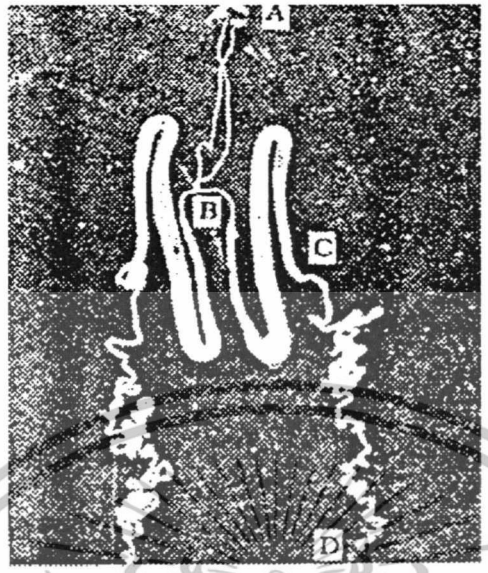
2. พ่นใยลักษณะเลข 8 (8 - type) การพ่นใยลักษณะนี้พบในช่วงตอนในของรังไหม ใยไหมจะมีเส้นเล็กและขาดง่าย (กรมวิชาการเกษตร, 2523 : 67)

สีของรังไหมจะแตกต่างกันตามพันธุ์ไหม ในประเทศไทยสามารถแบ่งสีของรังไหมได้ 3 ชนิด คือ สีขาว สีเหลือง และสีดอกจำปา ส่วนใหญ่ไหมในเขตร้อนจะมีรังสีเหลือง บางพันธุ์มีสีเหลืองอมชมพู ไหมญี่ปุ่นจะมีรังสีขาว ไหมพันธุ์จีนมีสีขาวและสีเหลือง ไหมพันธุ์ยุโรปจะมีสีขาวและสีเหลืองอมชมพู (อรอุไร, 2541 : 24) ลักษณะรังไหมจะมีรูปร่างยาวรี ป่องตรงกลางเล็กน้อย ขนาดรังไหมคิดเฉลี่ยจะมีส่วนกว้าง 1.6 เซนติเมตร ส่วนยาว 3.2 เซนติเมตร น้ำหนักรังไม่รวมดักแด้ 100 รัง เฉลี่ยได้ 14.5 กรัม ภายในเปลือกรังไหมจะมีรูเล็ก ๆ ที่เป็นทางผ่านของอากาศและน้ำ ซึ่งมีถึง 50,000 - 60,000 รู (กรมวิชาการเกษตร, 2523 : 67)

เส้นใยไหม

เส้นใยไหมสร้างจากต่อมสร้างเส้นไหม (silk gland) ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 2 เส้นใยไหมประกอบด้วยโปรตีนหลัก 2 ชนิด คือ ไฟโบรอิน (fibroin) และ เซริซิน (sericin) โปรตีนไหมทั้ง 2 ชนิด ประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ ซึ่งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2 ต่อมสร้างเส้นไหม

A - B คือส่วนหน้าผลิตเฉพาะไฟโบรอิน

B - C คือส่วนกลางผลิตไฟโบรอินและเซริซิน

C - D คือส่วนปลายผลิตเฉพาะเซริซิน

ที่มา : Komutsu, K, 1973 : 64

ไฟโบรอิน (fibroin) มีลักษณะเป็นของแข็งอยู่ภายในเส้นใยไหม ซึ่งมีอยู่ประมาณ 70 - 80 เปอร์เซ็นต์ มีคุณสมบัติ คือ เป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ สามารถดูดความชื้น ช่วยปรับความชื้นที่ผิวหนังได้ สามารถกรองรังสีและช่วยป้องกันอันตรายจากแสงอัลตราไวโอเลต (UV light) ไฟโบรอินประกอบด้วยกรดอะมิโนหลัก ๆ ซึ่งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 1 คือ Glycine Alanine และ Serine ในอัตราส่วน 3 : 2 : 1 ไฟโบรอินมีมวลโมเลกุลประมาณ 4,000 และมีลักษณะเด่น คือ สายโพลีเปปไทด์จะมีกรดอะมิโน Glycine สลับกับกรดอะมิโน Alanine Serine และ Tyrosine ตามลำดับ ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 3

$$Gly - Ala - Gly - Ala - Gly - [Ala - Gly - (Ala - Gly)_n]_8 - Ser - Gly - Ala - Gly - Tyr$$

ภาพที่ 3 สายโพลิเปปไทด์ของโปรตีนไฟโบรอิน

ที่มา : Tazima, Y, 1978 : 190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบกรดอะมิโนของโปรตีนไหม (โมล%)

	Cocoon	
Amino acid	Fibroin	Sericin
Gly	44.5	14.7
Ala	29.3	4.3
Ser	12.1	37.3
Tyr	5.2	2.5
Val	2.2	3.5
Asp	1.3	14.8
Glu	1.0	3.4
Thr	0.91	8.6
Ile	0.66	0.76
Leu	0.53	1.4
Phe	0.63	0.38
Pro	0.36	0.76
Met	-	-
Cys	-	0.51
CM-Cys	-	-
Lys	0.32	2.4
His	0.14	1.1
Arg	0.47	3.5

ที่มา : Tazima, Y, 1978 : 190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซริซิน (sericin) มีลักษณะเป็นขี้ผึ้งหรือกาวเคลือบเส้นใยไหม ซึ่งมีอยู่ประมาณ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ ซึ่งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 1 เซริซินมีคุณสมบัติ คือ สามารถละลายน้ำได้ มีสารอาหารและสารประกอบที่จำเป็นสำหรับคงสภาพผิวหนังและเส้นผมให้มีชีวิตชีวา อีกทั้งยังมีสารประกอบธรรมชาติที่ช่วยให้ความชุ่มชื้น (Natural Moisturizing Factor , NMF) ในการสาวไหมเซริซินจะละลายอยู่ในสารละลายที่ใช้สาวไหมและส่วนเหลือทิ้งที่อยู่ในรูปของเหลว

คุณสมบัติและลักษณะเฉพาะของเส้นใยไหม (อัจฉราพร ไศละสูตร, 2533 : 84)

โครงสร้างโมเลกุล โปรตีนใยไหม คือ สารไฟโบรอิน ส่วนกาวที่หุ้มโปรตีนใยไหมอยู่ คือ สารเซริซิน โปรตีนใยไหมไม่มี cystine ดังนั้นจึงไม่มีสารกำมะถันในเส้นใยทำให้ต่างจากใยขนสัตว์ โมเลกุลของเส้นใยไหมเรียงตัวเป็นระเบียบทำให้ใยไหมมีคุณสมบัติที่เหนียวมาก

ลักษณะทางกล้องจุลทรรศน์ ใยไหมมีลักษณะเป็นเส้นทึบ ไม่คงรูป ผิวนอกมีรอยแตก เส้นไหมจะมีลักษณะเหมือนลูกปัดต่อกันเป็นข้อ ๆ ใยไหมที่ผ่านการฟอกแล้วจะมีรูปสามเหลี่ยมมนเพราะเป็นเส้นใย 2 เส้นติดกัน เรียกว่า brins

ขนาดและรูปร่าง ใยไหมที่ผ่านการสาวไหมที่ประณีตจะยาวประมาณ 900 - 1,200 เมตร ขนาด 9 - 11 ไมครอน ริมเส้นใยเรียบ เป็นมันและลื่น มีสีขาวถึงสีนวล

ความต้านแรงดึง ใยไหมมีแรงต้านทานแรงดึงสูงมาก ใยไหมแห้งมีความเหนียว 2.4 - 5.1 กรัมต่อเดนเยอร์ ใยไหมเปียกจะมีความเหนียวลดลงเหลือเพียงร้อยละ 80 - 85 ของใยไหมแห้ง

การคืนตัวและการยืดตัว ใยไหมมีความยืดหยุ่นดี ใยไหมแห้งจะยืดตัวได้ร้อยละ 10 - 25 ของใยไหมเปียก ถ้าใยไหมยืดตัวเพียงร้อยละ 2 จะคืนตัวได้อย่างรวดเร็ว

ความคงตัว ใยไหมมีความคงตัวปานกลาง รอยยับจะคืนตัวอย่างช้า ๆ แต่จะคืนตัวได้ไม่หมดเหมือนใยขนสัตว์

ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะของเส้นใยไหมจะอยู่ระหว่าง 1.25 - 1.34 โครงสร้างเส้นใยไหมจะไม่หนาแน่นเหมือนใยเซลลูโลส

การดูดความชื้น ใยไหมดูดความชื้นได้ดี โดยมีความชื้นรีเกนร้อยละ 11 มีความชื้นรีเกนอิ่มตัวร้อยละ 25 - 35 ทำให้สามารถดูดสีย้อมและสารตกแต่งได้ดี

ความทนความร้อน ไหมจะติดไฟง่าย เถ้าที่เหลือเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีดำสามารถทนความร้อนสูงได้ถึง 135 องศาเซลเซียส แต่จะสลายตัวที่ 117 องศาเซลเซียส

ความทนด่าง ใยไหมจะละลายในโซดาไฟหรือด่างแก่ ถ้าซักผ้าไหมควรใช้สบู่อย่างอ่อน ส่วนน้ำประสานทองและแอมโมเนียไม่ทำอันตรายต่อเส้นใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความทนกรด กรดเข้มข้นจะทำให้ใยไหมละลายได้เร็ว กรดเข้มข้นปานกลางจะทำให้ใยไหมหดและย่น โครงสร้างของใยไหมสามารถดูดซึมกรดได้เร็วและเก็บไว้ภายในเส้นใยทำให้ซักออกยาก กรดอินทรีย์ไม่ทำอันตรายต่อเส้นใย

ความทนต่อสารละลายอินทรีย์ ใยไหมทนต่อสารละลายอินทรีย์ได้ดี ดังนั้นสารอินทรีย์ที่ใช้ซักแห้งและลบรอยเปื้อนจึงไม่ทำอันตรายต่อเส้นใย

ความทนต่อแสงและอื่น ๆ ใยไหมไม่ทนต่อแสงแดดเพราะจะทำให้ขาดเร็ว ใยไหมไม่นำกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตย์ได้ และไม่นำความร้อนทำให้สวมใส่สบายทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว สามารถปรับอุณหภูมิเส้นใยเองได้อย่างน้อยประมาณ 5 องศาเซลเซียส

ความทนแบคทีเรียและอื่น ๆ ถ้าเก็บไหมไว้ในที่แห้งและสะอาด ราและแบคทีเรียจะไม่สามารถเจริญบนเส้นใยได้ แต่ถ้ามีรอยเปื้อน แมลง 2 หางจะกัดกินและทำลายไหม

ผ้าไหม

ผ้าไหมไทยเป็นผ้าไหมที่มีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวต่างจากผ้าไหมของประเทศอื่น ๆ เนื่องจากทอด้วยมือและใช้เส้นไหมพุ่งที่สาวด้วยมือ ผืนผ้าจึงดูมีปุ่มปมเป็นธรรมชาติและมีความเป็นมันเงา ทำให้ได้รับความนิยมจากต่างประเทศมาก ดังนั้นการทอผ้าไหมจึงเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถนำรายได้เข้าประเทศได้ปีละจำนวนไม่น้อย

ประเภทของผ้าไหมสามารถจำแนกได้ตามกรรมวิธีในการผลิตได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ผ้าไหมไทย คือ ผ้าที่ทอด้วยไหมแท้ทั้งหมด สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท
   1.1 ผ้าพื้นเรียบ คือ ผ้าไหมที่มีสีสันธรรมดาและพิมพ์ลายเป็นลายไทย โดยทอเป็นผืนยาวอยู่ในรูปพับ มีทั้งผ้าเนื้อบางสำหรับใช้ตัดเย็บเสื้อผ้าและผ้าเนื้อหนาสำหรับใช้ตกแต่งเครื่องเรือน
   1.2 ผ้ามัดหมี่ คือ ผ้าไหมที่มีลวดลายต่าง ๆ โดยการมัดเส้นไหมย้อมให้มีสีและลวดลายตามต้องการก่อนจะนำไปทอเป็นผืนผ้า การมัดหมี่มี 3 ชนิด คือ มัดหมี่เส้นพุ่ง มัดหมี่เส้นยืน และมัดหมี่เส้นพุ่งและเส้นยืน การทอผ้ามัดหมี่เป็นงานหัตถกรรมพื้นบ้านที่ทอกันตามชนบท โดยนิยมทอเป็นผืนผ้ามีความยาวไม่เกิน 2 หลา
2. ผ้าไหมจุรี คือ ผ้าที่มีไหมแท้ปนอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนักทั้งหมด (ธนาคารกสิกร, 2529 : 78)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ้าไหมถึงแม้จะทำมาจากไหมชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน แต่เมื่อทอเป็นผ้าจะมีชื่อเรียกต่างกัน ทำให้ทราบถึงชนิดและคุณภาพของใยไหมที่ใช้ทอ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. Silk คือ ผ้าไหมที่ทอด้วยใยไหมเลี้ยง

2. Reeled Silk คือ ผ้าไหมที่ทำมาจากใยไหมเลี้ยงที่ยาวตั้งแต่ 300 หลาขึ้นไป

3. Wild Silk และ Tussah Silk คือ ใยไหมป่า มีสีน้ำตาลอ่อน เส้นใยสั้น ผลิตเป็นผ้าไหมโดยไม่ฟอกกาวเซริซิน (sericin) ออก เพราะนิยมสีธรรมชาติ ส่วนมากนำมาจากประเทศจีน

4. Raw Silk คือ ผ้าไหมดิบ ทอจากไหมเลี้ยงโดยไม่ฟอกเอากาวเซริซิน (sericin) ออก สีธรรมชาติมีสีขาวนวล บางครั้งมีสีเหลืองเข้ม

5. Dupion Silk คือ ผ้าที่ทำด้วยใยไหมที่มีหนอนไหม 2 ตัวทำรังอยู่ด้วยกัน ใยไหมมีขนาดใหญ่ไม่เรียบ เรียกสั้น ๆ ว่า Dupioni

6. Spun Silk คือ ผ้าที่ทำด้วยใยไหมสั้น ๆ ที่ได้จากเศษไหมที่ดึงออกในเวลาสาวไหม และได้มาจากใยไหมที่ตัวผีเสื้อเจาะใยให้ขาดออกไปจากรังไหม นิยมทอเป็นเป็นผ้าเนื้อหยาบหนา และใช้ Reeled Silk เป็นด้ายยืน (อัจฉราพร ไศละสูตร, 2523 : 84)

การผลิตผ้าไหม

จะต้องมีวัตถุดิบที่ใช้ในการทอผ้าไหม เส้นไหมที่ใช้จะต้องผ่านกรรมวิธีการผลิตหลายขั้นตอน เริ่มจากการปลูกหม่อนเลี้ยงไหม และนำรังไหมที่ได้มาสาวเส้นใยออก เส้นไหมที่สาวได้แบ่งตามวิธีการทอผ้าได้ 2 ชนิด คือ

1. เส้นไหมยืน (Warp silk) เป็นเส้นไหมที่ใช้ทอผ้าในส่วนตามยาวของเนื้อผ้า มีลักษณะเส้นเล็ก ละเอียด เรียบสม่ำเสมอและเหนียว การผลิตเส้นไหมยืนเป็นการสาวไหมด้วยเครื่องจักร โดยมีกรรมวิธีและขั้นตอนผลิต ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 4

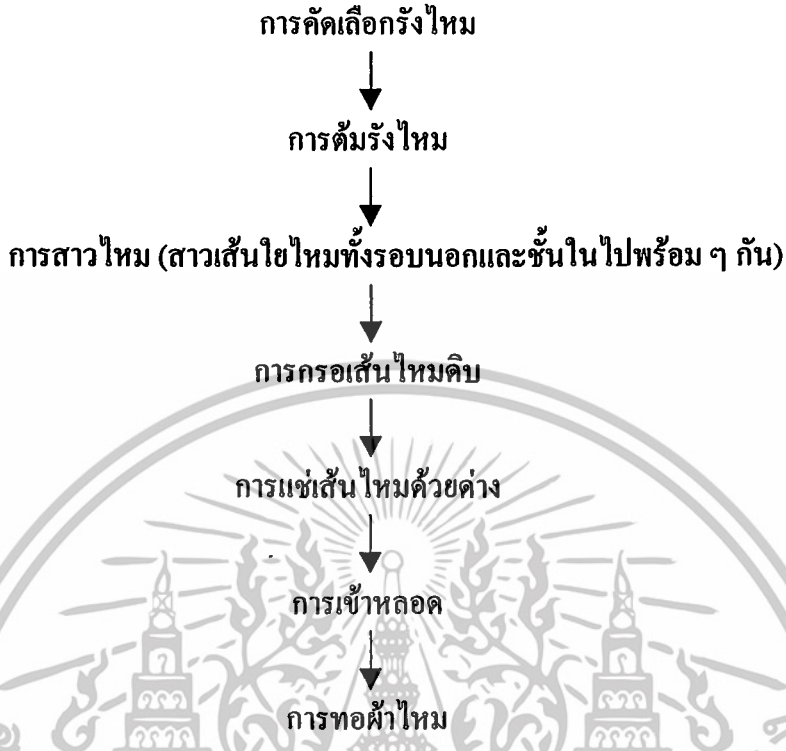
2. เส้นไหมพุ่ง (Weft silk) เป็นเส้นไหมที่ทอผ้าในส่วนตามขวางของเนื้อผ้า มีลักษณะเส้นใหญ่หยาบ มีปุ่มปม และไม่ค่อยแน่น การผลิตเส้นไหมพุ่งเป็นการสาวด้วยมือและใช้เครื่องมือแบบดั้งเดิม โดยมีกรรมวิธีและขั้นตอนการผลิต ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 กรรมวิธีและขั้นตอนการผลิตเส้นไหมยืน

ที่มา : วรภา งามประสิทธิ์, 2535 : 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 กรรมวิธีและขั้นตอนในการผลิตเส้นไหมพุ่ง
ที่มา : ธนาคารกสิกรไทย, 2529 : 81

ผงไหม

การผลิตผงไหมจากรังไหม (พจนา วีระโสภณ, 2543 : 47) ศูนย์วิจัยหม่อน-ไหม จังหวัดนครราชสีมา ได้ทำการผลิตผงไหมจากรังไหมและเศษเส้นไหมที่เหลือจากขบวนการผลิตเส้นไหม เพื่อนำเอาผงไหมที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ นำเปลือกรังไหมพันธุ์ W7 × W2 มาตัดให้มีขนาด 1 ตารางเซนติเมตร นำรังไหมที่ตัดไปต้มด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 0.5 เปอร์เซ็นต์ 2 ครั้ง เพื่อลอกกาวเซริซินออก โดยต้มครั้งละ 30 นาที แล้วล้างให้สะอาดด้วยน้ำ ผึ่งลมให้แห้งจะได้สารไหมไฟโบรอิน ต้มสารไหมไฟโบรอินในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) 50 เปอร์เซ็นต์ นำสารละลายที่ได้ใส่ใน Cellulose tube และ dialyse ด้วยน้ำเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำสารที่ได้ใส่เครื่อง Lyophilizer บดด้วยเครื่องบดจะได้ผงไหมไฟโบรอิน มีลักษณะเป็นผงสีขาวเหลือง

การดำเนินงานสามารถผลิตผงไหมได้ในปริมาณที่จำกัด เพราะขาดอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองต้องไปใช้เครื่องมือจากภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกษตรศาสตร์ และที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุรนารีเทคโนโลยี งานที่ศูนย์วิจัยหม่อน-ไหม จังหวัดนครราชสีมาจะดำเนินการต่อไปคือวิเคราะห์กรดอะมิโนที่อยู่ในผงไหมไฟโบรอิน สำรวจขนาดผงไหมที่ได้ และศึกษาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของผงไหม

นอกจากนี้ยังมีนักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้แก่ เส้นไหม โดยการนำเส้นไหมไปบดเป็นผงเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2540 : 23)

ประโยชน์และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้จากไหม

1. สิ่งทอ ไหมเป็นสิ่งทอที่ล้ำค่าจนได้รับสมญานามว่า ราชินีแห่งเส้นใย นั่นก็คือ ผ้าไหม นอกจากจะนำผ้าไหมมาทำเป็นเสื้อผ้าและเครื่องนุ่งห่ม ยังได้มีการดัดแปลงนำผ้าไหมมาทำเป็นของใช้ต่าง ๆ เช่น ปลอกหมอนอิง, กล่องใส่เครื่องประดับ, ซองแว่นตา, ผ้าม่าน ฯลฯ

2. เครื่องสำอางค์ โปรตีนไหมมีคุณสมบัติเป็นมอยเจอร์ไรเซอร์ที่สามารถให้ความชุ่มชื้นสูงถึง 300 เท่าของน้ำหนัก เป็นโปรตีนสกัดที่สามารถผสานเข้าเป็นหนึ่งเดียวกับผิวหนังด้วยกระบวนการทางชีวเคมี โดยการใช้ประโยชน์จากสารไฟโบรอินซึ่งสามารถป้องกันอันตรายจากแสงอัลตราไวโอเลต (UV light) และผลิต silk polymer ที่ได้จากสารเซริซิน โดยมีคุณสมบัติในการป้องกันเส้นผมเสีย ส่วนครีมรองพื้น ครีมแต่งหน้า และครีมทำความสะอาดจะมีโปรตีนไหมเป็นส่วนผสม

3. การแพทย์ ไหมใช้เป็นเส้นด้ายในการเย็บแผลผ่าตัด ซึ่งมีคุณสมบัติเหนียว ทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ และยังเข้ากับเนื้อมนุษย์ได้ดี นอกจากนี้ยังได้หลอมเส้นไหมให้มีลักษณะเป็นแผ่นหรือหลอดก่อนจะทำเป็นผิวหนังเทียม ท่อต่อเส้นเลือดเทียม คอนแท็กเลนส์ และได้ผลิตสารดูดซับ (absorbant polymer) และสารช่วยย่อย (silk peptides) ปัจจุบันทางการแพทย์พบว่ากรดอะมิโนในไฟโบรอิน คือ Glycine ช่วยให้คลอเรสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ และ Alanine ช่วยในการทำงานของตับ ส่วนเซริซินจะช่วยกระตุ้นการทำงานสมองของผู้สูงอายุ ไหมได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ขึ้นเรื่อย ๆ จนได้ขนานนามอีกอย่างว่า เส้นใยสุขภาพ (heglth fiber)

4. สารป้องกันกำจัดแมลง ในสหรัฐอเมริกาได้มีการสกัดสารจากเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ที่แยกได้จากหนอนไหม ซึ่งนำไปใช้ในการกำจัดแมลง และได้มีการใช้ฮอร์โมนบางชนิดจากหนอนไหมในการควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง

5. สบู่และเทียนไข ประเทศญี่ปุ่นและอิตาลีได้ผลิตสบู่และเทียนไขที่มีคุณภาพสูงจากไขดักแด้ไหม ไขมันที่สกัดได้จะนำไปผ่านกระบวนการเพิ่มไฮโดรเจนซึ่งจะได้ไขสีขาว (white oil) : ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสบู่และเทียนไข และมีการผลิตผงซักฟอกโดยใช้ไฟโบรอิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากไหมเป็นส่วนผสม เนื่องจากสามารถเคลื่อนย้ายสิ่งสกปรกได้ดีเพราะมีสารช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาทางเคมี

6. สิ่งประดิษฐ์จากไหม เช่น ทำดอกไม้ โดยการนำรังไหมที่ผ่ารังเอาดักแด้ออกมาประดิษฐ์เป็นดอกไม้ และยังประดิษฐ์เป็นรูปสัตว์ต่าง ๆ ได้ เช่น หนู และนก เป็นต้น ซึ่งสามารถใช้เป็นของตกแต่งอาคารบ้านเรือนและใช้เป็นของที่ระลึกได้

7. อาหารสัตว์ ดักแด้ไหมสดหรือดักแด้ไหมแห้ง สามารถนำไปใช้เลี้ยงปลาและสัตว์ได้ เนื่องจากมีโปรตีนและสารอาหารสูง มูลไหมจะมีไนโตรเจนอยู่ประมาณ 3.06 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำไปเป็นอาหารเสริมให้ปลาร่วมกับเศษใบหม่อนที่เหลือจากการเลี้ยงไหมได้

8. เส้นไหมบดที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

8.1. ใช้ผงไหมผสมสีและฉีดพ่นบนวัสดุต่าง ๆ เพื่อให้เกิดนุ่มมือและดูดซับความชื้นไม่เหนียวเหนอะหนะ เช่น ปากกา

8.2. ถ้าไม่บดเป็นผง ก็จะนำไปฟอกให้นุ่มเพื่อนำไปทำสำลี ผ้าเช็ดเลนส์ ผ้าเช็ดกระจก และแผ่นทำความสะอาดผิวหน้าในการชำละล้างเครื่องสำอางค์ (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2540 : 15 - 22)

9. กระดาษจากเส้นไหม ศูนย์วิจัยหม่อน-ไหม จังหวัดนครราชสีมา (พจนา วีระโสภณ, 2543 : 47) ได้ทดลองทำกระดาษจากเศษเส้นไหมที่เหลือจากการสาวไหม ตัดให้เป็นเส้นใยสั้น ๆ นำมาฟอกกาวเซริซินออกด้วยสารเคมี ปั่นเส้นไหมให้กระจายผสมด้วยเยื่อกระดาษ กรองเยื่อกระดาษด้วยตะแกรงเพื่อทำกระดาษ และนำกระดาษที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

มนุษย์เราได้พยายามหาสารเคมีที่จะมาต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ มากมายและยังเป็นตัวทำลายทำให้อาหารเน่าเสียเกิดกลิ่นเหม็น

ก่อนปี พ.ศ. 2478 มนุษย์ยังไม่สามารถหาสารเคมีใด ๆ มาต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าสู่ร่างกายของคนเราได้ มีแต่สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะบนพื้นผิว

ในปี พ.ศ. 2478 มีรายงานจากวารสารทางการแพทย์ของประเทศเยอรมัน พบว่า สารเคมี ปรอนโตซิล (prontosil) สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในร่างกายได้ เพราะสารปรอนโตซิลจะแตกตัวเป็นยาซัลฟาซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ จากการค้นพบยาซัลฟา นับว่าเป็นการเปิดศักราชใหม่ในวงการอุตสาหกรรมและทำให้การศึกษาค้นคว้าทางการแพทย์เกี่ยวกับการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี พ.ศ. 2472 อเล็กซานเดอร์ เฟรมมิ่ง (Alexander Fleming) นักจุลชีววิทยาชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่พบว่า ราชนิด เพนิซิลเลียม โนตาตัม (*Penicillium notatum*) สามารถผลิตสารเคมีออกมาต่อต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ เรียกสารเคมีชนิดนี้ว่า เพนิซิลลิน (Penicillin) ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะหรือแอนตีไบโอติก (antibiotic) (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, 2537 : 7 - 8)

การควบคุมจุลินทรีย์

สิ่งที่สำคัญที่สุดของวิชาจุลชีววิทยาคือ ความรู้เกี่ยวกับวิธีการที่ใช้ฆ่า กำจัด หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 2 การควบคุมจุลินทรีย์มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ (พรสวรรค์ วิสุทธิวิเศษ, 2522 : 283)

1. ป้องกันการติดเชื้อโรคของคน สัตว์ และพืช
2. ป้องกันการเน่าเสียของอาหารและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ
3. ป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (contamination) ในสิ่งที่ต้องใช้เพื่อการศึกษาวิจัยและอุตสาหกรรม ซึ่งจำเป็นต้องใช้เชื้อบริสุทธิ์

ขอบข่ายการต่อต้านจุลินทรีย์ (Antimicrobial Spectrum)

หมายถึง ขอบข่ายที่สารเคมีชนิดหนึ่งสามารถต่อต้านการเจริญของจุลินทรีย์ได้มากหรือน้อยชนิด ถ้าสามารถต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้มากชนิด เรียกว่า มีขอบข่ายกว้าง (broad spectrum) เช่น ต่อต้านได้ทั้งเชื้อแบคทีเรียประเภทแกรมบวก (Gram positive) และแกรมลบ (Gram negative) รวมทั้งเชื้อไวรัสและเชื้อรา เป็นต้น ส่วนสารที่ต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้น้อยชนิด เรียกว่า มีขอบข่ายแคบ (narrow spectrum) เช่น ต่อต้านได้เฉพาะแบคทีเรียชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น

การออกฤทธิ์ต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์

การต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ของสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะ อาจแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ ๆ ตามลักษณะของการต่อต้านภายหลังที่เชื้อจุลินทรีย์ได้สัมผัสกับสารเคมีชนิดนั้น ๆ แล้ว

1. แบบยับยั้งการเจริญเติบโต (bacteriostatic) หมายถึง เมื่อแบคทีเรียได้สัมผัสกับสารเคมีจะไม่สามารถเจริญเติบโต ไม่แพร่พันธุ์ และขยายพันธุ์ได้แต่ยังไม่ตาย เพราะฉะนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะและสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ แบคทีเรีย เช่น มีอาหารเพียงพอและมีสภาวะความเป็นอยู่ที่เหมาะสมโดยที่ไม่มีสารเคมีที่เป็นพิษภัย แบคทีเรียเหล่านั้นก็จะเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์หรือขยายพันธุ์ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบฆ่าตาย (bactericidal) หมายถึง เมื่อแบคทีเรียได้สัมผัสกับสารเคมีแล้วจะตาย ไม่สามารถเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ต่อไปได้ แม้ว่าสภาวะสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ แบคทีเรียจะมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมก็ตาม (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, 2537 : 10 - 11)

ตารางที่ 2 วิธีการฆ่าจุลินทรีย์ (microbicidal) และวิธีการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (microbiostatic)

การทำลาย โดย
1. ความร้อน (ต้ม, อบ)
2. สารเคมี (disinfectants)
3. รังสี (X – rays, ultraviolet)
4. วิธีกล (การบด, คลื่นเสียงความถี่สูง ๆ)
การกำจัด โดย
1. กรอง
2. เซนติฟิวจ์ด้วยแรงเหวี่ยงสูง ๆ
การยับยั้ง โดย
1. อุณหภูมิต่ำ (แช่ในตู้เย็นหรือน้ำแข็งแห้ง)
2. ทำให้แห้งสนิท
3. ใช้วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ร่วมกัน (เช่น freez – drying)
4. ความดันออสโมติกสูง ๆ (น้ำเชื่อม, น้ำเกลือ)
5. สารเคมีและยาปฏิชีวนะ
5.1. สีบางชนิด เช่น eosin และ metlylene blue ; crystal violet
5.2. ยารักษาโรค เช่น sulfonamide และ ยาปฏิชีวนะ

ที่มา : พรสวรรค์ วิสุทธิวิเศษ, 2522 : 284

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกฤทธิ์ที่แตกต่างกันของสารต้านแบคทีเรีย (มาลิน จุลศิริ และมาลัย วรจิตร, 2540 : 199 - 200)

การเสริมฤทธิ์ (synergism) หมายถึง การใช้สารต้านแบคทีเรียหลายชนิดร่วมกัน สารที่ใช้ร่วมกันจะออกฤทธิ์เสริมกัน ทำให้สามารถยับยั้งหรือฆ่าแบคทีเรียได้ดีกว่าใช้สารต้านแบคทีเรียเพียงชนิดเดียว

การต้านฤทธิ์ (antagonism) หมายถึง ผลจากการใช้สารต้านแบคทีเรียตัวใดตัวหนึ่ง ทำให้การยับยั้งหรือฆ่าแบคทีเรียได้น้อยกว่า เมื่อใช้สารต้านแบคทีเรียเพียงชนิดเดียว

การดื้อยา (drug resistance) หมายถึง อาการของเชื้อจุลินทรีย์ที่เคยถูกสารเคมีตัวใดตัวหนึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตหรือฆ่าในปริมาณที่เคยใช้ ต่อมากลับใช้ไม่ได้ผลทั้ง ๆ ที่ใช้สารเคมีชนิดเดียวกันในปริมาณเท่าเดิม ดั้งนั้นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงโดยใช้สารเคมีตัวใหม่หรือใช้สารเคมีตัวเดิมแต่เพิ่มปริมาณให้มากขึ้น

กลไกการออกฤทธิ์ของสารต้านจุลินทรีย์ (Mode of action of antimicrobial agents)

จากกระบวนการที่จุลินทรีย์ถูกยับยั้งหรือถูกทำลายด้วยวิธีต่าง ๆ ซึ่งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 2 มีสาเหตุมาจากการทำลายส่วนต่าง ๆ ของเซลล์ของจุลินทรีย์ดังนี้

1. การทำลายผนังเซลล์หรือการยับยั้งการสร้างผนังเซลล์

พบว่าผนังเซลล์ของแบคทีเรียถูกทำลายได้ด้วยเอนไซม์ไลโซไซม์ (lysozyme) ที่พบในน้ำตา เมือก เม็ดเลือดขาว น้ำลาย เป็นต้น และยังพบในแบคทีเรียอีกหลายชนิดโดยที่เอนไซม์ชนิดนี้จะไปย่อยสลายโครงสร้างของผนังเซลล์ทำให้เซลล์แตก

สารเคมีบางชนิดจะไปยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียที่กำลังเจริญเติบโต มีผลทำให้เกิดเป็นโพรโทพลาสต์ (protoplast) ซึ่งถ้าไม่เลี้ยงในสภาวะที่เหมาะสมเซลล์จะแตกได้ หรือการใช้ยาเพนิซิลลิน (penicillin) บาซิทราซิน (bacitacin) ออกซาไมซิน (oxamycin) ไซโคลเซอรีน (cycloserine) และเจนเตียนไวโอเลต (gentian violet) ซึ่งมีผลยับยั้งการสร้างผนังเซลล์

2. เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์

เยื่อหุ้มเซลล์มีคุณสมบัติยอมให้สารอาหารผ่านเข้าสู่เซลล์ ทำหน้าที่คัดเลือกสารที่จำเป็นเข้าสู่เซลล์และขับถ่ายของเสียออกจากเซลล์ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันสารพิษไม่ให้เข้าไปในเซลล์และป้องกันไม่ให้ส่วนประกอบของเซลล์ไหลออกสู่ภายนอก (พรสวรรค์ วิสุทธิวิเศษ, 2522 : 285) ดังนั้นถ้าเยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลายจะทำให้เซลล์หยุดชะงักการเจริญเติบโตและทำให้เซลล์ตายได้ สารเคมีที่มีความสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40286

เซลล์รั่วไหลออกมา ได้แก่ สารฟีนอล (phenol) สารซักฟอก สบู่ และยาปฏิชีวนะ เช่น โพลีไมซิน บี (polymyxin B) โคลิสติน (colistin) กราไมซิดิน (gramicidin) เป็นต้น

3. การทำลายนิวเคลียสและยีน

สีและรังสีบางอย่างอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดนิวคลีอิกได้ เช่น คริสตัลไวโอเลต (crystal violet) จะทำปฏิกิริยากับกรดนิวคลีอิกได้สารประกอบจำพวกเกลือ ถ้ามีสีเจือจางแสดงว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ แต่ถ้าสีเข้มแสดงว่าสามารถฆ่าจุลินทรีย์ได้ แบคทีเรียแกรมบวกจะมีความไวต่อสี basic dyes มากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ การเปลี่ยนแปลงที่กรดนิวคลีอิกจะมีผลต่อการสร้างโปรตีน โปรตีนที่สำคัญคือ เอนไซม์ ซึ่งมีความจำเป็นต่อขบวนการเมทาบอลิซึมมาก ถ้าเอนไซม์ทำงานผิดปกติจะมีผลทำให้เซลล์ถูกทำลายได้

4. การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน

ที่อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส หรือสารเคมีบางชนิด เช่น กรด divalent และ trivalent cation จะทำให้เกิด coagulation ของโปรตีน คือ โปรตีนจะเปลี่ยนสภาพจากของเหลวมาอยู่ในรูปของแข็งเป็นก้อนสีขาว มีผลทำให้หน้าที่และกิจกรรมของเอนไซม์ถูกทำลายทำให้เซลล์หยุดการเจริญเติบโตหรือตายได้ สารเคมีที่สามารถเปลี่ยนสภาพของโปรตีนได้ ได้แก่ ฟีนอล แอลกอฮอล์ และฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นต้น

5. การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์

เอนไซม์ต่าง ๆ จำเป็นในปฏิกิริยาเคมีของกระบวนการเมทาบอลิซึมในเซลล์ ดั้งนั้นถ้ามีตัวยับยั้งเอนไซม์ (enzyme inhibitor) ก็จะมีผลต่อปฏิกิริยาของกระบวนการต่าง ๆ เช่น กระบวนการไกลโคลิซิส (glycolysis) วัฏจักรเครปส์ (Kreb' s tricarboxylic acid cycle) และระบบไซโตโครม (cytochrome system) สารที่เป็นตัวยับยั้งได้แก่ ไซยาไนด์ยับยั้งไซโตโครม ออกซิเดส และฟลูออไรด์ยับยั้งไกลโคลิซิส เป็นต้น

สารที่เป็นออกซิไดซิงเอเจนต์อย่างแรง เช่น ฮาโลเจนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อาจทำลายองค์ประกอบของเซลล์จนเซลล์ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ เช่น รวมตัวกับหมู่ซัลฟ์ไฮดริล (sulfhydryl) ของเอนไซม์ในเซลล์ทำให้โครงสร้างของเอนไซม์เปลี่ยนไปทำให้เอนไซม์ไม่ทำงาน นอกจากนี้ยังมีไอออนของโลหะ เช่น เงิน ทองแดง และปรอท ซึ่งไอออนเหล่านี้จะไปรวมตัวกับหมู่ซัลฟ์ไฮดริลของเอนไซม์หรือโปรตีน มีผลทำให้เซลล์ถูกทำลายได้

6. การยับยั้งการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก

สารบางอย่างมีผลในการยับยั้งการสังเคราะห์ DNA และ RNA โดยสารนั้นจะไปขัดขวางการสร้างหน่วยพื้นฐานของกรดนิวคลีอิก คือ พิวรีนและพิริมิดีน และไปขัดขวางการรวมตัวของนิวคลีโอไทด์เข้าเป็นกรดนิวคลีอิก ซึ่งจะมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการเมทาบอลิซึมผิดปกติไปและทำให้เซลล์ถูกทำลายได้ (สุวณี สุภเวชย, 2536 : 488 - 489)

ปัจจัยที่จะต้องคำนึงในการเลือกใช้สารเคมี

1. ธรรมชาติของวัตถุที่จะใช้กับสารเคมี เช่น สารที่จะใช้กับเครื่องมือเครื่องใช้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับร่างกาย เพราะอาจทำให้เกิดอันตรายต่อเซลล์หรือเนื้อเยื่อได้

2. ชนิดของจุลินทรีย์ สารเคมีแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ไม่เท่ากัน เช่น เซลล์ที่สร้างสปอร์จะมีความคงทนมากกว่าเซลล์ปกติ หรือแบคทีเรียที่มีการติดสีแกรมต่างกันจะมีความทนทานต่างกัน ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้สารเคมีให้เฉพาะเจาะจงกับชนิดของจุลินทรีย์ที่ถูกทำลาย

3. สภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น อุณหภูมิ พีเอช เวลา ความเข้มข้นของสารเคมี ซึ่งจะมีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์ต่างกัน (สุวณี สุภเวชย, 2536 : 503)

วิธีการทดสอบประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์

วิธีการทดสอบประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ สามารถทำได้โดยการทดสอบตรวจหาความไวของเชื้อต่อสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะ ซึ่งมีวิธีทดสอบดังนี้

1. MIC Test

MIC (minimum inhibitory concentration) เป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ หน่วยที่ใช้วัดโดยทั่วไปคือ มคก. (μg, mcg, microgram) ต่อ มิลลิลิตร (ml, millilite) หรือหน่วยสากล (IU, international unit) ต่อ มิลลิลิตร ค่า MIC สามารถนำมาใช้เป็นค่าเปรียบเทียบเพื่อดูความไวของเชื้อชนิดหนึ่ง ๆ ต่อสารเคมีหลายชนิด หรือความไวของเชื้อหลาย ๆ ชนิดต่อสารเคมีหนึ่ง ๆ ในการทดสอบหาค่า MIC สารเคมีหรือยาที่ใช้จะต้องเจือจางให้มีความเข้มข้นลดลงทุก ๆ 2 เท่าไปเรื่อย ๆ (2 – fold serial dilution) (มาลิน จุลศิริ, 2540 : 83) วิธีการทดสอบ MIC Test โดยเตรียม dilution ต่างๆ ที่จะทดสอบโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเป็นตัวทำละลาย จากนั้นใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่จะใช้ทดสอบลงไปในปริมาณเท่า ๆ กันในแต่ละหลอด แล้วนำไปบ่ม (incubate) หลังจากนั้นบันทึกผลการทดลอง หลอดที่มี dilution สูงที่สุดที่ไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโต จะเป็น MIC ค่า MIC นี้จะเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ พีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อ อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการบ่ม (incubate) (พรสวรรค์ วิสุทธิวิเศษ, 2522 : 301)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Agar Diffution Test

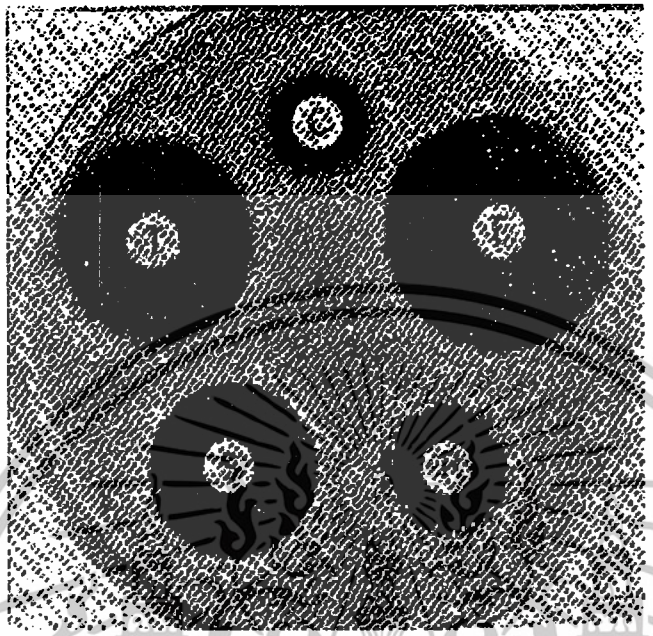
วิธีนี้ใช้กันทั่วไปสำหรับทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของสารเคมี ยาขี้ผึ้ง (ointment) ยาปฏิชีวนะ และสารอื่น ๆ ซึ่งมีวิธีการทดสอบโดยนำ nutriant agar มาใส่เชื้อ (inoculate) จุลินทรีย์ที่จะใช้ทดสอบลงไป จากนั้นเทลงในจานเพาะเชื้อปล่อย agar ให้แข็งแล้วนำกระดาษกรอง (paper discs) รูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ชุบสารเคมีที่จะใช้ทดสอบและวางบน agar หลังจากการบ่ม (incubate) จะพบบริเวณใสเกิดเป็นวงว่างรอบแผ่นดิสก์ ซึ่งเรียกว่า zone of inhibition หรือ clear zone แสดงว่าแบคทีเรียถูกยับยั้งการเจริญเติบโตจากสารเคมี สารเคมีชนิดนั้นอาจมีคุณสมบัติเป็น bactericidal หรือ bacteriostatic วิธีนี้มีประโยชน์ในการเปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสารเคมีต่าง ๆ ต่อแบคทีเรียชนิดใดชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ยังใช้ทดสอบความไวของแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ต่อสารเคมีได้อีกด้วย (พรสวรรค์ วิสุทธิวิเศษ, 2522 : 301)

clear zone หรือ inhibition of zone

คือบริเวณใสที่เป็นวงว่างไม่มีเชื้อเจริญ ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 6 การดูประสิทธิภาพของสารเคมีหรือฤทธิ์การต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์จะวัดจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณใสที่เกิดขึ้นมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบภายหลัง

มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลกระทบต่อขนาดบริเวณใสที่เกิดขึ้นจากสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะ พวกที่รบกวนการออกฤทธิ์หรือส่งเสริมการเจริญของเชื้อจะทำให้ขนาดบริเวณใสลดลง ส่วนพวกที่ส่งเสริมการออกฤทธิ์หรือรบกวนการเจริญของเชื้อจะทำให้บริเวณใสเพิ่มขึ้น ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อบริเวณใส ได้แก่ ความเข้มข้นของสารเคมี ปริมาณสารที่หยดลงบนแผ่น disc การแผ่กระจายของสารเคมี ความสามารถในการยับยั้งสารเคมีนั้น ๆ และคุณลักษณะของสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะ เช่น น้ำหนักโมเลกุล ความสามารถในการซึมผ่านของอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็นต้น (มาลิน จุลศิริ, 2540 : 84)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 บริเวณใส (clear zone หรือ zone of inhibition)
ที่มา : Frobisher, 1974 : 330

แบคทีเรีย (Bacteria)

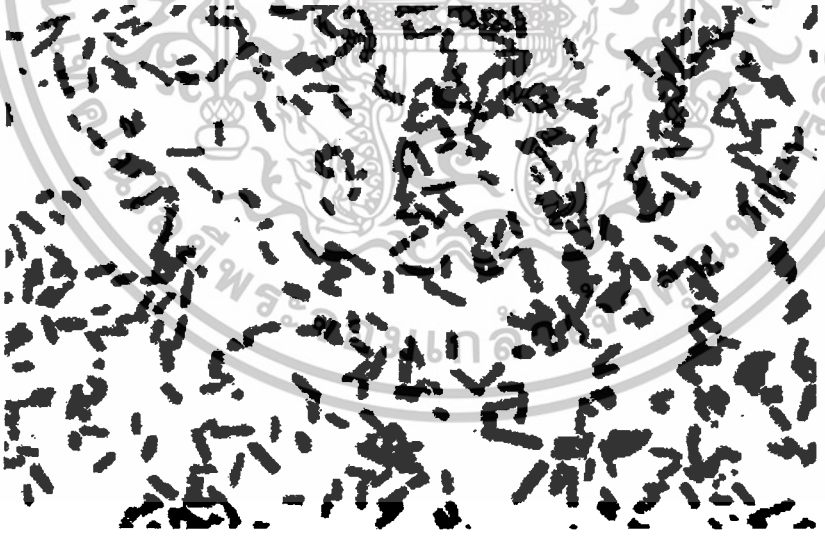
แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง มีเซลล์เดียว (unicellular) ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อเทียบกับไวรัสจึงสามารถมองเห็นได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา แบคทีเรียมีอยู่ทั่วไป เช่น ในบรรยากาศ น้ำเค็ม น้ำจืด ดิน อาหาร ระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น แบคทีเรียมีบทบาทต่อมนุษย์หลายทางด้วยกัน กล่าวคือ บางชนิดก่อให้เกิดโรค บางชนิดมีความสำคัญในอุตสาหกรรม บางชนิดมีความสำคัญในการเกษตร บางชนิดมีความสำคัญทางการแพทย์ เป็นต้น (พวงพร โชติกไกร, 2537 : 5) ดังนั้น แบคทีเรียแต่ละชนิดจึงมีลักษณะและคุณสมบัติด้านต่าง ๆ แตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***Escherichia coli* (เอชเชอริเชีย โคไล)**

E. coli เป็นแบคทีเรียตะกูลเอนเทอโรแบคทีรีซีอี (*Enterobacteriaceae*) จัดอยู่ในสกุล *Escherichia* แบคทีเรียสกุลนี้มีลักษณะทั่วไปคือ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541 : 240 - 241)

1. เซลล์มีรูปร่างเป็นท่อนตรง เรียงตัวเดี่ยว ๆ หรือเป็นคู่ ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 7
2. เซลล์มีขนาด 1.1 – 1.5 × 2.0 – 6.0 ไมโครเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.3 – 1.3 ไมโครเมตร
3. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative)
4. สามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลกเจลลา (flagella)
5. เป็นพวกแฟคัลเตตีฟแอนแอโรป (facultative anaerobe)
6. เซลล์มีแอนติเจนพิเศษ เรียกว่า เอนเทอโรแบคทีเรียคอมมอนแอนติเจน (enterobacterial common antigent)
7. ไม่ต้องการ NA^{+} เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของเซลล์



<u>ภาพที่ 7</u> ลักษณะของเชื้อสกุล *Escherichia*

ที่มา : นัทนนา อรุณฤกษ์, 2537 : 245

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E. coli เป็นแบคทีเรียที่มี serotypes และ biotype มาก ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้ บางสายพันธุ์สร้างแคปซูลสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี *E.coli* จัดเป็นพวกโคลิฟอร์ม (coliform) อาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่น อยู่ในอาหารและน้ำที่มีอุจจาระปนเปื้อน เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในแฟมมิลี่ (family) เดียวกับ *Salmonella Shigella* และ *Yersinia* *E. coli* มีความสำคัญทั้งทางด้านทฤษฎีปัญหาการเกิดโรคและด้านปฏิบัติเพื่อตรวจหาเชื้อที่ปนเปื้อนในน้ำ อาหาร ยา และเครื่องสำอางค์ ดังนั้นจึงใช้ *E. coli* เป็นดัชนี (index) ที่ชี้ให้เห็นถึงการปนเปื้อนอุจจาระของคนและสัตว์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2542 : 101 - 102)

1. Enteropathogenic *E. coli* (EPEC)
2. Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)
3. Enteroinvasive *E. coli* (EIEC)
4. Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC)

อาการโรคที่เกิดจาก ***E. coli*** ทั้ง 4 กลุ่มนี้คือ

- **Enteropatohgenic *E. coli*** เป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการท้องเดินในทารก

- **Enterotoxigenic *E. coli*** อาการคล้ายโรคที่เกิดจากเชื้อ *Vibrio cholena* คือ ถ่ายอุจจาระเป็นน้ำจนร่างกายสูญเสียน้ำมากทำให้หมดสติในที่สุด เชื้อกลุ่มนี้สามารถสร้างสารพิษ (enterotoxin) ชนิดที่ทนความร้อน (heat resistant) และไม่ทนความร้อน (heat labile)

- **Enteroinvasive *E. coli*** อาการคล้ายโรคที่เกิดจากเชื้อ *Shigella* (dysentery – like diseae) คือมีอาการท้องร่วง ปวดท้องรุนแรง มีไข้ ปวดศีรษะ แต่สายพันธุ์นี้ไม่สร้างสารพิษ (enterotoxin)

- **Enterohemorrhagic *E. coli*** ทำให้เกิดโรค hemorragic colitis โดยเชื้อจะสร้างสารพิษคล้ายกับเชื้อ *Shigella* คือ verocytotoxin ซึ่งจะมีอาการปวดท้อง อาเจียน มีไข้ อุจจาระมีเลือดมี mucus ปน เนื่องจากเกิดอาการผิดปกติที่ไต อาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้

Bacillus subtilis (บาซิลลัส สับทิลิส)

B. subtilis เป็นแบคทีเรียตระกูลบาซิลลาซีอี (*Bacillacieae*) จัดอยู่ในสกุล *Bacillus* แบคทีเรียสกุลนี้มีลักษณะโดยทั่วไปคือ (ดวงพร คันธโชติ, 2537 : 94 - 95)

1. เซลล์มีรูปร่างเป็นท่อนตรง ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 8
2. เซลล์มีขนาด 0.3 – 2.2 × 1.2 – 7.0 ไมโครเมตร
3. เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive)
4. ส่วนใหญ่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลกเจลลา (flagella)
5. เป็นแบคทีเรียพวกแอโรป (aerobe) และแฟคัลเตตีฟแอนแอโรป (facultative anaerobe)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

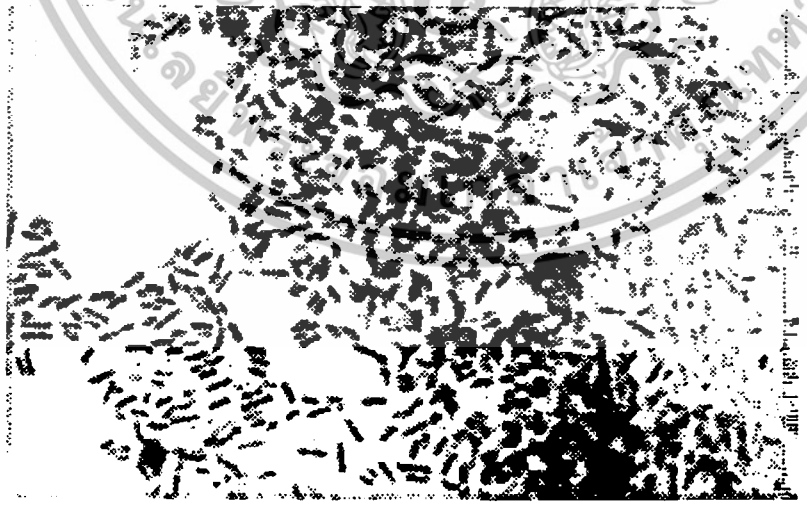
6. สร้างสปอร์อยู่ภายในเซลล์ (endospore) ซึ่งเป็นสปอร์ที่ทนความร้อน

7. ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ไม่มีโทษ และเป็นแซโพรไฟต์ (saprophytes) พบได้ในดิน น้ำจืด และน้ำทะเล

8. มีหลายชนิดที่สร้างเอกโซเอนไซม์ (exoenzyme) มาย่อยโปรตีนหรือโพรีแซคคาไรด์เชิงซ้อน (complex polysaccharides) ซึ่งมีผลทำให้อาหารเสีย

แบคทีเรียสกุล *Bacillus* มีสมาชิกมาก การจัดชนิดสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มที่ 1 มีสมาชิก 22 ชนิด และกลุ่มที่ 2 มีสมาชิก 26 ชนิด

B. subtilis มีรูปร่างเป็นท่อนตรง มีแฟลกเจลลาอยู่ด้านข้างของเซลล์ เป็นแบคทีเรียพวกมีโซไฟล์ (mesophile) ชอบอุณหภูมิปานกลาง อุณหภูมิสูงสุดในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 4.5 – 5.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วง 5 – 20 องศาเซลเซียส สามารถทนต่อพีเอช และความเค็มได้ดี โคโลนีที่เจริญบนอาหารวุ้นจะมีผิวเรียบหรือขรุขระ มีสีครีมทึบหรือสีน้ำตาลทึบ สร้างสปอร์รูปรีที่ทนความร้อนอยู่ที่ศูนย์กลางของเซลล์ (วิลาวัณย์ เจริญจีระตระกูล, 2539 : 95) *B. subtilis* ย่อยเพกตินและโพรีแซคคาไรด์ของเนื้อเยื่อพืชได้ บางสายพันธุ์มีการสร้างรงควัตถุ ย่อยเจลาตินได้ รีดิวซ์ลิตมัสมิลค์เป็นพวกแอโรป (areobe) และเจริญในสภาพแอนแอโรป (anaerobe) ได้ถ้าอยู่ในอาหารที่ซับซ้อน สามารถพบสปอร์ได้ทั่วไปในวัสดุที่ผ่านความร้อนมาแล้ว เจริญในอาหารที่ไม่ใช่กรด (non acid food) ถ้ามีออกซิเจนจะเป็นสาเหตุทำให้ขนมปังเป็นเมือก (ดวงพร คันธโชติ, 2537 : 95.)



<u>ภาพที่ 8</u> ลักษณะของเชื้อสกุล *Bacillus*

ที่มา : นันทนา อรุณฤกษ์, 2537 : 334

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***Staphylococcus aureus* (สแตฟฟีโลคอคคัส ออเรียส) และ *Staphylococcus epidermidis* (สแตฟฟีโลคอคคัส อีพิเดอร์มิดิส)**

S. aureus และ *S. epidermidis* เป็นแบคทีเรียตระกูลไมโครคอคคาซีอี (*Micrococcaceae*) จัดอยู่ในสกุล *Staphylococcus* แบคทีเรียสกุลนี้มีลักษณะทั่วไปคือ (วิลาวัณย์ เจริญจีระตระกูล, 2539 : 83)

1. เซลล์มีรูปกลม เรียงตัวจับกันเป็นคู่ (pair) หรือเรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น (staphyle) ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 9
2. เซลล์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.7 – 1.2 ไมโครเมตร
3. เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive)
4. เซลล์ไม่เคลื่อนที่
5. เป็นแบคทีเรียพวกแอโรป (aerobe) หรือแฟคัลเตตีฟแอนแอโรป (facultative anaerobe)
6. มีพีเอชที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 7.0 – 7.5
7. มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต 35 – 40 องศาเซลเซียส
8. มักพบบริเวณผิวหนังและเยื่อบุเมือก หรือบริเวณลำคอส่วน oropharnx และ nasophrynx
9. โคโลนีเจริญบนอาหารวุ้นมีลักษณะกลมนูนเป็นมันเงา หนา 1 – 2 มิลลิเมตร สีโคโลนีจะต่างกันตามชนิดของเชื้อ

<u>ภาพที่ 9</u> ลักษณะของเชื้อสกุล *Staphylococcus*

ที่มา : นันทนา อรุณฤกษ์, 2537 : 161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียสกุล *Staphyrococcus* ประกอบด้วยแบคทีเรีย 20 ชนิด พบว่ามีเชื้อที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ 12 ชนิด ซึ่งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 3 แต่เชื้อทั้ง 12 ชนิดไม่ได้ก่อให้เกิดโรคติดเชื้อทั้งหมด ส่วนเชื้อที่เหลืออีก 8 ชนิด พบว่าอยู่ร่วมกับสัตว์และผลผลิตจากสัตว์ (บัณฑูรย์ พานิชกุล และ สมภพ วัฒนมณี, 2540 : 10)

S. aureus โคโลนีเจริญบนอาหารวุ้นมีลักษณะกลมนูน เป็นมันเงา หนา 1 – 2 มิลลิเมตร มีสีเหลืองหรือสีทอง มักพบเชื้ออยู่ทั่วไปในอากาศ ฝุ่น น้ำ นม ผิวหนังของคน เป็นต้น ส่วนใหญ่จะพบเชื้อชนิดนี้ตามผิวหนัง เสื้อผ้า ปาก จมูก ตา และคอของคน สำหรับคนที่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์จะพบเชื้อชนิดนี้อาศัยอยู่ประมาณ 30 – 50 เปอร์เซ็นต์ (ศิวพร ศิวเวชช, 2542 : 105) *S .aureus* สามารถสร้างเอนไซม์ coagulase ซึ่งมีความสำคัญทางการแพทย์มาก สามารถก่อให้เกิดการติดเชื้อกับทุก ๆ ส่วนของร่างกาย การติดเชื้อที่ผิวหนังสามารถติดเชื้ออย่างอ่อนจนถึงขั้นรุนแรงรวมทั้งการเกิดหนอง การติดเชื้อในกระแสเลือดรุนแรง และก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ มากมาย เช่น ปอดอักเสบ ลิ้นหัวใจอักเสบ เป็นฝี แผลหนอง การติดเชื้อหลังผ่าตัด ในสัตว์จะทำให้เกิดโรคเต้านมอักเสบ นอกจากนี้ *S. aureus* สามารถสร้างสารพิษต่าง ๆ ซึ่งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4

สารพิษที่ *S. aureus* สร้างขึ้นคือ enterotoxin A B C และ D ชนิดที่พบว่าทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษมากที่สุดคือ enterotoxin A สารพิษที่สร้างขึ้นจะแพร่กระจายอยู่ในอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ

อาการที่เกิดจากอาหารเป็นพิษ (food poisoning) เนื่องจากเชื้อ *S. aureus* คือ

เมื่อบริโภคอาหารที่มีสารพิษของ *S. aureus* เข้าไป จะทำให้เกิดการผิดปกติขึ้นกับระบบทางเดินอาหารอย่างเฉียบพลันความรุนแรงของอาการขึ้นอยู่กับความต้านทานของผู้บริโภคแต่ละคน อาการต่าง ๆ ที่พบคือ มึนงง คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวที่ท้อง นอกจากนี้ยังพบอาการปวดศีรษะ กล้ามเนื้อเกร็ง และมีไข้ อาการที่เกิดขึ้นจะหายเองภายใน 24 – 72 ชั่วโมง ถ้าอาการหนักต้องรีบนำส่งโรงพยาบาลทันที (ศิวาพร ศิวเวชช, 2542 : 105 - 106)

S. epidermidis โคโลนีเจริญบนอาหารวุ้นมีลักษณะกลมนูน เป็นมันเงา หนา 1 – 2 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีขาวหรือสีครีม เป็นพวกที่ไม่สร้าง coagulate ปกติจะพบเชื้ออยู่ทั่วไปในอากาศและสิ่งแวดล้อม พบตามผิวหนัง บน mucous membrane ของระบบทางเดินหายใจส่วนบนและระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ โดยปกติเชื้อชนิดนี้ไม่เป็นอันตรายมาก แต่อาจทำให้เกิดโรคได้ถ้าเชื้อเข้าไปอยู่ใต้ผิวหนังลึก ๆ เข้าไปในหลอดเลือด หรือติดเชื้อจากการผ่าตัดหัวใจ *S. epidermidis* บางสายพันธุ์สามารถสร้าง hemolysin ได้ และพบว่าเชื้อชนิดนี้ดื้อยาหลายชนิด เช่น เมธิซิลลิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซฟาโลสอิน และอะมิโนไกลโคไซด์ ดั้งนั้นควรทำการทดสอบความไวก่อนที่จะเลือกใช้ยาแต่ละชนิดเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น (นันทนา อรุณฤกษ์, 2537 : 167)

ตารางที่ 3 สมาชิกของแบคทีเรียสกุล *Staphylococcus* ที่พบในคนและสัตว์

เชื้อสายที่พบในคนและสัตว์	เชื้อสายที่พบแต่ในสัตว์หรือผลผลิตจากสัตว์
Coagulase – positive	**Coagulase – negative**
S. *aureus*	*S. intermedius* – cats, dogs, carnivores
Coagulase – negative	*S. caprae* – goats (milk)
S. epidermidis	*S. lentus* – sheep
S. saphophyticus	*S. hyicus* – cattle, pigs
S. hominis	*S. sciuri* – small mammals
S. haemolyticus	*S. gallinarum* – poultry
S. warneri	*S. caseolyticus* – cows, diary products
S. capitis	*S. carnosus* – processed meats, beef
S. sachalyticus	
S. auricularis	
S. simulans	
S. cohnii	
S. xylosus	

ที่มา : E.W, Koneman, 1988 (อ้างโดย บัณฑูรย์ พานิชกุล และสมภพ วัฒนมณี, 2540 : 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 สารพิษที่สร้างโดยเชื้อ *S. aureus*

สารพิษ	ฤทธิ์
Staphylosins	
Alphatoxin (hemolysin)*	Hemolytic ; increases permeability of Cell membrane ; dermonecrotic in rabbits Low activity in humans
Beta hemolysin	More potent than alpha hemolysin, But found primarily in animal strains
Gamma hemolysin*	Hemolytic, leukotoxic
Delta hemolysin	Less dermonecrotic and leukocytic
Epsilon hemolysin	Present in *S. epidermidis*
Leukocidin	Lyses leukocytes
Enterotoxins	Directly act on intestinal wall, Causing severe nausea and vomiting
Exfoliative toxin (exfoliatin)	Disrupts desmosomes that bind cells In the granular layer of epidermis, Causes skin peeling
Coagulase	Clots plasma
Hyaluronidase	Depolymerizes ground substance of Tissues ("spreading factor")
Staphelokinase	Dissolves fibrin clots
Bacteriocin (staphylococcin)	Inhibits or kills other closely related Gram positive cocci

*Greater than 95 percent of *S. aureus* form one of these toxins, 82 percent form both

ที่มา : จันทร์เพ็ญ วิวัฒน์, 2531 (อ้างโดย บัณฑูรย์ พานิชกุล และสมภพ วัฒนมณี, 2540 : 15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุ

ผลิตภัณฑ์ไหม

1. ผ้าไหม
2. รังไหม
3. ผงไหม
   - 3.1. ผงไหมจากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์
   - 3.2. ผงไหมจากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือจากประเทศญี่ปุ่น

เชื้อแบคทีเรีย

1. *Escherichia coli*
2. *Bacillus subtilis*
3. *Staphylococcus aureus*
4. *Staphylococcus epidermidis*

สารเคมีและวัสดุอื่น ๆ

1. แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์
2. อาหารแข็ง (AATCC agar)
3. อาหารเหลว (AATCC broth)
4. กระดาษกรอง (Blank Paper Discs) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร

3.2 อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง + ฝาเกลียว
2. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร และ 5 มิลลิลิตร
3. บีกเกอร์ขนาด 125 มิลลิลิตร 500 มิลลิลิตร และ1,000 มิลลิลิตร
4. ขวด + ฝาเกลียวขนาด 250 มิลลิลิตร
5. เข็มเขี่ยเชื้อ (Loop)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จานเพาะเชื้อ (Plate)
7. ไมโครปิเปต (Micropipete)
8. ปากคีบ (Forcepe)
9. เครื่องเขย่าหลอด (Vortex mixer)
10. หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave)
11. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
12. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow)
13. เครื่องวัดความขุ่น (Spectrophotometer)
14. ไมโครเวฟ (Microwave)
15. เครื่องชั่งละเอียด
16. กระดาษฟอยล์
17. water bath

3.3. วิธีดำเนินการทดลอง

1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1. เตรียมอาหารแข็ง AATCC agar ซึ่งประกอบด้วย peptone 6 กรัม, beef extract 3 กรัม, Sodium Chloride 3 กรัม, agar 9 กรัม และน้ำกลั่น 600 มิลลิลิตร นำส่วนผสมทั้งหมดมาต้มจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นบรรจุลงในขวดฝาเกลียวปริมาณขวดละ 150 มิลลิลิตร จำนวน 4 ขวด

1.2. เตรียมอาหารเหลว AATCC broth ซึ่งประกอบด้วย peptone 2.5 กรัม, beef extract 1.25 กรัม, Sodium Chloride 1.25 กรัม และน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร นำส่วนผสมทั้งหมดมาต้มจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นบรรจุลงในหลอดทดลองปริมาณหลอดละ 9 มิลลิลิตร จำนวน 15 หลอด และปริมาณ 10 มิลลิลิตร จำนวน 5 หลอด

1.3. นำอาหารแข็ง AATCC agar (จากข้อ 1.1) และอาหารเหลว AATCC broth (จากข้อ 1.2) มานึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 15 นาที

2. การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย

เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบมี 4 ชนิด คือ *E. coli* *B. subtilis* *S. aureus* และ *S. epidermidis* จะต้องมีอายุ 18 – 24 ชั่วโมง โดยการ subculture เชื้อจาก stock แล้วนำไปบ่มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ที่ใช้ทดสอบจะต้องปรับปริมาณเชื้อให้ได้ 1.6×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยดูจากการนำเชื้อแบคทีเรียมาวัดความขุ่นหรือความหนาแน่นของเซลล์ที่ OD 660 ด้วยเครื่องวัดความขุ่น (Spectrophotometer) ซึ่งปริมาณเชื้อแต่ละชนิดจะได้ค่าความขุ่นดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าความขุ่นที่ OD 660 ของแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด

เชื้อแบคทีเรีย	ค่าความขุ่นที่ OD 660 (นาโนเมตร)
E. coli	0.034
B. subtilis	0.015
S. aureus	0.017
S. epidermidis	0.019

โดยมีขั้นตอนการปรับปริมาณเชื้อดังนี้

2.1. นำ loop จุ่มแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ รนไฟจนแดงเพื่อฆ่าเชื้อ ทิ้งไว้สักครู่ประมาณ 10 – 15 วินาที จากนั้นถ่ายเชื้อแบคทีเรีย 1 ลูป ใส่ลงในหลอดอาหารเหลว AATCC broth ที่มีปริมาตร 10 มิลลิลิตร (จากข้อ 1.3) ปิดฝาหลอดทดลองและนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าหลอด

2.2. ใช้ปิเปตขนาด 5 มิลลิลิตร ดูดเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิด (จากข้อ 2.1) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่ใช้วัดค่าความขุ่น และดูดอาหารเหลว AATCC agar (จากข้อ 1.3) ใส่ 1 หลอด เพื่อใช้เป็น Control ในการวัดความขุ่น

2.3. นำเชื้อแบคทีเรียในหลอด (จากข้อ 2.2) มาวัดความขุ่นที่ OD 660 ด้วยเครื่องวัดความขุ่น (Spectrophotometer) ในช่องแรกใส่หลอดที่เป็น Control ช่องถัดไปใส่หลอดของเชื้อ *E. coli B. subtilis S. aureus* และ *S. epidermidis* ตามลำดับ โดยค่าความขุ่นของ Control จะต้องเท่ากับศูนย์ ส่วนค่าความขุ่นของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด ต้องเท่าหรือใกล้เคียงกับค่าซึ่งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 5 ถ้าค่าความขุ่นที่วัดได้มีค่ามากเกินไปแสดงว่าเชื้อชนิดนั้นมีปริมาณมาก ดังนั้นจะต้องนำเชื้อแบคทีเรียชนิดนั้น ๆ มาเจือจางเพื่อปรับปริมาณให้ได้ค่าตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไหม

3.1. เตรียมผ้าไหม โดยตัดผ้าไหมเป็นวงกลมให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร

3.2. เตรียมรังไหม โดยดึงเส้นใยไหมออกจากรังไหม และตัดรังไหมเป็นวงกลมให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร

3.3. เตรียมผงไหม โดยผงไหมที่ใช้ทดสอบมี 2 ชนิดคือ

3.3.1. ผงไหมที่ได้จากการนำเส้นใยไหมไปทำความสะอาดด้วยสบู่และด่าง แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปละลายด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์

3.3.2. ผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือเป็นผงไหมจากประเทศญี่ปุ่น เตรียม 3 เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำกลั่น โดยชั่งผงไหม 3 กรัม และน้ำกลั่น 97 มิลลิลิตร ผสมโดยใช้แท่งแก้วคนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟอยล์

3.4. นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไหมจากข้อ 3.1 3.2 และ 3.3.2 ไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 15 นาที

4. ขั้นตอนการทดสอบการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหม

ขั้นตอนการทดสอบการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียจะต้องทำการทดลองแบบปราศจากเชื้อ (aseptic) โดยปฏิบัติในตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow) ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 10 มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

4.1. ใช้ปิเปตขนาด 5 มิลลิลิตร ดูดเชื้อที่ได้ปรับปริมาณแล้วมา 1.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดอาหาร AATCC agar (จากข้อ 1.3) ปิดฝาขวดแล้วเขย่าให้เชื้อกระจายทั่ว จากนั้นเทลงในจานเพาะเชื้อปริมาณ 20 มิลลิลิตรต่อจาน รอจนอาหารแข็ง

4.2. กำหนดตำแหน่งของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไหมที่จะวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อดังนี้

ตำแหน่ง a คือ Bank Paper Discs ซึ่งใช้เป็น Control

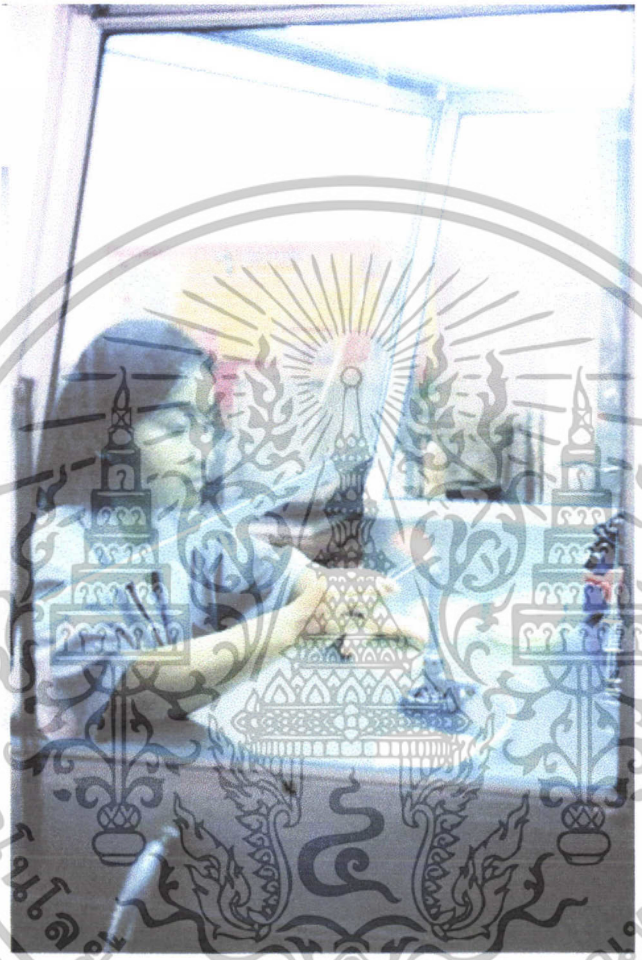
ตำแหน่ง b คือ ผ้าไหม

ตำแหน่ง c คือ รังไหม

ตำแหน่ง d คือ ผงไหม

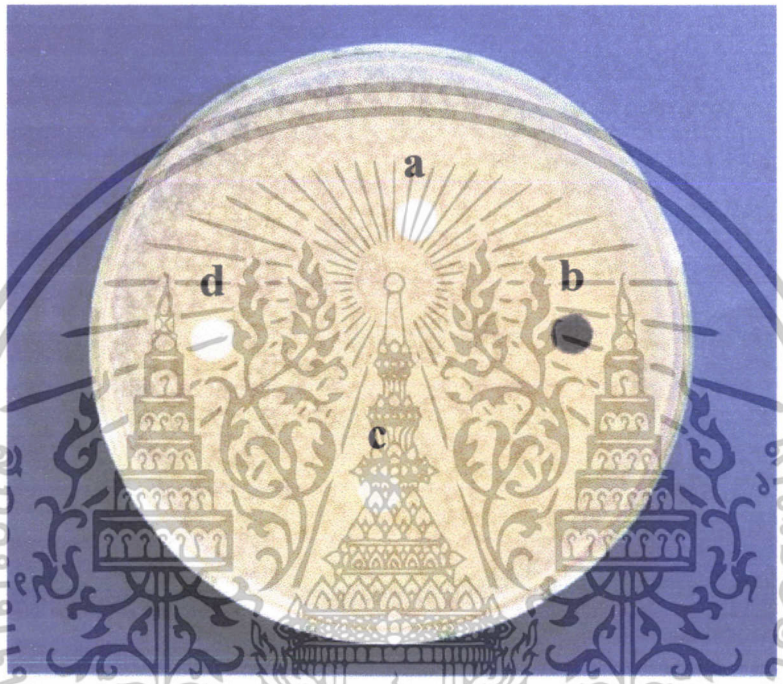
ให้วางผลิตภัณฑ์ไหมตามลำดับ a b c และ d ซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการทดลองแบบปราศจากเชื้อ (aseptic) ในตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 ตำแหน่งการวางตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไหมบนอาหารแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้ปากคีบที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วคีบตัวอย่างคือ แผ่น Disc ผ้าไหม และรังไหม วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (จากข้อ 4.1) ตามตำแหน่ง a b และ c ตามลำดับ ใช้ปากคีบกดตัวอย่างให้สัมผัสกับอาหารเลี้ยงเชื้อเบา ๆ ส่วนผงไหมให้ใช้ปากคีบ คีบแผ่น Disc วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ตำแหน่ง d และกดให้สัมผัสกับอาหารเลี้ยงเชื้อเบา ๆ จากนั้นใช้ไมโครปิเปต (Micropipete) ดูดผงไหมหยดลงบนแผ่น Disc 1 หยด ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ผงไหมที่ใช้ทดสอบมี 2 ชนิด ดังนั้นจึงแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดโดยการทดลองชุดที่ 1ในตำแหน่ง d จะใช้ผงไหมจากข้อ 3.3.1 ส่วนการทดลองชุดที่ 2 จะใช้ผงไหมจากข้อ 3.3.2 ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้ว

4.3. นำจานเพาะเชื้อที่ทำการทดลอง (จากข้อ 4.2) ไปบ่มในตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง

5. ขั้นตอนการตรวจสอบประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย

นำจานเพาะเชื้อที่ผ่านการบ่ม (Incubate) (จากข้อ 4.3) มาตรวจสอบโดยดูจากบริเวณใส (clear zone) ที่เกิดเป็นวงว่างรอบ ๆ ตัวอย่าง จากนั้นวัดบริเวณใสและนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความกว้างของบริเวณใส จากสูตร

$$W = (T - D) / 2$$

เมื่อ W คือ ความกว้างของบริเวณใส (clear zone) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

T คือ ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางทั้งหมดของตัวอย่างรวมกับบริเวณใส

D คือ ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวอย่าง

3.4. สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5. ระยะเวลาดำเนินงาน

ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2543

	การดำเนินงาน	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค
1	ศึกษาระเบียบกรทำปัญหาพิเศษ	◄	►							
2	เลือกเรื่องที่จะทำปัญหาพิเศษ		◄	►						
3	ศึกษาเอกสารต่างๆ	◄								►
4	เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ		◄	►						
5	นำเสนอโครงร่างต่ออาจารย์ผู้ประสานงานปัญหาพิเศษ			◄		►				
6	ดำเนินการทดลอง ทดสอบประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหม โดยวิธีการใช้อาหารแห้งตามวิธี AATCC Test Method 90-1977						◄		►	
7	จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ							◄	►	
8	ส่งปัญหาพิเศษ								◄	►

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากที่ได้ทำการทดลองศึกษาประสิทธิภาพฤทธิ์การต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหม ได้แก่ ผ้าไหม รังไหม และผงไหม โดยทดสอบการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย 4 ชนิดคือ *E. coli* *B. subtilis* *S. aureus* และ *S. epidermidis* ในอาหารแข็ง (Agar Plate Method) ตามวิธี AATCC Test Method 90 – 1977 การทดสอบการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหมแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ซึ่งการทดลองแต่ละชุดจะใช้ผงไหมในตำแหน่ง d ต่างกัน ดังที่ได้กล่าวไว้ในวิธีการดำเนินการทดลอง

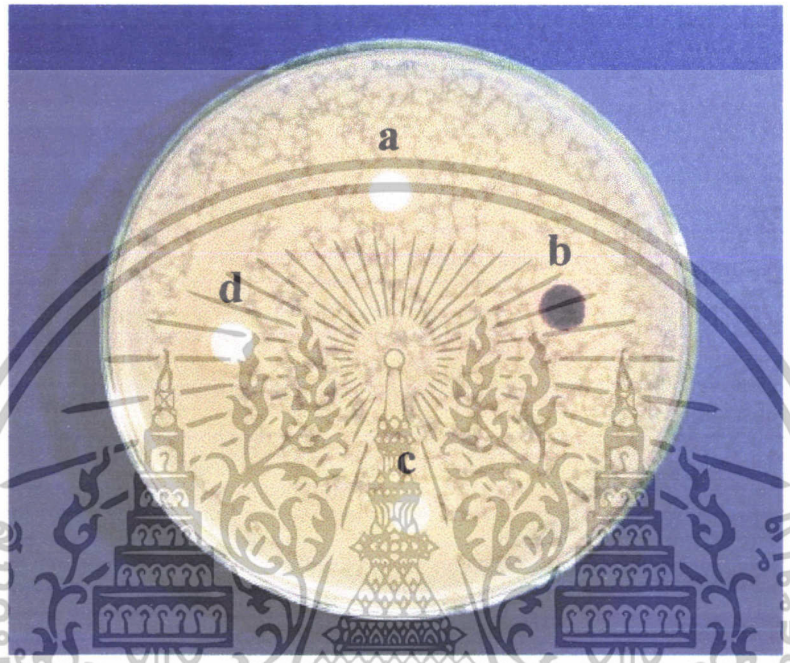
ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหมหลังจากนำจานเพาะเชื้อไปบ่มในตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เวลา 18 – 24 ชั่วโมง ซึ่งได้ผลการทดลองดังภาพที่ 12 13 14 และ 15

ผลจากการตรวจสอบการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดของผลิตภัณฑ์ไหม โดยดูจากบริเวณใส (clear zone) พบว่า

การทดลองชุดที่ 1 ผลิตภัณฑ์ไหมทั้ง 3 ชนิด คือผ้าไหม รังไหม และผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์ไม่พบบริเวณใส (clear zone) รอบ ๆ แผ่นผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบ นั่นแสดงว่า ผลิตภัณฑ์ไหมที่ทำการทดสอบไม่มีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด การออกฤทธิ์ต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์นั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ อีกหลายประการ เช่น ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ อาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำการทดสอบ และระยะเวลาในการบ่ม เป็นต้น (มาลิน จุลศิริ, 2540 : 84)

การทดลองชุดที่ 2 ใช้ผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือจากประเทศญี่ปุ่น โดยทำการทดลองวิธีเดียวกับการทดลองชุดที่ 1 แต่ทดสอบการต่อต้านของเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิดคือ *E. coli* และ *B. subtilis* ผลการตรวจสอบพบว่า พบบริเวณใส (clear zone) รอบ ๆ ตัวอย่างผงไหมในตำแหน่ง d ส่วนผ้าไหมและรังไหมไม่พบบริเวณใส (clear zone) ที่เกิดจากฤทธิ์การต่อต้านของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด จากนั้นได้ทำการวัดและคำนวณความกว้างบริเวณใส ซึ่งได้แสดงไว้ดังตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 บริเวณใส (clear zone) ของเชื้อ *E.coli*

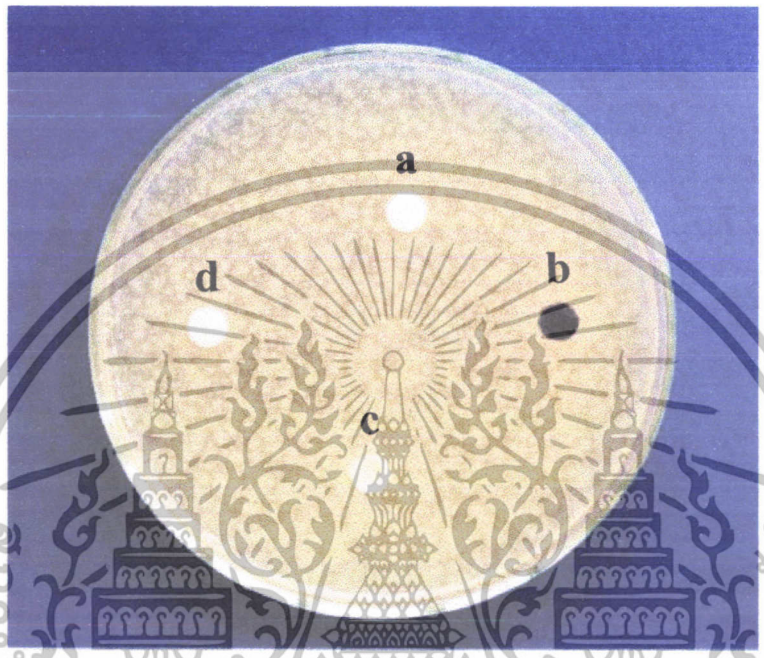
a : Control

b : ผ้าไหม

c : รังไหม

d : ผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 บริเวณใส (clear zone) ของเชื้อ *B.subtilis*

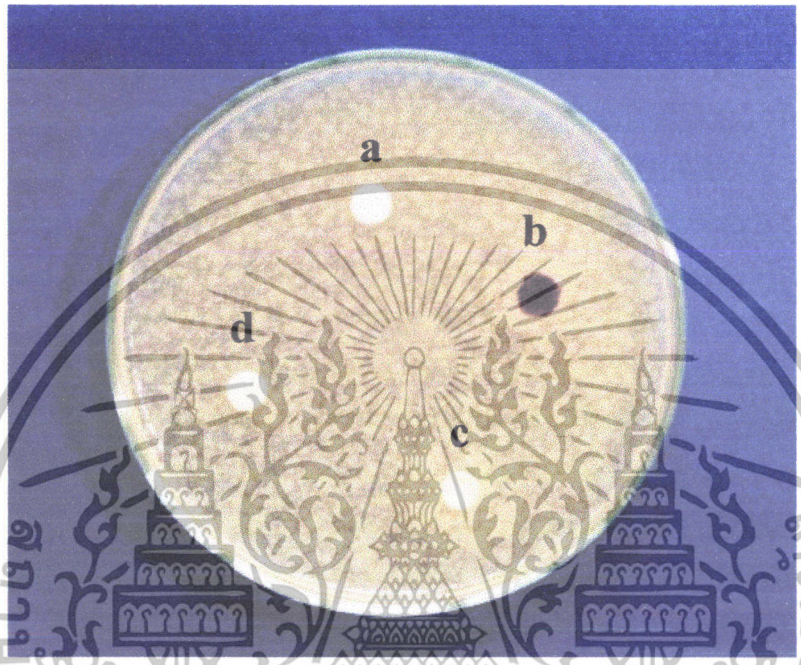
a : Control

b : ผ้าไหม

c : รังไหม

d : ผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 บริเวณใส (clear zone) ของเชื้อ *S. aureus*

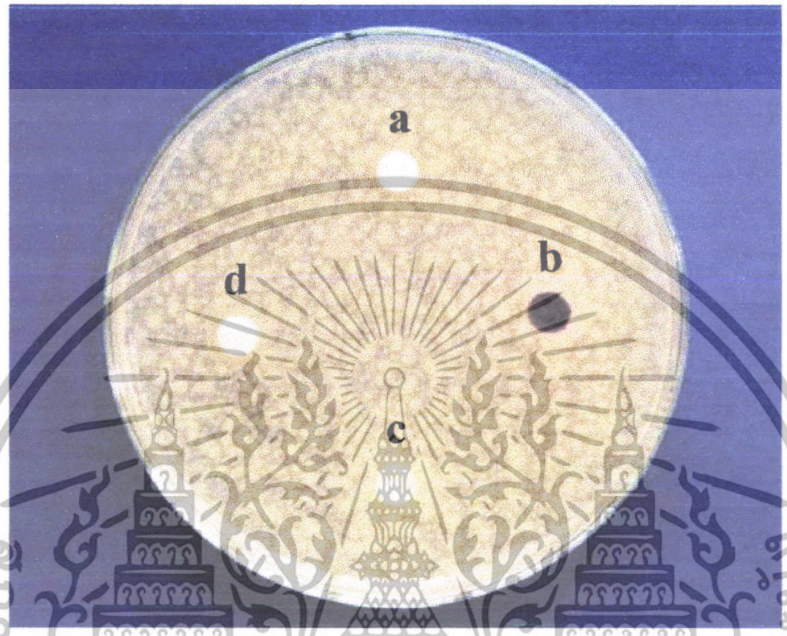
a : Control

b : ผ้าไหม

c : รังไหม

d : ผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 บริเวณใส (clear zone) ของเชื้อ *S. epidermidis*

a : Control

b : ผ้าไหม

c : รังไหม

d : ผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ตารางแสดงความกว้างของบริเวณใส (clear zone)

ตัวอย่าง	ความกว้างบริเวณใสเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	
	E. coli	*B. subtilis*
Control	-	-
ผ้าไหม	-	-
รังไหม	-	-
ผงไหม (จากประเทศญี่ปุ่น)	0.58	0.33

จากตารางที่ 6 แสดงว่า ผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือจากประเทศญี่ปุ่นมีฤทธิ์ในการต่อต้านและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* และ *B. subtilis* ส่วนผ้าไหม รังไหม และผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์ ไม่มีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียดังกล่าว

ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไหมที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เภสัชกรรม และผลิตภัณฑ์อาหาร คือ ผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือจากประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากผงไหมชนิดนี้อาจจะมีองค์ประกอบต่าง ๆ หรือมีสารบางชนิดที่มีฤทธิ์ในการต่อต้านและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุป

จากการศึกษาฤทธิ์การต่อต้านเชื้อแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไหม ได้แก่ ผ้าไหม รังไหม ผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์ และผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือจากประเทศญี่ปุ่น โดยทดสอบการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย คือ *E. coli B. subtilis S. aurus* และ *S. epidermidis* หลังจากตรวจสอบฤทธิ์การต่อต้านของเชื้อแบคทีเรียโดยดูจากบริเวณใส (clear zone) พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไหม คือ ผ้าไหม รังไหม และผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์ ไม่พบบริเวณใสรอบ ๆ แผ่นตัวอย่างที่ทดสอบ แสดงว่าผลิตภัณฑ์ไหมทั้ง 3 ชนิด ไม่มีฤทธิ์ในการต่อต้านและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ ส่วนผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือจากประเทศญี่ปุ่น พบบริเวณใสที่ไม่มีการเจริญของเชื้อแบคทีเรียเกิดขึ้นรอบ ๆ แผ่นตัวอย่าง แสดงว่าผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือมีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ โดยมีความกว้างเฉลี่ยของบริเวณใสจากเชื้อ *E. coli* 0.58 มิลลิเมตร และความกว้างเฉลี่ยของบริเวณใสจากเชื้อ *B. subtilis* 0.33 มิลลิเมตร

ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไหมที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือจากประเทศญี่ปุ่น เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์ต่อต้านและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2. ข้อเสนอแนะ

นำผงไหมที่ได้จากการย่อยรังไหมด้วยกรดเกลือจากประเทศญี่ปุ่นมาทำการทดลองศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติต่าง ๆ ที่สามารถต่อต้านและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ จากนั้นนำผงไหมที่ได้จากการละลายเส้นใยไหมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ผสมเอทธิลแอลกอฮอล์มาทำการทดลองศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติต่าง ๆ เช่นเดียวกัน และนำผลการทดลองของผงไหมทั้ง 2 ชนิดมาเปรียบเทียบองค์ประกอบและคุณสมบัติที่เหมือนและแตกต่างกัน เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงวิธีการผลิตผงไหมให้มีคุณสมบัติในการต่อต้านและยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เนื่องจากผงไหมจากประเทศญี่ปุ่นมีราคาแพงมาก ถ้าเราสามารถผลิตผงไหมได้เองจะเป็นการช่วยลดต้นทุนและประหยัดค่าใช้จ่ายในการนำผงไหมไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ อีกทั้งยังสามารถนำของเหลือทิ้งจากไหม คือ รังไหมและเส้นใยไหมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางการแพทย์ เภสัชกรรม และวิทยาศาสตร์การอาหาร ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ไหมได้อีกทางหนึ่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2523. หมอน – ไหม. กรุงเทพฯ : วรวุฒิการพิมพ์. 295 น.

คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ใยผ้าฆ่าเชื้อจุลินทรีย์. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 184 น.

ดวงพร คันธโชติ. 2537. อนุกรมวิธานของแบคทีเรียและปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 202 น.

ธนาคารกสิกรไทย. 2529. หัตถกรรมไทย. กรุงเทพฯ : ส่วนวิจัยอุตสาหกรรมเกษตร ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย. 165 น.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2541. จุลชีววิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 735 น.

นันทนา อรุณฤกษ์. 2537. การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอโรป. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 411 น.

บัณฑูรย์ พานิชกุล และสมภพ วัฒนมณี. 2540. การศึกษาวิธีการเปรียบเทียบวิธีการหา *Staphylococcus aureus* ในไอศกรีมกะทิ โดยวิธี Most Probable Number Method (MPN) ด้วย Selective Media และ Non Selective Media. ปัญหาพิเศษอุตสาหกรรมเกษตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 43 น.

พจนา วีระโสภณ. 2543. ผลงานวิจัยและพัฒนาหม่อน – ไหมประจำปี2542. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยหม่อน – ไหม กรมวิชาการเกษตร. 104 น.

พรสวรรค์ วิสุทธิกุล. 2522. จุลชีววิทยาทั่วไป เล่ม 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 257 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พวงพร โชติกไกร. 2537. จุลชีววิทยาของอาหารและนม. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราคำแหง. 331 น.

มาลิน จุลศิริ. 2540. ยาต้านจุลชีพ. กรุงเทพฯ : สถาบันการพัฒนาสาธารณสุขเอเชียน. 209 น.

_____ และมาลัย วรจิตร. 2537. อนุกรมวิธานของแบคทีเรียและปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 202 น.

วรภา งามประสิทธิ์. 2535. การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยหมอน – ไหม กรมวิชาการเกษตร. 115 น.

วิโรจน์ แก้วเรือง. 2540. หม่อนและไหม พืชและสัตว์สารพัดประโยชน์. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยหม่อน – ไหม กรมวิชาการเกษตร. 28 น.

วิลาวัณย์ เจริญจีระตระกูล. 2539. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้ง. เฮ้าส์. 258 น.

วีระ สังคมพิทักษ์. 2543. เทคนิคการทำธุรกิจเกษตรหม่อนไหมแผนใหม่. นนทบุรี : วัชรินทร์การพิมพ์. 237 น.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2542. การสุขาภิบาลโรงงาน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. 384 น.

สุวณี สุภเวชย. 2536. แบคทีเรียพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : ศิริยอด. 248 น.

อรอุไร. 2541. คู่มือการเลี้ยงไหมและปลูกหม่อน. นนทบุรี : วัชรินทร์การพิมพ์. 260 น.

อัจฉราพร ไสละสูตร. 2533. ความรู้เรื่องผ้า. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 409 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Frobisher. 1974. Fundamentals of Micribiology. Japan : Toppan. 330 p.

Komutsu, K. 1976. Chermistry and Structure of Silk. Japan : JARQ Vol 13(1). 64 p.

Tazima, Y. 1978. THE SILKWORM. Japan : Kodansha. 190 p.

Tsubochi, K. 1996. New Application of Silk. Framing Japan Vol. 30(5) : 36 – 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

รายละเอียดวิธีทดสอบ AATCC Test Method 90 –1977

AATCC (American Association of Textile Chemists and Colorists) เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำลายแบคทีเรียของผ้าโดยใช้อาหารแข็ง (Agar Plate Method) ตามวิธีการของสมาคมนักเคมีและสีสิ่งทอสหรัฐอเมริกา วิธีทดสอบที่ 90 – 1977 เป็นวิธีทดสอบที่ปรับปรุงโดย Ruehee และ Brewer ซึ่งได้นำมาทดลองเป็นวิธีตรวจสอบในปี ค.ศ. 1958 ต่อมาคณะกรรมการสารทำลายแบคทีเรีย (RA31) ได้ปรับปรุงวิธีนี้ในด้านวัตถุประสงค์และข้อจำกัดของวิธีนี้ให้เป็นวิธีปฏิบัติที่แน่นอนมีข้อกำหนดชัดเจนขึ้น

จุดมุ่งหมายและขอบเขต

วัตถุประสงค์ คือ การตรวจสอบประสิทธิภาพการทำลายแบคทีเรียของผ้า วิธีนี้เหมาะกับวัสดุที่มีความหลากหลายมากแต่ไม่เหมาะสำหรับ

1. วัสดุที่มีเยื่อไม่ให้ผ่านและไม่ให้แทรกซึม หรือวัสดุที่ผ่านการตกแต่งและการเคลือบเพื่อให้เกิดเยื่อไม่ให้ผ่านและไม่ให้แทรกซึม
2. สารทำลายแบคทีเรียซึ่งเมื่อเติมลงในผ้าจะไม่เกิดการแพร่ผ่านวุ้น
3. ผ้าที่มีขนยาวจะขัดขวางการสัมผัสวุ้น
4. วัสดุที่มีสารทำลายแบคทีเรียซึ่งทำปฏิกิริยากับอาหารเลี้ยงเชื้อ

ข้อจำกัด

วิธีนี้ถูกออกแบบให้ใช้สำหรับบุคคลที่ผ่านการฝึกฝนและมีประสบการณ์ในด้านเทคนิคเกี่ยวกับแบคทีเรียโดยเฉพาะ

หลักการ

วางผ้าทดสอบที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อลงบนอาหารวุ้น AATCC ที่เลี้ยงจุลินทรีย์หลังจากการบ่มจะเกิดบริเวณใสที่ไม่มีเชื้อเจริญอยู่ติดกับแผ่นตัวอย่าง แสดงถึงประสิทธิภาพของสารทำลายแบคทีเรียของผ้า แบคทีเรียสายพันธุ์มาตราฐานที่ใช้ทดสอบคือ *Staphylococcus aureus* และ *Klebsiella pneumoniae*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำความปลอดภัย

S. aureus และ *K. pneumoniae* เป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในคนและก่อให้เกิดโรคได้ ดังนั้นต้องปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันการเสี่ยงต่อการติดโรคของบุคคลในห้องปฏิบัติการและบุคลอื่น ๆ

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเหลว (AATCC broth)

peptone (Bacto – peptone)	10 กรัม
Beef Extract	5 กรัม
Sodium Chloride	5 กรัม
Distilled Water	1000 กรัม

อาหารแข็ง (AATCC agar)

peptone (Bacto – peptone)	10 กรัม
Beef Extract	5 กรัม
Sodium Chloride	5 กรัม
Agar	15 กรัม
Distilled Water	1000 กรัม

การเก็บรักษาเชื้อทดสอบ

1. เก็บเชื้อบนอาหารเอียง AATCC agar เก็บรักษาเชื้อที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และถ่ายเชื้อเดือนละ 1 ครั้ง

2. เก็บเชื้อในอาหารเหลว โดยใช้ลวดเขี่ยเชื้อ (loop) ถ่ายเชื้อลงในอาหารเหลว AATCC broth ทุกวัน เป็นเวลาไม่เกิน 2 – 3 สัปดาห์ ในช่วงท้าย ๆ ทำการถ่ายเชื้อใหม่จากเชื้อที่เก็บไว้โดยบ่มเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส

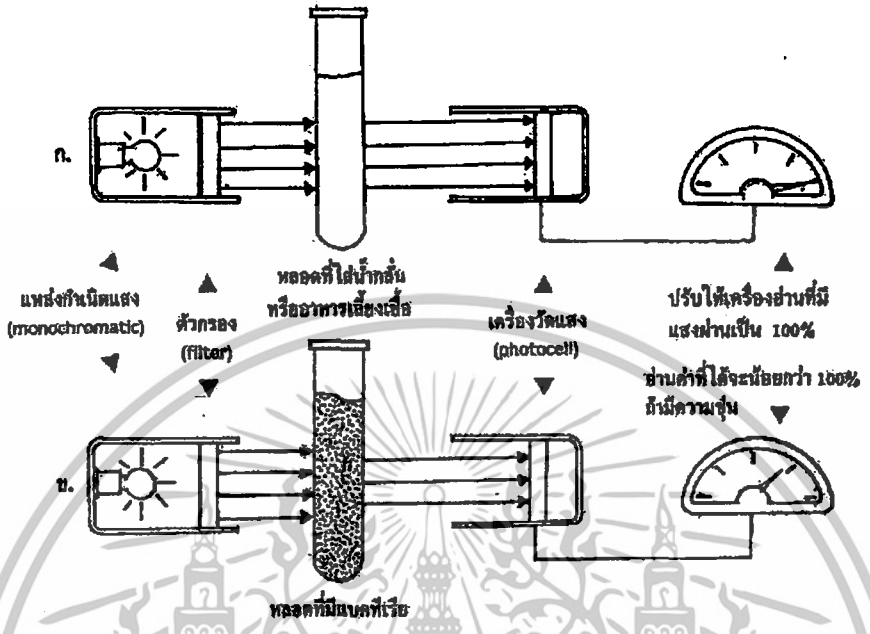
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวัดความขุ่นหรือความหนาแน่น
(The optical density method)

แบคทีเรียจำนวน $10^7 - 10^8$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีความขุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่า แต่ถ้าจำนวนน้อยกว่านี้อาจจะมองไม่เห็น ดังนั้นต้องวัดความหนาแน่นของเซลล์แบคทีเรียใน suspension โดยใช้เครื่องวัดที่เรียกว่า Spectrophotometer ซึ่งใช้หลักการฉายแสงผ่าน suspension ของแบคทีเรีย แสงส่วนหนึ่งจะถูกเซลล์แบคทีเรียดูดซับไว้ ปริมาณแสงที่ถูกดูดซับจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของเซลล์หรือจำนวนของแบคทีเรีย กล่าวคือ เซลล์แบคทีเรียที่มีขนาดใหญ่จะดูดซับแสงไว้ได้มากกว่าเซลล์ที่มีขนาดเล็ก หรือ suspension ที่มีแบคทีเรียจำนวนมากจะดูดซับแสงไว้ได้มากกว่า suspension ที่มีจำนวนน้อยกว่า การวัดการเจริญของแบคทีเรียวิธีนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นการดูความขุ่นของ suspension นั่นเอง ขั้นตอนการวัดความขุ่นซึ่งได้แสดงไว้ดังภาพที่ 16 วิธีนี้มีข้อดีคือ ทำได้สะดวก รวดเร็ว และใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นกับจำนวนเซลล์หรือน้ำหนักของเซลล์ได้ ส่วนข้อเสียคือ เชื้อที่นำมาวัดจะต้องมีปริมาณมากพอที่จะเกิดความขุ่น และไม่สามารถตรวจวัดเชื้อที่มีสีเข้ม หรือมีสารอื่นนอกจากแบคทีเรียปะปนอยู่ นอกจากนี้การวัดโดยวิธีนี้จะเป็นการนับเซลล์แบคทีเรียทั้งหมด ซึ่งไม่สามารถแยกได้ว่าแบคทีเรียนั้นมีชีวิตหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 ขั้นตอนการวัดความขุ่น

ก. ขั้นแรกต้องปรับค่า optical density (OD) เป็น 0 หรือมีการผ่านของแสงเป็น100 % โดยใช้หลอดที่ใส่น้ำกลั่นหรืออาหารเลี้ยงเชื้อ

ข. การวัดหลอดที่มีแบคทีเรีย ค่า OD จะเพิ่มขึ้น อ่านค่าเป็นตัวเลขที่ได้

ที่มา : สุวณี สุกเวชย, 2536 : 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

วิธีคำนวณความกว้างของบริเวณใส (clear zone)

ตารางภาคผนวกที่ ก ผลการวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางทั้งหมดของตัวอย่างรวมกับบริเวณใส มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

ตัวอย่าง	*E. coli*	*B. subtilis*
Control (a)	-	-
	-	-
	-	-
ผ้าไหม (b)	-	-
	-	-
	-	-
รังไหม (c)	-	-
	-	-
	-	-
ผงไหมที่ได้จากการย่อยรัง	8.0	6.5
ไหมด้วยกรดเกลือจาก	7.0	7.0
ประเทศญี่ปุ่น (d)	6.5	6.5

คำนวณความกว้างบริเวณใส จากสูตร

$$W = (T - D) / 2$$

เมื่อ W คือ ความกว้างของบริเวณใส มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

T คือ ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางทั้งหมดของตัวอย่างรวมกับบริเวณใส

D คือ ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกว้างบริเวณใสเฉลี่ยจากเชื้อ *E. coli*

	= (8 – 6) / 2	= 1.0	มิลลิเมตร
	= (7 – 6) / 2	= 0.5	มิลลิเมตร
	= (6.5 – 6) / 2	= 0.25	มิลลิเมตร
เฉลี่ย	= (1 + 0.5 + 0.25) / 3	= 0.58	มิลลิเมตร

ความกว้างบริเวณใสเฉลี่ยจากเชื้อ *B. subtilis*

	= (6.5 – 6) / 2	= 0.25	มิลลิเมตร
	= (7 – 6) / 2	= 0.5	มิลลิเมตร
	= (6.5 – 6) / 2	= 0.25	มิลลิเมตร
เฉลี่ย	= (0.25 + 0.5 + 0.25) / 3	= 0.33	มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้