



คู่มือการปฏิบัติงาน
เรื่อง การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

นางสาวกรพรรณ เศวตสุวรรณกุล

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม

คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน นักศึกษา และผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง โดยคู่มือเล่มนี้สามารถนำไปใช้อ้างอิงในการปฏิบัติงาน ในการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของภาควิชาจุลชีววิทยาให้มีมาตรฐานเดียวกัน ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงาน นักศึกษา หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย ลดความเสียหายของเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และทำงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ที่ได้กล่าวมาข้างต้นคู่มือเล่มนี้ยังสามารถสนับสนุนการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ ของภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้อีกด้วย

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงาน นักศึกษา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง อันจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานอย่างคุ้มค่า และความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานได้ไม่มากนัก

กรพรรณ เศวตสุวรรณกุล

ผู้จัดทำ

กุมภาพันธ์ 2565

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมา ความจำเป็น และความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	1
1.4 ขอบเขตของคู่มือ	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 โครงสร้างองค์กร และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	
2.1 ประวัติความเป็นมาของคณะวิทยาศาสตร์	4
2.2 ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ และค่านิยมหลัก	4
2.3 โครงสร้างการบริหารองค์กร	6
2.4 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	7
บทที่ 3 หลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติงาน	
3.1 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง	12
3.2 จรรยาบรรณวิชาชีพ	13
3.3 หลักการปฏิบัติงาน PDCA	14
3.4 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 4 ขั้นตอน และเทคนิคการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	
4.1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการทำวิจัย และการยืมคืนอุปกรณ์	16
เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ขั้นตอน และเทคนิคการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ต่อ)

4.2 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	20
ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	
4.3 เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	32
4.3.1 เครื่องชั่ง (Precision balance) (Sartorius รุ่น BSA224S-CW)	32
4.3.2 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler Toledo)	35
4.3.3 เครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน (Hotplate stirrer)	40
(Jenway รุ่น 1000)	
4.3.4 เครื่องผสมสาร (Vortex mixer) (Vision รุ่น KMC-1300V)	42
4.3.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Julabo รุ่น TW20)	44
4.3.6 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Mettmert รุ่น UF450)	47
4.3.7 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)	51
4.3.8 การกรอง (Filtration)	58
4.3.9 ตู้ปลอดเชื้อ (Biological safety cabinet, BSC)	61
(ScanLaf รุ่น Mars 1200)	
4.3.10 ตู้ดูดควัน (Fume hood) (Wiwatsan Lab)	65
4.3.11 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (SANYO รุ่น MIR-253)	68
4.3.12 เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking incubator) (NB-205VL)	71
4.3.13 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R)	75
4.3.14 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)	80
(Cecil รุ่น 1011)	
4.3.15 กล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200)	86
4.3.16 ตู้แช่แข็ง (Deep freeze) (ThermoFisher Scientific รุ่น 900)	92

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ขั้นตอน และเทคนิคการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ต่อ)	
4.4 วิธีการติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงาน	98
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และการพัฒนางาน	
5.1 ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา	99
5.2 ข้อเสนอแนะ และการพัฒนางาน	100
บรรณานุกรม	102
ประวัติผู้เขียน	105
ภาคผนวก	107

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงรายละเอียดหน่วยงานในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	6
2. แสดงรายละเอียดโครงการวิจัย และหน้าที่รับผิดชอบในโครงการวิจัย	10
3. แสดงผลงานทางวิชาการในระดับต่าง ๆ	10
4. แนวทางการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ดำเนินการตามกระบวนการปฏิบัติงาน PDCA	14
5. แสดงแผนผังขั้นตอนการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	17
6. แสดงแผนผังการปฏิบัติงาน (Flow chart) และรายละเอียดขั้นตอนการยืม-คืน เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	18
7. เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	21
8. แสดงขั้นตอนของตัวอย่างการทดลอง และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง	31
9. แสดงความผิดพลาดที่พบบนหน้าจอแสดงผลของเครื่องชั่ง	34
10. แสดงค่าความชื้นของแท่งอิเล็กโทรดเมื่อผ่านการสอบเทียบ	38
11. แสดงวิธีทำให้ปลอดเชื้อ และวัสดุอุปกรณ์ที่ทำให้ปลอดเชื้อ	47
12. แสดงความผิดปกติของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)	57
13. คุณสมบัติของกระดาษกรอง	58
14. แสดงชนิดของแผ่นกรอง และการใช้งานของแผ่นกรอง	60
15. แสดงข้อความเตือนเมื่อเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL) เกิดความผิดปกติ	74
16. แสดงรายละเอียดของปุ่มกดบนหน้าจอทำงานของเครื่อง (Centrifuge) (Eppendorf 5804R)	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17. ชนิดของ cuvette และรายละเอียดในการใช้งาน	81
18. คุณสมบัติของเลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) ที่กำลังขยายต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200) เมื่อเลนส์ใกล้ตา (Ocular lens) มีกำลังขยาย 10x	87
19. ปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์	99

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. แสดงโครงสร้างการบริหารภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	7
2. แสดงตัวอย่างป้ายจองเครื่องมือวิทยาศาสตร์ขนาดเล็ก	20
3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Precision balance) (Sartorius รุ่น BSA224S-CW)	32
4. จอแสดงผล และแผงควบคุมของเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Precision balance) (Sartorius รุ่น BSA224S-CW)	33
5. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler Toledo)	35
6. แผงปุ่มกดเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler Toledo)	37
7. แสดงตัวอย่างไอคอนทั้งหมดที่จะแสดงบนหน้าจอเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler Toledo)	37
8. เครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน (Hotplate stirrer) (Jenway รุ่น 1000)	40
9. แสดงปุ่มปรับความร้อน และปุ่มปรับความเร็วรอบของเครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน (Hotplate stirrer) (Jenway รุ่น 1000)	41
10. เครื่องผสมสาร (Vortex mixer) (Vision รุ่น KMC-1300V)	42
11. แสดงปุ่มปิดเครื่อง ปุ่มเลือกโหมดการใช้ และปุ่มปรับความเร็วรอบของเครื่องผสมสาร (Vortex mixer) (Vision รุ่น KMC-1300V)	43
12. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Julabo รุ่น TW20)	44
13. แสดงระดับน้ำภายในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Julabo รุ่น TW20)	45
14. แสดงปุ่มควบคุมเครื่อง และหน้าที่ในการทำงานของอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Julabo รุ่น TW20)	45
15. เครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) (Mettmert รุ่น UF450)	47
16. แสดงแผงควบคุมการตั้งค่าของเครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) (Mettmert รุ่น UF450)	48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
17. แสดงการจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Memmert รุ่น UF450) ด้านซ้ายแสดงการจัดวางอุปกรณ์ที่ถูกต้อง ด้านขวาแสดงการจัดวางอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง	49
18. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)	51
19. แสดงถังดักไอน้ำของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)	52
20. แสดงวาล์วถ่ายน้ำออกจากตัวเครื่องของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)	52
21. แสดงระดับน้ำที่เติมในเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)	53
22. แสดงปุ่มกดสำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)	53
23. แสดงแผ่นแม่เหล็ก และคานเปิด-ปิดของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)	54
24. แสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)	55
25. ตัวอย่างกระดาษกรองในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	59
26. ตัวอย่างแผ่นกรองในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	59
27. ตัวอย่าง syringe filter ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	60
28. ตัวอย่างชุดกรองชนิดพลาสติก (ด้านซ้าย) และชุดกรองแบบแก้ว (ด้านขวา) ที่ใช้ร่วมกับแผ่นกรองในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	61
29. ตู้ปลอดเชื้อ (Biological safety cabinet, BSC) (ScanLaf รุ่น Mars 1200)	62
30. แสดงปุ่มกด และแผงควบคุมของตู้ปลอดเชื้อ (Biological safety cabinet, BSC) (ScanLaf รุ่น Mars 1200)	63
31. ตู้ดูดควัน (Fume Hood) (Wiwatsan Lab)	65
32. อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลชนิดต่างๆ	66
33. ภาพขณะรองรับสารเคมี และรถเข็นสำหรับเคลื่อนย้ายสารเคมี	66

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
34. ปุ่มกด และแผงควบคุมตู้ดูดควัน (Fume Hood) (Wiwatsan Lab)	67
35. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (SANYO รุ่น MIR-253)	68
36. ปุ่มเปิด-ปิด และปุ่มลือคอุณหภูมิของตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (SANYO รุ่น MIR-253)	69
37. แผงควบคุมอุณหภูมิ และจอแสดงผลของตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (SANYO รุ่น MIR-253)	69
38. เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL)	71
39. ปุ่มกด และแผงควบคุมเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL)	72
40. แสดงสัญลักษณ์ยืนยันการตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL)	72
41. แสดงสัญลักษณ์ยืนยันการตั้งเวลาของเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL)	73
42. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R)	75
43. แสดงหน้าจอการทำงานของเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R)	76
44. แสดง adapter ขนาด 15 มิลลิลิตร (ซ้าย) และ 50 มิลลิลิตร (ขวา) ของเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R)	79
45. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011)	80
46. แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง	81
47. แสดงชนิดของ cuvette ที่ผลิตจากพลาสติก แก้ว และควอตซ์	81
48. แสดงปุ่มกด และหน้าจอแสดงผลของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011)	83
49. แสดงข้อความ CAL ที่หน้าจอแสดงผลของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011)	84

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
50. แสดงหน้าจอแสดงผลหลังจากที่กดปุ่ม ZERO ของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011)	84
51. กล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200)	86
52. แสดงรายละเอียดองค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200)	88
53. แสดง Revolving nosepiece ของกล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200)	89
54. ตู้แช่แข็ง (Deep freeze) (ThermoFisher Scientific รุ่น 900)	94
55. ถังมือกันความเย็นที่ใช้ร่วมกับตู้แช่แข็ง (Deep freeze)	94
56. แสดงแผนควบคุมการทำงาน หน้าจอแสดงผล และสัญญาณเตือนของ ตู้แช่แข็ง (Deep freeze) (ThermoFisher Scientific รุ่น 900)	95
57. แสดงแผ่นกรองฝุ่นของตู้แช่แข็ง (Deep freeze) (ThermoFisher Scientific รุ่น 900)	97

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา ความจำเป็น และความสำคัญ

ในปัจจุบันภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร มีนักศึกษาในระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิตเพิ่มมากขึ้นทุกปี ยังให้บริการการสอน และรองรับการทำโครงงานวิจัยของนักเรียนในโครงการสนับสนุนการจัดตั้งห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยการกำกับดูแลของมหาวิทยาลัย (โครงการ รวม.) ทำให้ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาต้องรองรับการใช้บริการของนักเรียน นักศึกษาเป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการต้องเข้ามาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานร่วมกัน และจากสถานการณ์การระบาดของไวรัสโคโรนา (COVID-19) ทำให้นักศึกษาต้องเรียนในระบบออนไลน์ ไม่สามารถเข้ามาทำปฏิบัติการในพื้นที่ได้อย่างเต็มที่ จึงทำให้นักศึกษาขาดประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และการทำปฏิบัติการ ก่อให้เกิดการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ผิดวิธี หรือใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ผิดประเภท นำมาซึ่งความเสียหายต่อตัวผู้ใช้ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ คู่มือปฏิบัติการ เรื่อง การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเล่มนี้จะช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น เพราะผู้ปฏิบัติงาน นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องจะมีความเข้าใจ และเห็นภาพรวมในการอบรมก่อนใช้เครื่องมือ วิธีการใช้เครื่องมือ และดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานได้ดีขึ้น ทำให้ลดความผิดพลาดในการทำงานวิจัย และความเสียหายต่อเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานลงไปได้มาก

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้
- 1.2.2 เพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน และผู้ที่เกี่ยวข้องในการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานให้กับนักศึกษา หรือผู้ที่มาใช้บริการห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา
- 1.2.3 เพื่อให้ นักศึกษาปฏิบัติงาน ด้วยความถูกต้อง และปลอดภัย
- 1.2.4 เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานถูกใช้งานอย่างถูกต้องไม่เกิดความเสียหาย เนื่องมาจากการใช้งานผิดวิธี

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ

- 1.3.1 ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้
- 1.3.2 มีเอกสารอ้างอิงในการทำงาน และให้การปฏิบัติงานเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน
- 1.3.3 ลดความเสียหายของเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และลดความผิดพลาดในการทำงานวิจัยของนักศึกษาได้

1.3.4 นักศึกษา ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และผู้มาใช้บริการห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา มีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้นในขั้นตอนการใช้ และการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

1.4 ขอบเขตของคู่มือ

คู่มือการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเล่มนี้ จะแสดงขั้นตอนการขออบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และกระบวนการต่างๆในการดำเนินการอบรม แสดงวิธี และข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่จำเป็นในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ของภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรเท่านั้น

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

มหาวิทยาลัย	หมายความว่า	มหาวิทยาลัยศิลปากร
คณะ	หมายความว่า	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ภาควิชา	หมายความว่า	ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
บุคลากร	หมายความว่า	ข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษา และพนักงานมหาวิทยาลัยที่ดำรงตำแหน่ง 1. ผู้บริหาร ได้แก่ คณบดี รองคณบดี 2. สายวิชาการ ได้แก่ บุคลากรที่ดำรงตำแหน่ง ศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ และอาจารย์ 3. สายสนับสนุน ได้แก่ บุคลากรสายสนับสนุน ลูกจ้างประจำ และลูกจ้างมหาวิทยาลัย
ฝึกอบรม	หมายความว่า	การเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ หรือประสบการณ์ด้วยการเรียน หรือการสัมมนา และให้หมายความรวมถึงการรับคำแนะนำก่อนเข้าฝึกอบรม หรือต่อจากการฝึกอบรมนั้นด้วย
ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	หมายความว่า	สถานที่ซึ่งอยู่ในสภาวะที่ถูกควบคุมดูแล และเป็นที่ใช้สำหรับทำงานวิจัย ทดลอง วัดผลเกี่ยวกับจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก

ผู้ปฏิบัติงาน	หมายความว่า	บุคลากรที่รับผิดชอบในการดูแล และฝึกอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และให้หมายความรวมถึงบุคคลที่ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วย
นักศึกษา	หมายความว่า	ผู้ที่เข้ามาเรียนในสถาบันการศึกษา ในคู่มือเล่มนี้จะหมายถึงนักศึกษาในระดับชั้นปีที่ 4 และปริญญาโทของภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
งานวิจัย	หมายความว่า	งานที่ได้วางแผน วางขอบเขต และมีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ ทดลองอย่างมีระบบ และเป็นขั้นตอน
เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	หมายความว่า	เป็นอุปกรณ์ที่ใช้บรรจุสาร และเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ
เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	หมายความว่า	เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ทดลอง หรือวัดผล โดยคู่มือเล่มนี้จะหมายถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทำให้ปลอดเชื้อ การถ่ายเชื้อ เก็บรักษาเชื้อ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ และวัดค่าการเจริญของจุลินทรีย์

บทที่ 2

โครงสร้างองค์กร และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นคณะวิชาที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการผลิตบัณฑิต การวิจัย การบริการวิชาการ และทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม มีสำนักงานคณบดีทำหน้าที่สนับสนุนการบริหารงานภายในคณะ ให้มีความสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ และค่านิยมหลักขององค์กร โดยรายละเอียดมีดังนี้

- 2.1 ประวัติความเป็นมาของคณะวิทยาศาสตร์
- 2.2 ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ และค่านิยมหลัก
- 2.3 โครงสร้างการบริหารองค์กร
- 2.4 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.1 ประวัติความเป็นมาของคณะวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม ได้รับมติเห็นชอบจากสภามหาวิทยาลัยศิลปากรให้จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2514 จากนโยบายที่จะขยายงานทางด้านวิชาการ และการศึกษาของมหาวิทยาลัยไปสู่ด้านอื่นนอกเหนือไปจากด้านศิลปะ และโบราณคดี คณะวิทยาศาสตร์เริ่มรับนักศึกษารุ่นแรกในปี พ.ศ. 2515 ใน 3 สาขาวิชาคือ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาสถิติ และสาขาวิชาชีววิทยา ต่อมาในปี พ.ศ. 2517 มีการแบ่งส่วนราชการเป็นหน่วยงานภาควิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาเคมี ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ และสำนักงานเลขานุการ ในปี พ.ศ. 2532 ได้มีการจัดตั้งภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นอีก 1 ภาควิชา

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยศิลปากร มีสถานะเป็นมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ มีพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2559 บังคับใช้และประกาศมหาวิทยาลัยศิลปากร เรื่องการแบ่งหน่วยงานภายในของส่วนงานของมหาวิทยาลัยศิลปากร (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2562 ทำให้มีการแบ่งส่วนงานในคณะวิชาออกเป็น 14 ส่วนงาน ได้แก่ สำนักงานคณบดี ภาควิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาเคมี ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาสถิติ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ ภาควิชาจุลชีววิทยา ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีคณะวิทยาศาสตร์ ศูนย์บริการวิชาการ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านสี และการเคลือบผิว ศูนย์ความเป็นเลิศของวัสดุแนวใหม่ และศูนย์สอบเทียบเครื่องวัดรังสีอาทิตย์

2.2 ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ และค่านิยมหลัก

ปณิธาน

คณะวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาการศึกษาเพื่อผลิตบัณฑิตผู้รอบรู้วิชาการ ยึดมั่นคุณธรรม เพียบพร้อมด้วยจริยธรรม และมีจิตสำนึกรับผิดชอบต่อสังคม อีกทั้งยังมุ่งค้นคว้าวิจัยเสริมสร้างองค์ความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการ ตลอดจนเพื่อการพัฒนาชุมชน และประเทศชาติ เป็นสำคัญ

วิสัยทัศน์

เป็นคณะวิทยาศาสตร์ที่เป็นเลิศทางวิชาการ และเป็น 1 ใน 5 ของคณะวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ในด้านวิจัย ในปี พ.ศ. 2568

คำอธิบาย

เป็นคณะวิทยาศาสตร์ที่เป็นเลิศทางวิชาการ หมายถึง การบริหารวิชาการตามแนวทาง EdPEx criteria เป็น 1 ใน 5 ของคณะวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในด้านวิจัย ในปี พ.ศ. 2568 หมายถึง มีการทำวิจัย และการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในฐานข้อมูลระดับนานาชาติอยู่ในระดับ 1 ใน 5 ของคณะวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

พันธกิจ

1. สร้างบุคลากรในสายวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้มีความรอบรู้ มีสติปัญญา มีความคิดวิเคราะห์ และมีความรับผิดชอบต่อสังคม
2. ค้นคว้า วิจัย และสร้างองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
3. ให้บริการวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแก่สังคม เพื่อสร้างความเข้มแข็งแก่ชุมชน และเป็นการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในเวทีโลกต่อไป
4. สร้างความเป็นเลิศทางศิลปะ และงานสร้างสรรค์ โดยใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
5. การบริหารจัดการ (บริหารงานตามหลักธรรมาภิบาล)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพในปริมาณที่เหมาะสมต่อความต้องการของสังคม และการพัฒนาประเทศ
2. เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ และสังคม
3. เพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการเผยแพร่องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งชุมชน และท้องถิ่น
4. เพื่อให้บริการทางวิชาการ และประสานความร่วมมือกับชุมชน และท้องถิ่น นำไปสู่รากฐานการพัฒนาที่ยั่งยืน
5. เพื่อพัฒนาการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และกระแสโลกาภิวัตน์
6. เพื่อกำหนดแนวทางการอนุรักษ์ สืบสาน วิจัย พัฒนา ทางวิทยาศาสตร์ ศิลปะ และวัฒนธรรม

ค่านิยมหลัก

SC WIN (Success, Custom focus, Wisdom, Integrity, Novelty)

2.3 โครงสร้างการบริหารองค์กร

2.3.1 โครงสร้างการบริหารของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

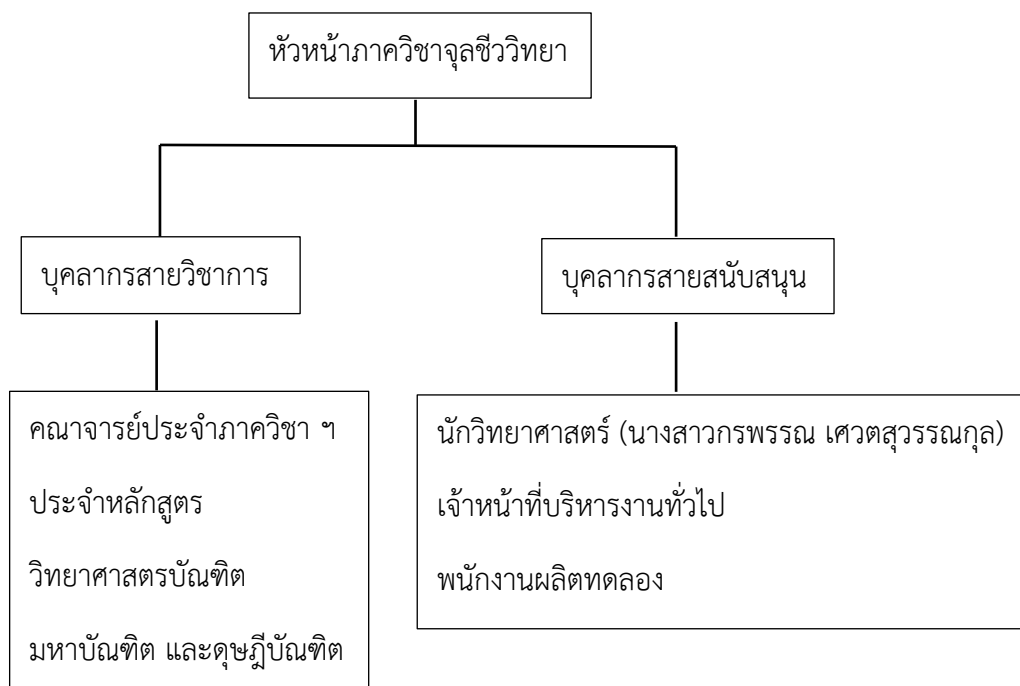
โครงสร้างการบริหารของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรหลังจากมีสถานะเป็นมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ ได้มีการแบ่งหน่วยงานภายในคณะวิชาออกเป็น 14 ส่วนงาน คือ 1 สำนักงาน 8 ภาควิชา และ 5 ศูนย์ความรู้ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดหน่วยงานในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประเภทของหน่วยงาน	รายละเอียดของหน่วยงาน
สำนักงาน	สำนักงานคณบดี งานบริหาร และธุรการ งานคลัง และพัสดุ งานบริการการศึกษา งานแผน และประกันคุณภาพการศึกษา
ภาควิชา	ภาควิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาเคมี ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาสถิติ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ ภาควิชาจุลชีววิทยา
ศูนย์ความรู้	ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ ศูนย์บริการวิชาการ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านสี และการเคลือบผิว ศูนย์ความเป็นเลิศด้านวัสดุแนวใหม่ ศูนย์สอบเทียบเครื่องวัดรังสีอาทิติย์

2.3.2 โครงสร้างการบริหารภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาควิชาจุลชีววิทยาประกอบไปด้วยคณาจารย์ประจำภาควิชา 13 คน โดยคณาจารย์ในภาควิชาจบการศึกษาในระดับปริญญาตรีบัณฑิตทั้งสิ้นเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ คลอบคลุมความรู้ทางจุลชีววิทยาในทุกด้าน นอกจากนี้ภาควิชา ฯ ยังประกอบไปด้วยเจ้าหน้าที่ที่เป็นฝ่ายสนับสนุนอีก 6 คน ที่จะคอยสนับสนุนให้การดำเนินการภารกิจทั้งด้านการเรียนการสอน วิจัย และบริการวิชาการ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยโครงสร้างการบริหารภาควิชาจุลชีววิทยาสามารถแบ่งออกเป็นลักษณะที่ปรากฏในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างการบริหารภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

2.4 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.4.1 บทบาทหน้าที่ของภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาควิชาจุลชีววิทยาเป็นภาควิชาลำดับที่ 8 ของคณะวิทยาศาสตร์ โดยเปิดสอนทั้งสิ้น 3 หลักสูตร คือ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต และหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยาดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาได้มีความรู้ความสามารถในศาสตร์ของจุลินทรีย์ทั้งที่มีประโยชน์ และโทษต่อมนุษย์ เน้นให้ความสำคัญต่อความรู้พื้นฐาน ตลอดจนถึงการศึกษาเทคโนโลยีขั้นสูง เพื่อให้นักศึกษาต่อยอดความรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านอุตสาหกรรม การแพทย์ และการเกษตร บัณฑิตจุลชีววิทยาเป็นผู้พร้อมที่จะประกอบอาชีพทั้งในหน่วยงานของรัฐ และเอกชน มีทักษะความรู้ในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยสำหรับงานด้านจุลชีววิทยา อุตสาหกรรม และเทคนิคต่างๆในงานระดับชีวโมเลกุล

นอกจากงานด้านการสอนแล้วภาควิชาจุลชีววิทยายังมีงานด้านบริการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาให้แก่องค์กรของภาครัฐ ภาคเอกชน และได้มีการบูรณาการการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาให้กับการเรียนการสอน และงานวิจัยอีกด้วย

ปณิธาน และวัตถุประสงค์ของภาควิชาจุลชีววิทยา

ปณิธาน

เสริมสร้างคุณภาพการศึกษา การค้นคว้าวิจัย และให้บริการวิชาการ เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถ คุณธรรม และจริยธรรม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถ และมีทักษะทางจุลชีววิทยาที่สามารถประยุกต์องค์ความรู้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ให้แก่ภาครัฐ และเอกชน
2. เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีคุณธรรม และจริยธรรม
3. เพื่อผลิตผลงานวิจัยที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของนานาชาติ และสามารถนำองค์ความรู้ไปปรับใช้ได้
4. เพื่อใช้ความรู้ความสามารถในการให้บริการทางวิชาการแก่สังคม

2.4.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของ นางสาวกรพรรณ เศวตสุวรรณกุล ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับ ปฏิบัติการ ได้ปฏิบัติงานโดยสอดคล้องกับมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขอบเขตตามภาระงานที่ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ได้มอบหมายให้ปฏิบัติ และรับผิดชอบดังนี้

2.4.2.1 หน้าที่รับผิดชอบหลัก

1. เตรียมปฏิบัติการในรายวิชาที่เปิดสอนภาคการศึกษาต้น
 - 1.1 เตรียมปฏิบัติการ และช่วยคุมปฏิบัติการในรายวิชา 518 206 ปฏิบัติการวิทยาไวรัส
 - 1.2 เตรียมปฏิบัติการ และช่วยคุมปฏิบัติการในรายวิชา 518 100, SU316 จุลชีววิทยาในชีวิตประจำวัน
 - 1.3 เตรียมปฏิบัติการ และช่วยคุมปฏิบัติการในรายวิชา ว30265 เทคโนโลยีการเพาะเห็ด สำหรับนักเรียน (โครงการ รวม.)
 - 1.4 เตรียมปฏิบัติการในรายวิชา 518 311 ชีววิทยาของเห็ด
 - 1.5 เตรียมปฏิบัติการในรายวิชา 518 332 Yeast Biology and Technology Laboratory
2. เตรียมปฏิบัติการในรายวิชาที่เปิดสอนภาคการศึกษาปลาย
 - 2.1 เตรียมปฏิบัติการ และช่วยคุมปฏิบัติการในรายวิชา 518 101

เทคโนโลยีการเพาะเห็ด และ SU411 การเพาะเห็ด และการต่อยอดทางธุรกิจ

2.2 เตรียมปฏิบัติการในรายวิชา 518 304 ปฏิบัติการพันธุศาสตร์ของจุลินทรีย์

2.3 เตรียมปฏิบัติการในรายวิชา 518 332 Yeast Biology and Technology Laboratory

2.4 เตรียมปฏิบัติการในรายวิชา 518 306 Immunology Laboratory

3. อบรมการใช้เครื่องมือแก่นักศึกษาทั้งระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาบัณฑิต และดุษฎีบัณฑิต ที่ทำงานวิจัย

4. บริการให้คำปรึกษาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ดูแลนักศึกษา บริการยืม-คืน เครื่องแก้ว วัสดุอุปกรณ์แก่นักศึกษาของภาควิชาจุลชีววิทยา นักเรียนโครงการ วมว. และนักศึกษาจากคณะอื่น ๆ

2.4.2.2 ภาระงานรอง

1. ตรวจสอบสารเคมี และวัสดุคงเหลือในแต่ละภาคการศึกษา
2. ตรวจสอบครุภัณฑ์คงเหลือประจำปีงบประมาณ
3. ช่วยผู้ประสานงานรายวิชา 518 201 จุลชีววิทยาทั่วไป และ 518 202 ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป จัดทำหนังสือประกอบการเรียน

2.4.2.3 หน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ

1. เป็นกรรมการตรวจสอบ และทำลายเอกสาร ข้อสอบ ประจำปีงบประมาณของภาควิชาจุลชีววิทยา
2. ช่วยอาจารย์ที่ดูแลโครงการห้องปฏิบัติการปลอดภัยจัดทำเอกสาร และจัดห้องปฏิบัติการเพื่อรับการตรวจประเมินห้องปฏิบัติการปลอดภัยในระดับคณะวิชา
3. เตรียมปฏิบัติการ และช่วยสอนในโครงการมหาวิทยาลัยเด็กซึ่งเป็นโครงการของคณะวิทยาศาสตร์

2.4.2.4 งานพัฒนา

1. จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา
2. เป็นผู้มีส่วนร่วมวิจัยในชุดโครงการวิจัยดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดโครงการวิจัย และหน้าที่รับผิดชอบในโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย	ระยะเวลา	แหล่งของทุน	หน้าที่รับผิดชอบ
การวิจัยเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต และเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากกล้วยไม้ โครงการย่อยที่ 6 การเพาะเห็ดโดยใช้กาบมะพร้าวที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้	21 ก.พ. 2562 – 20 ก.พ. 2563	สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยศิลปากร	ผู้ร่วมวิจัย
อาหารฟังก์ชันเพื่อทดแทนการใช้น้ำมันปาล์มในสัตว์เศรษฐกิจ โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาอาหารหมักจากเส้นใยเห็ดเพื่อทดแทนการใช้น้ำมันปาล์มในการเลี้ยงไก่ และสุกร	1 ก.ค. 2653 – 30 มิ.ย. 2564	หน่วยบริหาร และจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.)	ผู้ร่วมวิจัย

3. เผยแพร่ผลงานทางวิชาการในระดับต่าง ๆ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลงานทางวิชาการในระดับต่าง ๆ

ปีของผลงาน	รายละเอียดของผลงาน
2013	Sawetsuwannakun, K., Adthalungrong, A. and Adthalungrong, C. Ethanol production by <i>Saccharomyces carlbergensis</i> TISTR 5018 using starch hydrolysate from sweet potato. Oral Presentations of the 5 th International Conference on Fermentation Technology for Value Added Agricultural Products at Centara Hotel & Convention center, Khon Kaen. 21 st – 23 rd August 2013.
2013	Sawetsuwannakun, K., Srinoppawan, K. and Bangyeekhun, E. 2013. Mushroom diversity in Phu Krathing Waterfall, Phu Toei National Park. Proceedings of the 7 th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts : Integration of Art and Science, Nakhon Pathom, pp. PE23 – PE29, December 6 th – 8 th , 2013.
2016	Udchumpisai, W., Romruen, U., Sawetsuwannakun, K. and Bangyeekhun, E. 2016. Analysis of airborne fungi in the Sanam Chandra Are Gallery. Proceedings of the 9 th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts : Integration of Art and Science, Nakhon Pathom, pp. PE9 – PE14, February 11 th – 21 st , 2016.

ตารางที่ 3 แสดงผลงานทางวิชาการ (ต่อ)

ปีของผลงาน	รายละเอียดของผลงาน
2019	Chuen-Im, T., Suriyant, D., Sawetsuwannakun, K. and Kitkumthorn, N. 2019. The Occurrence of Vibrionaceae, Staphylococcaceae, and Enterobacteriaceae in Green Turtle <i>Chelonia mydas</i> Rearing Seawater. Journal of Aquatic Animal Health. 31(4) : 303-310.
2020	Bangyeekhun, E., Sawetsuwannakul, K., and Romruen, U. 2020. UV-induced mutagenesis in <i>Volvariella volvacea</i> to improve mushroom yield. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 42(4) : 910-916.

บทที่ 3

หลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติงาน

คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเล่มนี้ มีหลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 3.1 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 จรรยาบรรณวิชาชีพ
- 3.3 หลักการปฏิบัติงาน PDCA
- 3.4 ผลงานที่เกี่ยวข้อง หรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.1 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาจำเป็นต้องมีกฎระเบียบที่ต้องใช้ร่วมกัน เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่น ปลอดภัย ลดความเสียหายต่อบุคคล และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ดังนั้นกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องจึงมีดังนี้

3.1.1 ข้อปฏิบัติเมื่อใช้ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

1. แต่งกายให้เหมาะสม และสวมรองเท้าขณะทำปฏิบัติการโดยรองเท้านั้นต้องสามารถปกป้องเท้าได้ทั้งหมด
2. รวบรวมผมให้เรียบร้อย
3. ไม่อนุญาตให้นำอาหาร น้ำดื่ม มารับประทานในห้องปฏิบัติการ
4. ไม่นำสัตว์เลี้ยง หรือเด็กเข้ามาในห้องปฏิบัติการ
5. ไม่วิ่งเล่น หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่เสี่ยงอันตรายในห้องปฏิบัติการ
6. สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ ใส่ถุงมือ และอุปกรณ์ป้องกันทุกครั้งเมื่อทำปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารอันตราย
7. ตรวจสอบการปิดไฟ พัดลม วาล์วน้ำ และวาล์วแก๊สทุกครั้งหลังใช้งาน
8. ไม่ทำการทดลองโดยทิ้งการทดลองไว้ โดยไม่มีผู้เฝ้าระวัง ถ้าจำเป็นต้องทำการทดลองข้ามคืนจะต้องแจ้งนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ และแจ้งอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยก่อนทุกครั้ง นอกจากนี้ต้องติดป้ายที่ระบุชื่อผู้ทำการทดลอง ช่องทางการติดต่อในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้วย
9. เมื่อต้องใช้สารอันตราย เช่น กรดแก่ เบสแก่ ในการทดลอง ต้องศึกษาวิธีใช้ วางแผนการเตรียมมาล่วงหน้า ศึกษาข้อมูลของสารเคมีจากเอกสารข้อมูลความปลอดภัยกับสารเคมี (MSDS) และต้องแต่งกายโดยมีอุปกรณ์ป้องกัน แวนตา ถุงมือ เสื้อคลุมปฏิบัติการ
10. ถ้าต้องเคลื่อนย้ายสารเคมีอันตราย จะต้องเคลื่อนย้ายโดยใช้ถาด PPE ที่มีแผ่นดูดซับรองรับ และวางไปบนรถเข็นที่มีขอบกั้นมิดชิด
11. ทิ้งสารเคมี และขยะติดเชื้อให้ถูกวิธีตามกฎระเบียบของแต่ละห้องปฏิบัติการ

12. ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า ปลั๊กไฟ ว่าอยู่ในสภาพที่ดี พร้อมใช้ ก่อนการใช้งานทุกครั้ง
13. ห้ามสัมผัสหน้าตา ปาก และร่างกาย เมื่อใช้สารเคมีอันตราย เช่น กรดอะซิติก กรดซัลฟิวริก ฟีนอล เป็นต้น เมื่อใช้สารเคมีเสร็จจะต้องนำไปเก็บที่เดิม และล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง
14. เมื่อหยิบสารเคมี อุปกรณ์ หรือเครื่องมือขนาดเล็กที่สามารถย้ายไปใช้ตามห้องปฏิบัติ เช่น เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) เครื่องกวนสารให้ความร้อน (Hotplate stirrer) ต้องนำกลับมาเก็บที่ และทำความสะอาดให้เรียบร้อย พร้อมลง log book เสมอ
15. เมื่อทำปฏิบัติการจนเสร็จสิ้นแล้ว ต้องถอดถุงมือ เสื้อคลุมปฏิบัติการ และล้างมือทุกครั้งก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

3.1.2 สิ่งที่ควรคำนึงในการใช้ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

1. ต้องวางแผนการทดลอง ศึกษาขั้นตอนการทดลองมาอย่างละเอียด
2. ต้องใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างรู้คุณค่า
3. ต้องตรงต่อเวลา เมื่อจองเครื่องมือวิทยาศาสตร์แล้วควรมาใช้ให้ตรงช่วงเวลา และปฏิบัติตามให้ตรงเวลา
4. ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีการใช้รังสี UV ในการฆ่าเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ ไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณนั้นมากเกินไป
5. การใช้สารเคมีอันตราย เช่น กรดอะซิติก กรดซัลฟิวริก หรือตัวทำละลายที่ทำให้เกิดไอระเหย เช่น คลอโรฟอร์ม และอะซิโตน ต้องทำในตู้ดูดควัน (Fume hood)
6. ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีการใช้แก๊ส เช่น แก๊สหุงต้ม แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สไนโตรเจน ผู้ที่ใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแก๊สเหล่านี้ต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก

3.2 จรรยาบรรณวิชาชีพ

จรรยาบรรณที่เกี่ยวข้องกับผู้ปฏิบัติงานก็คือ จรรยาบรรณนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานได้ยึดตามหลักการ และนำมาใช้ในการประกอบอาชีพนักวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เป็นผู้มีศีลธรรม คุณธรรม ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ
2. ประกอบอาชีพด้วยความซื่อสัตย์สุจริต ไม่รับทรัพย์สินหรือผลประโยชน์อย่างใดสำหรับตนเอง หรือผู้อื่นโดยมิชอบ
3. ต้องมีวินัยในตนเอง พัฒนาตนเองด้านวิชาชีพ บุคลิกภาพ และวิสัยทัศน์ให้ทันต่อการพัฒนาทางวิชาการ เศรษฐกิจ และสังคม
4. ต้องไม่ทำงานด้านวิทยาศาสตร์ที่ขัดต่อความสงบเรียบร้อย ศีลธรรมอันดีของประชาชน และความมั่นคงของชาติ

5. ประพฤติตนเป็นผู้ตรงต่อเวลา และปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มกำลังความสามารถ ดำรงตนเป็นที่น่าเชื่อถือของบุคคลอื่น รอบคอบ ขยันหมั่นเพียร สมเหตุสมผล โดยคำนึงถึงประโยชน์ขององค์กรเป็นสำคัญ
6. พึงช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันอย่างสร้างสรรค์ โดยยึดมั่นในคุณธรรม สร้างความสามัคคีในหมู่คณะ
7. พึงละเว้นการนำผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง และไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่นโดยมิชอบ

3.3 หลักการปฏิบัติงาน PDCA

การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา จะต้องมีการอบรมก่อนการใช้เครื่องมือ ซึ่งดำเนินการตามกระบวนการปฏิบัติงานแบบ PDCA เป็นหลักในการปฏิบัติงานดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แนวทางการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ดำเนินตามกระบวนการปฏิบัติงาน PDCA

หลักการปฏิบัติงาน PDCA	รายละเอียดในการปฏิบัติงานตามหลักการ PDCA
P = Plan การวางแผน	1. ศึกษาจำนวนของนักศึกษา และความต้องการของนักศึกษาที่จะเข้ารับการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โดยติดต่อขอข้อมูลจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาโครงการวิจัย 2. กำหนดช่วงเวลาในการอบรมการใช้เครื่องมือ 3. จัดเตรียมเอกสาร หรือสื่อการสอนเช่น คลิปวิดีโอสาธิตการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็นต้น ให้พร้อมทั้งกับจำนวนนักศึกษา
D = Do การปฏิบัติตามแผน	1. เลือกหัวข้อในการอบรมให้ครอบคลุมกับความต้องการของนักศึกษา 2. เปิดโอกาสให้นักศึกษาสอบถามในสิ่งที่สงสัย หรือเป็นปัญหาในโครงการวิจัย โดยให้นักศึกษาเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้
C = Check ตรวจสอบการปฏิบัติตามแผน	1. ทดสอบความรู้กับนักศึกษาหลังจากการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา 2. ติดตามการใช้เครื่องมือของนักศึกษาหลังจากการอบรม
A = Act ปรับปรุงแก้ไข	ประเมินผลการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปปรับปรุงเนื้อหา และวิธีการสอน หรือสื่อสารต่อไป

3.4 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการเป็นคู่มือที่เน้นวิธีการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้ปลอดภัย เอกสารที่เกี่ยวข้องจึงเป็นคู่มือการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แต่ละชนิด โดยคู่มือในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แต่ละชนิดนั้นจะประกอบไปด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับคู่มือเล่มนี้ดังนี้

1. องค์ประกอบของเครื่องมือวิทยาศาสตร์
2. วิธีการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
3. วิธีดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์
4. สัญลักษณ์ต่างๆที่แสดงถึงความผิดปกติของเครื่องมือวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ในคู่มือยังประกอบไปด้วยหลักการของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ควรรู้ เพื่อที่จะได้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน โดยเอกสารที่เกี่ยวข้องจะเป็นหนังสือคู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป และหนังสือจุลชีววิทยาทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (ฉบับ 2563) โดยในหนังสือจะประกอบไปด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับคู่มือเล่มนี้ดังนี้

1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ การทำให้ปลอดเชื้อ และอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา
2. เทคนิคการแยกเชื้อ และการถ่ายเชื้อ
3. เทคนิคการเก็บรักษาจุลินทรีย์

บทที่ 4

ขั้นตอน และเทคนิคการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีหลากหลายประเภท หลากหลายหน้าที่การใช้งาน การเลือกใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสม ถูกวิธีจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ภาควิชาจุลชีววิทยาได้มีโครงการการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานให้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองอย่างถูกวิธี และปลอดภัย โดยเนื้อหาของบทที่ 4 นี้แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อดังนี้

- 4.1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการทำวิจัย และการยืมคืนอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
- 4.2 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา
- 4.3 เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา
- 4.4 วิธีการติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงาน

4.1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการทำวิจัย และการยืมคืนอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

เพื่อความสะดวก เข้าใจง่าย และเป็นมาตรฐานเดียวกัน แบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

4.1.1 การอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

การอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีขั้นตอน และแผนผังการปฏิบัติงาน และรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงแผนผังขั้นตอนการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ลำดับที่	ผังกระบวนการ	รายละเอียดการปฏิบัติงาน	ผู้เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลาดำเนินการ
	<pre> graph TD Start([จุดเริ่มต้น]) --> TestBefore[ทดสอบก่อนการอบรม] TestBefore --> TestAfter{ทดสอบหลังการอบรม} TestAfter -- ผ่าน --> End([สิ้นสุด]) TestAfter -- ไม่ผ่าน --> TestBefore </pre>				
1	ทดสอบก่อนการอบรม	เป็นข้อสอบอัตนัย ทดสอบความรู้ทั่วไปในการทำปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา และเครื่องมือขั้นพื้นฐานในห้องปฏิบัติการเป็นการทดสอบก่อนการอบรม	นักวิทยาศาสตร์ ผู้เข้ารับการอบรม	แบบทดสอบของภาควิชาจุลชีววิทยา	เวลาในการสอบ 15 นาที
2	อบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	เป็นการอบรมแบบบรรยาย และมีการถามตอบกับผู้เข้ารับการอบรม การอบรมเน้นสอนวิธีใช้ และการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	นักวิทยาศาสตร์ ผู้เข้ารับการอบรม	เอกสารประกอบการอบรม	เวลาในการอบรมประมาณ 6 ชั่วโมง
3	ทดสอบหลังการอบรม	เป็นข้อสอบอัตนัย ทดสอบความรู้ทั่วไปในการทำปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา และเครื่องมือขั้นพื้นฐานในห้องปฏิบัติการเป็นการทดสอบหลังจากได้รับการอบรม โดยคะแนนจะต้องมากกว่าร้อยละ 50 ถึงจะผ่านเกณฑ์	นักวิทยาศาสตร์ ผู้เข้ารับการอบรม	แบบทดสอบของภาควิชาจุลชีววิทยา	เวลาในการสอบ 15 นาที
	สิ้นสุด				

หมายเหตุ

1. การอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์จัดอบรมโดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ขนาดไม่เกิน 10 คน
2. ช่วงเวลาในการอบรม คือ เมษายน – กรกฎาคม ก่อนนักศึกษาเริ่มทำโครงงานวิจัย
3. การอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์เป็นการอบรมในรูปแบบบรรยาย และถาม-ตอบ เนื้อหาบางส่วนเกี่ยวข้องกับโครงงานวิจัยของผู้เข้ารับการอบรม เพื่อแนะแนวทางในการทำโครงงานวิจัย และการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับงาน
4. นักศึกษาที่สอบไม่ผ่าน จะต้องเข้ารับการอบรมใหม่อีกครั้ง
5. นักศึกษาที่สอบไม่ผ่านจะไม่สามารถเบิกวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานวิจัย และไม่สามารถเข้าทำปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาได้

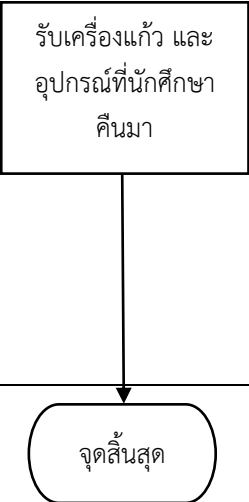
4.1.2 ขั้นตอนการยืม - คืน เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

เมื่อนักศึกษาผ่านการอบรมการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักศึกษาก็จะสามารถยืมเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วเริ่มทำงานวิจัยได้ทันที แผลงผังการปฏิบัติงาน และรายละเอียดในการยืม - คืน เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงแผนผังการปฏิบัติงาน (Flow chart) และรายละเอียดขั้นตอนการยืม - คืน เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	ผังกระบวนการ	รายละเอียดการปฏิบัติงาน	ผู้เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลาดำเนินการ
	จุดเริ่มต้น				
1	รับใบเบิกอุปกรณ์ กรอกรายละเอียด ของที่ต้องการเบิก	ให้ใบเบิกแก่นักศึกษา และให้คำแนะนำในการ เบิกของแก่นักศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา งานวิจัย นักวิทยาศาสตร์ นักศึกษา	ใบเบิก อุปกรณ์	ในวันเวลา ราชการ
2	ยื่นใบเบิกอุปกรณ์ ที่ มีลายเซ็นอาจารย์ที่ ปรึกษา	รับใบเบิกอุปกรณ์จาก นักศึกษา ตรวจสอบใบ เบิกอาจารย์ที่ปรึกษา ต้องลงนามรับทราบ แล้วให้นักศึกษาเบิกของ ตามจำนวนที่ต้องการ	อาจารย์ที่ปรึกษา งานวิจัย นักวิทยาศาสตร์ นักศึกษา	ใบเบิก อุปกรณ์	ในวันเวลา ราชการ

ตารางที่ 6 แสดงแผนผังการปฏิบัติงาน (Flow chart) และรายละเอียดขั้นตอนการยืม - คืน เครื่องแก้ว และ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ลำดับที่	ผังกระบวนการ	รายละเอียดการปฏิบัติงาน	ผู้เกี่ยวข้อง	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลาดำเนินการ
3		รับ และตรวจสอบจำนวนเครื่องแก้ว และ อุปกรณ์ที่นักศึกษาคืนมา เมื่อครบตามจำนวนที่ได้เบิกไปแล้ว ให้แจ้งรายชื่อนักศึกษาแก่อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา	อาจารย์ที่ปรึกษา งานวิจัย อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา โครงการงานวิจัย นักวิทยาศาสตร์ นักศึกษา	ใบเบิก อุปกรณ์	ในวันเวลา ราชการ
	จุดสิ้นสุด				

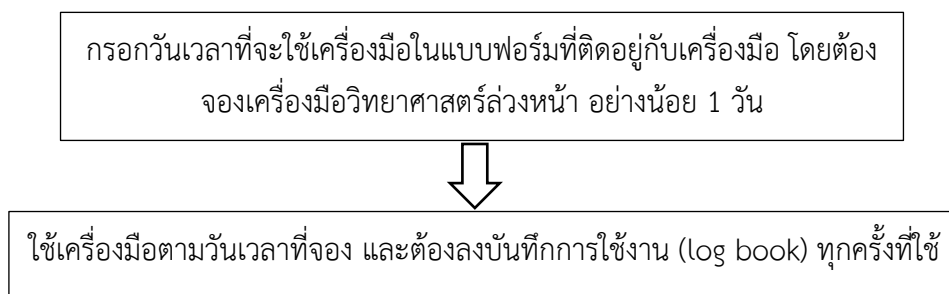
หมายเหตุ

1. นักศึกษาจะได้รับเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ตามจำนวนในใบรายการที่ได้แจ้งไว้กับนักวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อการทำโครงการงานวิจัย นักศึกษาสามารถติดต่อขอยืมเพิ่มเติมได้ ในภายหลัง โดยจำนวนขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาต้องแจ้ง อาจารย์ที่ปรึกษา โครงการงานวิจัยให้ทราบทุกครั้ง

2. การยืมเครื่องแก้ว และอุปกรณ์เป็นการยืมในระยะยาว เมื่อนักศึกษาได้รับเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ไปแล้วจะต้องเก็บรักษาให้ดี และนำมาคืนให้ครบตามจำนวนด้วย ในกรณีที่เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ขนาดเล็กๆ ขำรุ่ย สูญหาย นักศึกษาจะต้องซื้อมาคืนให้ครบตามจำนวน

4.1.3 ขั้นตอนการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

นักศึกษาที่ได้รับการอบรม และผ่านการสอบการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามาแล้วนั้น จะสามารถใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้ โดยมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้



หมายเหตุ

1. สำหรับเครื่องมือขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้ตามห้องปฏิบัติการต่างๆ เช่น เครื่องผสมสาร (Vortex mixer) เครื่องกวนสารละลายพร้อมให้ความร้อน (Hotplate stirrer) เครื่องปั่นเหวี่ยงขนาดเล็ก (Microcentrifuge) จะต้องติดป้ายจองเครื่องมือล่วงหน้า พร้อมระบุรายละเอียด ตามรูปที่ 2

ชื่อ-สกุล.....
รหัสประจำตัว
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย.....
วันเวลาที่จองเครื่อง
เบอร์โทรที่สามารถติดต่อได้

รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างป้ายจองเครื่องมือวิทยาศาสตร์ขนาดเล็ก

2. นักศึกษาต้องลงบันทึกการใช้งานของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (Log book) ทุกครั้ง
3. นักศึกษาต้องมาใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้ตรงเวลาที่ได้จองไว้ และต้องปฏิบัติงานให้เสร็จทันช่วงเวลาที่ได้จองเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไว้
4. เมื่อเกิดความเสียหายกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ นักศึกษาต้องแจ้งนักวิทยาศาสตร์ และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัยให้ทราบโดยเร็วที่สุด
5. หลังจากใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว นักศึกษาจะต้องทำความสะอาด เบื้องต้น และเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย

4.2 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีเครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้เป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับประเภท และวัตถุประสงค์ของงานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นผู้ที่เริ่มปฏิบัติงานในครั้งแรกจึงควรศึกษาถึงคุณสมบัติ และลักษณะของเครื่องแก้ว อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ดังที่จะแสดงในตารางที่ 7 ซึ่งเป็นเครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โดยรายละเอียดในตารางจะแสดงถึงชื่อของเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะ ประเภทของการใช้งาน และรายละเอียดในการใช้งาน

ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	Beaker		ใช้เป็นภาชนะสำหรับเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ หรือเตรียมสารเคมี
	Erlenmeyer flask		ใช้เป็นภาชนะสำหรับเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ หรือเตรียมสารเคมี เหมาะกับการใส่อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) โดยการอุดด้วยจุกสำลี แล้วหุ้มด้วยฟอยล์ (Aluminium foil) ปริมาณที่เหมาะสมที่จะใส่อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ได้คือ 80% ของปริมาตร เพื่อป้องกันการฟุ้งออกของอาหารในขณะฆ่าเชื้อ
	Stirring rod		ใช้สำหรับคนสารเคมี หรือคนอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
	Magnetic bar		แท่งแม่เหล็กกวนสารสำหรับกวนสารละลาย ใช้ได้ทั้งการเตรียมสารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ มักจะใช้ร่วมกับเครื่อง hotplate stirrer

ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	Cylinder		ใช้สำหรับตวง และปรับปริมาตรอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ หรือสารเคมี
	Laboratory bottles		ใช้เป็นภาชนะในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ หรือสารเคมี ได้เช่นเดียวกับ Erlenmeyer flask ข้อดีคือมีฝาเป็นเกลียว ไม่ต้องอุดจุกสำลี ข้อควรระวัง ต้องคลายฝาเกลียวก่อนการเข้าเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)
	Petri dish		จานสำหรับเพาะเชื้อ ฆ่าเชื้อด้วยการนำไปใส่กระป๋องอลูมิเนียมแล้วนำเข้าตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
	Test tube		สำหรับใส่อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอาหารเหลว (broth) กึ่งแข็ง กึ่งเหลว อาหารแข็งแบบเอียง (slant) มักจะปิดด้วยฝาลาสติก ฝาลาสติกที่เป็นเกลียว หรือปิดจุกด้วยสำลี

ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	Test tube rack		ภาชนะรองรับหลอดทดลอง มักทำจากสแตนเลส สามารถนำเข้าเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) และตู้อบลมร้อนได้ (Hot air oven)
	Pipette		ใช้สำหรับดูดแบ่งสารที่เป็นของเหลว ทั้งอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ สารละลายเจือจาง และสารเคมีอื่นๆ มีขีดบอกปริมาตร ทำให้ง่ายต่อการใช้และได้ปริมาตรที่แม่นยำ
	Durham's tube		หลอดดักแก๊สขนาดเล็ก มักใช้ร่วมกับหลอดทดลอง (Test tube) โดยการใส่หลอดคว่ำลงในหลอดทดลอง ใช้สังเกตการเกิดแก๊สที่จุลินทรีย์ผลิตออกมาในปฏิบัติการชีวเคมี
	Pipette aid		ใช้สำหรับสวมใส่ pipette มีปุ่มกดสำหรับดูด หรือปล่อยสารได้ มักนิยมใช้แทนลูกยางปลายแหลม หรือลูกยาง 3 ทาง

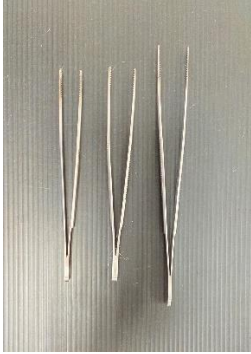
ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	pH paper		กระดาษวัดความเป็นกรดด่าง มีช่วงในการวัดค่าได้ตั้งแต่ 0-14 วิธีใช้คือ จุ่มตัวกระดาษลงไปในสารละลายประมาณ 1-3 วินาที นำขึ้นมาจากสารละลาย สลัดของเหลวส่วนเกินออกไป แล้วเทียบค่าตามแผงผังข้างกล่อง โดย pH 1-6 เป็นกรด 7 เป็นกลาง และ 8-14 เป็นเบส
อุปกรณ์ในการถ่ายเชื้อจุลินทรีย์	Loop		ห่วงถ่ายเชื้อ มีลักษณะเป็นแท่ง ด้านปลายมีเป็นห่วง ด้ามทำมาจากวัสดุที่ไม่นำความร้อน ส่วนปลายห่วงกลมทำมาจากลวด nichrome หรือ platinum ใช้สำหรับถ่ายเชื้อจากอาหารแข็งไปอาหารแข็ง อาหารแข็งไปอาหารเหลว อาหารเหลวไปอาหารเหลว วิธีฆ่าเชื้อคือเผาไฟให้ส่วนปลายที่เป็น nichrome หรือ platinum ร้อนแดง เมื่อหายร้อนจึงนำไปถ่ายเชื้อ
	Needle		เข็มเขี่ยเชื้อ มีลักษณะเป็นแท่ง ด้านปลายเป็นปลายแหลมตรง ด้ามทำมาจากวัสดุที่ไม่นำความร้อน ส่วนปลายแหลมทำมาจากลวด nichrome หรือ platinum มักใช้สำหรับถ่ายเชื้อจากอาหารแข็ง หรืออาหารเหลวไปอาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลวเพื่อดูการเจริญของจุลินทรีย์ที่เคลื่อนที่ได้ หรืออาหารที่ใช้ทดสอบชีวเคมี เช่น TSI ที่ต้องแทงเขี่ยลงไปก้นหลอดอาหารก่อนแล้วค่อยลากเขี่ย เพื่อดูการหมักอาหารในสภาพไร้ออกซิเจน อีกรงานที่นิยมใช้ needle คือ การถ่ายเชื้อเห็ดจากอาหารแข็งไปเพาะเลี้ยงในข้าวฟ่างฆ่าเชื้อ วิธีฆ่าเชื้อคือเผาไฟให้ส่วนปลายลวดที่เป็น nichrome หรือ platinum ร้อนแดง เมื่อหายร้อนจึงนำไปถ่ายเชื้อ

ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
อุปกรณ์ในการถ่ายเชื้อจุลินทรีย์	Teasing needle		เข็มเขี่ยเชื้อปลายงอ มักนิยมใช้ถ่ายเชื้อรา และเห็ด วิธีฆ่าเชื้อคือเผาไฟให้ส่วนปลายลวดที่เป็น nichrome หรือ platinum ร้อนแดง เมื่อหายร้อนจึงนำไปถ่ายเชื้อ
	Scalpel		มีดผ่าตัด ใช้สำหรับถ่ายเชื้อรา และเห็ด โดยการตัดชิ้นวัฒนธรรมที่มีเชื้อเจริญอยู่ถ่ายไปยังอาหารแข็ง อาหารเหลว หรือข้าวฟ่างฆ่าเชื้อ วิธีทำให้มีดผ่าตัดปลอดเชื้อคือนำส่วนที่เป็นใบมีดจุ่มลงใน 95% แอลกอฮอล์ (Ethanol) แล้วนำไปผ่านไฟ เมื่อไฟลุกแอลกอฮอล์จนหมด และหายร้อนแล้วจึงนำไปใช้งาน ข้อควรระวังควรถือมีดในลักษณะเอียง 45 องศาเซลเซียส ให้ด้านปลายมีดหันลงพื้น เพื่อป้องกันเปลวไฟลุกจนโดนมือผู้ใช้ได้
	Spreader		แท่งแก้วสามเหลี่ยม ใช้สำหรับเกลี่ยเชื้อจุลินทรีย์ให้กระจายทั่วจานเพาะเชื้อ วิธีทำให้ปลอดเชื้อของ spreader ทำได้โดยการจุ่มส่วนสามเหลี่ยมลงใน 95% แอลกอฮอล์ (Ethanol) แล้วผ่านไฟ ให้ไฟลุกจนหมด ปล่อยให้หายร้อนแล้วจึงนำไปใช้งาน ข้อควรระวังควรถือ spreader ในลักษณะเอียง 45 องศาเซลเซียส ให้ด้านปลายสามเหลี่ยมหันลงพื้น เพื่อป้องกันเปลวไฟลุกจนโดนมือผู้ใช้ได้

ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
อุปกรณ์ในการถ่ายเชื้อจุลินทรีย์	Forcep		มีลักษณะเป็นปากคีบ ใช้ในการคีบแผ่นยามาตรฐานในการทดสอบการต้านเชื้อ หรือเอาคีบเห็ดไปวางในอาหารแข็ง วิธีทำให้ปลอดเชื้อของปากคีบคือ สามารถหุ้มด้วยกระดาษฟอยล์ (Aluminium foil) แล้วนำไปเข้าตู้อบลมร้อน (hot air oven) ได้ หรือทำให้ปลอดเชื้อลักษณะเดียวกับมีดผ่า ตัดคือ จุ่มลงใน 95% แอลกอฮอล์ (Ethanol) แล้วนำไปผ่านไฟ เมื่อไฟลุกแอลกอฮอล์จนหมด และหายร้อนแล้วจึงนำปากคีบไปใช้งาน ข้อควรระวังควรถือปากคีบในลักษณะเอียง 45 องศา เซลเซียส ให้ด้านปลายแหลมหันลงพื้น เพื่อป้องกันเปลวไฟลุกจนโดนมือผู้ใช้ได้
วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ	Microcentrifuge tubes		หลอดพลาสติกกึ่งใส ผลิตจากพลาสติกชนิดโพลิโพรไพลีน (Polypropylene) ซึ่งทนทานต่อไขมัน และตัวทำละลายสารอินทรีย์ต่างๆ มีทั้งแบบกึ่งใส และมีสี มีหลายขนาด แต่ขนาดที่นิยมใช้คือ 1.5 และ 0.2 มิลลิลิตร ซึ่งมักจะใช้ในงานทางพันธุศาสตร์ของจุลินทรีย์ หลอดชนิดนี้สามารถทนความเย็นได้ และสามารถฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ได้ด้วย นอกจากนี้ จะถูกใช้ในงานทางพันธุศาสตร์จุลินทรีย์แล้ว ยังถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการเก็บเชื้อจุลินทรีย์แบบแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 -80 องศาเซลเซียสอีกด้วย

ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ	Centrifuge tube		หลอดพลาสติกทำมาจาก พลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน (Polypropylene, PP) ซึ่งทนทานต่อไขมัน และตัวทำละลายสารอินทรีย์ต่างๆ เป็นหลอดที่มีฝาเป็นเกลียว ง่ายต่อการใส่สารตัวอย่าง สารไม่รั่วซึม มีหลายขนาด เช่น 15 ml 50 ml 250 ml มีก้นหลอดหลายรูปร่าง เช่น ก้นแหลม ก้นแหลมที่สามารถตั้งได้ ก้นกลม และก้นแบนราบ ในการเลือกใช้ ต้องเลือกให้เหมาะสมงาน ความเร็วรอบที่จะปั่นเหวี่ยง และลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ด้วย
	Cryotube		หลอดสำหรับเก็บเชื้อจุลินทรีย์ หรือ สารชีวภาพ ผลิตจากพลาสติก พอลิโพรไพลีน (Polypropylene, PP) มีหลายขนาด และมีฝาแบบเกลียว นอก และแบบเกลียวใน โดยฝาแบบเกลียวนอกนิยมใช้เก็บตัวอย่างในตู้แช่แข็ง (Deep freeze) เพราะฝาเกลียวนอกจะป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกได้ดี ส่วนแบบฝาเกลียวในนั้น มักจะใช้กับการเก็บในไนโตรเจน หรือไนโตรเจนเหลว เพราะมียางวงภายในเกลียวทำให้ฝาปิดได้หนาแน่น สารภายในไม่รั่วซึม ออกมาขณะที่ค่อย ๆ ใส่เข้าไปในไนโตรเจนเหลว

ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ	Micropipette		เครื่องมือสำหรับดูดจ่ายสารที่เป็นของเหลวในปริมาณน้อยๆ ในหน่วยไมโครลิตร เช่น 0.5-10 μ l 20-200 μ l เป็นต้น เป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำสูง มักนิยมใช้ในงานทางชีววิทยา จุลชีววิทยา ชีวเคมีเป็นอย่างมาก ตัวเครื่องจะประกอบไปด้วยตัวหมุนปรับปริมาตร แผงแสดงตัวเลขปริมาตร และปุ่มกดสำหรับทั้ง tip ตัวเครื่องไวต่อสารละลายอินทรีย์ เวลาใช้ต้องระมัดระวังไม่ดูดสารเข้าตัวเครื่องเพราะภายในประกอบไปด้วยสปริง และยาง อาจทำให้เกิดการพอง เป็นสนิมแล้วชำรุดได้ บางรุ่นสามารถนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ได้
	Micropipette tip		มักใช้ร่วมกับ micropipette ใช้สำหรับดูด และจ่ายสารที่เป็นของเหลวในปริมาณน้อยๆ ในหน่วยไมโครลิตร มีทั้งแบบเป็นเป็นสี และไม่มีสี ต้องเลือกใช้ tip ให้เหมาะสมกับ micropipette เพื่อความแม่นยำในการใช้งาน มีทั้งแบบปลอดเชื้อมาแล้ว และยังไม่ได้ทำให้ปลอดเชื้อ ถ้ายังไม่ปลอดเชื้อสามารถนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อได้ และถ้ามีไอน้ำเกิดขึ้นจากการฆ่าเชื้อให้นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน เพื่อให้ tip แห้ง พร้อมใช้งาน

ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ	Filter paper		กระดาษกรองใช้กรองของเหลวที่มีตะกอน เป็นการกรองแบบหยาบ มีขนาดของรูผ่าน และเส้นผ่าศูนย์กลางหลายขนาดให้เลือกใช้ ต้องเลือกให้เหมาะสมกับงานเช่น กระดาษกรองเบอร์ 4 มีขนาดรูผ่านที่ 20-25 μm ซึ่งหมายความว่าสาร หรือตะกอนที่เล็กกว่า 20-25 μm จะผ่านกระดาษกรองลงไปได้
	Floating racks		วัสดุโฟม หรือพลาสติกลอยน้ำ สำหรับใส่หลอดขนาดเล็ก เช่น microcentrifuge tube มักทำมาจากพลาสติก พอลิโพรไพลีน (Polypropylene) หรือโฟม ที่ลอยน้ำได้ มีทั้งทรงกลม และทรงสี่เหลี่ยม มักถูกนำมาใช้กับงานทางด้านพันธุศาสตร์จุลินทรีย์ โดยเฉพาะการบ่มปฏิกริยาในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) หรือการต้มตัวอย่างในหม้อน้ำร้อน เป็นต้น
	Cotton swab		ไม้พันสำลีนิยมใช้ในการเก็บเชื้อหรือป้ายบริเวณที่ต้องการเก็บเชื้อตัวอย่างมาทำการทดลอง มักใช้ไม้พันสำลีร่วมกับสารละลายเจือจาง เช่น normal saline, phosphate buffer saline เป็นต้น สามารถทำให้ปลอดเชื้อด้วยการนึ่งฆ่าเชื้อ(Autoclave) ที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ตารางที่ 7 เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ประเภทการใช้งาน	ชื่อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ลักษณะ	รายละเอียดในการใช้งาน
วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ	Slide และ Cover slide		เป็นแผ่นกระจกที่ใช้เป็นฐานวางวัตถุตัวอย่างเพื่อนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ มักใช้ร่วมกับ cover slide ซึ่งมีหน้าที่ปิดทับตัวอย่างให้ราบไปกับกระจก และเพื่อป้องกันไม่ให้เลนส์วัตถุสัมผัสกับตัวอย่าง โดยตัวอย่างที่มีการปิดด้วย cover slide จะสามารถใช้กำลังขยายของเลนส์วัตถุได้ถึง 40x เท่านั้น เพราะที่กำลังขยาย 100x ระยะระหว่างเลนส์ กระจก cover slide จะชนกับเลนส์วัตถุได้
	Pasteur pipette		ใช้สำหรับถ่ายของเหลว ไม่ใช่ในการวัดปริมาตร เพราะไม่มีขีดบอกปริมาตร เวลาที่ใช้ต้องตอกกับลูกยางขนาดเล็ก ด้านปลายของปิเปตชนิดนี้จะเรียวเล็ก เพื่อให้สารละลายไหลออกช้าๆ นิยมใช้ปิเปตชนิดนี้ในการดูดสารเพื่อปรับปริมาตรสารเมื่อใกล้ถึงปริมาตรที่ต้องการ หรือดูดส่วนเหลวออกจากตะกอน
	Alcohol burner		เป็นตะเกียงแบบที่ใช้แอลกอฮอล์ เป็นเชื้อเพลิง โดยแอลกอฮอล์ที่ใช้จะมีความเข้มข้นร้อยละ 95 เพื่อให้ได้เปลวไฟ ใช้สำหรับเผาอุปกรณ์เขี่ยเชื้อ เช่น ห่วงเขี่ยเชื้อ เข็มเขี่ยเชื้อ ให้ร้อนแดงปราศจากเชื้อ ไม่ควรใส่แอลกอฮอล์มากเกินไป เพราะอาจเกิดอันตรายจากไฟลุกไหม้ได้

ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำปฏิบัติการอยู่หลายประเภท ซึ่งผู้ที่ไม่มีพื้นฐานการใช้เครื่องมือมาก่อนควรได้รับการฝึกให้รู้จักวิธีใช้ ข้อควรระวังในการใช้ โดยสามารถศึกษาจากคู่มือของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ การอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ หรือขอคำแนะนำจากนักวิทยาศาสตร์ที่ควบคุมดูแลเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ สำหรับผู้ที่เริ่มทำปฏิบัติการหรือโครงการวิจัย แล้วยังไม่สามารถวางแผนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง สามารถศึกษาตัวอย่างการเลือกใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการทดลอง ได้ตามตัวอย่างด้านล่างนี้

ตัวอย่างการทดลอง การแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจากปฏิกิริยาของห้างสรรพสินค้า A จากโจทย์การทดลองตัวอย่าง ผู้ที่ทำการทดลองสามารถแบ่งขั้นตอนการทดลอง และระบุเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงขั้นตอนของตัวอย่างการทดลอง และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง	ชื่อเครื่องมือวิทยาศาสตร์
เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	1. เครื่องซังสาร 2. pH meter 3. Hot plate stirrer 4. Hot air oven 5. Autoclave 6. Biological Safety Cabinet
ขั้นตอนการแยกเชื้อจุลินทรีย์ให้บริสุทธิ์และบ่มเชื้อจุลินทรีย์ให้เจริญ	1. Biological Safety Cabinet 2. Incubator
การทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้กับเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ	1. Biological Safety Cabinet 2. Incubator 3. Spectrophotometer 4. Incubator shaker 5. Centrifuge

คำอธิบายในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

ขั้นตอนแรกจะต้องนำกระป๋องที่บรรจุจานเพาะเชื้อ (Petri dish) ไปทำให้ปลอดเชื้อด้วย Hot air oven (อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง) หลังจากนั้นทำการซังอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ด้วยเครื่องซัง ใส่ลงไปในภาชนะ เติมน้ำกลั่น ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อต้องปรับความเป็นกรด-เบส ก็ต้องปรับโดยใช้เครื่อง pH meter ถ้าเป็นอาหารแข็งต้องนำมาต้มให้วุ้นละลาย โดยใช้ Hotplate stirrer หรือ อาจใช้ microwave แทนได้ หลังจากนั้นนำอาหารมาอุดจุกสำลี ห่อด้วยฟอยล์ แล้วนำไปทำให้ปลอด

เชื้อด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) เมื่ออาหารปลอดเชื้อแล้วจึงนำมาเทใส่จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet)

2. ขั้นตอนการแยกเชื้อจุลินทรีย์ให้บริสุทธิ์ และบ่มเชื้อจุลินทรีย์ให้เจริญ

หลังจากเก็บตัวอย่างมาแล้ว ก็ต้องมาทำการแยกเชื้อจุลินทรีย์ในตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet) โดยการเจือจางตัวอย่างในสารละลาย และหยดสารละลายปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหารแข็ง แล้วเกลี่ยเชื้อให้กระจายไปทั่วจานเพาะเชื้อด้วย spreader เรียกวิธีนี้ว่า spread plate หรือ ผสมสารละลาย 1 มิลลิลิตร กับอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วเทลงในจานเพาะเชื้อ เรียกวิธีนี้ว่า pour plate หลังจากนั้นนำจานอาหารไปบ่มให้เชื้อเจริญในตู้บ่มที่ปรับอุณหภูมิได้ (Incubator)

3. การทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้กับเชื้อจุลชีพทดสอบ

เริ่มจากการเลี้ยงเชื้อจุลชีพทดสอบ เช่น กลุ่มเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ ในอาหารเหลว แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มที่มีระบบเขย่า (Incubator shaker) เพื่อให้เชื้อเจริญได้ดี ดูดเชื้อไปปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) จะได้ตะกอนเชื้อแยกส่วนกับอาหารเหลว ดูดอาหารเหลวออกไป เจือจางตะกอนเชื้อด้วยสารละลายเจือจาง ปรับเชื้อให้มีความขุ่น ตามระดับ MacFarland ที่ต้องการ หรือนำเชื้อไปวัดความขุ่นด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectro photometer) แล้วนำมาทดสอบกับเชื้อจุลินทรีย์ตัวอย่างที่แยกได้ โดยทุกขั้นตอนทำในตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet)

จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแต่ละขั้นตอนการทดลองจะต้องใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์หลายประเภท ดังนั้นผู้ที่ทำการทดลองจะต้องศึกษาวิธีใช้ ข้อควรระวังของเครื่องมือวิทยาศาสตร์แต่ละชนิดให้ดี เพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการทำการทดลอง โดยคู่มือเล่มนี้จะเน้นไปที่เครื่องมือวิทยาศาสตร์ทางจุลชีววิทยาที่เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ทุกการทดลองจะต้องใช้งาน และเป็นเครื่องมือส่วนรวมที่มีคนใช้ร่วมกันจำนวนมาก

4.3 เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

4.3.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Precision balance) (Sartorius รุ่น BSA224S-CW)



รูปที่ 3 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Precision balance) (Sartorius รุ่น BSA224S-CW)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

เป็นเครื่องชั่งไฟฟ้าแบบชั่งด้านบน ชนิดตั้งโต๊ะ แสดงผลของน้ำหนักแบบตัวเลข หน้าจอของเครื่องเป็นลักษณะแบบกดสัมผัส ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของสารเคมี หรืออาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีเครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้ทศนิยม 3 และ 4 ตำแหน่ง โดยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 320 กรัม และมีความละเอียดอยู่ที่ 1 มิลลิกรัม หรือ 0.001 กรัม ส่วนเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งนั้น สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 220 กรัม และมีความละเอียดสูงถึง 0.1 มิลลิกรัม หรือ 0.0001 กรัม การเลือกใช้เครื่องชั่งทศนิยม 3 หรือ 4 ตำแหน่ง ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ถ้าต้องการชั่งสารปริมาณน้อย เช่น ยาปฏิชีวนะ อาหาร BG-11 ที่ใช้เลี้ยงสาหร่าย เป็นต้น ควรใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง จะให้ความถูกต้องแม่นยำ ในขณะที่ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ เช่น NB (Nutrient broth) ก็ควรใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 หรือ 3 ตำแหน่ง



รูปที่ 4 จอแสดงผล และแผงควบคุมของเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Precision balance)
(Sartorius รุ่น BSA224S-CW)

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ก่อนใช้เครื่องชั่งจะต้องตรวจสอบปลั๊กไฟที่ติดอยู่กับเครื่องมือว่าอยู่ในสภาพสมบูรณ์
2. ทำความสะอาดตัวเครื่อง หน้าจอของเครื่อง แผ่นรองน้ำหนัก และบริเวณโดยรอบตัวเครื่องชั่ง
3. ตรวจสอบลูกน้ำให้อยู่กึ่งกลาง ด้วยการปรับฐานที่ตั้งให้ได้ระดับ โดยปุ่มปรับฐานมีลักษณะเป็นเกลียวอยู่ที่ฐานด้านหน้า ทั้งด้านซ้าย และขวา

วิธีการใช้เครื่องมือ

1. เสียบปลั๊กไฟ กดปุ่มเปิด-ปิดเครื่อง หน้าจอจะแสดงเลข 0.0000 กรัม
2. วางภาชนะรองรับลงบนแผ่นรองของตาชั่ง หน้าจอจะแสดงน้ำหนักของภาชนะ
3. กด Tare เพื่อหักน้ำหนักของภาชนะ
4. ใส่สารเคมี หรืออาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้องการจะชั่งลงไปในภาชนะ บันทึกตัวเลข หรือชั่งสารตามน้ำหนักที่ต้องการ
5. นำภาชนะออกจากตัวเครื่อง

6. กดปุ่มเปิด-ปิดเครื่องอีกครั้ง เพื่อปิดเครื่อง หน้าจอจะแสดงคำว่า Standby แล้วจึงดึงปลั๊กไฟออกได้

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. ถอดปลั๊กไฟฟ้า
2. ใช้แปรงขนอ่อน หรือแปรงทาสี ปิดฝุ่นละออง หรือสารเคมีที่หกออกจากจานชั่ง และบริเวณรอบตัวเครื่อง
3. ถ้าสารที่หกลักษณะเหนียว เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อหก จะต้องใช้ผ้าชุบน้ำ บิดให้หมาด ค่อยๆเช็ดทำความสะอาด แล้วใช้ผ้าแห้งเช็ดอีกครั้ง
4. ลงบันทึกการใช้เครื่องมือ (Log book) ทุกครั้ง

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ก่อนที่จะเริ่มใช้งานเครื่องซึ่งจะต้องตรวจสอบระดับของลูกน้ำให้อยู่ตรงกลางเสมอ โดยการปรับเกลียวที่ฐานเครื่องด้านซ้าย และขวา ค่อยๆปรับ ถ้าปรับเร็วเกินไปอาจทำให้ฝืนเกลียว หมุนปรับไม่ได้อีก ซึ่งอาจทำให้ชำรุด ส่งผลให้เครื่องไม่ระนาบได้
2. ตำแหน่งที่ซึ่งสาร และวางภาชนะรองรับ จะต้องวางตรงกลางของจานรับน้ำหนัก เนื่องจากเป็นจุดที่รับน้ำหนักมากที่สุด และแกนรับน้ำหนักอยู่ตรงกลาง จะทำให้การชั่งสารถูกต้องแม่นยำ
3. ไม่ชั่งสาร หรืออาหารเลี้ยงเชื้อโดยตรง โดยไม่มีภาชนะรองรับ
4. ควรวางเครื่องซึ่งบนพื้นที่ระนาบ แข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน เช่น ไม่วางใกล้เครื่องผสมสาร (Vortex mixer) เป็นต้น ไม่วางเครื่องซึ่งบริเวณที่มีกระแสลมผ่าน และจุดที่มีความร้อนสูง
5. ไม่ควรวางของเกินน้ำหนักที่เครื่องซึ่งจะรองรับได้
6. หากมีสารเคมี หรืออาหารเลี้ยงเชื้อหกบนเครื่องซึ่ง ต้องรีบปิดเครื่องแล้วเอาแปรงปัดออก หรือใช้ผ้าชุบน้ำ บิดหมาดเช็ดออกทันที ไม่ใช้สารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนมาทำความสะอาดเครื่องซึ่ง
7. ถ้าถอดจานรองน้ำหนักออกไปทำความสะอาด ต้องถอดอย่างระมัดระวัง ไม่ทำตกหล่น เพราะจะทำให้จานรองน้ำหนักบิดเบี้ยว ส่งผลให้เครื่องชำรุด และได้ค่าน้ำหนักที่คลาดเคลื่อนได้
8. ปัญหาเบื้องต้นที่พบได้บ่อย และวิธีการแก้ปัญหาแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงความผิดพลาดที่พบบนหน้าจอแสดงผลของเครื่องซึ่ง

หน้าจอแสดงผล	สาเหตุ	วิธีการแก้ปัญหา
ไม่ปรากฏสิ่งใดบนหน้าจอแสดงผล	ไม่ได้เสียบปลั๊กไฟฟ้า หรือสายไฟที่ต่อเข้ากับตัวเครื่องหลวม	ตรวจสอบการเสียบปลั๊กไฟฟ้า และตรวจสอบสายไฟที่ต่ออยู่ด้านหลังเครื่องซึ่งให้แน่น

ตารางที่ 9 แสดงความผิดพลาดที่พบบนหน้าจอแสดงผลของเครื่องชั่ง (ต่อ)

หน้าจอแสดงผล	สาเหตุ	วิธีการแก้ปัญหา
HIGH	ชั่งน้ำหนักเกินกำลังของเครื่องชั่ง	นำน้ำหนักที่ชั่งเกินออกไป แบ่งชั่งหลายครั้ง หรือเลือกใช้เครื่องชั่งที่สามารถรองรับน้ำหนักได้
LOW หรือ ERR54	มีอะไรบางอย่างค้างจกานชั่งอยู่	ตรวจสอบงานชั่ง ถอดงานชั่งออกมา แล้วนำสิ่งที่ค้างจกานชั่งออก
ค่าน้ำหนักไม่นิ่ง	- สถานที่ตั้งเครื่องไม่เหมาะสม บริเวณนั้นอาจสั่นสะเทือน หรือมีกระแสลมพัดผ่าน - มีบางอย่างมาสัมผัสกับตัวเครื่อง และงานชั่ง เช่น มีเศษของก้อนสารเคมีตกขวางอยู่ระหว่างตัวเครื่องกับงานชั่ง เป็นต้น	- หาสถานที่ให้เหมาะสมกับการวางเครื่องชั่ง ควรเป็นห้องที่มีกระแสลมพัดผ่านน้อย ไม่อยู่ในตำแหน่งที่ลมเครื่องปรับอากาศพุ่งลงมากระทบ ไม่มีเครื่องสั่นสะเทือนอยู่ในบริเวณใกล้เคียง - ทำความสะอาดให้ดีก่อนการชั่งสาร

4.3.2 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler Toledo)



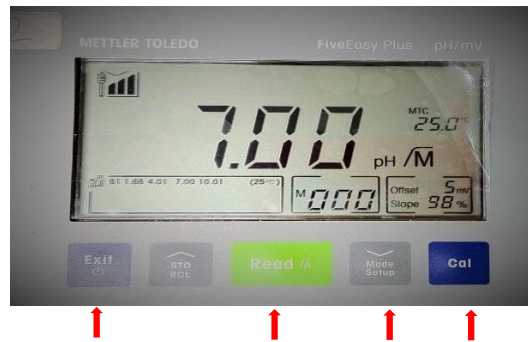
รูปที่ 5 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler Toledo)

หลักการการทำงานของเครื่องมือ

เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการที่ใช้วัดความเป็นกรด-ด่างของสารละลายในหน่วย pH ซึ่งเป็นหน่วยวัดที่จะแสดงค่าตั้งแต่ 0 ถึง 14 ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการวัดค่า pH จะแสดงถึงระดับไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในสารละลาย โดยค่า pH จะแปรผกผันตรงกับอัตราส่วนระหว่างไฮโดรเจนไอออน (H^+) กับไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) หากความเข้มข้นของ (H^+) มากกว่า (OH^-) สารละลายนั้นจะเป็นกรด จะวัดค่า pH ได้น้อยกว่า 7 ถ้าอัตราส่วนระหว่าง (H^+) เท่ากับ (OH^-) จะวัดค่า pH ได้เท่ากับ 7 แสดงว่าสารละลายมีความเป็นกลาง ค่า (OH^-) มากกว่า (H^+) สารละลายมีความเป็นด่าง และจะแสดงค่า pH ที่วัดได้มากกว่า 7 ในบางครั้งสามารถวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในอาหารเลี้ยงเชื้อแบบคร่าวๆได้โดยใช้กระดาษลิตมัส ซึ่งจะเปลี่ยนสีเมื่อระดับ pH แตกต่างกันไป สามารถอ่านค่า pH ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 14 แต่กระดาษลิตมัสก็มีข้อจำกัดในการใช้คือ เมื่อสารตัวอย่างที่จะใช้วัดมีสีเข้ม จะทำให้อ่านผลได้ยาก และกระดาษวัด pH ไม่สามารถบอกค่าตัวเลขในหน่วยทศนิยมได้ จึงควรใช้เครื่อง pH meter แทน ซึ่งเป็นการวัดค่าแบบอิเล็กทรอนิกส์ บอกค่าออกมาเป็นตัวเลข และแสดงผลในหน่วยทศนิยมได้ องค์ประกอบของเครื่องจะประกอบไปด้วย แท่งอิเล็กโทรดที่ใช้วัดค่า และตัวเครื่องวัด อิเล็กโทรดที่ใช้วัดค่า pH อาศัยหลักการความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าในหน่วย mV แล้วแปลงความต่างศักย์นั้นเป็นค่า pH และแสดงผลเป็นตัวเลขบนหน้าจอ คุณสมบัติของเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Mettler Toledo) เป็นเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่างชนิดตั้งโต๊ะ ตัวเครื่องสามารถวัดค่า pH ได้ตั้งแต่ -2.00 ถึง 16.00 ค่าการอ่านละเอียดได้ 0.01 pH สามารถวัดค่า mV ได้ตั้งแต่ -2000 mV ถึง 2000 mV ค่าการอ่านละเอียดได้ 1 mV ตัวเครื่องสามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ $-5^{\circ}C$ ถึง $105^{\circ}C$ ค่าการอ่านละเอียดได้ $0.1^{\circ}C$

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟฟ้า และสายไฟที่ต่อกับตัวเครื่อง เนื่องจากเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง มีสายไฟที่ต่อกับตัวเครื่อง แท่งอิเล็กโทรดกับตัวเครื่อง ดังนั้นต้องตรวจสอบสภาพสายไฟให้ไม่พังงอเสมอ
2. ตรวจสอบแท่งอิเล็กโทรดว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และหัวอิเล็กโทรดต้องยังอยู่ในน้ำยารักษาหัววัด (3M KCl)
3. ถ้ามีคราบของผลึกเกลือ 3M KCl เกาะอยู่ที่หัววัดจะต้องทำความสะอาดเอาผลึกเกลือออกก่อนการใช้งาน โดยการล้างด้วยน้ำที่ไม่มีไอออน



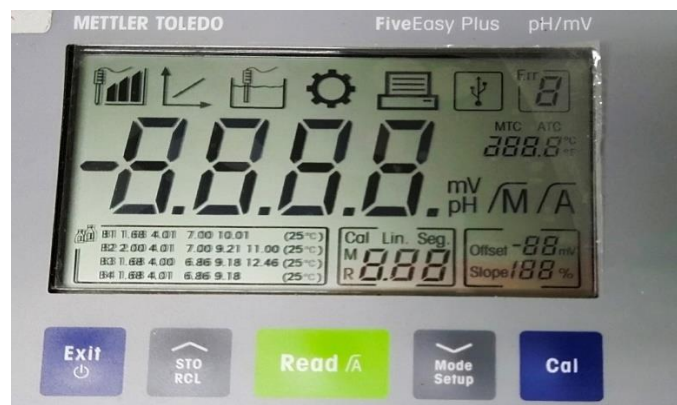
เปิด-ปิดเครื่อง อ่านค่า โหมด สอบเทียบค่า

รูปที่ 6 แผงปุ่มกดเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler Toledo)

วิธีการใช้เครื่องมือ

วิธีการเปิด-ปิดเครื่อง

1. กดและปล่อยปุ่ม Exit (ปุ่มเปิด-ปิดเครื่อง) เพื่อเปิดเครื่อง จะแสดงหน้าจอเป็นไอคอนทั้งหมด โดยจะปรากฏเป็นเวลา 2 วินาที จากนั้นเวอร์ชันของซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งจะปรากฏขึ้น (เช่น 1.00) และเครื่องมือจะพร้อมใช้งาน



รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างไอคอนทั้งหมดที่จะแสดงบนหน้าจอเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler Toledo)

2. กดปิดเครื่องมือทำได้โดย กดปุ่ม Exit ค้างไว้ 3 วินาทีแล้วปล่อยมือ เครื่องจะทำการปิด

รูปแบบในการวัดค่า pH

เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง Mettler Toledo รุ่น FiveEasy™ จะมีรูปแบบในการวัดค่า pH 2 รูปแบบคือ แบบอัตโนมัติ และแบบแมนนวล สามารถสลับโหมดในการวัดค่าได้โดยการกดปุ่ม Read ค้างไว้

การวัดแบบอัตโนมัติ

เมื่อเลือกใช้โหมดอัตโนมัติ จะมีสัญลักษณ์  กระพริบ การวัดค่าจะหยุดวัดโดยอัตโนมัติเมื่อวัดค่า pH ได้เสถียรแล้ว จึงทำให้วัดค่าได้ง่าย รวดเร็ว เหมาะกับการใช้วัดค่า pH ของสารตัวอย่างเพียงอย่างเดียว เมื่อค่าที่วัดเสถียรแล้วหน้าจอจะแสดงสัญลักษณ์  ที่หยุดกระพริบ

การวัดแบบแมนนวล

แบบแมนนวลมีความแตกต่างจากแบบอัตโนมัติคือ ผู้ใช้งานจะต้องหยุดการอ่านค่าเองโดยการกด Read ในระหว่างการวัดค่าจะมีสัญลักษณ์  กระพริบ แล้วเมื่อกด Read หยุดการอ่านค่า  ก็หยุดกระพริบ โหมดแบบแมนนวลเหมาะกับการปรับค่า pH ของสารตัวอย่างจนได้ค่า pH ที่ต้องการ เช่น การเตรียม 1.5M Tris-HCl pH 8.0 ที่ต้องค่อยๆเติมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นสูงๆ เพื่อปรับ Tris ที่มีความเป็นด่างสูงมากๆ ให้ได้ pH เท่ากับ 8

วิธีสอบเทียบ (Calibration)

การสอบเทียบเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนใช้งาน เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวัด โดยส่วนมากจะดำเนินการสอบเทียบแบบ 2 จุด (เริ่มที่ pH 4 และตามด้วย pH 7) หรือแบบ 3 จุดคือ (เริ่มที่ pH 4 ตามด้วย pH 7 และ pH 10 ตามลำดับ) ขึ้นกับการใช้งาน วิธีการสอบเทียบมีดังนี้

1. จับแท่งอิเล็กโทรดลงในบัฟเฟอร์สอบเทียบ
2. กด Cal หน้าจอแสดงผลจะปรากฏ  และ 
3. เมื่อเครื่องอ่านค่าบัฟเฟอร์เสร็จสิ้นสัญลักษณ์  ก็จะหายไปจากหน้าจอแสดงผล และค่า pH ของบัฟเฟอร์ก็จะถูกจดจำ ณ อุณหภูมิที่ตรวจวัด
4. นำแท่งอิเล็กโทรดออกจากบัฟเฟอร์ตัวที่ 1 แล้วล้างด้วยน้ำที่ไม่มีไอออนด้วยการให้น้ำไหลผ่าน ชั้แท่งอิเล็กโทรดให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูที่ไม่มีขน
5. จับแท่งอิเล็กโทรดลงในบัฟเฟอร์สอบเทียบตัวถัดไป แล้วกด Cal
6. หน้าจอจะแสดง  และ 
7. เมื่อค่าที่วัดเสถียรแล้ว  ก็จะหายไปจากหน้าจอแสดงผล ในกรณีที่ไม่วางสอบเทียบ 3 จุด ให้กดปุ่ม Read แล้วเครื่องจะคำนวณความชัน และออฟเซตมาให้ โดยค่าความชันจะแสดงผลในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าจะสอบเทียบ 3 จุด ให้ปฏิบัติตามข้อ 4-6 อีกครั้ง แล้วค่อยกด Read

ตารางที่ 10 แสดงค่าความชันของแท่งอิเล็กโทรดเมื่อผ่านการสอบเทียบ

ค่าความชัน	สภาพของแท่งอิเล็กโทรด
95-105% ออฟเซต $\pm 0-20$ mV	แท่งอิเล็กโทรดอยู่ในสภาพดี
90-94% ออฟเซต $\pm 20-35$ mV	ต้องทำความสะอาดแท่งอิเล็กโทรด
85-89% ออฟเซต ≥ 35 mV หรือ ≤ -35 mV	แท่งอิเล็กโทรดขัดข้อง

วิธีวัดค่า pH

สามารถกดปุ่ม Mode เพื่อสลับระหว่างการวัดค่า pH และ mV ได้

1. จุ่มแท่งอิเล็กโทรดในสารตัวอย่าง และกด Read เพื่อเริ่มการวัดค่า หน้าจอแสดงผลจะแสดงค่าของ pH ที่วัดได้โดยตัวเลขที่แสดงค่าจะกะพริบ จะแสดงสัญลักษณ์ A

2. หากเลือกโหมดอัตโนมัติ เมื่อค่าเสถียรแล้ว ตัวเลขที่กะพริบก็จะนิ่ง แล้วสัญลักษณ์



จะปรากฏ

3. หากเลือกโหมดแมนนวล ให้กด Read เพื่อทำการวัดค่า หน้าจอแสดงผลจะแสดงค่าของ pH ที่วัดได้โดยตัวเลขที่แสดงค่าจะค้าง และสัญลักษณ์  จะปรากฏ

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. นำแท่งอิเล็กโทรดออกจากสารตัวอย่างที่วัด ล้างปลายอิเล็กโทรดด้วยน้ำที่ไม่มีไอออน ซับด้วยกระดาษที่ไม่มีขน

2. นำแท่งอิเล็กโทรดโดยเฉพาะส่วนปลายที่ใช้วัดไปแช่น้ำยารักษาอิเล็กโทรด น้ำยาจะต้องท่วมปลายอิเล็กโทรด

3. กดปุ่ม Exit ค้างไว้ 3 วินาที หน้าจอแสดงผลก็จะดับไป

4. ถอดปลั๊กไฟฟ้าออกได้

5. ทำความสะอาดบริเวณที่ทำงาน และลงบันทึกการใช้งานเครื่องมือ (Log book)

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. การทำความสะอาดตัวเครื่องควรเช็ดด้วยผ้าชุบน้ำบิดหมาด ตัวเครื่องทำมาจากอะครีโลไนไตรล์ บิวทาไดอีน สไตรีน (ABS) ซึ่งเป็นวัสดุที่ไวต่อสารละลายอินทรีย์บางชนิด เช่น โทลูอีน ไซลีน และเมทิลเอทิลคีโตน (MEK) เวลาใช้เครื่อง หรือทำความสะอาดเครื่องจะต้องระวังไม่ให้โดนสารที่มียอดประกอบของสารเหล่านี้

2. ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าแท่งอิเล็กโทรดที่ใช้วัดค่า pH มีการเติมน้ำยารักษาอิเล็กโทรด และอยู่ในระดับที่เหมาะสมเสมอ

3. เพื่อความแม่นยำในการวัดค่า ก่อนการใช้งานเครื่องมือจะต้องนำผลึกเกลือของน้ำยารักษาอิเล็กโทรด (3M KCl) ที่เกาะอยู่ด้านนอกอิเล็กโทรดออกด้วยน้ำที่ไม่มีไอออน

4. เนื่องจากตัวแท่งอิเล็กโทรดมีอายุการใช้งานที่จำกัดเพียง 2-3 ปี การรักษาแท่งอิเล็กโทรดด้วยการไม่ปล่อยให้แห้ง หรือแช่แท่งอิเล็กโทรดในน้ำที่ไม่ใช่ น้ำยารักษาอิเล็กโทรดนานๆ เช่น น้ำประปา ก็เป็นการช่วยยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้นได้

4.3.3 เครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน (Hotplate stirrer) (Jenway รุ่น 1000)



รูปที่ 8 เครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน (Hotplate stirrer) (Jenway รุ่น 1000)
ที่มา [www. Scientificservices.eu](http://www.Scientificservices.eu)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

เครื่องกวนสารด้วยแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการกวนสารให้เข้ากันโดยอาศัยสนามแม่เหล็กระหว่างตัวแท่งแม่เหล็ก (magnetic bar) ที่ใส่เข้าไปในของเหลวที่ต้องการจะกวน กับขดลวดแม่เหล็กภายในเครื่อง เกิดสนามแม่เหล็กหมุนทำให้เกิดการกวน แล้วสารก็จะผสมกันได้ โดยคุณสมบัติของเครื่อง hotplate stirrer (Jenway 1000) เป็นเครื่องที่สามารถให้ความร้อน และหมุนกวนสารไปพร้อมกันได้ โดยแผ่นความร้อนทำความร้อนได้มากกว่า 450 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการหมุนกวน 0-2000 rpm แผ่นให้ความร้อนทำมาจากเซรามิกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 210x210 มิลลิเมตร และพื้นที่ให้ความร้อนมีขนาด 150x150 มิลลิเมตร

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟฟ้า ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์
2. ทำความสะอาดแผ่นเซรามิกให้ความร้อนก่อนการใช้งานเสมอ



รูปที่ 9 แสดงปุ่มปรับความร้อน และปุ่มปรับความเร็วรอบของเครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน (Hotplate stirrer) (Jenway รุ่น 1000)
ที่มา [www. Scientificservices.eu](http://www.Scientificservices.eu)

วิธีการใช้เครื่องมือ

1. ใส่แท่งแม่เหล็กกวน (magnetic bar) ลงไปในภาชนะที่มีสารละลายอยู่ ภาชนะที่ใช้ควรทำมาจากแก้ว เช่น ปีกเกอร์ (Beaker) เป็นต้น แล้วนำไปวางบนฐานวางของเครื่อง
2. เสียบปลั๊กไฟ ไฟสีเขียวทางด้านขวาจะเรืองแสงขึ้นมา แสดงว่าไฟฟ้าเข้าไปในตัวเครื่อง ตัวเครื่องพร้อมใช้งานได้ปกติ
3. หมุนปุ่มปรับความร้อน ไฟสีส้มที่อยู่ทางซ้ายจะเรืองแสงขึ้นมา แสดงว่าแผ่นความร้อนกำลังทำงาน
4. ถ้าต้องการกวนสารไปด้วย ให้หมุนปุ่มปรับความเร็วรอบ จะมีไฟสีส้มทางด้านล่างซ้ายเรืองแสงขึ้นมา แสดงว่าสนามแม่เหล็กกำลังทำงานเกิดการกวนสารขึ้น
5. เมื่อเครื่องทำงานจนอุณหภูมิ หรือความเร็วรอบได้ตามที่ตั้งไว้ ไฟแสงสีส้มจะดับไปเอง
6. เมื่อต้องการหยุดกวนสาร หรือให้ความร้อน ให้ค่อยๆ ลดความเร็วรอบของการหมุนลง และรอจนหยุดหมุน หมุนปุ่มปรับความร้อนลงจนสุด ถอดปลั๊กไฟออก และยกภาชนะออกจากเครื่อง
7. ใช้แท่งแม่เหล็กยาวสำหรับเก็บแท่งแม่เหล็กกวน (magnetic bar) ดึงเอาแท่งแม่เหล็กกวนจากด้านข้างภาชนะ ทำซ้ำๆ จนแม่เหล็กกวนขึ้นมาถึงปากภาชนะแล้วจึงนำแท่งแม่เหล็กกวนออกไป เครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน สามารถใช้งานเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งได้ ไม่จำเป็นต้องใช้งานพร้อมกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของงาน

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. ถอดปลั๊กไฟให้เรียบร้อย
2. ทำความสะอาดแผ่นเซรามิคด้านบน ด้วยผ้าชุบน้ำบิดหมาด ควรทำความสะอาดเมื่อแผ่นเซรามิคหายร้อนแล้วเท่านั้น
3. ลงบันทึกการใช้เครื่อง (Log book) และนำป้ายจองเครื่องมือของผู้ใช้งานออกจากตัวเครื่องให้เรียบร้อย
4. ถ้ายกเครื่องมือไปใช้ในห้องปฏิบัติการอื่นๆ จะต้องนำมาเก็บไว้ที่เดิมทุกครั้ง

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ไม่ใช้เครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อนกับของเหลวที่ติดไฟง่าย หรือระเหยง่าย
2. ไม่ควรวางภาชนะแก้วที่เย็นจัดลงบนเครื่องมือขณะที่ยังร้อนอยู่ เพราะจะทำให้ภาชนะแตกได้
3. ใช้แท่งแม่เหล็กกวน (magnetic bar) ขนาดที่เหมาะสมกับภาชนะ และของเหลวที่จะกวน
4. ไม่ควรใส่ของเหลวในปริมาณที่มากเกินไป และไม่ควรรีบร้อนรอบมากเกินไป เพราะจะทำให้ของเหลวในภาชนะหกออกนอกภาชนะได้
5. ขณะใช้งานเครื่องควรใส่อุปกรณ์เพื่อป้องกันความร้อน เช่น ถุงมือกันร้อน และไม่ควรรยกเครื่องเพื่อเคลื่อนที่ในขณะที่เครื่องยังร้อนอยู่
6. ใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดเช็ดสิ่งสกปรกออกจากแผ่นให้ความร้อน การทำความสะอาดไม่ควรใช้สารทำความสะอาดที่มีฤทธิ์กัดกร่อน และไม่ควรรีบบนแผ่นให้ความร้อน เพราะจะทำให้เป็นรอย อาจส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนได้

4.3.4 เครื่องผสมสาร (Vortex mixer) (Vision รุ่น KMC-1300V)



รูปที่ 10 เครื่องผสมสาร (Vortex mixer) (Vision รุ่น KMC-1300V)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

เป็นเครื่องเขย่าผสมสารให้เข้ากันชนิดตั้งโต๊ะ ใช้เขย่าผสมสารโดยการถือภาชนะที่ต้องการเขย่า และตะลงบนแกนหมุนของเครื่อง ตัวเครื่องผสมสาร (Vortex mixer) มีระบบทำงาน 2 แบบคือ

1. Manual Mode คือ ระบบที่เมื่อกดภาชนะลงบนแผ่นรองรับของเครื่อง เครื่องก็จะทำงานเขย่าโดยอัตโนมัติตามความเร็วรอบที่ตั้งไว้ และจะหยุดทำงานเมื่อหยุดกดภาชนะกับแผ่นรองรับ
2. Automatic Mode คือ ระบบที่เมื่อกดเลือกโหมดนี้แล้วเครื่องจะเขย่าต่อเนื่องตลอดเวลา แม้จะไม่ได้นำภาชนะมากดกับแผ่นรองรับของเครื่อง

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์
2. ทำการจองเครื่องมือล่วงหน้า ด้วยการติดป้ายจองเครื่องมือ



รูปที่ 11 แสดงปุ่มปิดเครื่อง ปุ่มเลือกโหมดการใช้ และปุ่มปรับความเร็วรอบ
ของเครื่องผสมสาร (Vortex mixer) (Vision รุ่น KMC-1300V)

วิธีการใช้เครื่องมือ

1. เสียบปลั๊กไฟเข้ากับเต้าเสียบ
2. หมุนปรับความเร็วรอบที่ต้องการ
3. วางภาชนะ เช่น หลอดทดลอง (Test tube) ลงไปบนแท่นวางของเครื่อง
4. กดปุ่มเลือกโหมด auto หรือ manual เครื่องก็จะเขย่าสารตามที่ต้องการ
5. เมื่อใช้เครื่องมือจนเสร็จให้ลดความเร็วรอบลงจนต่ำสุด แล้วกดปุ่มปิดเครื่องให้อยู่ในตำแหน่ง OFF แล้วถอดปลั๊กไฟออกได้

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. ถอดปลั๊กไฟให้เรียบร้อย
2. ถ้าเคลื่อนย้ายไปตามห้องปฏิบัติการต้องนำเครื่องมาเก็บที่เดิมด้วย
3. ลงบันทึกการใช้เครื่อง (Log book) และนำป้ายจองเครื่องมือของผู้ใช้งานออกจากตัวเครื่องให้เรียบร้อย
4. ใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดเช็ดทำความสะอาดตัวเครื่อง ถ้าขณะเขย่าแล้วสารหกออกจากภาชนะจะต้องรีบทำความสะอาดทันที

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ไม่ใส่สารในภาชนะปริมาณมากเกินไป โดยเฉพาะภาชนะที่มีปากแคบ เช่น หลอดทดลอง (Test tube) เพราะจะทำให้เกิดการเขย่าไม่ทั่วถึง
2. ไม่ปรับความเร็วรอบสูงเกินไปตั้งแต่แรก ควรจะค่อยๆปรับ เพราะจะทำให้เขย่าแรงเกินไปจนหกออกจากภาชนะได้
3. ควรวางภาชนะตรงกลางของที่รองรับการเขย่า เพื่อให้เกิดการเขย่าที่สมบูรณ์

4.3.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Julabo รุ่น TW20)



รูปที่ 12 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Julabo รุ่น TW20)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ใช้สำหรับอุ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ หรือบ่มปฏิกิริยาในการทดลองต่างๆ ภายในเครื่องจะมีขดลวดให้ความร้อน ทำให้น้ำในอ่างร้อน สามารถทำช่วงอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 20-99.9 องศาเซลเซียส ค่าคงที่ของอุณหภูมิอยู่ที่ ± 0.2 องศาเซลเซียส มีความจุมากถึง 14 ลิตร ในการจัดวางเครื่องจะต้องตั้งเครื่องให้ห่างจากผนังอย่างน้อย 80 มิลลิเมตร ภายในเครื่องทำมาจากสแตนเลส การเติมน้ำลงในตัวเครื่องน้ำที่ใช้จึงต้องไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน และต้องเติมน้ำให้สูงจากแผ่นสแตนเลสที่อยู่ภายในเครื่องประมาณ 1 เซนติเมตรดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 แสดงระดับน้ำภายในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Julabo รุ่น TW20)



รูปที่ 14 แสดงปุ่มควบคุมเครื่อง และหน้าที่ในการทำงานของอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Julabo รุ่น TW20)

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ก่อนการใช้งาน
2. ตรวจสอบปริมาณน้ำในเครื่อง ต้องอยู่เหนือแผ่นสแตนเลสประมาณ 1 เซนติเมตร
3. ทำการจองเครื่องมือ และติดป้ายจองเครื่องมือก่อนการใช้งาน

วิธีการใช้เครื่องมือ

1. กดปุ่มเปิดเครื่อง
2. การตั้งค่าอุณหภูมิให้กดปุ่ม ▲ หรือ ▼ ปุ่มใดก็ได้ 1 ครั้ง หน้าจอจะแสดงตัวเลขที่เคยถูกตั้งค่าไว้แทนตัวเลขอุณหภูมิจริงในอ่าง หลังจากนั้นให้กดลูกศรขึ้น หรือลงเพื่อเพิ่ม หรือลดอุณหภูมิตามที่ต้องการ
3. กดปุ่มลูกศรขวา เพื่อยืนยันการตั้งค่า เป็นการเสร็จสิ้นการตั้งค่าอุณหภูมิ
4. เมื่อใช้เครื่องมือเสร็จสิ้นให้กดปุ่มปิดเครื่องแล้วถอดปลั๊กไฟให้เรียบร้อย

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. ถอดปลั๊กไฟให้เรียบร้อย
2. ลงบันทึกการใช้เครื่อง (Log book) และนำป้ายจองเครื่องมือของผู้ใช้งานออกจากตัวเครื่องให้เรียบร้อย
4. ใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดเช็ดทำความสะอาดตัวเครื่อง
5. ถ้าต้องการถ่ายน้ำออก ด้านข้างของตัวเครื่องจะมีวาล์วน้ำอยู่ ใช้ไขควงปากแบนหมุนเกลียวของวาล์วออก น้ำจะออกจากเครื่องจนหมด เมื่อถ่ายน้ำและทำความสะอาดภายในอ่างเรียบร้อยแล้วจึงหมุนปิดเกลียววาล์วตามเดิม

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ก่อนเสียบปลั๊กไฟเพื่อเปิดเครื่องจะต้องตรวจสอบว่าภายในอ่างจะต้องมีน้ำอยู่เสมอ
2. ถ้าตั้งค่าความร้อนสูงจะต้องสวมอุปกรณ์ป้องกัน เช่น ถุงมือกันร้อน ทุกครั้ง
3. ไม่ใช้สารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนกับอ่างน้ำ เพราะจะทำให้สแตนเลสภายในเครื่องถูกกัดกร่อนจนเครื่องชำรุดได้
4. เมื่อต้องการถ่ายน้ำออกจากตัวเครื่องจะต้องปิดเครื่อง ถอดปลั๊กไฟออกก่อนทุกครั้ง และไม่ถ่ายน้ำออกในขณะที่น้ำในอ่างยังมีอุณหภูมิสูงอยู่

การทำให้ปลอดเชื้อ (Sterilization)

การทำให้ปลอดเชื้อ (Sterilization) (ปฏิบัติการจุลชีววิทยา, 2564) เป็นกระบวนการที่สำคัญมากในงานทางจุลชีววิทยา เพราะช่วยป้องกันจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการเข้ามาปนเปื้อนในการทดลอง วิธีทำให้ปลอดเชื้อสามารถแบ่งได้ตามสภาพ และคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งในคู่มือเล่มนี้จะเน้นวิธีทำให้ปลอดเชื้อ 3 วิธี ซึ่งทั้ง 3 วิธีเป็นวิธีที่ใช้บ่อย เป็นเครื่องมือหลัก และนักศึกษาที่ทำงานโครงการวิจัยจำเป็นต้องใช้ และเรียนรู้วิธีการใช้ถูกต้อง และปลอดภัยต่อตัวนักศึกษาเอง ทั้ง 3 วิธีมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีใช้ความร้อนแห้ง โดยใช้เครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) เป็นวิธีที่ใช้ความร้อนสูงในการทำให้ปลอดเชื้อ ซึ่งวัสดุ และอุปกรณ์ที่จะใช้วิธีนี้ได้ต้องทนความร้อนได้โดยไม่เสียสภาพ
2. วิธีใช้ความร้อนชื้น โดยใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) เป็นวิธีที่ใช้ความร้อนชื้นในการทำให้ปลอดเชื้อ โดยภายในหม้อนึ่งจะมีการปรับความดัน และอุณหภูมิให้เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ
3. วิธีการกรอง (Filtration) เป็นวิธีที่ใช้ทำให้ปลอดเชื้อโดยการกรองผ่านกระดาษกรองที่มีรูขนาด 0.22-0.45 μm ทำให้จุลินทรีย์ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่ารูกระดาษกรองติดอยู่บนกระดาษวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานทางจุลชีววิทยา ที่มีวิธีการทำให้ปลอดเชื้อทั้ง 3 ประเภทแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงวิธีทำให้ปลอดเชื้อ และวัสดุอุปกรณ์ที่ทำให้ปลอดเชื้อ

วิธีที่ทำให้ปลอดเชื้อ	วัสดุ และอุปกรณ์
วิธีใช้ความร้อนแห้ง (เครื่องอบลมร้อน Hot air oven)	วัสดุ และอุปกรณ์ที่ทำมาจากแก้ว โลหะ ไม่มียาง พลาสติก เป็นองค์ประกอบ เช่น จานเพาะเชื้อ ปิเปต โกร่งพร้อมสาก สำหรับบดตัวอย่าง กระจ่างใส่จานเพาะเชื้อ และปิเปต rack ใส่หลอดทดลอง มีดและกรรไกรผ่าตัด ซ้อนเหล็ก เป็นต้น
วิธีใช้ความร้อนชื้น (เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ Autoclave)	วัสดุ อุปกรณ์ และอาหารเลี้ยงเชื้อ สารเคมีที่ทนความร้อนได้ เช่น กล่องทึบ หลอด micro centrifuge tube ที่ทำมาจากพลาสติก อาหารเลี้ยงเชื้อที่ทนความร้อนได้ ซึ่งอุปกรณ์ส่วนใหญ่ในงานจุลชีววิทยามักใช้วิธีนี้ในการฆ่าเชื้อ
วิธีการกรอง (Filtration)	อาหารเลี้ยงเชื้อ หรือสารเคมีที่ไม่ทนความร้อน เช่น อาหารเลี้ยงเซลล์ FES (Fetal bovine serum) ที่ใช้เป็นองค์ประกอบ ในอาหารเลี้ยงเซลล์ ยาปฏิชีวนะ ยูเรีย และน้ำตาล ความเข้มข้นสูงๆ ที่ใช้เป็นองค์ประกอบของอาหารที่ทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของจุลินทรีย์

โดยแต่ละเครื่องมือมีวิธีการใช้ วิธีดูแลรักษาที่แตกต่างกัน ดังคำอธิบายด้านล่าง

4.3.6 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Mettler รุ่น UF450)



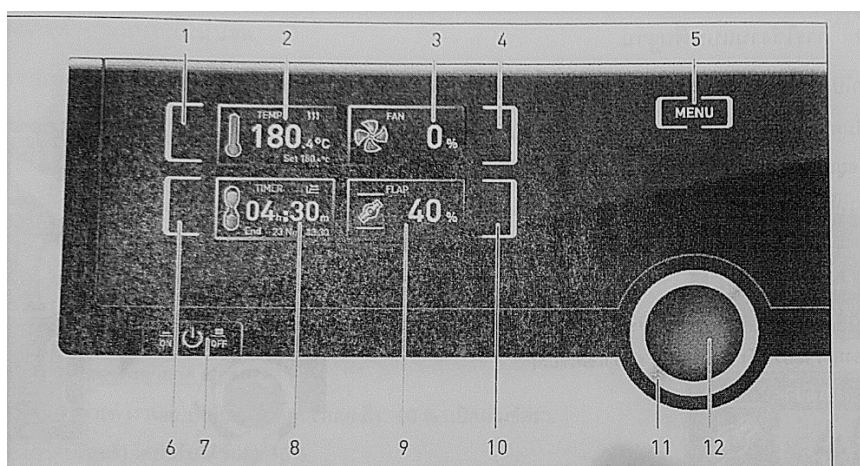
รูปที่ 15 เครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) (Mettler รุ่น UF450)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) เป็นเครื่องมือที่สำคัญในงานทางด้านจุลชีววิทยาเป็นอย่างมาก เพราะเป็นเครื่องมือที่ทำให้อุปกรณ์ปลอดเชื้อโดยใช้ความร้อนแห้ง มักใช้ทำลายจุลินทรีย์ในเครื่องแก้ว โลหะ วัสดุที่ไม่มียาง และพลาสติกเป็นองค์ประกอบ โดยความร้อน และเวลาที่ใช้ในการทำให้ปลอดเชื้อคือ 160-180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ซึ่งภายในเครื่องจะมีพัดลมที่จะพาความร้อนไหลเวียนไปภายในตู้ทำให้การฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวเครื่องทั้งภายในและภายนอกทำมาจากสแตนเลสสตีล สารที่ไม่ควรให้โดนเครื่องคือสารที่มีองค์ประกอบของคลอรีน การจัดวางตู้ควรหาพื้นที่ที่รองรับน้ำหนักของเครื่องได้ และตำแหน่งที่วางเครื่องควรมีระยะห่างจากผาผนังด้านหลังไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ห่างจากเพดานด้านบนไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร และด้านข้างไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร โดยบริเวณรอบๆเครื่องจะต้องมีการไหลเวียนของอากาศตลอดเวลา

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟ และสภาพภายนอกของเครื่อง
2. ตรวจสอบภายในตู้อบลมร้อนจะต้องไม่มีเศษยาง พลาสติก หรือสิ่งที่จะทำให้เกิดการไหม้ตกร้างอยู่ภายในเครื่อง

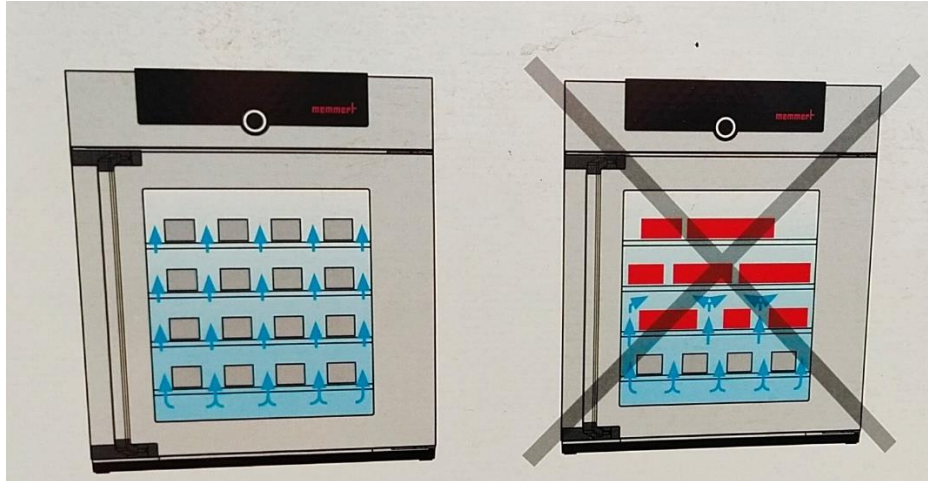


รูปที่ 16 แสดงแผงควบคุมการตั้งค่าของเครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) (Memmert รุ่น UF450)
ที่มา คู่มือการใช้และแนะนำการใช้งาน Universal oven U (Memmert)

- | | |
|---|--|
| 1. ปุ่มสำหรับปรับตั้งค่าอุณหภูมิ | 7. สวิตช์เปิด-ปิด |
| 2. จอแสดงอุณหภูมิที่ตั้งค่า และอุณหภูมิภายในตู้ | 8. จอแสดงค่าเวลา |
| 3. จอแสดงความเร็วพัดลม | 9. จอแสดงตำแหน่งผนังกันบังคับการไหลของอากาศ |
| 4. ปุ่มสำหรับปรับตั้งค่าความเร็วพัดลม | 10. ปุ่มสำหรับปรับตั้งค่าแผ่นกันบังคับการไหลของอากาศ |
| 5. ปุ่มสลับไปยังโหมดเมนู | 11. ปุ่มหมุนควบคุมการปรับตั้งค่าต่างๆ |
| 6. ปุ่มสำหรับปรับตั้งค่าเวลา | 12. ปุ่มยืนยัน |

วิธีการใช้เครื่องมือ

1. เปิดประตูของตู้อบลมร้อนเพื่อที่จะนำอุปกรณ์เข้าไปใส่ในตัวตู้ โดยการดึงราวจับไปด้านข้างขวา ประตูก็จะเปิดออกได้ ส่วนการปิดประตูให้ดันราวจับกลับเข้าที่เดิม
2. นำอุปกรณ์ที่ต้องการทำให้ปลอดเชื้อใส่เข้าไปในตัวเครื่อง โดยการจัดวางจะเป็นไปตามภาพด้านล่างโดยการจัดวางจะต้องมีช่องว่างระหว่างอุปกรณ์เพื่อให้ลมพัดหมุนเวียนความร้อนไปได้ทั่วถึง



รูปที่ 17 แสดงการจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Mettler รุ่น UF450) ด้านซ้าย แสดงการจัดวางอุปกรณ์ที่ถูกต้อง ด้านขวา แสดงการจัดวางอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง ที่มา คู่มือการใช้แนะนำการใช้งาน Universal oven U (Mettler)

3. เมื่อใส่อุปกรณ์เรียบร้อยแล้วให้กดสวิทช์เปิด-ปิดเครื่อง
4. กดปุ่มสำหรับตั้งค่าอุณหภูมิ จะมีเส้นเรืองแสงปรากฏขึ้น จะมีแถบเรืองแสงคาดที่ตัวเลขในตำแหน่ง set อุณหภูมิของหน้าจอแสดงอุณหภูมิที่ตั้งค่า และอุณหภูมิภายในตู้
5. หมุนปุ่มควบคุมการปรับตั้งค่าต่างๆ ให้ได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการจะตั้ง ในการทำให้ปลอดเชื้อจะตั้งอุณหภูมิที่ 160-180 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นกดปุ่มยืนยัน 1 ครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันค่าที่ต้องการจะตั้ง
6. โหมดการทำงานของเครื่องอบลมร้อนมี 2 แบบ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการตั้งเวลาในการใช้เครื่อง คือ
 - 6.1. โหมดแมนนวล โดยเครื่องจะทำงานไปอย่างต่อเนื่องตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ไม่มีกำหนดเวลาปิด จะต้องจับเวลาและมาปิดเครื่องเองโดยผู้ใช้งาน
 - 6.2. โหมดจับเวลา คือการตั้งเวลาในการทำงาน โดยวิธีตั้งค่าให้กดปุ่มสำหรับปรับตั้งค่าเวลาจะมีเส้นเรืองแสงปรากฏขึ้น หมุนปุ่มควบคุมการปรับตั้งค่าต่างๆ ให้ได้ตามเวลาที่ต้องการในการทำให้ปลอดเชื้อจะตั้งเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ซึ่งจะนับเวลาเมื่ออุณหภูมิขึ้นไปถึงตามที่ได้ตั้งค่าเอาไว้แล้ว หลังจากนั้นกดปุ่มยืนยัน 1 ครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันค่าที่ต้องการจะตั้งแล้ว ระบบความร้อนจะหยุดทำงาน เมื่อหมดเวลาที่ตั้งค่าไว้ หลังจากนั้นค่อยปิดเครื่อง โดยสามารถตั้งเวลาได้สูงสุดถึง 98 วัน

7. การตั้งค่าความเร็วพัดลม การตั้งค่าความเร็วพัดลมจำเป็นต้องสัมพันธ์กับปริมาณของที่ใส่เข้าไปในเครื่องด้วย เพราะพัดลมเป็นตัวพาความร้อนให้ไหลเวียนได้ทั่วถึง วิธีการตั้งค่าให้กดปุ่มสำหรับปรับตั้งค่าความเร็วพัดลม จะมีเส้นเรืองแสงปรากฏขึ้น หมุนปุ่มควบคุมการปรับตั้งค่าต่างๆ ให้ได้ตามความเร็วพัดลมที่ต้องการ หลังจากนั้นกดปุ่มยืนยัน 1 ครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันค่าที่ต้องการจะตั้ง ช่วงการปรับตั้งค่าความเร็วพัดลมทำได้ตั้งแต่ 0 ถึง 100% โดยปรับได้ขั้นละ 10%

8. การปรับตั้งแผ่นกันบั้งค้ำการไหลของอากาศ ช่วงการปรับตั้งได้ตั้งแต่ 0-100% โดย 0% คือการปิดแผ่นกัน จะเป็นการทำงานแบบใช้อากาศภายในหมุ่นเวียน ส่วน 100% เป็นการเปิดแผ่นปิดกันเต็มอัตรา จะเป็นการทำงานแบบใช้อากาศจากภายนอก ปรับขึ้นได้ขั้นละ 10% วิธีการตั้งค่าแผ่นกันบั้งค้ำการไหลของอากาศทำได้โดยกดปุ่มสำหรับปรับตั้งค่าตำแหน่งแผ่นกันบั้งค้ำการไหลของอากาศ จะมีเส้นเรืองแสงปรากฏขึ้น หมุนปุ่มควบคุมการปรับตั้งค่าต่างๆ ให้ได้ตามความเร็วพัดลมที่ต้องการ หลังจากนั้นกดปุ่มยืนยัน 1 ครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันค่าที่ต้องการจะตั้ง

9. เมื่อต้องการปิดเครื่องให้กดปุ่ม สวิตช์เปิด-ปิด

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. กดปิดเครื่องให้เรียบร้อย ถอดปลั๊กไฟ
2. รอจนเครื่องหายร้อนให้นำอุปกรณ์ออกไป ทำความสะอาดห้องอบอยู่เสมอ ซึ่งจะป้องกันการตกค้างของวัสดุที่อาจทำให้เกิดความเสียหายกับห้องอบที่ทำจากเหล็กไร้สนิมได้

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ผิวโลหะสามารถทำความสะอาดได้ด้วยผ้าชุบน้ำบิดหมาด แล้วเช็ดให้แห้ง หรือทำความสะอาดด้วยน้ำยาทั่วไป ที่ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน เพราะจะทำให้เหล็กไร้สนิมเกิดสนิมได้
2. ภายนอกตัวเครื่องทำความสะอาดโดยใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาด
3. ไม่นำอุปกรณ์ หรือสิ่งของมาวางบนตู้อบลมร้อน (Hot air oven) เพราะขณะที่เครื่องทำงานอยู่ ด้านบนจะเกิดความร้อนได้ อาจจะทำให้สิ่งของชำรุดได้
4. ควรรอให้เครื่องหายร้อนก่อนจึงจะนำของออกจากตู้อบลมร้อน ในบางครั้งถ้าใส่ของในปริมาณมาก หลังจากปิดเครื่องไปแล้วอาจมีความร้อนหลงเหลืออยู่ผู้ใช้ต้องสวมใส่ถุงมือกันร้อนก่อนหยิบอุปกรณ์ออกจากตู้อบลมร้อนเสมอ
5. บริเวณที่จัดวางตู้ต้องมีระยะห่างทั้งจากฝาผนังด้านข้าง และด้านบน เพราะเมื่อตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ทำงานอยู่จะมีความร้อนเกิดขึ้น จึงควรวางเครื่องให้มีการระบายอากาศ และไม่วางอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดเปลวไฟใกล้เครื่องมากเกินไป

4.3.7 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)



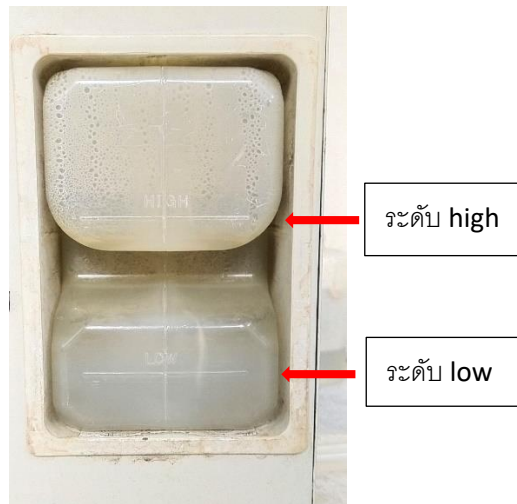
รูปที่ 18 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเครื่องทำให้อุปกรณ์ อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมีปลอดเชื้อด้วยความร้อน และแรงดันไอน้ำที่มากกว่าสภาวะบรรยากาศปกติ โดยการนึ่งฆ่าเชื้อทั่วไปจะหมายถึง การนึ่งภายใต้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ในการฆ่าเชื้ออาหารเลี้ยงเชื้อที่มีปริมาณของเหลวมากๆ จะต้องคิดถึงเวลาหน่วง คือเวลาที่ของเหลวในภาชนะมีอุณหภูมิขึ้นไปถึงอุณหภูมิที่ฆ่าเชื้อ ดังนั้นเวลาในการฆ่าเชื้อจึงต้องตั้งมากกว่า 15 นาที เพื่อให้ฆ่าเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ตัวอย่าง คำอ้างอิงของหน่วยงาน (คู่มือการทำงาน Autoclave Hirayama HVE-50) เช่น ปริมาณของเหลว 1 ลิตร ในภาชนะพลาสติก ต้องใช้เวลาหน่วง 20 นาที ปริมาณของเหลว 500 มิลลิลิตรในภาชนะพลาสติก ต้องใช้เวลาหน่วง 15 นาที ดังนั้นในการตั้งเวลาในการฆ่าเชื้อสามารถตั้งเวลาไปที่ 35 และ 30 นาทีเป็นต้น

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟ และความสมบูรณ์ของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนการใช้งาน
2. ตรวจสอบถึงน้ำที่อยู่ด้านหลังตัวเครื่อง ถ้ามีน้ำสูงถึงระดับที่ระบายไอน้ำให้น้ำไปทิ้ง แล้วนำท่อน้ำสวมเข้าไปในถังตามเดิม
3. ตรวจสอบถึงดักไอน้ำด้านหน้าตัวเครื่อง ต้องมีระดับน้ำอยู่สูงกว่าระดับ low แต่ต้องต่ำกว่าระดับ high ถ้าระดับน้ำสูงกว่าระดับ high ต้องนำไปเททิ้งผ่านช่องของถังดักไอน้ำ ถ้าต่ำกว่าระดับ low ต้องเติมน้ำเข้าไปจนถึงระดับ low



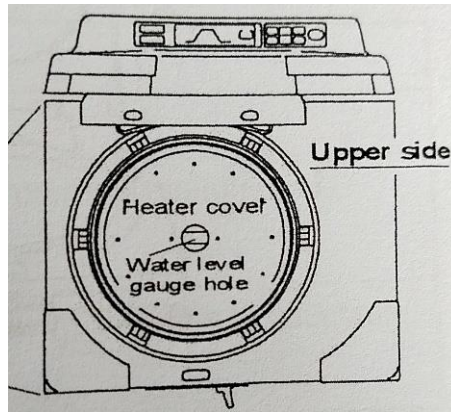
รูปที่ 19 แสดงถึงดักไอน้ำของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)

4. เมื่อถึงดักไอน้ำออกไปจะพบวาล์วน้ำที่ใช้สำหรับถ่ายน้ำออกจากตัวเครื่อง ต้องตรวจสอบว่าวาล์วนี้นี้จะต้องปิดอยู่ทุกครั้งก่อนการใช้งาน



รูปที่ 20 แสดงวาล์วถ่ายน้ำออกจากตัวเครื่องของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)

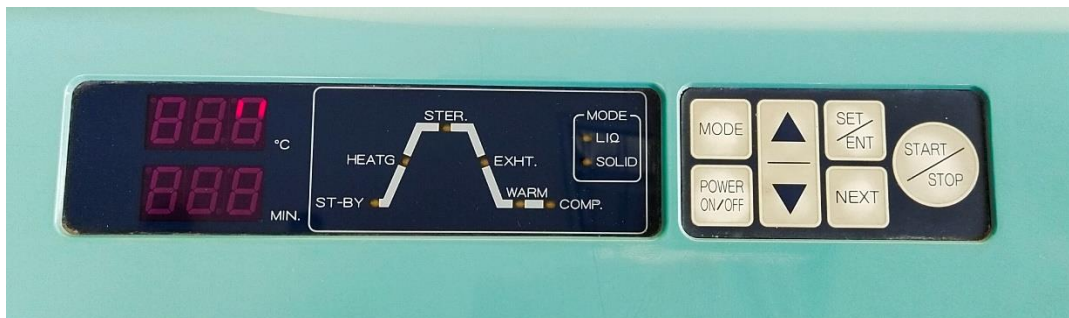
5. นำของที่ต้องการทำให้ปลอดเชื้อใส่ในตะกร้า
6. ตรวจสอบน้ำภายในถังนี้จะต้องมีน้ำถึงระดับช่องกลมตรงกลางของแผ่นเหล็กที่ใช้ปิดขดลวดทำความร้อน (Heater cover) หรือท้าวมนผิวของแผ่นเหล็กขึ้นมาเล็กน้อย
7. ตรวจสอบปุ่มระบายไอน้ำที่อยู่ด้านหน้าของเครื่องจะต้องหมุนอยู่ในตำแหน่งปิดเสมอ



รูปที่ 21 แสดงระดับน้ำที่เติมในเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)
ที่มา คู่มือการทำงาน Autoclave (Hirayama รุ่น HVE-50)

วิธีการใช้เครื่องมือ

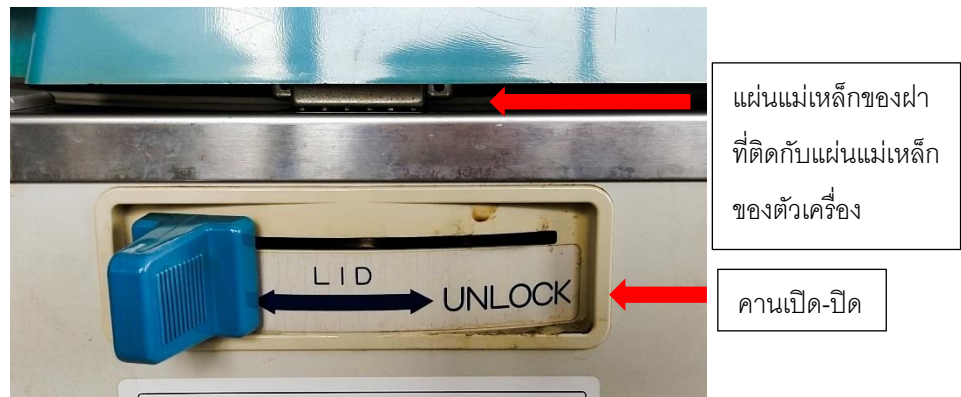
1. ยกคันโยกของเบรกเกอร์ที่อยู่ตรงด้านขวาของตัวเครื่องขึ้น ไฟจะเข้าไปในตัวเครื่อง หน้าจอเครื่องจะปรากฏรุ่นของเครื่อง แล้วหน้าจอก็จะดับไป
2. กดปุ่ม power ON/OFF ที่หน้าจอบนฝาของเครื่อง



รูปที่ 22 แสดงปุ่มกดสำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)

3. เปิดฝาเครื่องนึ่ง แล้วนำของที่ต้องการจะฆ่าเชื้อซึ่งอยู่ในตะกร้าเหล็ก ใส่ลงไปในหม้อนึ่ง โดยเครื่องรุ่นนี้สามารถวางซ้อนกันได้ 3 ตะกร้า ขณะใส่ตะกร้าลงไปในหม้อนึ่งควรให้ตะกร้าชิดทางซ้ายของตัวเครื่อง เนื่องจากทางด้านขวาของตัวเครื่องจะมีช่องที่มีก้านวัดอยู่ คือเมื่ออุณหภูมิในหม้อนึ่งขึ้นไปเกิน 100 องศาเซลเซียส เครื่องจะเริ่มทำความดัน ถ้ามีถุงพลาสติก หรือของไปอุดตรงช่องนี้ความดันของเครื่องก็จะไม่ขึ้น

4. ดึงฝาลงปิด กดตรงกึ่งกลางด้านหน้าของฝาให้แผ่นแม่เหล็กที่ตัวฝา และตัวเครื่องติดกัน แล้วเลื่อนคันเปิด-ปิดไปที่ด้านซ้าย ในตำแหน่ง Lock



รูปที่ 23 แสดงแผ่นแม่เหล็ก และคานเปิด-ปิดของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)

5. กดปุ่ม Mode เพื่อเลือกใช้โหมดที่ต้องการ โดยตัวเครื่องรุ่นนี้ จะมี 3 โหมดคือ

Mode 1 = LIQ หมายถึง เป็นโหมดที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารเลี้ยงเชื้อ และมีระบบอุ่นอาหารไม่ให้อาหารแข็งตัวหลังการที่ฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว โดยอุณหภูมิของเครื่องจะ ค่อยๆลดและคงที่ไว้จนถึง 50 องศาเซลเซียส ในระหว่างอุ่นจะไม่สามารถเลื่อนคานเปิด-ปิดมาที่ตำแหน่ง unlock ได้ ทำให้ไม่สามารถเปิดฝาเครื่องได้ ถ้าต้องการเอาสิ่งของออกจากหม้อหนึ่งในขณะที่อุ่นอยู่ ให้กดปุ่ม START/STOP 1 ครั้งเพื่อหยุดการทำงานของระบบอุ่นอาหาร ก็จะสามารถเปิดฝาเครื่องได้

Mode 2 = LIQ หมายถึง เป็นโหมดที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารเลี้ยงเชื้อ ของเหลว สารละลายต่างๆที่ทนต่ออุณหภูมิ และแรงดันสูงๆ โหมดนี้จะไม่มีการระบบการอุ่นอาหาร และสามารถเลือกระดับในการระบายไอน้ำหลังจากการฆ่าเชื้อได้

Mode 3 = SOLID หมายถึง เป็นโหมดที่ใช้ฆ่าเชื้ออุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำมาจากแก้ว เซรามิค โลหะ ถ้าเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อก็จะเป็นของแข็ง เช่น ถูบเห็ด ข้าวฟ่างบรรจุขวดที่ใช้เพาะหัวเชื้อเห็ดดิน หรือทรายที่ใช้ในการทดลองเป็นต้น เนื่องจากโหมดนี้จะมีการระบายไอน้ำอย่างรวดเร็วหลังฆ่าเชื้อเสร็จ ทำให้ไม่เหมาะกับอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว และของเหลว เพราะจะทำให้พุ่งออกจากภาชนะได้

6. สำหรับการตั้งค่าอุณหภูมิ เวลา และระดับในการระบายไอน้ำหลังการฆ่าเชื้อเสร็จ สามารถทำได้ดังนี้

กด SET ตัวเลขอุณหภูมิจะกะพริบ ให้กดลูกศร ▲ และ ▼ เพื่อเพิ่มหรือลดอุณหภูมิที่ต้องการ



กดปุ่ม NEXT ตัวเลขเวลาในการทำการฆ่าเชื้อจะกะพริบให้กด ลูกศร ▲ และ ▼ เพื่อเพิ่มหรือลดเวลาที่ต้องการ



กดปุ่ม NEXT อีกครั้งเพื่อเลือกระดับในการระบายไอน้ำ ระดับในการระบายไอน้ำมี 3 ระดับคือ

P-0 = ไม่มีการระบายไอน้ำออก เครื่องจะเย็นลงเอง

P-1 = การระบายไอน้ำเป็นจังหวะ (ระบายไอน้ำทีละน้อยมากๆ)

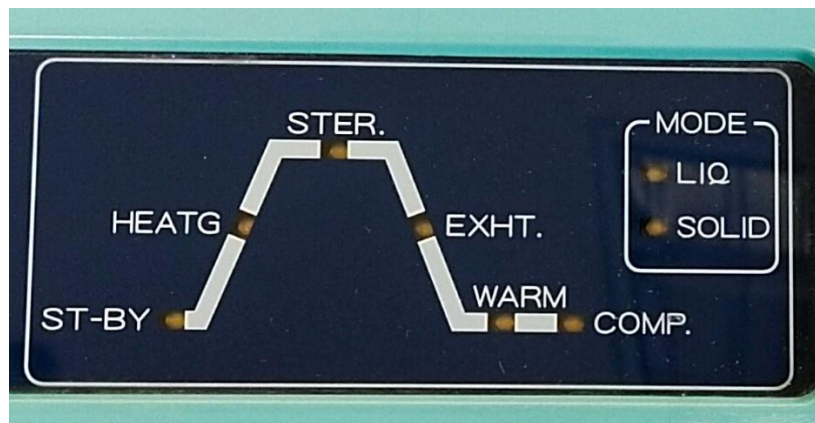
P-2 = การระบายไอน้ำเป็นจังหวะ (ระบายไอน้ำทีละน้อย แต่เร็วกว่า P-1)



กดปุ่ม ENT เครื่องจะจำค่าที่ตั้งเอาไว้



กดปุ่ม START เครื่องจะทำงานทันที ผู้ใช้งานเครื่องจะต้องสังเกตตำแหน่งของจุดที่ไฟเรืองแสง โดยก่อนที่จะกดปุ่ม START ไฟจะเรืองแสงและกะพริบอยู่ที่ ST-BY แสดงสถานะพร้อมใช้งานของเครื่อง เมื่อกดปุ่ม START แล้ว ไฟที่ตำแหน่ง HEATG จะกะพริบจนเครื่องทำอุณหภูมิถึงที่ตั้งค่าเอาไว้ หลังจากนั้นไฟจะกะพริบที่ STER เพื่อบันทึกเวลาถอยหลังในการฆ่าเชื้อตามที่ได้ตั้งค่าเอาไว้ เมื่อครบเวลาจะระบายไอน้ำออกมาตามระดับที่ได้เลือกเอาไว้ไฟจะกะพริบตำแหน่ง EXHT ต่อมาถ้าเลือก Mode 1 เอาไว้ไฟจะมากะพริบที่ WARM แต่ถ้าเลือกโหมด 2 หรือ 3 ไฟจะมากะพริบที่ COMP



รูปที่ 24 แสดงสถานะการทำงานของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)

7. เมื่อเครื่องทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีเสียงสัญญาณดังห่างๆกัน 3 ครั้ง ก่อนที่ผู้ใช้งานจะนำของออกจากเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อต้องตรวจสอบอุณหภูมิในหม้อนึ่ง โดยจะต้องต่ำกว่า 97 องศาเซลเซียส (ในกรณีที่ใช้โหมด 2 และ 3) มาตรวัดแรงดันไอน้ำที่อยู่ด้านหน้าเครื่องเข็มต้องชี้ที่เลข 0MPa หน้าจอแสดงสถานะของเครื่องต้องมีไฟกะพริบที่ COMP เมื่อตรวจสอบครบทั้ง 3 อย่างแล้วให้เลื่อนคันเปิด-ปิดฝา ไปยังตำแหน่ง UNLOCK ยกฝาขึ้น แล้วนำสิ่งของออกจากหม้อนึ่ง

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. เมื่อนำสิ่งของออกจากเครื่องเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม OFF ที่หน้าจอ แล้วเอาตัวสวิตช์เปิด-ปิดที่อยู่ด้านข้างเครื่องลง
2. ในกรณีที่มีการฆ่าเชื้อแล้วอาหารเลี้ยงเชื้อตกลงไปในหม้อนึ่งจะต้องมีการถ่ายน้ำออกจากตัวเครื่องด้วย เพื่อป้องกันท่ออุดตัน โดยวิธีการถ่ายน้ำออกจากหม้อนึ่งมีดังนี้
 1. เอาภาชนะรองรับมารองที่ปลายสายยางที่ต่อกับท่อถ่ายน้ำ
 2. ดึงถึงดักไอน้ำออก

3. เปิดวาล์วถ่ายน้ำ

4. ตรวจสอบว่าน้ำในหม้อหนึ่งหมัดจึงปิดวาล์ว แล้วนำถังดักไอน้ำใส่เข้าไปเหมือนเดิม

3. เช็ดสิ่งสกปรกออกจากตัวเครื่องด้วยผ้าชุบน้ำบิดหมาด แล้วเช็ดให้แห้งด้วยผ้าอีกครั้ง

4. การทำความสะอาดภายในหม้อหนึ่งให้ใช้แปรงขนอ่อนๆ ทำความสะอาดขณะที่ยังมีน้ำอยู่ แล้วค่อยถ่ายเทน้ำออกไป

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ไม่ติดตั้งเครื่องในสถานที่ที่ตัวเครื่องจะสัมผัสกับน้ำ หรือสารกัดกร่อนได้

2. ไม่ติดตั้งเครื่องในสถานที่ที่มีความชื้นสูง หรือโดนแสงอาทิตย์โดยตรง การติดตั้งเครื่องต้องมีระยะห่างจากฝาผนัง

3. สถานที่ที่ติดตั้งต้องอยู่ภายในอาคาร บริเวณนั้นต้องมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 5-35 องศาเซลเซียส

4. เมื่อเปิดเครื่องไว้ แล้วไม่ทำการตั้งค่าใดๆนาน 30 นาที เครื่องจะเข้าสู่ระบบประหยัดพลังงาน โดยหน้าจอจะดับไป แต่จะมีจุดสีแดงกะพริบอยู่ที่หน้าจอแสดงอุณหภูมิเป็นระยะๆ ถ้าต้องการให้หน้าจอติดเหมือนเดิมให้กดปุ่มใดก็ได้หน้าจอจะกลับมาอีกครั้ง

5. การจะใช้คานเปิด-ปิด ต้องเปิดสวิตช์ให้ไฟเข้าเครื่องก่อนเสมอ

6. การปิดฝาเครื่อง ไม่ควรใช้แรงกดมากเกินไป อาจทำให้บานพับของฝาเสียหายได้

7. ของเหลวที่ใส่ในหม้อหนึ่งจะต้องเป็นน้ำกรองเท่านั้น

8. ก่อนปิดฝาเครื่องจะต้องตรวจสอบขอบยางของเครื่อง โดยต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอมติดอยู่ หรือขอบยางฉีกขาด เพราะอาจทำให้ไอน้ำรั่วซึมได้

9. เมื่อใช้ถุงพลาสติกใส่ของสำหรับนึ่งฆ่าเชื้อ จะต้องนำถุงใส่ในตะกร้าสำหรับนึ่งแล้วใส่ตะกร้าลงในหม้อหนึ่งทุกครั้ง

10. เมื่อต้องการใช้งานหม้อหนึ่งต่ออีกครั้ง จะต้องเปิดฝาเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที และตรวจสอบว่าอุณหภูมิในห้องนึ่งต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส จึงจะใช้งานต่อได้

11. ภายในหม้อหนึ่งจะต้องมีแผ่นเหล็ก (Heater cover) ปิดขดลวดให้ความร้อนอยู่เสมอ

12. ไม่ควรวางสิ่งของซ้อนกัน เมื่อสิ่งของภายในหม้อหนึ่งแน่นเกินไป จะทำให้ไอน้ำเข้าไปได้ไม่ทั่วถึง ทำให้การฆ่าเชื้อไม่สมบูรณ์ได้

13. การนึ่งของเหลว ควรคำนึงถึงปริมาตรที่จะบรรจุลงในภาชนะ เช่น ภาชนะที่เป็นขวดรูปชมพู่ (Flask) ควรบรรจุแค่ 80% ของปริมาตร สำหรับหลอดทดลองควรบรรจุประมาณ 1/2 ของหลอดทดลอง เพราะถ้าใส่ของเหลวปริมาณมากเกินไปอาจทำให้ล้นออกมาในขณะที่นึ่งฆ่าเชื้อ

14. ถ้าใช้ภาชนะที่มีฝาควรคลายฝาเกลียวให้หลวมๆ เพื่อป้องกันภาชนะแตกในขณะที่ฆ่าเชื้อ

15. ถ้าใช้หลอดดักแก๊ส (Durham tube) ควรมีขนาดความกว้างของปากหลอดไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร เพราะถ้าปากหลอดแคบกว่านี้อาจทำให้ยังคงมีฟองอากาศค้างอยู่ในหลอด

16. ขณะเปิดฝาหม้อหนึ่งอย่าเอาใบหน้า หรือมือเข้าใกล้ปากหม้อหนึ่ง เพราะไอน้ำร้อนจะพุ่งออกจากหม้อหนึ่ง

17. ใส่ถุงมือกันร้อนก่อนนำสิ่งของออกจากหม้อหนึ่ง

18. เพื่อป้องกันการอุดตันของท่อถ่ายเทน้ำ ควรถ่ายน้ำออกจากหม้อหนึ่งบ่อยๆ โดยเฉพาะหลังจากการนึ่งฆ่าเชื้ออาหารแข็ง เพราะอาจรั่วออกจากถุงพลาสติกแล้วตกลงไปในหม้อหนึ่งจนเกิดการอุดตันของท่อได้

19. ไม่ควรดึงถังดักไอน้ำออก หรือถ่ายน้ำออกจากหม้อหนึ่งในขณะที่หม้อหนึ่งยังมีแรงดันอยู่ เพราะน้ำร้อนอาจพุ่งออกมาได้

20. ภายในตัวหม้อหนึ่งจะมีขดลวดให้ความร้อนซึ่งจะมีหัววัดอุณหภูมิติดอยู่ ต้องระมัดระวังอย่าให้เสียหายขณะทำความสะอาดภายในหม้อหนึ่ง

21. ไม่ใช้สารที่มีส่วนประกอบของสารระเหยมาเช็ดตัวเครื่อง

22. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama) จะมีระบบแจ้งเตือนเมื่อตรวจสอบพบว่าเครื่องเกิดความผิดปกติ และจะมีเสียงสัญญาณเตือนขึ้น ที่หน้าจอของเครื่องก็จะแสดงสัญลักษณ์ปรากฏขึ้น ผู้ใช้งานเครื่องเมื่อได้ยินเสียงสัญญาณความผิดปกติจะต้องรับมาตรวจสอบเครื่อง ในกรณีที่เครื่องเกิดความเสียหายที่แก้ไขเองไม่ได้จะต้องจดจำสัญลักษณ์ตัวเลขที่ปรากฏเพื่อใช้ในการแจ้งความผิดปกติของเครื่องให้กับบริษัทที่เป็นผู้จำหน่ายเครื่องทราบ แล้วให้กดปุ่ม START/STOP เพื่อปิดเสียงเตือน หลังจากนั้นปิดเครื่อง ตัวอย่างสัญลักษณ์ตัวเลขที่แสดงความผิดปกติที่พบได้บ่อยในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงความผิดปกติของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (Hirayama รุ่น HVE-50)

หมายเลขความผิดปกติ	ปัญหา	วิธีแก้ไข
Er1 (เตือนเมื่อน้ำในหม้อหนึ่งแห้ง)	น้ำในหม้อหนึ่งแห้ง	ตรวจสอบแรงดันว่าลดลงถึง OMPa แล้วเปิดฟาปล่อยให้เครื่องหายร้อนแล้วเติมน้ำ และใช้งานเครื่องตามปกติ
	ถุงพลาสติกที่ใส่ลงในหม้อหนึ่งไปอุดท่อภายในตัวถึงหม้อหนึ่ง	ต้องใส่ถุงพลาสติกลงในตะกร้าก่อนแล้วค่อยใส่ลงในหม้อหนึ่ง
ErL (คานเปิด-ปิดฝา)	คานเปิด-ปิดฝาไม่ลือคขณะเครื่องทำงาน	เรียกตัวแทนจำหน่ายมาตรวจสอบโดยแจ้งรุ่นและหมายเลขเครื่องให้ทราบด้วย
ErE (ถังดักไอน้ำ)	ถังดักไอน้ำไม่แน่น	ดันถังดักไอน้ำเข้าไปให้แน่นแล้วเริ่มใช้งานเครื่องใหม่
Er9 (ตัวให้ความร้อน)	อุณหภูมิในหม้อหนึ่งไม่ถึงอุณหภูมิของการฆ่าเชื้อ 4 ชั่วโมงหลังจากสั่งให้เครื่องทำงาน	ลดสิ่งของที่ทำการนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วเริ่มต้นใช้งานเครื่องใหม่

4.3.8 การกรอง (Filtration)

กระดาษกรอง (Filter paper) คือกระดาษที่มีคุณสมบัติที่คัดเลือกอนุภาค หรือสิ่งเจือปนออกจากสารละลาย หรืออากาศ โดยการวางกระดาษให้ตั้งฉากกับทิศทางการไหลของสารละลายที่ต้องการจะกรอง คุณสมบัติที่สำคัญของกระดาษกรองที่ต้องพิจารณาในการนำกระดาษกรองมาใช้คือ ขนาดของรูกรอง ความสามารถในการกรองอนุภาค อัตราการไหลของสารที่ต้องการกรอง ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีการใช้กระดาษกรองอยู่ 2 แบบ คือ 1. กระดาษกรองที่ใช้คัดแยกตะกอน หรือสิ่งเจือปนออกจากสารละลาย 2. แผ่นกรองที่ใช้ในการทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อ ยาปฏิชีวนะ และสารเคมีปลอดเชื้อ

1. กระดาษกรองที่ใช้คัดแยกตะกอน หรือสิ่งเจือปนออกจากสารละลาย

กระดาษกรองที่ใช้ในการกรองเพื่อคัดแยกตะกอนที่ใช้บ่อยในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเป็นกระดาษกรองทรงกลม ทำมาจากเซลลูโลส (Cellulose) ส่วนขนาดของรูกระดาษกรอง รูของกระดาษกรองนั้นจะกรองตะกอนที่มีอนุภาคมากกว่าหรือเท่ากับรูกรองออกจากสารละลาย อัตราการไหลของสารที่ต้องการจะกรอง และความหนา ขึ้นอยู่กับงานและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ตัวอย่างกระดาษกรองที่ใช้บ่อยในห้องปฏิบัติการมีรายละเอียดดังตารางที่ 13 และรูปที่ 25

ตารางที่ 13 คุณสมบัติของกระดาษกรอง

ชนิดของกระดาษกรอง	ขนาดของรู	อัตราการไหล	ความหนา	การใช้งาน
Filter paper No.1 (Whatman)	11 μm	Medium flow Speed 150 sec/100 ml	180 μm	เป็นกระดาษที่ใช้บ่อยในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา สามารถใช้แยกตะกอนออกจากสารสกัดอินทรีย์ได้ ใช้กรองตะกอนดินได้ และกรองตะกอนของสาร Calcium oxalate, Calcium carbonate ได้
Filter paper No.2 (Whatman)	8 μm	Medium flow Speed 160 sec/100 ml	200 μm	ใช้กรองสารในงานทั่วไป เช่น กรองตะกอนน้ำเสีย ตะกอนผลึกของ nickel, sulfide เป็นต้น
Filter paper No.4 (Whatman)	20-25 μm	Very fast flow Speed 37 sec/100 ml	205 μm	เป็นกระดาษกรองที่ใช้ในการกรองแบบหยาบๆ ใช้กรองของเหลวที่มีตะกอนของ ferric hydroxide หรือ aluminum hydroxide ใช้กรองของเหลวได้ทั่วไป และใช้กรองสารสกัดอินทรีย์ได้



รูปที่ 25 ตัวอย่างกระดาษกรองในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

2. แผ่นกรองที่ใช้ในการทำอาหารเลี้ยงเชื้อ ยาปฏิชีวนะ และสารเคมีปลอดเชื้อ

แผ่นกรองที่ใช้ในการกรองจุลินทรีย์ในสารละลาย หรือกรองอาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมีที่ไม่ทนความร้อน เช่น fetal bovine serum (FBS), อาหารเลี้ยงเซลล์ DMEM, ยูเรีย เป็นต้น โดยการนำสารเหล่านี้มากรองผ่านแผ่นกรองที่มีรูขนาด $0.22\text{--}0.45\ \mu\text{m}$ ทำให้จุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่าติดอยู่บนแผ่นกรอง ส่วนสารละลายที่ไหลผ่านแผ่นกรองจะปลอดเชื้อ



รูปที่ 26 ตัวอย่างแผ่นกรองในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

การเลือกใช้ชนิดแผ่นกรองเพื่อให้เหมาะสมกับงานเป็นสิ่งสำคัญ เช่น แผ่นกรองบางชนิดไม่สามารถนำมาใช้กรองกับของเหลวที่มีองค์ประกอบเป็นโปรตีนได้ เพราะตัวแผ่นกรองมีคุณสมบัติในการจับกับโปรตีนได้ ทำให้สารที่กรองออกมาได้นั้นสูญเสียโปรตีนไปด้วย ชนิดของแผ่นกรอง และการใช้งานแสดงในตารางที่

ตารางที่ 14 แสดงชนิดของแผ่นกรอง และการใช้งานแผ่นกรอง

ชนิดของแผ่นกรอง	การใช้งาน
Cellulose acetate (CA)	ใช้ในการกรองตัวอย่างทางชีวภาพ ตัวอย่างทางจุลชีววิทยามักใช้ร่วมกับชุดกรอง และจับกับโปรตีนได้ดี ทำให้สารตัวอย่างที่กรองไม่สูญเสียโปรตีนไป
Cellulose nitrate (CN)	ใช้ในการกรองบัฟเฟอร์ กรองสารละลายทั่วไป ใช้กรองตัวอย่างน้ำ การวิเคราะห์จุลินทรีย์ และอนุภาคในอาหาร และเครื่องดื่ม ไม่เหมาะกับการเลี้ยงเซลล์ (Cell culture)
Nylon (NY)	ใช้ในการกรองของเหลวทางเคมี และสารอินทรีย์ต่างๆ
Polyethersulfone (PES)	เป็นแผ่นกรองที่มีคุณสมบัติในการจับกับโปรตีนต่ำมาก เหมาะกับการใช้กรองอาหารเลี้ยงเซลล์, Fetal bovine serum
Regenerated cellulose (RC)	เหมาะกับการใช้งาน Chromatography และใช้ในการกรองตัวอย่างในรูปสารละลาย
Polytetrafluoroethylene (PTFE, Teflon)	ใช้ในการกรองสารอินทรีย์ที่เป็นกรด-ด่างสูงๆได้ รวมถึงใช้กรองตัวทำละลายอินทรีย์ในงาน Chromatography

แผ่นกรองที่ใช้กรองจุลินทรีย์มักจะใช้ร่วมกับชุดกรอง หรืออาจอยู่ในรูปแบบของ syringe filter ซึ่งจะต้องนำมาต่อเข้ากับเข็มฉีดยา แล้วจึงนำไปกรองสารได้ syringe filter มีทั้งแบบฆ่าเชื้อมาแล้ว และยังไม่ได้ฆ่าเชื้อ ตัวอย่างของ syringe filter ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีทั้งขนาดรู 0.22 μm (สีฟ้า) และ 0.45 μm (สีเหลือง) ดังที่แสดงในรูปที่ 27



รูปที่ 27 ตัวอย่าง syringe filter ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

แผ่นกรองที่ใช้ร่วมกับชุดกรอง จะต้องนำกระดาษกรองขนาดรู 0.22 μm หรือ 0.45 μm มาใส่ในชุดกรองก่อนแล้วจึงนำชุดกรองนั้นไปทำให้ปลอดเชื้อด้วยการนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) โดยตัวชุดกรองจะมีทั้งที่เป็นพลาสติกที่สามารถนำไปฆ่าเชื้อได้ ด้านบนเอาไว้ใส่สารที่ต้องการฆ่าเชื้อ ตรงกลางของชุดเอาไว้ใส่แผ่นกรอง ด้านล่างเป็นเกลียวเพื่อเอาไว้ต่อกับขวดใส่สารที่ผ่านการทำให้ปลอดเชื้อมาแล้วเช่นกัน โดยที่ปากขวดจะต้องเป็นเกลียวที่สวมใส่พอดีกับชุดกรอง การกรองอาศัยแรงโน้มถ่วงโดยจะต้องต่อชุดกรองเข้ากับปั๊มเพื่อเพิ่มแรงดูดสารจากด้านบนผ่านกระดาษกรอง แล้วลงสู่ด้านล่าง ชุดกรองอีกแบบจะทำมาจากแก้วแล้วจะมีตัวหนีบตรงกลางระหว่างด้านบนและด้านล่าง ซึ่งหลักการใช้งานจะเหมือนกับชุดพลาสติก



รูปที่ 28 ตัวอย่างชุดกรองชนิดพลาสติก (ด้านซ้าย) และชุดกรองแบบแก้ว (ด้านขวา) ที่ใช้ร่วมกับแผ่นกรองในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ที่มา <https://www.capitalanalytical.com/index.php?c=product&product=11648>

ที่มา <https://johchem.com.my/product/filtration-set/>

4.3.9 ตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet, BSC) (ScanLaf รุ่น Mars 1200)

ตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet, BSC) เป็นเครื่องมือที่มีความจำเป็นในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเป็นอย่างมาก โดยการทำงานของตู้ปลอดเชื้อจะอาศัยการกรองอากาศผ่านตัวกรอง เพื่อให้อากาศภายในตู้ปลอดเชื้อ ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามักจะนิยมใช้ตู้ปลอดเชื้อประเภท BSC Class II ซึ่งตู้ปลอดเชื้อประเภทนี้จะให้ความปลอดภัย หรือป้องกันการปนเปื้อนต่อผู้ใช้งาน สิ่งแวดล้อม และต่องานที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ภายในตู้ โดยอากาศภายนอกจะถูกกรองด้วย HEPA filter ก่อนที่จะผ่านลงพื้นผิวทำงานในตู้ และหมุนเวียนสู่สภาพแวดล้อม

แผ่นกรองอากาศที่ใช้ในตู้ปลอดเชื้อเรียกว่า HEPA filter ซึ่งย่อมาจาก High Efficiency Particulate Air Filter เป็นแผ่นกรองคุณภาพสูงผลิตจากเส้นใยไฟเบอร์กลาสกึ่งทอจนมีขนาดที่เล็กมากจนสามารถกรองฝุ่น และอนุภาคขนาดเล็กที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 0.30 μm ได้ ทำให้อากาศที่ถูกกรองสะอาด และปลอดเชื้อ

หลักการทำงานของเครื่องมือ

ตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet, BSC) ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีอยู่หลายยี่ห้อ ในคู่มือเล่มนี้จะยกตัวอย่างตู้ปลอดเชื้อของยี่ห้อ ScanLaf รุ่น Mars 1200 ซึ่งเป็นตู้ปลอดเชื้อประเภท BSC Class II มีพื้นที่ทำงานภายในตู้ 1.2 เมตร บริเวณด้านหน้าพื้นที่ทำงานจะมีลักษณะมีรูปร่างเป็นตัววี ทำให้วางแผนการทำงานได้โดยไม่กีดขวางการไหลเวียนของอากาศ กระจกด้านหน้าตู้เป็นกระจกนิรภัยซึ่งควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า ประกอบด้วยแผ่นกรองอากาศชนิด HEPA filter H14 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคได้ไม่น้อยกว่า 99.995% จำนวน 2 ชุด มีพัดลม และระบบที่ช่วยให้อากาศผ่านตัวกรองหลักและกระจายสู่ภายในตู้ปลอดเชื้อ ให้มีความสม่ำเสมอในทุกพื้นที่ที่ปฏิบัติงาน



รูปที่ 29 ตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet, BSC) (ScanLaf รุ่น Mars 1200)

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟ และตัวเครื่องปลอดเชื้อจะต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์
2. เสียบปลั๊กไฟ เปิด UV ก่อนการใช้งานอย่างน้อย 15-30 นาที
3. ผู้ที่จะปฏิบัติงานจะต้องล้างมือ เช็ดมือให้แห้ง และฉีดพ่นมือด้วย 70% แอลกอฮอล์ ก่อนการทำงานทุกครั้ง ในกรณีที่ต้องทำงานกับจุลินทรีย์หรือสารเคมีอันตราย ผู้ที่ปฏิบัติงานจะต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเองทุกครั้ง เช่น ถุงมือยาง เสื้อคลุมปฏิบัติการ เป็นต้น
4. หลังครบเวลาการเปิด UV ให้กดปุ่มเลื่อนกระจกด้านหน้าตู้ปลอดเชื้อให้อยู่ในตำแหน่งใช้งาน และเปิดเครื่องทิ้งไว้ 15 นาทีก่อนทำความสะอาดตู้ปลอดเชื้อ
5. ก่อนใช้พื้นที่ปฏิบัติงานในตู้ปลอดเชื้อ จะต้องทำความสะอาดพื้นที่ด้วย 70% แอลกอฮอล์ให้ทั่วพื้นที่



รูปที่ 30 แสดงปุ่มกด และแผงควบคุมของตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet, BSC) (ScanLaf รุ่น Mars 1200)

- ปุ่ม 1 สีเขียว คือ ปุ่มที่ใช้เปิด-ปิด พัดลม (Full speed) และเป็นปุ่มที่ใช้เปิดเริ่มการทำงาน
- ปุ่ม 2 สีฟ้า คือ ปุ่มที่ใช้ปรับลดความเร็วของพัดลมลงครึ่งหนึ่ง (Half speed/ Reduce speed)
- ปุ่ม 3 สีแดง คือ ปุ่มที่แสดงสถานะ Alarm และใช้ปิดเสียงกรณีกเกิด Alarm
- ปุ่ม 4 สีฟ้า คือ ปุ่มที่ใช้เปิด-ปิดหลอดไฟส่องสว่างภายในเครื่อง
- ปุ่ม 5 สีเหลือง คือ ปุ่มที่ใช้เปิด-ปิด หลอด UV
- ปุ่ม 6 สีฟ้า คือ ปุ่มที่ใช้เปิด-ปิด การต่อกับระบบควบคุมภายนอก
- ปุ่ม 7 ลูกศรขึ้น และ 0 ลูกศรลง คือ ปุ่มที่ใช้เลื่อนประตูกระจกขึ้น และลง
- ปุ่มวงกลมสีน้ำเงินด้านขวามือ คือ ปุ่มยืนยันการกดตั้งค่าต่างๆ (Enter)

วิธีการใช้เครื่องมือ

1. เสียบปลั๊กไฟ เพื่อให้เครื่องทำงาน
2. เมื่อเครื่องเริ่มทำงานแล้วที่หน้าจอจะแสดงข้อความ “Power error” ให้กด ปุ่ม ENTER เพื่อให้ข้อความหายไป
3. กดปุ่มหมายเลข 5 เพื่อเปิดหลอด UV ให้ทำงานอย่างน้อย 15 นาที เมื่อครบเวลาแสง UV จะดับไปเอง
4. กดปุ่มหมายเลข 7 เพื่อเลื่อนกระจกขึ้นไปด้านบนจนถึงตำแหน่งที่ใช้งาน
5. กดปุ่มหมายเลข 1 เพื่อให้พัดลมทำงาน โดยหลังการเปิดแล้วปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 15-20 นาที ก่อนเริ่มการใช้งาน ในระหว่างรอเวลาให้ทำความสะอาดพื้นที่ใช้งานด้วย 70% แอลกอฮอล์
6. กดปุ่มหมายเลข 4 เพื่อเปิดหลอดไฟส่องสว่างภายในเครื่อง
7. นำตัวอย่าง และอุปกรณ์เข้าไปใช้งานภายในเครื่อง
8. เมื่อใช้งานเครื่องจนเสร็จให้นำตัวอย่าง และอุปกรณ์ออกจากเครื่อง เปิดพัดลมทิ้งไว้อีกประมาณ 10-15 นาที หลังจากนั้นค่อยปิดพัดลม
9. กดปุ่มหมายเลข 0 เพื่อปิดกระจกลงมาให้สนิท

10. เปิด UV เพื่อฆ่าเชื้อหลังการใช้งานอีกประมาณ 15 นาที และปิดเครื่อง

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. ทำความสะอาดพื้นที่ใช้งานด้วย 70% แอลกอฮอล์
2. ล้างมือให้สะอาด และฉีดพ่นด้วย 70% แอลกอฮอล์
3. เก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย และรักษาความสะอาดบริเวณที่ใช้งาน

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet, BSC) (ScanLaf รุ่น Mars 1200) มีระบบสัญญาณเตือนทั้งแสง และเสียง โดยจะพบใน 2 กรณี คือ
 - 1.1. อัตราการไหลของอากาศภายในตู้ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด มักจะเกิดขณะกำลังใช้งานตู้ปลอดเชื้ออยู่ แก้ไขโดยไม่วางของบังช่องอากาศที่อยู่ด้านหน้าเครื่อง
 - 1.2. เมื่อเครื่องอยู่ในระบบการพักการทำงานของเครื่อง
2. เมื่อเปิดเครื่องแล้วเครื่องไม่หยุด Alarm ให้สังเกตดูว่ามี ตัวอย่างหรืออุปกรณ์อื่นๆ ในตู้ไปปิดขวางทางเข้าของอากาศหรือไม่ วิธีการแก้ไขจะต้องหยุดเครื่องก่อน แล้วนำของเหล่านั้นออกไปจึงเปิดเครื่องใหม่อีกครั้ง
3. การทำความสะอาดบริเวณด้านนอกเครื่อง ควรเช็ดทำความสะอาดด้วยผ้าชุบน้ำบิดหมาดๆ แล้วเช็ดอีกครั้งด้วยผ้าแห้ง
4. ควรเปิดพัดลมก่อนการใช้งานอย่างน้อย 15 นาที เพื่อให้อากาศภายในตู้ปลอดเชื้อพร้อมสำหรับการใช้งาน
5. ระหว่างการปฏิบัติงานในตู้ปลอดเชื้อ อุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำงานจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่หยิบใช้งานได้สะดวก เพื่อลดอุบัติเหตุในการทำงาน
6. ในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ในตู้ปลอดเชื้อ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องยืนมือเข้าไปทำงานภายในตู้ให้ลึกจากขอบตู้ประมาณ 15 เซนติเมตร หรือให้พื้นระยะของช่องอากาศที่อยู่ด้านหน้าตู้ เพื่อป้องกันการกีดขวางการไหลเวียนของกระแสลม และเป็นการป้องกันตัวผู้ปฏิบัติงานเองด้วย
7. สถานที่ตั้งเครื่องปลอดเชื้อจะต้องมีความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 80% และอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 15-50 องศาเซลเซียส
8. สถานที่ติดตั้งตู้ปลอดเชื้อไม่ควรเป็นบริเวณที่มีคนเดินผ่านเข้าออกบ่อย หรือเป็นบริเวณที่มีกระแสลมไม่สม่ำเสมอ เช่น เปิดพัดลมบนเพดาน หรืออยู่ในทิศทางที่แอร์ตกลงมา
9. ไม่ควรใช้งานตู้ปลอดเชื้อกับสารที่มีไอระเหย เช่น กรด หรือนำตู้ปลอดเชื้อมาใช้เป็นตู้ดูดควัน
10. ควรเปลี่ยนหลอด UV ทุกๆ 500 ชั่วโมง และควรเปลี่ยน HEPA filter ทุกๆ 5000 ชั่วโมง หรือ 1-2 ปี

4.3.10 ตู้ดูดควัน (Fume hood) (Wiwatsan Lab)



รูปที่ 31 ตู้ดูดควัน (Fume hood) (Wiwatsan Lab)

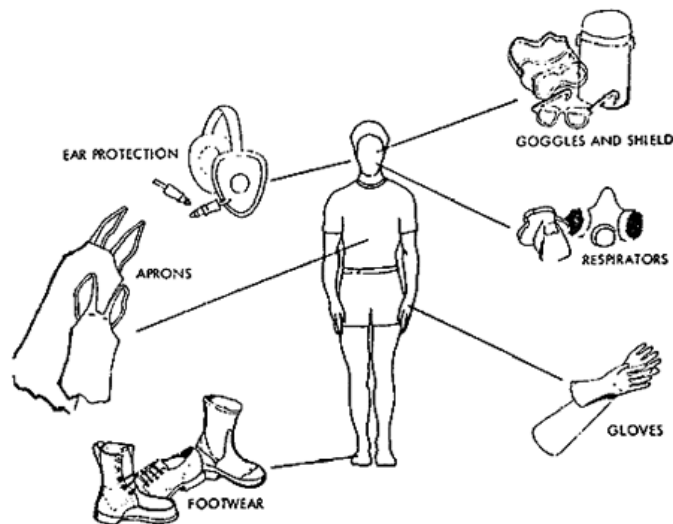
หลักการทำงานของเครื่องมือ

ตู้ดูดควัน (Fume Hood) เป็นเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการดูดไอสารเคมี ในขณะที่ทำการทดลอง หรือเตรียมสารเคมี ที่ก่อให้เกิดกลิ่น หรือไอระเหยที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน ซึ่งตู้ดูดควันจะทำหน้าที่ป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากอันตรายของไอระเหยของสารเคมี เช่น อะซิโตน กรดอะซิติก กรดซัลฟิวริก เป็นต้น ระหว่างการทำงานไม่ว่าจะเป็นการสัมผัสกับผิวหนังโดยตรง หรือทางการหายใจ หลักการทำงานของตู้ดูดควันก็คือ การดูดอากาศที่อยู่ภายในบริเวณที่เครื่องดูดควันตั้งอยู่ ผ่านทางด้านหน้าของเครื่องไปทางผนังด้านหลัง และไหลไปตามท่อลมนอกเครื่อง ตู้ดูดควันสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

1. ตู้ดูดควันแบบต่อท่อ (Ducted fume hood) คือตู้ดูดควันที่มีการต่อท่อนำอากาศไประบายออกสู่ภายนอกอาคาร ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาใช้ตู้ดูดควันในรูปแบบนี้
2. ตู้ดูดควันแบบไร้ท่อ (Ductless fume hood) คือตู้ดูดควันที่ไม่มีการต่อท่อออกนอกอาคาร แต่จะอาศัยแผงกรองชนิดต่างๆ เพื่อดูดซับกลิ่นสารเคมีเหล่านั้นไว้แทน

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ไม่นำขวดสารเคมีที่ไม่ได้ใช้งานเข้าไปในตู้ดูดควัน เพราะจะกีดขวางบริเวณใช้งานภายในตู้ได้
2. สวมใส่ถุงมือกันสารเคมี ประเภทถุงมือยางไนไตร สวมเสื้อปฏิบัติการ แว่นตากันสารเคมี หน้ากากป้องกันสารเคมี และสวมใส่รองเท้าที่ปกปิดเท้าได้ทั้งหมด



รูปที่ 32 อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลชนิดต่างๆ

ที่มา <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/content.asp?ID=307>

3. การเคลื่อนย้ายขวดสารเคมีมาที่ตู้ดูดควันจะต้องจับขวดของสารเคมีอย่างถูกวิธี และใส่ขวดสารเคมีมาในภาชนะรองรับที่แข็งแรง มีแผ่นซับรองรับอยู่ และวางมาในรถเข็นที่มีขอบกั้นสูง เพื่อความปลอดภัยในการเคลื่อนย้าย



รูปที่ 33 ภาชนะรองรับสารเคมี และรถเข็นสำหรับเคลื่อนย้ายสารเคมี

ที่มา <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/content.asp?ID=204>

4. ผู้ที่จะใช้สารเคมีจะต้องศึกษา Safety data sheet ของสารอย่างละเอียดก่อนการใช้งาน

วิธีการใช้เครื่องมือ



รูปที่ 34 ปุ่มกด และแผงควบคุมของตู้ดูดควัน (Fume hood) (Wiwatsan Lab)

1. กดปุ่ม FAN START เพื่อเริ่มใช้งาน
2. กดปุ่ม LIGHT เพื่อเปิดไฟส่องสว่าง
3. นำกระจกกันขึ้น เพื่อนำขวดสารเคมีเข้าไปในตู้ดูดควัน
4. ลดกระจกกันลงให้อยู่สูงในระดับไม่เกิน 30 เซนติเมตรจากช่องตู้ดูดควัน
5. สอดมือที่สวมอุปกรณ์ป้องกัน แล้วเริ่มใช้งานสารเคมี เมื่อทำปฏิบัติการเรียบร้อยแล้วให้ยกกระจกกันขึ้น แล้วนำขวดสารเคมีออกจากตู้ดูดควัน
6. ลดกระจกกันลง ปิดไฟ ปลดปล่อยให้พัดลมดูดไอระเหยต่อไปประมาณ 15 นาที
7. กดปุ่ม FAN STOP เพื่อปิดเครื่องให้เรียบร้อย

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. นำอุปกรณ์ และขวดสารเคมีออกจากตู้ดูดควันให้เรียบร้อย
2. ทำความสะอาดบริเวณใช้งานให้เรียบร้อย

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ไม่เคลื่อนย้ายขวดสารเคมีโดยไม่มีภาชนะรองรับที่ปลอดภัย
2. ต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายทุกครั้งเมื่อจะใช้สารเคมี เช่น ถุงมือยาง เสื้อปฏิบัติการ
3. ก่อนการใช้สารเคมีควรศึกษา Safety data sheet ของสารเคมีที่ใช้ให้ละเอียด
4. ขณะใช้งานตู้ดูดควันไม่ควรเปิดกระจกกันสูงเกินไป เพราะจะทำให้ไอระเหย หรือควันของสารเคมีไหลออกมาข้างนอก เนื่องจากการเปิดกระจกกันที่สูงเกินไปทำให้แรงลมดูดอ่อนลง และไม่สม่ำเสมอได้

5. บริเวณที่ปฏิบัติงานภายในตู้ดูดควัน ควรอยู่ลึกเข้าไปในตัวเครื่อง ไม่ควรทำงานใกล้บริเวณขอบตู้มากเกินไป
6. หลังจากใช้งานตู้ดูดควันเสร็จ ควรเปิดพัดลมในตู้ทิ้งไว้ เพื่อให้ตู้ดูดควันดูดไอระเหยของสารออกไปจนหมด

4.3.11 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (SANYO รุ่น MIR-253)



รูปที่ 35 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (SANYO รุ่น MIR-253)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) เป็นเครื่องมือในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา เป็นตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิให้สม่ำเสมอ เหมาะสำหรับการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ภายใต้อุณหภูมิที่ต้องการ โดยตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator) (SANYO MIR-253) เป็นตู้บ่มที่ภายในทำมาจากสแตนเลสสตีล มีชั้นวางของ 4 ชั้น ซึ่งชั้นวางสามารถปรับระดับได้ ครอบคลุมการตั้งค่าอุณหภูมิในการบ่มเชื้อได้ตั้งแต่ -10 ถึง 50 องศาเซลเซียส และยังมีระบบไฟส่องสว่างสำหรับบ่มเชื้อที่ต้องการแสง เช่น Cyanobacteria เป็นต้น

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟ และสภาพของเครื่องมือจะต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์
2. ตรวจสอบปุ่มล๊อคอุณหภูมิ LOCK ที่อยู่ด้านข้างเครื่อง ต้องอยู่ในสภาพ OFF เพราะถ้าอยู่ในรูปแบบ ON จะไม่สามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้



รูปที่ 36 ปุ่มเปิด-ปิด และปุ่มล๊อคอุณหภูมิของตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (SANYO รุ่น MIR-253)

3. ตรวจสอบภาตรองรับน้ำภายในตัวเครื่องจะต้องแห้ง และสะอาด
4. กดปุ่มสีแดงที่อยู่ด้านข้างเครื่องให้อยู่ตำแหน่ง I เพื่อเปิดเครื่อง

วิธีการใช้เครื่องมือ



รูปที่ 37 แผงควบคุมอุณหภูมิ และจอแสดงผลของตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (SANYO รุ่น MIR-253)

วิธีการตั้งค่าอุณหภูมิ

1. กดปุ่ม SET ตรงแผง CONTROL ตัวเลขที่หน้าจอจะกะพริบ
2. กดลูกศร  เพื่อเลื่อนปรับค่าตัวเลขอุณหภูมิที่ละตำแหน่ง
3. กดลูกศร  เพื่อปรับค่าอุณหภูมิ โดยจะตั้งค่าทีละตำแหน่ง โดยตำแหน่งหลักสิบ สามารถตั้งตัวเลขได้ตั้งแต่ -1 ถึง 9 ตำแหน่งหลักหน่วย และทศนิยม สามารถตั้งตัวเลขได้ตั้งแต่ 0 ถึง 9
4. เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม ENT เพื่อยืนยันการตั้งค่า ค่าตัวเลขที่จอแสดงผลจะกะพริบแล้วค่าจะค่อยๆขึ้นไปตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

5. ในกรณีที่ต้องการเปิดไฟส่องสว่างให้กดปุ่ม ON ตรงตำแหน่ง LIGHT ของหน้าจอแสดงผล
6. ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator) (SANYO MIR-253) มีระบบละลายน้ำแข็ง สำหรับผู้ที่ใช้งานบ่มเพาะเชื้ออุณหภูมิต่ำ หลังจากบ่มเชื้อเรียบร้อยแล้ว จะต้องกดปุ่ม DEFORT ให้น้ำแข็งละลายด้วย โดยจะมีไฟสัญญาณเรืองแสงขึ้นเพื่อแสดงว่าระบบละลายน้ำแข็งกำลังทำงาน
7. ในบางปฏิบัติการต้องมีการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างกันเป็นขั้นตอน สามารถตั้งโปรแกรมการบ่มเชื้อได้ โดยกดปุ่ม SET ตรงตำแหน่งโปรแกรม กดตั้งค่าอุณหภูมิ กด ENT แล้วกดตั้งค่าระยะเวลา แล้วกด ENT สามารถตั้งโปรแกรมมากที่สุดได้ 3 ขั้นตอน น้อยที่สุด 1 ขั้นตอน ระยะเวลาแต่ละอุณหภูมิตั้งค่าได้ตั้งแต่ 0-99.5 ชั่วโมง เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วให้กด START/STOP เพื่อเริ่มและหยุดโปรแกรม
8. ในบางกรณีตู้บ่มเชื้อเกิดความผิดปกติ เช่น อุณหภูมิสูงเกินกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ เครื่องจะมีระบบสัญญาณเสียงเตือน ให้กดปุ่ม BUZZER 1 ครั้ง เพื่อให้เสียงเตือนหยุดลง แล้วแก้ไขความผิดปกติต่อไป
9. เมื่อทำปฏิบัติการเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม OFF ที่ตำแหน่ง LIGHT
10. เมื่อทำปฏิบัติการเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่มสีแดงที่อยู่ด้านข้างเครื่องให้อยู่ตำแหน่ง O เพื่อปิดเครื่อง

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. ถ้าตั้งค่าอุณหภูมิตู้บ่มในขณะบ่มเชื้อไว้ต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส จะต้องกดปุ่ม DEFORT เพื่อละลายน้ำแข็งทุกครั้ง แล้วนำน้ำที่ละลายออกมาทิ้ง เช็ดภายในตู้ให้แห้งเสมอ
2. ถอดปลั๊กไฟให้เรียบร้อย

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. การติดตั้งเครื่องควรวางเครื่องไว้ในอาคาร ไม่โดนแสงแดด อุณหภูมิบริเวณที่วางเครื่องควรอยู่ระหว่าง 5 ถึง 40 องศาเซลเซียส
2. ไม่วางตู้บ่มเชื้อบริเวณที่มีการใช้ไอระเหย และบริเวณที่ใกล้อ่างน้ำ
3. ไม่ใช้สารที่มีองค์ประกอบของกรด สารระเหยพวกเบนซิน ทินเนอร์ มาทำความสะอาดเครื่อง ควรใช้ผ้าเนื้อนุ่มชุบน้ำ หรือน้ำยาทำความสะอาดแบบอ่อน เช็ดทำความสะอาดเครื่อง
4. ไม่เทน้ำรดลงบนตัวเครื่อง เพราะอาจทำให้ไฟช็อตได้
5. ควรวางเครื่องให้ห่างจากฝาผนังอย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพราะเครื่องมีระบบทำความเย็นซึ่งต้องการการระบายอากาศ
6. เมื่อต้องการใช้ตู้บ่มเชื้อ ควรจองเครื่องมือ และวางแผนการทดลอง
7. สิ่งของที่นำมาบ่ม ควรระบุชื่อผู้ทำปฏิบัติการ ระยะเวลาที่บ่มด้วย และเมื่อเสร็จสิ้นเวลาบ่ม จะต้องนำของออกไปจากตู้บ่มให้เรียบร้อย

4.3.12 เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL)



รูปที่ 38 เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) เป็นเครื่องที่สามารถตั้งค่าอุณหภูมิพร้อมทั้งเขย่าอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งเป็นอาหารเหลวได้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งการเขย่าจะช่วยกระจายความร้อน ทำให้อุณหภูมิเท่ากันทุกส่วน และช่วยเพิ่มปริมาณแก๊สออกซิเจน (O_2) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์ประเภทที่ชอบอากาศ (Aerobe) จึงเจริญได้ดี เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL) สามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้ในช่วง 0 - 60 องศาเซลเซียส ปรับความเร็วรอบในการเขย่าได้ตั้งแต่ 30 - 300 รอบต่อนาที ลักษณะการเขย่าจะเป็นแบบวงกลม (Vertical) นอกจากนี้ยังมีระบบหยุดการทำงานของเครื่องอัตโนมัติเมื่อประตูเปิด เพื่อความปลอดภัย และสะดวกในการใช้งาน

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟ และสภาพของเครื่องต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยภายในตัวเครื่อง โดยเฉพาะแคลมป์ยึดจับฟลาสก์จะต้องยึดแน่นกับตัวถาดของเครื่อง
3. ตรวจสอบดูถาดรองรับน้ำจะต้องไม่มีน้ำ และท่อที่ออกจากตัวเครื่องจะต้องอยู่ภายในถาด

วิธีการใช้เครื่องมือ

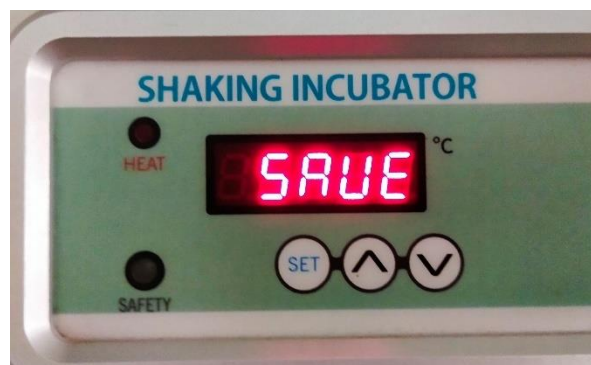
1. เปิดสวิตช์เบรกเกอร์ที่อยู่ด้านข้างเครื่อง ไปตำแหน่ง ON
2. กดปุ่มเปิด-ปิดเครื่องสีแดงด้านหน้าเครื่อง เพื่อให้เครื่องเริ่มทำงาน โดยเมื่อกดไปแล้วที่ปุ่มสีแดง จะมีไฟส่องสว่างออกมา สำหรับปุ่มกดสีเขียวจะเปิดใช้เมื่อต้องการทำอุณหภูมิเย็น เมื่อกดไปแล้วเครื่องทำความเย็นจะทำงาน หลังจากกดปุ่มสีแดงแล้วหน้าจอจะแสดงค่าอุณหภูมิ ความเร็วรอบและเวลา โดยหน้าจอแสดงผลด้านซ้ายจะใช้ตั้งค่าอุณหภูมิ ด้านขวาจะไว้ตั้งค่าความเร็วรอบ และเวลา



รูปที่ 39 ปุ่มกด และแผงควบคุมเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL)

3. การตั้งค่าอุณหภูมิ

- 3.1 กดปุ่ม SET หน้าจอจะแสดงตัวเลข และกะพริบ เพื่อให้ตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการ
- 3.2 ตั้งค่าอุณหภูมิโดยใช้ลูกศรขึ้นสำหรับการเพิ่มค่า และลูกศรลงสำหรับการลดค่า
- 3.3 กดปุ่ม SET อีกครั้งเพื่อบันทึกค่าอุณหภูมิ และหน้าจอจะแสดงคำว่า SAVE ขึ้นมา แสดงว่าเครื่องได้จดจำค่าที่ตั้งไว้ แล้วหน้าจอแสดงผลจะกลับมาเป็นตัวเลข ไฟตรงตำแหน่ง HEAT จะเรืองแสงขึ้นมา



รูปที่ 40 แสดงสัญลักษณ์ยืนยันการตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL)

4. การตั้งเวลา

- 4.1 กดปุ่ม RPM/TIME ค้างไว้ประมาณ 1-2 วินาที จนหน้าจอแสดงค่า t 00.00
- 4.2 กดปุ่ม SET เพื่อตั้งค่า แล้วกดลูกศรขึ้น และลูกศรลงเพื่อปรับค่า
- 4.3 จะต้องตั้งค่าเวลาเป็นชั่วโมงก่อน แล้วกดปุ่ม SET เพื่อตั้งเวลาเป็นนาทีต่อไป เมื่อได้เวลาที่ต้องการตั้งค่าแล้วให้กดปุ่ม SET อีกครั้งเพื่อบันทึกข้อมูล หน้าจอจะแสดงข้อความ t SAVE แสดงว่าเครื่องได้จดจำเวลาที่ได้ตั้งไว้แล้ว สามารถตั้งค่าเวลาได้สูงสุด 47 ชั่วโมง 59 นาที
- 4.4 ในกรณีที่ต้องการใช้งานเครื่องแบบต่อเนื่องให้ตั้งเวลาอยู่ที่ t 00.00



รูปที่ 41 แสดงสัญลักษณ์ยืนยันการตั้งเวลาของเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL)

5. การตั้งความเร็วรอบ (RPM)

- 5.1 กดปุ่ม RPM/TIME ค้างไว้ประมาณ 1-2 วินาที จนหน้าจอแสดงข้อความ r 000
- 5.2 กดปุ่ม SET เพื่อตั้งค่า แล้วกดลูกศรขึ้น และลูกศรลงเพื่อปรับค่า (สามารถตั้งค่าความเร็วรอบได้ตั้งแต่ 30-300 รอบต่อนาที)
- 5.3 กดปุ่ม SET เพื่อบันทึกค่า หน้าจอจะแสดงข้อความ r SAVE
6. เปิดฝาเครื่อง แล้วนำฟลasksที่ต้องการเขย่ามาใส่ในเครื่อง ยึดฟลaskกับตัวเครื่องให้แน่น ปิดฝาเครื่อง แล้วกดปุ่ม START เพื่อให้เครื่องเริ่มทำงาน
7. เมื่อต้องการเอาฟลaskออกจากเครื่อง ให้กดปุ่ม STOP เครื่องจะหยุดเขย่า แล้วนำฟลaskออกจากเครื่องได้
8. เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้วต้องการจะปิดเครื่อง ให้กดปุ่มสับเขียว (ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิต่ำ) แล้วกดปุ่มสีแดงเพื่อปิดเครื่อง

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. ในกรณีที่แคลมป์ไม่มีลวดสปริงสำหรับยึดฟลask จำเป็นต้องใช้ยางรัดแทน ต้องเอายางออกจากเครื่องให้เรียบร้อยทุกครั้งหลังใช้

2. เช็ดทำความสะอาดเครื่องให้เรียบร้อย โดยเฉพาะเมื่อใช้อุณหภูมิต่ำกว่ามีไอน้ำเกาะภายในตัวเครื่องได้ หลังการใช้เครื่อง จะต้องเช็ดตัวเครื่องให้แห้ง

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL) จะมีข้อความเตือนแสดงที่หน้าจอเมื่อเครื่องเกิดความผิดปกติดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงข้อความเตือนเมื่อเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ (Shaking Incubator) (NB-205VL) เกิดความผิดปกติ

ข้อความเตือน	ปัญหา	วิธีแก้ไข
rErrL	เกิดเมื่อตั้งค่า RPM ต่ำกว่า 30 RPM หรือมีการขัดขวางการเขย่า	ใช้มือหมุนถาดรองเครื่อง (Platform) และกดปุ่ม STOP หลังจากนั้นกดปุ่ม SET เพื่อตั้งค่า RPM ใหม่
rErrH	เกิดเมื่อเครื่องเสียสมดุล และมีการหมุนสูงเกินจากค่าที่ตั้งไว้	เครื่องจะปรับเข้าสู่สมดุลโดยอัตโนมัติภายใน 3 นาที หรือแก้ไขโดยการ restart เครื่องใหม่
Error	เกิดเมื่อกระแสไฟฟ้าขัดข้องขณะเครื่องกำลังทำงาน	กดปุ่ม START อีกครั้ง
n150	เกิดเมื่อไฟดับขณะเครื่องทำงาน	กดปุ่ม START n จะเปลี่ยนไปเป็น r
-END-	แสดงเมื่อเครื่องสิ้นสุดการทำงานตามเวลาที่ตั้งไว้	

2. เมื่อนำพลาสติกมาใส่ในตัวเครื่องต้องคำนึงถึงสมดุลของเครื่องเขย่าด้วยเสมอ ควรวางพลาสติกให้กระจายทั่วถาดรอง (Platform)

3. ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานๆ หลังจากที่ใช้เครื่องเสร็จแล้ว ควรปรับอุณหภูมิให้ขึ้นไป 40 องศาเซลเซียสประมาณ 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นก็ปิดเครื่อง เพื่อช่วยให้ในตัวเครื่องไม่มีไอน้ำเกาะ ช่วยละลายความเย็นได้

4. หลังจากใช้เครื่องเขย่าที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานๆ เมื่อปิดเครื่องไปแล้วจะมีน้ำออกจากท่อของเครื่อง ควรนำไปทิ้งให้เรียบร้อย

5. ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนขนาดของแคลมป์จะต้องเปลี่ยนด้วยความระมัดระวัง ไม่ทำน้ำหนักลงไปในเครื่อง ควรใช้ขนาดของพลาสติก และแคลมป์ยึดเกาะให้มีขนาดที่เหมาะสมกัน

6. ควรเปิดเครื่องตั้งค่าอุณหภูมิ เวลา ความเร็วรอบ ให้เรียบร้อยก่อนที่จะนำของมาใส่ในเครื่อง

7. ในกรณีที่ทำหลอดทดลอง หรือพลาสติกแตกภายในเครื่อง ต้องหยุดเครื่อง ถอดปลั๊ก และทำความสะอาดทันที

8. ไม่ควรใช้สารที่มีไอระเหย กรด กับตัวเครื่อง

9. ควรทำความสะอาดเครื่องด้วยผ้านุ่มชุบน้ำบิดหมาด แล้วเช็ดให้แห้งอีกครั้ง

4.3.13 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R)



รูปที่ 42 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) เป็นเครื่องมือให้ห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการแยกอนุภาคขนาดเล็กออกจากของเหลว หรือแยกของเหลวที่มีความหนาแน่นต่างกันออกจากกัน หลักการทำงานของเครื่องจะอาศัยความเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้น ภายใต้สนามของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางอนุภาคแต่ละชนิดก็จะมีอัตราเร็วในการตกตะกอนที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นการปั่นแยกตะกอนจึงต้องใช้เวลาให้เพียงพอที่อนุภาคขนาดเล็กจะนอนก้นจนหมด ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ตะกอน (Pellet) และส่วนของเหลว (Supernatant)

ในการทำปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา มักจะเจอหน่วยของการปั่นเหวี่ยง 2 แบบ คือ ความเร็วรอบ (round per minutes) มีชื่อย่อว่า RPM มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที และค่าแรงหนีศูนย์กลางสัมพัทธ์ (relative centrifugal force) มีชื่อย่อว่า RCF มีหน่วยเป็นค่า g ซึ่งมีสูตรในการคำนวณเพื่อเปลี่ยนหน่วยระหว่าง RCF กับ RPM ดังนี้

(ที่มา <https://www.sigmaldrich.com/TH/en/support/calculators-and-apps/g-force-calculator>)

$$RCF = 1.12 \times \text{Radius} \times (\text{RPM}/1000)^2$$

$$RCF = \text{แรงหนีศูนย์กลาง หน่วยเป็น } \times g$$

$$\text{Radius (r)} = \text{รัศมีแกนหมุนของ rotor หน่วยเป็นเซนติเมตร}$$

$$\text{RPM} = \text{อัตราความเร็วรอบ หน่วยเป็นรอบต่อนาที}$$

ปัจจุบันเครื่องปั่นเหวี่ยงรุ่นใหม่ ๆ จะมีระบบปรับเปลี่ยนค่า RPM กับ RCF ภายในเครื่องให้ หรือมีตารางสำหรับเทียบค่าทั้งสองให้จากบริษัทผู้ผลิต

เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf 5804R) เป็นเครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอนแบบตั้งโต๊ะ สามารถเปลี่ยนหัวปั่น (rotor) ได้หลายประเภท และสามารถเปลี่ยนตัว adapter ให้เหมาะกับหลอดขนาด 15 และ 50 มิลลิลิตร ตั้งค่าควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -9 ถึง 40 องศาเซลเซียส หัวปั่น (rotor) ทำมาจากวัสดุไร้สนิม สามารถปรับตั้งค่าความเร็วรอบ (round per minutes) ได้ตั้งแต่ 200 ถึง 14,000 รอบต่อนาที และตั้งค่าแรงหนีศูนย์กลางสัมพัทธ์ (relative centrifugal force) ได้ตั้งแต่ 10 ถึง 20,913 x g นอกจากนี้ยังมีระบบปิดฝาแบบอัตโนมัติ มีระบบป้องกันการไม่สมดุลทางการปั่น โดยเครื่องจะหยุดทำงานอัตโนมัติ เมื่อหัวปั่นไม่สมดุล

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟ และสภาพของเครื่องต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยภายในตัวเครื่อง โดยเฉพาะหัวปั่นต้องยึดแน่นอยู่กับเครื่อง
3. ใส่ adapter ให้มีขนาดที่เหมาะสมกับหลอด centrifuge ที่จะใช้
4. ตัวอย่างที่จะปั่นเหวี่ยงจะต้องชั่งน้ำหนักให้เท่ากันก่อน

วิธีการใช้เครื่องมือ

หน้าจอแสดงผลของเครื่องปั่นเหวี่ยงมีรายละเอียดดังรูปที่ 43 และตารางที่ 16



รูปที่ 43 แสดงหน้าจอการทำงานของเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R)

ตารางที่ 16 แสดงรายละเอียดของปุ่มกดบนหน้าจอทำงานของเครื่อง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R)

ชนิดปุ่มกด	รายละเอียดการใช้งาน
speed	ปุ่มสำหรับการตั้งความเร็วในการปั่นเหวี่ยง โดยสามารถเลือกหน่วยของการปั่นเหวี่ยงเป็นค่า RCF ค่า RPM และรัศมีได้ - เมื่อต้องการตั้งค่าเป็น rpm ให้กดปุ่ม speed หน้าจอจะไม่แสดงเครื่องหมายหน้าตัวเลข - เมื่อต้องการตั้งค่าเป็น rcf ให้กดปุ่ม speed จนกระทั่งหน้าจอแสดงเครื่องหมาย  - เมื่อต้องการ preset ค่า radius ให้กดปุ่ม speed จนกระทั่งหน้าจอแสดงเครื่องหมาย G
time	ปุ่มสำหรับตั้งเวลาในการปั่นเหวี่ยง สามารถตั้งได้ตั้งแต่ 1 ถึง 99 นาที หรือแบบไม่กำหนดเวลา ∞ และตั้งอัตราการเร่ง (acceleration ramp) และอัตราหน่วง (braking ramp) - การตั้งค่าอัตราเร่งให้กดปุ่ม Time จนปรากฏเครื่องหมาย  สามารถตั้งค่าได้ 10 ระดับ คือ 0-9 - การตั้งค่าอัตราหน่วงให้กดปุ่ม Time จนปรากฏเครื่องหมาย  สามารถตั้งค่าได้ 10 ระดับ คือ 0-9
prog	ปุ่มสำหรับการตั้งโปรแกรม สามารถตั้งได้ถึง 35 โปรแกรม
short	ปุ่มกดสำหรับการปั่นแบบ short-spin
start/stop	ปุ่มสำหรับเริ่ม และหยุดการปั่นเหวี่ยง
ลูกศรขึ้น และ ลูกศรลง	ปุ่มกดใช้เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ตามที่ต้องการ คือ ความเร็ว เวลา อุณหภูมิ อัตราเร่ง และอัตราหน่วง
open	ปุ่มสำหรับการเปิด-ปิดฝาเครื่อง
temp	ปุ่มสำหรับตั้งค่าอุณหภูมิของการปั่นเหวี่ยงสามารถตั้งได้ตั้งแต่ -9 ถึง 40 องศาเซลเซียส
fast temp	ปุ่มสำหรับกดเพื่อให้อุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ภายในเวลารวดเร็ว แล้วเครื่องจะหยุดทำงานอัตโนมัติเมื่อถึงอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้

1. วิธีการตั้งค่าความเร็วรอบ และเวลา

1.1 กดปุ่ม temp ตัวเลขที่หน้าจอทำงานตรงตำแหน่ง temp จะกะพริบ แล้วให้กดลูกศรขึ้น หรือลูกศรลง เพื่อตั้งอุณหภูมิ เมื่อตัวเลขหยุดกะพริบ จะแสดงถึงเครื่องจดจำค่าที่ตั้งไว้แล้ว

1.2 กดปุ่ม speed ตัวเลขที่หน้าจอทำงานตรงตำแหน่ง speed จะกะพริบ แล้วให้กดลูกศรขึ้น หรือลูกศรลง เพื่อตั้งความเร็วในการปั่นเหวี่ยง สามารถเปลี่ยนการตั้งค่าจาก rpm เป็น rcf ได้ เมื่อตัวเลขหยุดกะพริบ จะแสดงถึงเครื่องจดจำค่าที่ตั้งไว้แล้ว

1.3 กดปุ่ม time ตัวเลขที่หน้าจอทำงานตรงตำแหน่ง time จะกะพริบ แล้วให้กดลูกศรขึ้น หรือลูกศรลง เพื่อตั้งเวลาในการปั่นเหวี่ยง เมื่อตัวเลขหยุดกะพริบ จะแสดงถึงเครื่องจดจำค่าที่ตั้งไว้แล้ว

1.4 การตั้งค่าอัตราเร่ง และอัตราหน่วง ทำได้โดยกดปุ่ม time ซ้ำจนหน้าจอแสดงเครื่องหมาย $\nearrow$ หรือ $\searrow$ แล้วกดลูกศรขึ้น หรือลงเพื่อเลือกอัตราที่ต้องการ สามารถเลือกได้ตั้งแต่ระดับ 0 ถึง 9

1.5 ถ้าต้องการให้เครื่องเริ่มจับเวลาในการปั่นเหวี่ยงเมื่อความเร็วถึงค่าที่ตั้งไว้ จะตั้งได้โดยการกดปุ่ม start/stop ค้างไว้ 4 วินาที ขณะที่ฝาเครื่องเปิดอยู่ ให้สังเกตสัญลักษณ์  สามเหลี่ยมด้านบนจะเรืองแสงที่หน้าจอทำงานของเครื่อง แต่ถ้าต้องการให้เครื่องเริ่มจับเวลาทันทีที่เริ่มปั่นเหวี่ยง จะตั้งได้โดยการกดปุ่ม start/stop ค้างไว้ 4 วินาที ขณะที่ฝาเครื่องเปิดอยู่ ให้สังเกตสัญลักษณ์  สามเหลี่ยมด้านล่างจะเรืองแสงที่หน้าจอทำงานของเครื่อง

1.6 กดปุ่ม start/stop เพื่อเริ่มการปั่น และกดซ้ำเมื่อต้องการหยุดปั่น

1.7 เมื่อเครื่องปั่นจนเสร็จจะมีเสียงเตือน และมีไฟกะพริบที่ตำแหน่ง open ให้กดที่ปุ่ม open ฝาจะเปิดเองโดยอัตโนมัติ แล้วจึงนำของออกไปได้

2. วิธีการปั่นแบบ short spin

2.1 นำของที่ต้องการปั่นแบบ short ใส่เข้าไปในเครื่อง แล้วปิดฝาด้านในให้เรียบร้อย

2.2 ปิดฝาเครื่อง แล้วกดปุ่ม short ค้างไว้จนกระทั่งต้องการหยุดการทำงานจึงปล่อยมือจากปุ่ม การปั่นเหวี่ยงก็จะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ

3. วิธีการปั่นแบบต่อเนื่อง

3.1 นำของที่ต้องการปั่นแบบต่อเนื่อง ใส่เข้าไปในเครื่อง แล้วปิดฝาด้านในให้เรียบร้อย

3.2 ปิดฝาเครื่อง แล้วกดปุ่ม time ไปที่เวลามากกว่า 99 หรือต่ำกว่า 1 นาที จนกระทั่งหน้าจอปรากฏสัญลักษณ์ ∞ แล้วกดปุ่ม start/stop เพื่อเริ่มการปั่น หรือกดซ้ำเมื่อต้องการหยุดปั่น

4. วิธีการใช้โปรแกรม

4.1 ตั้งค่าความเร็ว เวลา อุณหภูมิ อัตราเร่ง อัตราหน่วงที่ต้องการให้เรียบร้อย

4.2 กดปุ่ม prog 2 ครั้ง โดยหน้าจอจะแสดงโปรแกรมที่ว่างอยู่โปรแกรมแรก โดยชื่อโปรแกรมจะมี P นำหน้าอยู่

4.3 กดปุ่มลูกศรขึ้น และลูกศรลง เพื่อเลือกใช้โปรแกรมที่ต้องการ

4.4 กดปุ่ม prog ค้างไว้จนหน้าจอแสดงคำว่า OK แสดงว่าเครื่องจดจำโปรแกรมที่ตั้งค่าไว้

4.5 การเรียกโปรแกรมมาใช้ให้กดปุ่ม prog 1 ครั้ง กดลูกศรขึ้น และลูกศรลงเพื่อเลือกโปรแกรมที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม start/stop เพื่อเริ่มปั่นเหวี่ยง

4.6 การลบโปรแกรมทำได้โดย กดปุ่ม prog 1 ครั้ง กดลูกศรขึ้น และลูกศรลงเพื่อเลือกโปรแกรมที่ต้องการลบ แล้วกดปุ่ม start/stop ค้างไว้จนหน้าจอแสดงคำว่า cleared

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. หลังจากใช้เครื่องจนเสร็จเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม OFF ที่หน้าจอทำงานของเครื่อง แล้วกดปิดสวิทช์ที่อยู่ด้านข้างเครื่อง ถอดปลั๊กไฟออกให้เรียบร้อย และเปิดฝาเครื่องเอาไว้
2. เช็ดน้ำที่เกิดจากการทำความเย็นของเครื่องให้ตัวเครื่องแห้งด้วยผ้าเนื้อนุ่ม
3. เอาที่รองรับหลอด (adapter) ที่ใส่ขณะใช้เครื่องออกจาก rotor แล้วทำความสะอาด และเช็ดให้แห้ง ลักษณะของ adapter ขนาด 15 และ 50 มิลลิลิตร แสดงในรูปที่ 44



รูปที่ 44 แสดง adapter ขนาด 15 มิลลิลิตร (ซ้าย) และ 50 มิลลิลิตร (ขวา) ของเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R)

ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ตัวอย่างที่นำมาปั่นเหวี่ยงทุกหลอดควรมีน้ำหนักเท่ากัน
2. ควรวางหลอดที่จะปั่นเหวี่ยงให้สมดุลกัน
3. ควรใส่ adapter และใส่ขนาดของ adapter ที่เท่ากันทุกช่องของ rotor เพราะตัว adapter มีน้ำหนัก ถ้าใส่ไม่ครบอาจทำให้เครื่องไม่สมดุลได้
4. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf รุ่น 5804R) เป็นเครื่องที่มีฝาปิด rotor เป็นลักษณะเกลียว ควรปิดอย่างระมัดระวังไม่ให้ฝื่นเกลียว และต้องปิดฝาทุกครั้งที่ยังปั่นเหวี่ยง
5. ควรเช็ดทำความสะอาดตัวเครื่อง rotor ขอบยางของเครื่องให้สะอาดอยู่เสมอ
6. แยกถอด rotor ออกมาทำความสะอาดอย่างน้อยเดือนละครั้ง
7. ควรเช็ดน้ำที่อยู่ในตัวเครื่อง หลังจากใช้งานเครื่องเสร็จ
8. เมื่อทำสารตกลงไปใน rotor หรือ adapter จะต้องทำความสะอาดทันที
9. ถ้าใช้ความเร็วรอบสูงๆ ควรตรวจสอบหลอดที่ใส่ตัวอย่างก่อนปั่นเหวี่ยงทุกครั้ง เพราะถ้าหลอดมีรอยร้าวอาจทำให้แตกขณะปั่นเหวี่ยงได้

10. ควรวางเครื่องภายในอาคาร ไม่ร้อน และต้องวางเครื่องห่างจากฝาผนัง เพื่อให้เครื่องระบายอากาศได้

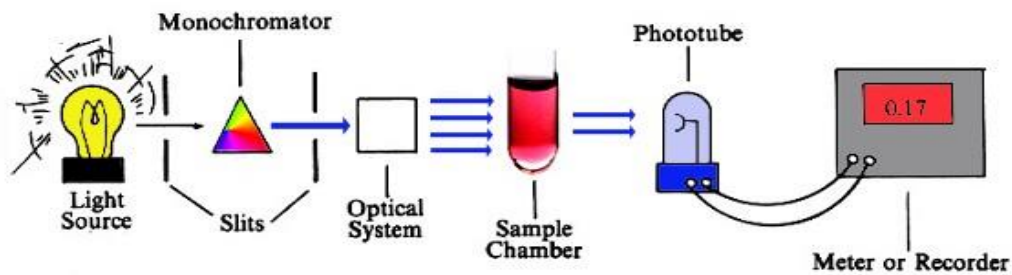
4.3.14 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011)



รูปที่ 45 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011)

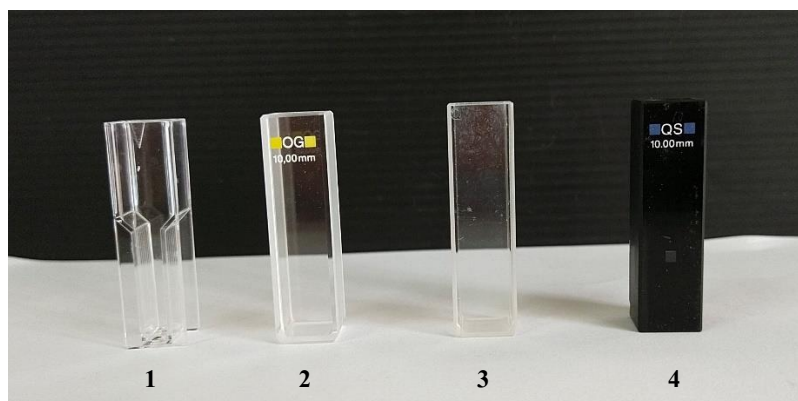
หลักการทำงานของเครื่องมือ

เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดการดูดกลืนแสงทางชีวภาพ เหมาะกับงานทางจุลชีววิทยา พันธุศาสตร์ และเคมี โดยแต่ละตัวอย่างจะมีการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแตกต่างกัน ค่าที่ได้จากเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) จะมีหน่วยเป็น A (Absorbance) หรือ %T (Transmittance) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงจะประกอบไปด้วย แหล่งกำเนิดแสง โดยมากจะเป็นหลอด Deuterium ที่ให้ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 190 ถึง 420 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงของรังสียูวี(UV) และหลอด Tungsten ที่ให้ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 350 ถึง 2500 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงของรังสีที่ตามองเห็น (Visible) เมื่อแสงถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงจะถูกส่งผ่านไปยังส่วนควบคุมแสง (Monochromator) ทำให้แสงที่ผ่านออกมาเป็นลำแสงที่มีความยาวคลื่นเดียวตามที่ต้องการ จากนั้นแสงจะถูกส่งผ่านไปยังสารตัวอย่างที่บรรจุอยู่ในคิวเวตต์ (Cuvette) แล้วแสงที่ส่องผ่านตัวอย่างออกมาจะถูกตัววัดสัญญาณ (Detector) ตรวจจับ ซึ่งจะแปลงค่าไปเป็นพลังงานไฟฟ้า และแสดงผลเป็นตัวเลขที่หน้าจอของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (วิศิรา สุวรรณ, 2565) โดยขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) แสดงในรูปที่ 46



รูปที่ 46 แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง
ที่มา พ.ญ. วรณพร ดีทิพย์ประเสริฐ (2557)

วัสดุที่ใช้ผลิต cuvette ซึ่งเป็นภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างที่ใช้ในงานทางจุลชีววิทยา มีอยู่ 3 ชนิด ซึ่งจะเหมาะสมกับการใช้งาน และดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นได้แตกต่างกัน โดยตัวอย่างของ cuvette ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาแสดงในรูปที่ 47 และรายละเอียดการใช้งานในแต่ละชนิดแสดงในตารางที่ 17



รูปที่ 47 แสดง ชนิดของ cuvette ที่ผลิตจากพลาสติก (1) แก้ว (2) และ ควอตซ์ (3, 4)

ตารางที่ 17 ชนิดของ cuvette และรายละเอียดในการใช้งาน

ที่มา <http://www.axxo.co.th/blog/24/>

ชนิดของ cuvette	รายละเอียดในการใช้งาน
Plastic cuvette	1. นิยมใช้วัดการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น ดูค่าความขุ่นของเชื้อจุลินทรีย์ที่เลี้ยงในสภาวะ และเวลาต่างๆ 2. เหมาะกับการใช้งานที่ความยาวคลื่นที่สายตามองเห็นได้ (Visible) คือ 380 ถึง 780 นาโนเมตร

ตารางที่ 17 ชนิดของ cuvette และรายละเอียดในการใช้งาน (ต่อ)

ที่มา <http://www.axxo.co.th/blog/24/>

ชนิดของ cuvette	รายละเอียดในการใช้งาน
Plastic cuvette	3. Cuvette ชนิดนี้ไม่เหมาะกับการทดลองที่มีส่วนผสมของกรด หรือ ให้ผลในการทำปฏิกิริยาที่เป็นสี เช่น ปฏิกิริยาในการหาน้ำตาลรีดิวซ์ ของ DNSA เป็นต้น 4. มักผลิตมาจากพลาสติก โพลีสไตรีน (Polystyrene) หรือ โพลีเมทิลเมทาอะคริเลต (Polymethyl methacrylate) หรือ อะคริลิก (Acrylics)
Glass cuvette	1. นิยมใช้วัดการเจริญของจุลินทรีย์ สามารถใช้วัดค่าการดูดกลืนแสงของการทดลองที่ให้ผลเป็นสี และขั้นตอนในการทำปฏิกิริยามีส่วนผสมของกรดอยู่ด้วยได้ เช่น การวัดปริมาณ total carbohydrate ในสารสกัดด้วย phenol – sulphuric acid เป็นต้น 2. เหมาะกับการใช้งานที่ความยาวคลื่นที่สายตามองเห็นได้ (Visible) และช่วงแสงยูวี (UV) บางส่วน เพราะมีส่วนผสมของควอตซ์อยู่ด้วย ช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมกับการใช้งาน คือ 340 ถึง 2500 นาโนเมตร
Quartz cuvette	1. นิยมใช้กับงานด้านพันธุศาสตร์ เช่น ใช้วัดความเข้มข้นของสารพันธุกรรม (DNA, RNA) เป็นต้น 2. เหมาะกับการใช้งานที่ความยาวคลื่นที่สายตามองเห็นได้ (Visible) และช่วงแสงยูวี (UV) ช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมกับการใช้งาน คือ 190 ถึง 2500 นาโนเมตร 3. มีความทนทานมากกว่า cuvette พลาสติก และ cuvette แก้ว

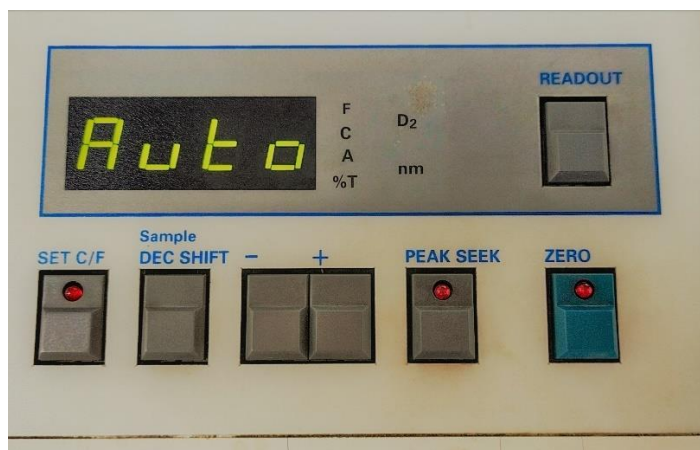
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011) เป็นเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่นเดียว คือคลื่นที่ตาสามารถมองเห็นได้ (Visible) มีช่วงความยาวคลื่นที่สามารถใช้งานได้ตั้งแต่ 325 ถึง 1000 นาโนเมตร และช่วงการวัดค่าดูดกลืนแสงจะอยู่ในช่วง -0.3 ถึง 3.0 A 0 ถึง 200%T / 0 ถึง 9999C

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟ และสภาพเครื่องมือต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ก่อนการใช้งาน
2. ถ้าภายในตัวเครื่องมือมีฝุ่นหรือความชื้น ให้เอาออกก่อนเปิดเครื่อง
3. ตรวจสอบความเรียบร้อยของช่องใส่ cuvette จะต้องสะอาด และไม่มีสิ่งของมาบดบังช่องทางเดินของแสง

4. วางแผนการทดลองก่อนการใช้งานเครื่อง กำหนดความยาวคลื่นที่ต้องการใช้ และเลือกชนิด cuvette ให้เหมาะสมกับงาน

วิธีการใช้เครื่องมือ



รูปที่ 48 แสดงปุ่มกด และหน้าจอแสดงผลของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011)

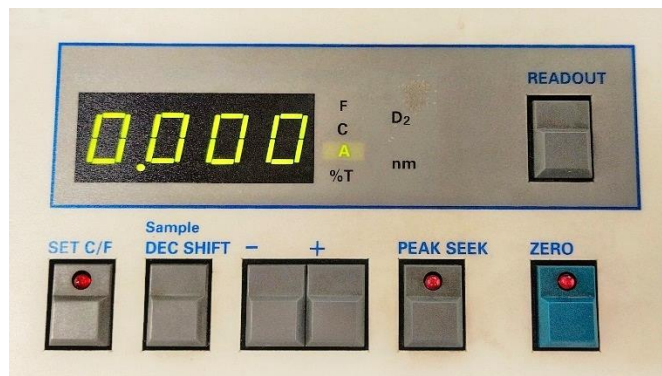
- ปุ่ม READOUT คือ ปุ่มสำหรับกดเลือกโหมดในการตั้งค่า และเป็นปุ่มยืนยันการตั้งค่า
- ปุ่ม -/+ คือ ปุ่มสำหรับเพิ่ม หรือลดค่า ที่ต้องการตั้ง
- ปุ่ม ZERO คือ ปุ่มสำหรับกดเพื่อตั้งค่าเป็น 0.000 ของค่าการดูดกลืนแสง และ 100% transmission ปุ่มนี้เอาไว้ตั้งค่าตัวอ้างอิงในการวัด (blank)
- ปุ่ม DEC SHIFT คือ ปุ่มสำหรับกดปรับค่าทศนิยมของความเข้มข้น หรือ factor
- ปุ่ม SET C/F คือ ปุ่มกดเพื่อตั้งค่าความเข้มข้น หรือตั้งค่า factor ของตัวอย่าง
- ปุ่ม PEAK SEEK คือ ปุ่มกดสำหรับตรวจหาความยาวคลื่นที่วัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงที่สุด

1. กดปุ่มเปิดสวิตช์ด้านหลังของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่หน้าจอแสดงผลจะปรากฏข้อความ CAL กระพริบอยู่ แสดงว่าเครื่องกำลังสอบเทียบ (Calibrate) ระบบต่างๆ ในตัวเครื่องอยู่ ควรเปิดเครื่องก่อนการใช้งานประมาณ 15 นาที หน้าจอแสดงข้อความ CAL แสดงในรูปที่ 49



รูปที่ 49 แสดงข้อความ CAL ที่หน้าจอแสดงผลของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011)

2. ในการวัดค่าการดูดกลืนแสงจะต้องมีค่าอ้างอิง (เรียกว่าการ set blank) เอาไว้เปรียบเทียบกับตัวอย่าง โดยใส่ตัวอ้างอิงลงใน cuvette แล้วใส่ลงไปในเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง แล้วปิดฝา
3. ตั้งค่าความยาวคลื่นที่ต้องการด้วยการกด READOUT ให้ไฟสว่างที่ตำแหน่ง nm กดลูกศร + และ - เพื่อเพิ่ม หรือลดค่าความยาวคลื่นที่ต้องการ หลังจากนั้นกด READOUT อีกครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันค่า
4. กดปุ่ม READOUT เพื่อเลือกโหมดในการวัดค่า ในกรณีที่ต้องการวัดค่าในหน่วย OD กดให้ไฟส่องสว่างขึ้นที่ตำแหน่ง A (Absorbance) ถ้าต้องการวัดค่าในหน่วย %Transmittance กดให้ไฟส่องสว่างขึ้นที่ตำแหน่ง %T
5. กดปุ่ม ZERO เพื่อให้ตัวอ้างอิงมีค่าเป็น 0.000 ดังแสดงในรูปที่ 50



รูปที่ 50 แสดงหน้าจอแสดงผลหลังจากที่ กดปุ่ม ZERO ของเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Cecil รุ่น 1011)

6. เอา cuvette ที่ใส่ตัวอ้างอิง (blank) ออกจากช่องใส่ในตัวเครื่อง
7. ใส่ cuvette ของสารตัวอย่างที่ต้องการวัด แล้วอ่านค่าตัวเลขที่ปรากฏบนหน้าจอแสดงผล

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. หลังจากวัดค่าตัวอย่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องเอา cuvette ออกจากช่องใส่ในตัวเครื่องทุกครั้ง
2. ปิดสวิตช์ด้านหลังตัวเครื่อง แล้วถอดปลั๊กไฟออกให้เรียบร้อย
3. ถ้ามีกระดาษที่ใช้เช็ด cuvette ตกกลงไปในเครื่อง จะต้องเอาออกให้เรียบร้อย แล้วใส่ถุงดูดความชื้นไว้ในตัวเครื่องด้วยทุกครั้ง
4. ลงบันทึกการใช้งาน (Log book)

วิธีดูแลรักษา และข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ถ้าใช้ cuvette ที่มีระยะทางที่แสงส่องผ่าน (pathlength) ขนาด 10 มิลลิเมตร ควรใส่ตัวอย่างปริมาตร 2 ใน 3 ส่วน ของ cuvette หรือประมาณ 2.5 มิลลิลิตร ไม่ควรใส่ตัวอย่างจนเต็ม เพราะอาจจะทำให้ตัวอย่างหกขณะใส่ cuvette ลงในเครื่องได้
2. ควรเปิดเครื่องทิ้งไว้ก่อนใช้งานประมาณ 15 นาที
3. เลือกใช้ชนิดของ cuvette ให้เหมาะสมกับสารตัวอย่าง และควรเช็ดด้านข้างของ cuvette ให้สะอาดก่อนใส่ลงในเครื่อง
4. ทำความสะอาดเครื่องด้วยผ้าชุบน้ำบิดหมาด ไม่ควรทำน้ำหกกลงไปในตัวเครื่อง เพราะจะทำให้ไฟฟ้าช็อตได้
5. ถ้าวัดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ หรือความขุ่นของเชื้อควรใช้ตัวอ้างอิง (blank) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่ใช้เลี้ยงจุลินทรีย์ หรือใช้ normal saline (0.85% NaCl) ที่ใช้เจือจางตะกอนเชื้อจุลินทรีย์
6. ถ้าในการทดลองต้องวัดสารตัวอย่างหลายหลอด ควรวัดตัวอย่างที่มีความเข้มข้นน้อยก่อน สารละลายที่มีความเข้มข้นมากตามลำดับ
7. กรณีที่ในการทดลองมีขั้นตอนการหยุดปฏิกิริยาด้วยน้ำเย็น เมื่อหยุดปฏิกิริยาเสร็จแล้วจะต้องตั้งหลอดไว้ให้ตัวอย่างหายเย็น เนื่องจากตัวอย่างที่เย็นกว่าอุณหภูมิห้องขณะวัดค่าจะเกิดฝ้าที่ cuvette ส่งผลกระทบต่อแสงที่ผ่าน cuvette ได้ เช่น การวัดน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยปฏิกิริยาของสาร 3,5-Dinitrosalicylic acid (DNSA) เป็นต้น
8. กรณีที่สารตัวอย่างเกิดฟองง่าย เช่น การเตรียม Bovine serum albumin (BSA) เพื่อเป็นสารมาตรฐานในการวัดค่าโปรตีนของสารตัวอย่าง จะต้องระมัดระวังในการถ่ายตัวอย่าง โดยค่อยๆ ดูดสารละลายลงใน cuvette เพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศได้
9. ไม่ควรตั้งเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงในบริเวณที่มีความร้อน สัมผัสเทียนจากเครื่องมือชนิดอื่น จากลม หรือเครื่องปรับอากาศ
10. ควรตรวจดูการใช้งานของหลอดกำเนิดแสงเป็นระยะๆ
11. ระวังไม่ให้สารเคมีหกเข้าสู่ตัวเครื่อง
12. ควรวางเครื่องในพื้นที่ที่ไม่มี ความชื้นมาก และวางเครื่องให้ห่างจากผนังเพื่อให้เครื่องสามารถระบายความร้อนได้

4.3.15 กล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200)



รูปที่ 51 กล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200)

หลักการทำงานของเครื่องมือ

กล้องจุลทรรศน์นับว่าเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเป็นอย่างมาก เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาจุลินทรีย์ซึ่งมีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยกล้องจุลทรรศน์จะประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบใหญ่คือ แหล่งกำเนิดแสง และระบบเลนส์

แหล่งกำเนิดแสงของกล้องจุลทรรศน์ คือหลอดไฟที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ และความเข้มแสงได้ โดยมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รวมแสง (Condenser) รวมแสงให้เป็นลำ และมี Iris diaphragm ทำหน้าที่ควบคุมขนาดของรูเปิดรับแสง เพื่อให้ลำแสงผ่านเข้าสู่เลนส์ได้มากขึ้นตามต้องการ ดังนั้นการเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นสั้น และมีความเข้มแสงที่เหมาะสม จะทำให้กล้องจุลทรรศน์มีประสิทธิภาพในการแยกความแตกต่างของวัตถุ (Resolution) และความคมชัด (Contrast) ของภาพได้ดีขึ้น

ระบบเลนส์ของกล้องจุลทรรศน์นั้นประกอบไปด้วยเลนส์ใกล้ตา (Ocular lens) ซึ่งส่วนมากจะมีกำลังขยาย 10x และ 15x และเลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) มีกำลังขยายตั้งแต่ 4x, 10x, 40x และ 100x ให้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน โดยห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาจะใช้ทุกกำลังขยาย โดยเฉพาะเลนส์ 40x และ 100x การใช้เลนส์ 100x จะต้องมีการใช้น้ำมันสำหรับกล้องจุลทรรศน์ (Immersion oil) ควบคู่ไปด้วยเพื่อลดดัชนีการหักเหของแสง ลำแสงจะได้เข้าสู่เลนส์ได้มากขึ้น เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยาย 100x จะทำให้ระยะระหว่างเลนส์กับตัวอย่างที่นำมาส่องใกล้กันมาก แสดงในตารางที่ 18 ถ้าใช้กล้องจุลทรรศน์ผิด

วิธีอาจทำให้เลนส์ใกล้วัตถุเกิดรอยขีดข่วน และชำรุดได้ ผู้ใช้งานควรมีความระมัดระวัง และเรียนรู้วิธีการใช้งานกล้องจุลทรรศน์อย่างถูกต้อง

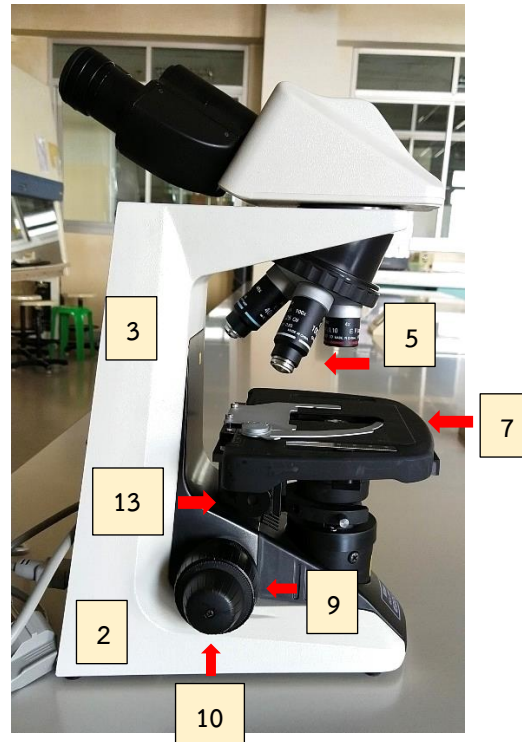
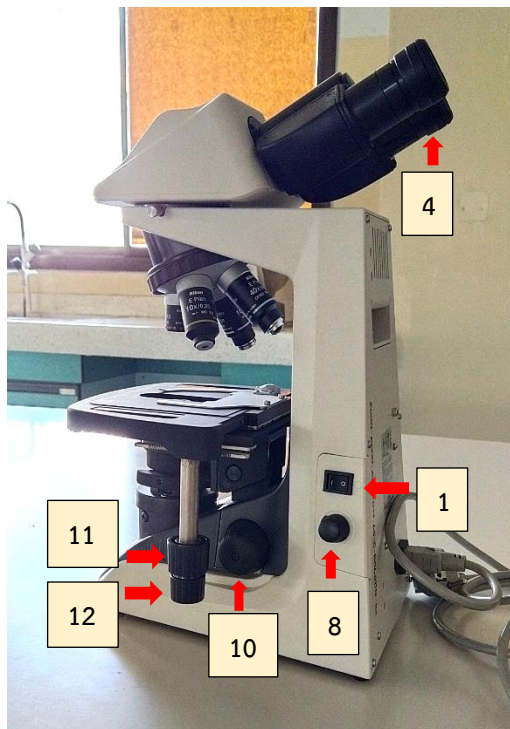
ตารางที่ 18 คุณสมบัติของเลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) ที่กำลังขยายต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200) เมื่อเลนส์ใกล้ตา (Ocular lens) มีกำลังขยาย 10x

กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ	กำลังขยายรวม	ช่องรับแสง	Resolution	ระยะทำงาน
4x	40x	0.1	2.8 μm	30 mm
10x	100x	0.25	1.1 μm	7 mm
40x	400x	0.65	0.4 μm	0.65 mm
100x	1000x	1.25	0.2 μm	0.23 mm

จากตารางที่ 18 จะเห็นว่าที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ 100x จะมีระยะทำงานที่สั้นมากคือ 0.23 mm ดังนั้นเลนส์ใกล้วัตถุจึงมีความใกล้กับตัวอย่างเป็นอย่างมาก และยังมี Resolution น้อยมากคือ 0.2 μm หมายความว่าที่กำลังขยาย 100x สามารถแยกภาพของวัตถุที่ใกล้กันระยะ 0.2 μm ออกจากกันได้

ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟ และสายไฟที่ต่อกับตัวกล้องจุลทรรศน์ต้องแน่นหนา และอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
2. ในกรณีที่มีการยกกล้องออกจากตู้เก็บ ผู้ใช้งานต้องจับกล้องให้ถูกวิธี คือ มือขวาจับที่ตัวแขนของกล้อง และมือซ้ายรองฐานกล้องเอาไว้
3. เช็ดทำความสะอาดเลนส์ด้วยแอลกอฮอล์สำหรับเช็ดเลนส์ และกระดาษเช็ดเลนส์
4. ตรวจสอบทุกครั้งก่อนการยกกล้อง หรือก่อนการใช้งานกล้อง เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายต่ำที่สุด จะต้องอยู่กลางลำกล้อง

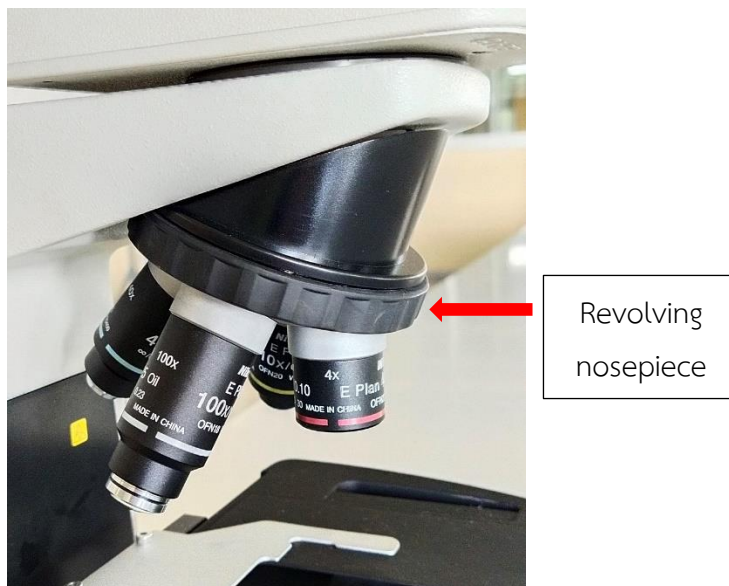


รูปที่ 52 แสดงรายละเอียดองค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200)

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. สวิตช์เปิด-ปิด | 8. ปุ่มควบคุมความสว่าง |
| 2. ฐานกล้อง | 9. ปุ่มปรับโฟกัสอย่างหยาบ |
| 3. แขนของกล้อง | 10. ปุ่มปรับโฟกัสอย่างละเอียด |
| 4. เลนส์ใกล้ตา | 11. ปุ่มปรับแท่นวัตถุให้เดินหน้า และถอยหลัง |
| 5. เลนส์ใกล้วัตถุ | 12. ปุ่มปรับแท่นวัตถุให้เคลื่อนไปทางซ้าย และขวา |
| 6. Condenser ใช้สำหรับรวมแสง | 13. ปุ่มปรับโฟกัสของ Condenser |
| 7. แท่นวัตถุ และที่ยึดตัวอย่าง | 14. Iris diaphragm ช่องเปิดรับแสง |

วิธีการใช้เครื่องมือ

1. เสียบปลั๊กไฟ กดสวิตช์เปิดเครื่องบริเวณด้านข้างเครื่อง แล้วหมุนปุ่มปรับแสงให้มีความเข้มแสงที่เหมาะสม
2. เอาแผ่นสไลด์ (Slide) ที่มีตัวอย่างวางไว้บนแท่นวัตถุ แล้วใช้ที่ยึดตัวอย่างยึดตัวอย่างไว้กับแท่นวัตถุ
3. หมุนปรับโฟกัสของ Condenser ให้ขึ้นมาใกล้กับแผ่นสไลด์
4. ปรับระยะห่างระหว่างเลนส์ใกล้ตาทั้งสองข้าง ให้เหมาะสมกับระยะห่างของตาข้างซ้าย และข้างขวาจะทำให้เห็นภาพที่เห็นภายใต้กล้องจาก 2 วงซ้อนทับกันเป็นวงเดียว ทำให้ผู้ใช้งานสามารถมองภาพด้วยตาทั้งสองข้างได้ โดยแต่ละบุคคลจะมีระยะห่างของตาไม่เท่ากัน จึงจำเป็นต้องปรับค่าเพื่อความเหมาะสมทุกครั้ง
5. ตรวจสอบว่าเลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยาย 4x อยู่ตรงกลางลำกล้อง แล้วค่อยๆ ปรับปุ่มโฟกัสอย่างหยาบขึ้นมาจนสุด โดยตาจะต้องมองภาพตลอด หลังจากนั้นค่อยๆ ลดระดับปุ่มปรับโฟกัสหยาบลงจนเห็นภาพที่ชัดเจนใต้กล้อง ให้หมุนปุ่มปรับโฟกัสละเอียดอีกเล็กน้อยจนได้ภาพที่คมชัด
6. ไล่สายตาจากเลนส์ใกล้ตามามองด้านข้างของกล้อง แล้วใช้มือค่อยๆ หมุน Revolving nose piece ซึ่งเป็นที่ยึดเลนส์ทุกกำลังขยายไว้กับกล้อง ให้กำลังขยาย 10x มาอยู่ตรงกลางลำกล้องแทน 4X ถ้าภาพภายใต้กล้องไม่ชัดเพียงเล็กน้อยให้หมุนปุ่มปรับโฟกัสละเอียดจนภาพชัด แต่ถ้าภาพไม่ชัดมากให้หมุนปุ่มปรับโฟกัสหยาบก่อนจนภาพชัด ถึงจะปรับโฟกัสละเอียดอีกครั้ง



รูปที่ 53 แสดง Revolving nosepiece ของกล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) (Nikon รุ่น E200)

7. เมื่อได้ภาพที่คมชัดที่กำลังขยาย 10x แล้ว ให้ไล่สายตาจากกล้องจุลทรรศน์มามองด้านข้างของกล้อง แล้วใช้มือค่อยๆ หมุน Revolving nosepiece เพื่อเลื่อนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40x มาไว้ตรงกลาง หลังจากนั้นมองภาพภายใต้กล้อง ใช้มือค่อยๆ หมุนปรับความคมชัดของภาพด้วยปุ่มปรับโฟกัสละเอียด การ

ใช้กำลังขยาย 40x จะไม่มีการใช้ปุ่มปรับโฟกัสหยาบอีกแล้ว เพราะระยะห่างของแผ่นสไลด์กับเลนส์ใกล้วัตถุ มีความใกล้เคียงกันมาก ในบางครั้งมีการวางแผ่นปิดกระจก (Cover slide) ปิดทับแผ่นสไลด์ เช่น การศึกษา ลักษณะของเส้นใย และสปอร์รา หรือการดูรูปร่าง การแบ่งเซลล์ของยีสต์ เป็นต้น

8. เมื่อได้ภาพที่ชัดเจนที่กำลังขยาย 40x แล้ว ให้หมุนเลนส์ 40x ออก แล้วหยด Immersion oil 1 หยด ลงไปบนแผ่นสไลด์ที่มีตัวอย่าง ตรงตำแหน่งที่เห็นแสงไฟส่องขึ้นมา หลังจากนั้นให้หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยาย 100x มาไว้ตรงกลางลำกล้อง โดยต้องระวังไม่หมุนเลนส์ 40x ผ่าน Immersion oil และใช้ตามองภาพภายใต้กล้อง แล้วค่อยๆ หมุนปุ่มปรับโฟกัสละเอียดเพียงเล็กน้อย ก็จะได้ภาพที่คมชัด การใช้กำลังขยาย 100x ห้ามใช้ปุ่มปรับโฟกัสหยาบ เพราะระยะห่างของแผ่นสไลด์กับเลนส์ใกล้วัตถุมีความใกล้เคียงกันมาก โดยกำลังขยาย 100x มักนิยมใช้ส่องแบคทีเรียซึ่งมีขนาดเล็กกว่ารา และยีสต์

9. เมื่อส่องดูตัวอย่างจนเสร็จเรียบร้อยแล้วให้หมุนเลนส์ใกล้วัตถุไปที่กำลังขยายต่ำสุด คือ 4x หมุนปุ่มปรับโฟกัสหยาบลงเพื่อเลื่อนให้แท่นวัตถุอยู่ในระดับต่ำสุด เอาแผ่นสไลด์ตัวอย่างออกจากแท่นวัตถุ กดสวิตช์ปิดกล้องจุลทรรศน์ แล้วถอดปลั๊กไฟ ถีบสายไฟให้เรียบร้อย ทำความสะอาดเลนส์ใกล้วัตถุ และรองกล้องจุลทรรศน์หายร้อน จึงยกกล้องไปเก็บแล้วคลุมถุงเก็บกล้องเพื่อป้องกันฝุ่นให้เรียบร้อย

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. ใช้กระดาษเช็ดเลนส์ซับน้ำมันสำหรับกล้องจุลทรรศน์ (Immersion oil) ออกจากเลนส์ใกล้วัตถุ กำลังขยาย 100x

2. ใช้สาร Ethanol ร้อยละ 95 หยดลงบนกระดาษเช็ดเลนส์ แล้วซับ Immersion oil ส่วนที่เหลือ ออกจากเลนส์ให้หมด

3. เมื่อกล้องจุลทรรศน์หายร้อน ประมาณ 30 นาทีหลังใช้งานเสร็จ ให้ยกกล้องไปเก็บแล้วคลุมด้วยถุงเก็บกล้องเพื่อป้องกันฝุ่นให้เรียบร้อย

เนื่องจากกล้องจุลทรรศน์ เป็นเครื่องมือที่มีรายละเอียดในการใช้งาน ผู้ใช้งานจำเป็นต้องฝึกฝนการใช้ให้ชำนาญ ซึ่งผู้ใช้งานในระยะเริ่มแรกอาจพบปัญหาการใช้งานที่ทำให้หาภาพตัวอย่างภายใต้กล้องไม่พบ โดยมีสาเหตุที่พบได้บ่อย และวิธีการแก้ไขดังนี้

1. หาภาพภายใต้กล้องไม่พบ

สาเหตุ เลื่อนแท่นวัตถุเลยระยะการทำงานของเลนส์ใกล้วัตถุ สังเกตได้จากระยะห่างระหว่างเลนส์ใกล้วัตถุ และแผ่นสไลด์

วิธีแก้ไข ควรหมุนปุ่มปรับโฟกัสหยาบให้ช้าลง ในขณะที่หมุนให้มองภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ไว้ตลอด

2. ภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์มืดหรือสว่างเกินไป

สาเหตุ เกิดจากแสงผ่านเข้าสู่เลนส์ได้น้อย หรือมากเกินไป ส่งผลให้ภาพภายใต้กล้องมืด หรือสว่างเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อความคมชัดของภาพได้ด้วย

วิธีแก้ไข ให้ปรับระดับ Condenser ลง ให้ห่างจากแผ่นสไลด์อีกเล็กน้อย และปรับ Iris diaphragm ให้เปิดกว้างมากขึ้นตามต้องการ นอกจากนี้การหมุนปรับระดับความเข้มแสงก็สามารถช่วยแก้ไขสาเหตุนี้ได้ด้วย

3. คุณภาพของภาพที่ได้ไม่คมชัด

สาเหตุ มีอยู่หลายสาเหตุเช่น ปิดกระจกปิดสไลด์มากกว่า 1 แผ่น วางสไลด์กลับด้าน และไม่ได้หยด Immersion oil ขณะใช้กำลังขยาย 100x

วิธีแก้ไข 1. กระจกปิดสไลด์ จะต้องปิดบนตัวอย่างเพียง 1 แผ่น และความหนาของกระจกปิดสไลด์ต้องหนาเพียง 0.17 มิลลิเมตร

2. กลับด้านสไลด์ให้ถูกต้อง ขณะเตรียมตัวอย่างมาส่องกล้องจุลทรรศน์ควรทำสัญลักษณ์ไว้บนขอบสไลด์ด้านที่มีตัวอย่าง ซึ่งป้องกันการสับสนได้

3. ต้องหยด Immersion oil ทุกครั้งที่ใช้เลนส์วัตถุกำลังขยาย 100x

4. หลอดไฟไม่สว่างขณะเปิดเครื่อง

สาเหตุ อาจเกิดจากสาเหตุดังนี้ ไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้ามาในกล่องเลย หลอดไฟในกล่องจุลทรรศน์ขาด หรือฟิวส์ที่อยู่ด้านหลังของกล่องจุลทรรศน์ระเบิด

วิธีแก้ไข 1. ตรวจสอบปลั๊กไฟด้านหลังกล่องจะต้องต่อให้แน่น เพราะอาจจะขยับขยับยกกล่องได้

2. เลื่อนหน่วยเลนส์ฟิลด์ออก แล้วตรวจสอบหลอดไฟ ขณะหยิบหลอดไฟออกมาจะต้องใส่ถุงมือ หรือใช้ผ้าจับหลอดก่อน เพื่อป้องกันลายนิ้วมือติดที่หลอดไฟ

3. เปิดช่องด้านหลังเครื่อง เอาฟิวส์ออกมาตรวจสอบ ถ้าฟิวส์ขาด ก็เปลี่ยนให้เรียบร้อย

วิธีดูแลรักษา และข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. ควรเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์ด้วยความระมัดระวัง ไม่ทำให้กล้องสั่นสะเทือน เพราะอาจทำให้อุปกรณ์ภายในกล้องเคลื่อนที่ แล้วอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้งานของกล้องจุลทรรศน์ได้

2. ควรใช้หลอดไฟ และฟิวส์ตามที่เครื่องกำหนดมา ในกรณีกล้องจุลทรรศน์ Nikon รุ่น E200 ต้องใช้หลอดไฟฮาโลเจน 6V-20W (PHILIPS 7388 หรือ OSRAM HLX 64250) หรือหลอดไฟฮาโลเจน 6V-30W (PHILIPS 5761) ส่วนฟิวส์ควรใช้ 250V 1A ชนิด time-lag ประเภท high-breaking จำนวน 2 อัน

3. ในการเปลี่ยนหลอดไฟ และฟิวส์จะต้องทำตอนปิดกล้อง และกล้องจุลทรรศน์จะต้องไม่ร้อน หรือหลังการใช้งานกล้องจุลทรรศน์ไปแล้ว 30 นาที โดยขณะที่เปลี่ยนหลอดไฟ และฟิวส์ จะต้องใส่ถุงมือ หรือใช้ผ้าจับ เพื่อป้องกันรอยนิ้วมือติดไปบนหลอดไฟ ซึ่งอาจทำให้ความสว่างของหลอดไฟลดลง

4. เก็บกล้องจุลทรรศน์ในที่ที่มีความชื้น และไม่มีฝุ่น ควรคลุมถุงหุ้มกล้องป้องกันฝุ่นละอองเมื่อไม่ได้ใช้งานกล้อง

5. ขณะที่เปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ ห้ามจับที่ตัวเลนส์แล้วหมุนเปลี่ยนกำลังขยาย เพราะตัวเลนส์เป็นเกลียวอาจจะหมุนแล้วหลุดตกได้ ซึ่งจะทำให้ตัวเลนส์มีความเสียหาย ให้จับที่ Revolving nosepiece แล้วค่อยๆ หมุนเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์

6. เมื่อมีการใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยาย 100x จะต้องมีการใช้ Immersion oil ทุกครั้ง ต้องระวังไม่ให้ Immersion oil ไปเปื้อนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายอื่นๆ แล้วเมื่อใช้กล้องที่กำลังขยาย 100x เสร็จเรียบร้อยแล้วต้องเช็ดเลนส์ด้วยกระดาษเช็ดเลนส์ โดยไม่ถูกระดาษไปมา หลังจากนั้นให้หยดแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 ลงบนกระดาษเช็ดเลนส์แผ่นใหม่ แล้วเช็ดที่เลนส์ใกล้วัตถุ และใช้กระดาษเช็ดเลนส์ที่แห้งเช็ดอีกครั้งจนไม่มีน้ำมันเหลืออยู่ที่เลนส์อีก

7. ห้ามใช้น้ำมันสำหรับกล้องจุลทรรศน์ (Immersion oil) กับเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40x ให้ใช้กับหัวเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100x เท่านั้น

8. การทำความสะอาดตัวกล้องจุลทรรศน์ ทำได้โดยใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดเช็ดตามตัวกล้อง หรือใช้น้ำสบู่อ่อนเช็ด แล้วเช็ดด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง หลังจากนั้นเช็ดตัวกล้องให้แห้ง ไม่ควรใช้สารละลายอินทรีย์ เช่น อีเธอร์ ทินเนอร์ ในการทำความสะอาดกล้องจุลทรรศน์ เพราะจะทำให้สีหลุด และชิ้นส่วนของตัวกล้องจุลทรรศน์ที่เป็นพลาสติกอาจหลุดออกมาได้

4.3.16 ตู้แช่แข็ง (Deep freeze) (ThermoFisher Scientific รุ่น 900)

การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการเรียนการสอน และเชื้อจุลินทรีย์ที่นักศึกษาใช้ทำในโครงการวิจัยให้มีชีวิต มีคุณสมบัติ และสารพันธุกรรมคงที่ตลอดการทดลอง โดยเมื่อนำกลับมาเพาะเลี้ยงใหม่ เชื้อจุลินทรีย์ต้องมีคุณสมบัติดั้งเดิมไม่ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ตัวอื่น หรือตายไป ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญในงานทางจุลชีววิทยา การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์มีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และบุคลากรที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยานิยมเก็บเชื้อจุลินทรีย์ไว้ในห้องเย็น 4 องศาเซลเซียส และตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20, -80 องศาเซลเซียส และ -196 องศาเซลเซียส (ไนโตรเจนเหลว) ซึ่งแต่ละวิธีจะมีอายุการเก็บรักษา และรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ในห้องเย็น 0 ถึง 4 องศาเซลเซียส คือ การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารแข็ง หรืออาหารเหลว เมื่อเชื้อเจริญได้ระยะที่ต้องการแล้วให้นำไปเก็บในห้องเย็น 0 ถึง 4 องศาเซลเซียส ซึ่งแบคทีเรียสามารถมีชีวิตอยู่ได้ 3 สัปดาห์ ถึง 2 เดือน แล้วแต่ละชนิดของแบคทีเรีย ส่วนราสามารถมีชีวิตอยู่ได้ 3 ถึง 4 เดือน (รวิวรรณ อาจสำอาง, 2565, สุจิตรา ยาหอม และคณะ, 2019, Tankeshwar. A, 2021) ดังนั้นการเก็บในห้องเย็น 0 ถึง 4 องศาเซลเซียส เหมาะกับการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องใช้งานบ่อย ๆ เพราะอายุในการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากการเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นการชะลอเมตาบอลิซึมของเชื้อจุลินทรีย์เท่านั้น โดยเชื้อจุลินทรีย์จะยังคงสามารถโตได้อย่างช้า ๆ และปล่อยของเสียลงมาในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ถ้าไม่ได้นำเชื้อจุลินทรีย์มาเปลี่ยนอาหารใหม่ (Subculture) ก็จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตายได้ในที่สุด

2. วิธีการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ภายใต้พาราฟินเหลว และเก็บไว้ในห้องเย็น 0 ถึง 4 องศาเซลเซียส คือ การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์บนอาหารแข็งเอียง (Agar slant) แล้วปิดทับด้วยพาราฟินเหลว (Liquid paraffin) ที่ปลอดเชื้อ โดยต้องเทพาราฟินเหลวให้ท่วมปลายอาหารแข็งเอียงมา 0.5 นิ้ว แล้วนำไปไว้ในห้องเย็น 0 ถึง 4 องศาเซลเซียส ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยานิยมใช้วิธีนี้ในการเก็บรักษารา โดยอายุการเก็บรักษาด้วยวิธีนี้สามารถเก็บเชื้อจุลินทรีย์ได้นาน หลายเดือน จนถึง หลายปี ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ด้วยการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ภายใต้พาราฟินเหลว และเก็บไว้ในห้องเย็น 0 ถึง 4 องศาเซลเซียส จะช่วยยืดอายุของเชื้อจุลินทรีย์ได้นานกว่าเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ในห้องเย็น 0 ถึง 4 องศาเซลเซียสโดยไม่ปิดทับพาราฟินเหลว เพราะพาราฟินเหลวปลอดเชื้อจะปกป้องผิวหน้าของอาหาร เป็นการลดปริมาณแก๊สออกซิเจน (O_2) ส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ลดกิจกรรมเมตาบอลิซึม ลดการเจริญเติบโตลงไปด้วย

3. วิธีการเก็บรักษาโดยการแช่แข็ง (Cryopreservation) คือ การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ภายใต้ อุณหภูมิต่ำตั้งแต่ -20 ถึง -85 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ในไนโตรเจนเหลว ซึ่งเป็นการ เก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการเก็บรักษาจะทำได้โดยเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย และยีสต์ในอาหารเหลว เมื่อเชื้อเจริญแล้ว ให้นำเชื้อผสมกับสารที่ทำหน้าที่ป้องกันเซลล์แตก (Cryoprotectant) เช่น glycerol, dimethyl sulfoxide (DMSO) ส่วนเชื้อรา ให้เลี้ยงเชื้อราบนจานเพาะเชื้อ เมื่อเชื้อ เจริญจนสร้างสปอร์ให้ใช้มีดตัดชิ้นวัฒนธรรมเล็ก ๆ ใส่ลงไปในหลอดเก็บที่มี 10% glycerol ผสมกับน้ำกลั่น อยู่ วิธีการเก็บรักษาโดยการแช่แข็งมักนิยมใช้ในการเก็บรักษาเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ ราที่สร้างสปอร์ และเซลล์ เพาะเลี้ยง (Cell culture) ในการเก็บรักษาจะใช้ความเข้มข้นของ glycerol ร้อยละ 15 และใช้ dimethyl sulfoxide (DMSO) ร้อยละ 10 สำหรับเซลล์เพาะเลี้ยง ข้อดีในการเก็บรักษาเชื้อแบบแช่แข็ง คือเก็บได้นาน โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส และ -196 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานถึง 10 ถึง 20 ปี (รวิวรรณ อาจสำอา, 2565, สุจิตรา ยาหอม และคณะ, 2019, Tankeshwar. A, 2021) แต่ก็เป็นวิธีที่ ต้นทุนสูง เพราะต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง ต้องหมั่นเติมไนโตรเจนเหลว และต้องใช้บุคลากรในการดูแล รักษาจุลินทรีย์ตลอด

4. วิธีการเก็บรักษาจุลินทรีย์แบบแช่แข็งแห้ง (Lyophilization, Freeze-Drying) เป็นวิธีที่ทำให้ เชื้อจุลินทรีย์แห้งอย่างรวดเร็วด้วยการระเหิด เป็นวิธีที่สามารถเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ได้นานถึง 30 ปี (รวิวรรณ อาจสำอา, 2565, สุจิตรา ยาหอม และคณะ, 2019, Tankeshwar. A, 2021) ในขั้นตอนการเก็บ รักษาจะต้องทำให้จุลินทรีย์เย็นเป็นน้ำแข็งก่อน เช่น นำเชื้อจุลินทรีย์ไปแช่แข็งในตู้แช่แข็ง -80 องศา เซลเซียสก่อน ถึงจะมาทำ Lyophilization ได้ ซึ่งวิธีเก็บรักษาจุลินทรีย์แบบแช่แข็งแห้งนี้จะเป็นการเอาน้ำ ออกไป จากสภาพของแข็งไปเป็นแก๊ส เมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์จะหยุดลง เชื้อจุลินทรีย์จึงเก็บรักษาไว้ได้ นาน โดยคุณสมบัติไม่เปลี่ยน แต่เป็นวิธีที่ต้นทุนสูง เพราะต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง และต้องใช้ความ ชำนาญของบุคลากรในการดูแลรักษาเครื่องมือ

หลักการทำงานของเครื่องมือ

ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งแบบเก็บไว้ในห้องเย็น และแบบแช่แข็ง ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมาก การดูแลรักษา และใช้เครื่องแช่แข็ง (Deep freeze) ให้ถูกวิธีจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ตู้แช่แข็ง (Deep freeze) (ThermoFisher Scientific รุ่น 900) ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาสามารถตั้งค่า อุณหภูมิได้ในช่วง -50 ถึง -86 องศาเซลเซียส มีความคงตัวทางเคมี และปราศจากสารคาร์บอนไดออกไซด์ (CFC) ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม มีฉนวน และขอบยางหนาแน่นเก็บความเย็นได้ดี



รูปที่ 54 ตู้แช่แข็ง (Deep freeze) (ThermoFisher Scientific รุ่น 900)

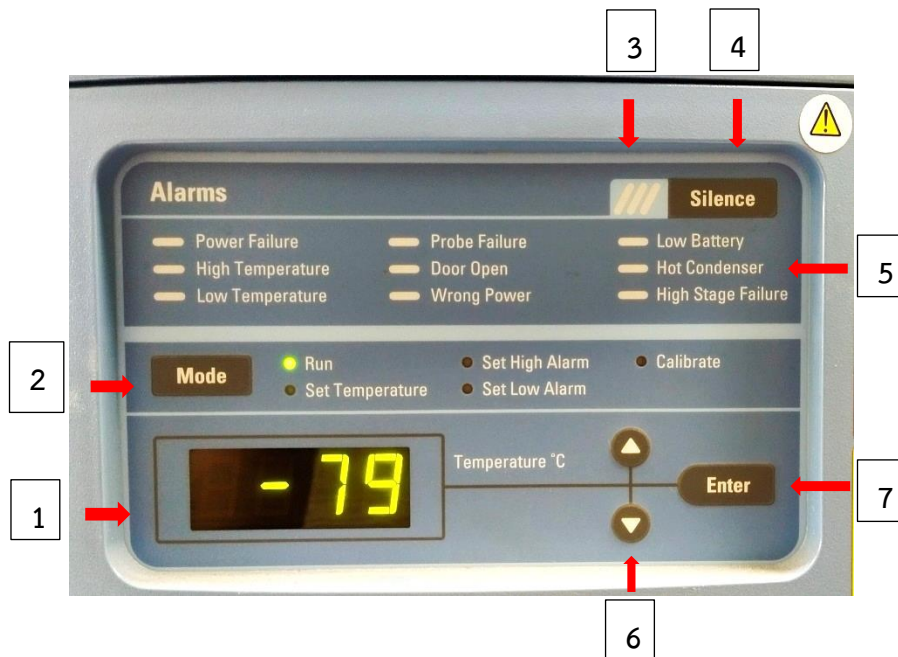
ก่อนใช้งานเครื่องมือ

1. เตรียมเชื้อจุลินทรีย์ผสมกับสาร cryoprotectant ให้เรียบร้อยแล้ว
2. ตรวจสอบปลั๊กไฟ และสภาพของเครื่องต้องสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
3. สวมถุงมือชนิดที่ป้องกันความเย็นจากน้ำแข็งได้



รูปที่ 55 ถุงมือกันความเย็นใช้ร่วมกับตู้แช่แข็ง (Deep freeze)

วิธีการใช้เครื่องมือ



รูปที่ 56 แสดงแผงควบคุมการทำงาน หน้าจอแสดงผล และสัญญาณเตือนของตู้แช่แข็ง (Deep freeze)
(ThermoFisher Scientific รุ่น 900)

1. Temperature display คือ หน้าจอแสดงค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส
2. Mode คือ ปุ่มกดเลือกโหมดที่ต้องการตั้งค่า เช่น ตั้งค่าอุณหภูมิ ตั้งค่าเตือนอุณหภูมิสูง และต่ำ เป็นต้น
3. Alarm Indicator คือ ไฟกะพริบเตือนเมื่อตู้แช่แข็งเกิดความผิดปกติ
4. Silence คือ เสียงเตือนขณะที่เครื่องผิดปกติ สามารถกดปุ่มนี้เพื่อให้เสียงเตือนหยุดได้ แต่เสียงเตือนจะกลับมาดังภายใน 15 นาที จนกว่าจะแก้ไขความผิดปกติของเครื่องได้
5. Alarm Panel คือ แผงสัญญาณเตือนต่างๆ สัญญาณเตือนที่เกิดขึ้นบ่อยๆ เช่น
 - Power failure คือ ไฟฟ้าดับ หรือไฟไม่เข้าเครื่อง
 - Door open คือ ประตูตู้แช่แข็งปิดไม่สนิท หรือเปิดประตูแช่แข็งขณะหาของไว้นานเกินไป
 - Hot condenser คือ เครื่องเกิดความร้อนมากเกินไป
 - Low battery คือ แบตเตอรี่ของเครื่องมีความผิดปกติ
6. ลูกศรขึ้น และลง คือ กดปุ่มเพิ่ม หรือลดค่าที่ต้องการจะตั้งค่า
7. Enter คือ ปุ่มกดยืนยันการตั้งค่าลงในหน่วยความจำ

วิธีการตั้งค่าอุณหภูมิการใช้งาน

1. กดปุ่ม Mode ค้างไว้จนกระทั่งไฟสีเขียวหน้าคำว่า Set Temperature สว่างขึ้นมา
2. กดปุ่มลูกศรขึ้น หรือลง เพื่อปรับตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการ
3. กดปุ่ม Enter เพื่อยืนยันค่าที่ต้องการตั้ง
4. กดปุ่ม Mode อีกครั้งเพื่อให้ไฟสีเขียวหน้าคำว่า Run สว่างขึ้น แสดงว่าเครื่องกำลังทำอุณหภูมิตามที่ได้อัปเดตค่าไว้

วิธีการตั้งค่า High Temperature Alarm และ Low Temperature Alarm

การตั้งค่า High Temperature Alarm และ Low Temperature Alarm เพื่อเป็นการเตือนว่าอุณหภูมิภายในตู้สูง หรือต่ำกว่าที่ได้ตั้งค่าไว้ โดยการตั้งค่าอุณหภูมิควบคุมควรให้ห่างจากอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ไม่น้อยกว่า 5 องศาเซลเซียส

1. กดปุ่ม Mode ค้างไว้จนกระทั่งไฟสีเขียวหน้าคำว่า High หรือ Low Temperature สว่างขึ้นมา
2. กดปุ่มลูกศรขึ้น หรือลง เพื่อปรับตั้งค่าตามที่ต้องการ
3. กดปุ่ม Enter เพื่อยืนยันค่าที่ต้องการตั้ง
4. กดปุ่ม Mode อีกครั้งเพื่อให้ไฟสีเขียวหน้าคำว่า Run สว่างขึ้น

หลังการใช้งานเครื่องมือ

1. หลังจากนำเชื้อจุลินทรีย์เก็บเข้าไปในตู้แช่แข็งแล้ว ต้องปิดประตูตู้แช่แข็งให้สนิททุกครั้ง
2. เช็ดภายนอกตู้ด้วยผ้าเนื้อนุ่ม และแห้ง

วิธีดูแลรักษา และข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือ

1. เมื่อเกิดเหตุผิดปกติ จะมีสัญญาณเตือนทั้งเสียง และแสง สัญญาณเสียงสามารถปิดได้ โดยการกดปุ่ม Silence แต่แสงยังกะพริบอยู่ จนกว่าจะแก้ไขสาเหตุของการเตือนเรียบร้อยแล้ว ถ้าไม่มีการแก้ไขเสียงเตือนจะกลับมามีอีกครั้ง ภายใน 15 นาที
2. การทำความสะอาดแผ่นกรองฝุ่นหน้าตู้ ควรทำทุกๆ 4 เดือน โดยการเปิดฝาด้านหน้า ดึงเอาแผ่นกรองออกมา ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสบู่น้ำยาทำความสะอาด แล้วปล่อยให้แห้ง ก่อนใส่คืนดังเดิม



รูปที่ 57 แสดงแผ่นกรองฝุ่นของตู้แช่แข็ง (Deep freeze) (ThermoFisher Scientific รุ่น 900)

3. ถ้าไฟ Hot condenser สว่างขึ้นแสดงว่า การระบายความร้อนไม่ดี หรือบริเวณที่วางตู้ร้อนเกินไป (เกิน 32 องศาเซลเซียส) แก้ไขด้วยการทำความสะอาดแผ่นกรองฝุ่น หรือทำให้บริเวณที่วางเครื่องมีอากาศหมุนเวียน ควรวางเครื่องไว้ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ
4. ควรจัดระเบียบของในตู้แช่แข็งให้เป็นระเบียบ หาของได้ง่าย เช่น เก็บกล่องใส่เชื้อจุลินทรีย์ไว้ในชั้นแยกตามชื่อผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ หรือชนิดของเชื้อจุลินทรีย์
5. ขณะใส่เชื้อจุลินทรีย์ หรือนำของออกจากตู้แช่แข็ง ไม่ควรเปิดฝาตู้ค้างเอาไว้ เพราะจะทำให้อุณหภูมิในตู้แช่แข็งเพิ่มขึ้นได้ อาจส่งผลให้ของที่มีภายในตู้แช่แข็งเสียหายได้
6. ขณะที่เปิดประตูตู้แช่แข็ง ถ้ามีสัญญาณเตือนให้รีบปิดประตูตู้แช่แข็งทันที
7. ควรเอาน้ำแข็งที่อยู่ตามขอบยางออกเสมอ และเช็ดขอบยางให้แห้งทุกครั้ง ก่อนปิดประตูตู้แช่แข็ง
8. เมื่อไฟฟ้าดับ หน้าจอแสดงอุณหภูมิยังทำงานอยู่ พร้อมมีสัญญาณเตือน โดยมีแบตเตอรี่แห้งเป็นตัวสำรองไฟให้
9. ควรวางเครื่องให้ห่างจากผนัง เพื่อให้อากาศถ่ายเท ในกรณีที่สถานที่ตั้งมีไฟฟ้าดับบ่อย ควรมีไฟสำรองติดกับเครื่องแช่แข็ง

4.4 วิธีการติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงาน

4.4.1. การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

- ตัวชี้วัดหลัก คือ ปริมาณ และสภาพของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่สามารถให้บริการได้มากกว่า 70 %
- หน่วยนับปริมาณ คือ จำนวนเครื่องมือวิทยาศาสตร์
- การกำหนดตัวชี้วัด คือ การบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้รับการร้องเรียนจากผู้ให้บริการ และข้อร้องเรียนจะเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการให้บริการต่อไป
- ความยากของงาน คือ ติดต่อกับหน่วยงานภายนอก หรือบริษัทที่จัดจำหน่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อจัดซื้อ หรือจัดซ่อม
- สมรรถนะ คือ การบริการที่ดี และให้ความช่วยเหลือผู้ให้บริการอย่างทันท่วงที

4.4.2. การควบคุมการใช้ห้องปฏิบัติการ

- ตัวชี้วัดหลัก คือ เป็นไปตามระเบียบที่กำหนด 70 %
- หน่วยนับปริมาณ คือ จำนวนครั้งที่ผู้มาใช้บริการ
- การกำหนดตัวชี้วัด คือ การบริการที่ไม่ได้รับการร้องเรียนจากผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ และข้อร้องเรียนจะเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการให้บริการต่อไป
- ความยากของงาน คือ ต้องใช้ความยืดหยุ่นในการบริหารจัดการกับผู้ให้บริการจำนวนมาก
- สมรรถนะ คือ ความยืดหยุ่นผ่อนปรน

4.4.3. การเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาผู้มาใช้ห้องปฏิบัติการ

- ตัวชี้วัดหลัก คือ เป็นไปตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด 50 %
- หน่วยนับปริมาณ คือ จำนวนนักศึกษาที่ผ่านเกณฑ์การอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
- การกำหนดตัวชี้วัด คือ การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และใช้ห้องปฏิบัติการที่ไม่ได้รับการร้องเรียนจากผู้ร่วมใช้ห้องปฏิบัติการ และข้อร้องเรียนจะเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาในรุ่นต่อไป
- ความยากของงาน คือ ต้องใช้ความรู้ความชำนาญในการอบรม และต้องมีความยืดหยุ่นในการบริหารจัดการกับนักศึกษาที่มีจำนวนมาก
- สมรรถนะ คือ การสั่งสมประสบการณ์ และความยืดหยุ่นผ่อนปรน

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และการพัฒนางาน

ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเป็นห้องปฏิบัติการกลางที่ประกอบไปด้วยห้องสำหรับทำวิจัยอีกหลายห้อง จึงเป็นห้องปฏิบัติการที่มีนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ชั้นปีที่ 4 นักศึกษาระดับปริญญาโท และคณาจารย์ในภาควิชามาใช้บริการ ดังนั้นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทุกเครื่องจึงมีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมาก คู่มือการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเล่มนี้ ผู้จัดทำได้รวบรวมขั้นตอนในการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ วิธีการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ วิธีการดูแลรักษา และข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ โดยเน้นเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่มีผู้ใช้ร่วมกันเป็นจำนวนมาก และพบปัญหาการชำรุดเสียหายของเครื่องมือบ่อยครั้ง ปัญหาในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ผู้จัดทำพบได้บ่อยในการปฏิบัติงานและการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาของภาควิชาจุลชีววิทยามีดังนี้

5.1 ปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่พบในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ปัญหาหลักดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ไข
1. นักศึกษาใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ยังไม่ถูกต้องเนื่องจากสถานการณ์ไวรัสโควิด 19 ในปัจจุบันนักศึกษาเข้ามาเรียนปฏิบัติการในที่ตั้งได้น้อยลงทำให้นักศึกษาไม่คุ้นชินกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่บางชนิดจะได้ใช้ตั้งแต่ชั้นปีที่ 3 เช่น เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) หรือ Micropipette เป็นต้น ซึ่งนักศึกษาจะได้รับการสอนวิธีใช้งานจากนักวิทยาศาสตร์ และอาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชาทำให้เมื่อขึ้นชั้นปีที่ 4 มาทำงานวิจัย และใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์เองจึงเกิดความผิดพลาดในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้	1. จัดการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาโดยแบ่งนักศึกษาเป็นกลุ่มเล็กๆ มีจำนวนในแต่ละกลุ่มน้อยๆ เพื่อให้การสอนทั่วถึง 2. ในระหว่างการอบรมแต่ละเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาได้ลองใช้เครื่องมือจริงๆ เพื่อให้นักศึกษาสามารถจดจำวิธีใช้ได้ 3. เตรียมเอกสารประกอบการอบรมเพิ่มเติม เพื่อให้นักศึกษาได้จดบันทึกขณะเข้ารับการอบรม

ตารางที่ 19 ปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ไข
2. นักศึกษาที่เข้ารับการอบรมยังขาดความรู้ความเข้าใจในงานวิจัย ทำให้ไม่สามารถวางแผนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง	1. แนะนำกับนักศึกษาให้ทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้วนำความรู้นั้นมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยให้ได้ 2. นักศึกษาควรศึกษาหัวข้อของงานวิจัยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยให้เข้าใจก่อนเริ่มทำปฏิบัติการ ในการทำปฏิบัติการควรเขียนแผนภาพของงานวิจัยในแต่ละขั้นตอน และเมื่อทำปฏิบัติการควรจดบันทึกข้อมูล สรุปผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนลงในสมุดบันทึก เพื่อให้ง่ายในการวางแผนงานในขั้นต่อไป
3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานไม่เพียงพอ จากการสังเกตของผู้จัดทำคู่มือที่อบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาพบว่าสามารถระบุปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาได้ดังนี้ 3.1 เครื่องมือวิทยาศาสตร์บางชนิดไม่เพียงพอ เพราะผู้ใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ผิดประเภท และผู้ใช้งานเพิ่มมากขึ้น 3.2 ผู้ใช้งานเครื่องมืออาจใช้เครื่องมือนานเกินความจำเป็น หรือจองเครื่องมือ แล้วไม่ได้มาใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานคนอื่นไม่สามารถมาใช้งานเครื่องมือได้ ส่งผลให้เครื่องมือไม่เพียงพอ	1. ติดป้ายแนะนำการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ใช้งานใช้เครื่องมือให้ถูกประเภท เช่น ตู้ปลอดเชื้อ (BSC Class I) ก็สามารถใช้เทอาหารเลี้ยงเชื้อ หรือใช้ถ่ายเชื้อที่ไม่ก่อโรคได้ ไม่จำเป็นต้องจองตู้ปลอดเชื้อ (BSC Class II) และในกรณีที่นักศึกษาเพิ่มมากขึ้นอาจจะต้องจัดวางแผนครุภัณฑ์ประจำปี หรือจัดหาครุภัณฑ์เพิ่มเติม หรือทดแทนครุภัณฑ์เดิมที่เสื่อมสภาพจากการใช้งาน 2. จัดทำตารางการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และกำหนดเวลาการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ร่วมกัน นอกจากนี้ต้องเน้นย้ำให้ผู้ใช้งานเครื่องมือมาให้ตรงเวลา เช่น ตู้ปลอดเชื้อไม่ควรจองเครื่องมือมากกว่า 3 ชั่วโมง หรือเครื่องนั่งฆ่าเชื้อควรรวบรวมของไปฆ่าเชื้อพร้อมกันหลายๆคน จะได้ประหยัดเวลา และเครื่องมือจะได้เพียงพอ

5.2 ข้อเสนอแนะ และการพัฒนางาน

ตามที่ได้ผู้จัดทำได้กล่าวถึงปัญหา และแนวทางการแก้ไขจากการจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาไปแล้วนั้น เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างราบรื่น ผู้ปฏิบัติงานจึงมีข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนางานดังนี้

1. จัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์แบบสั้นๆ เข้าใจง่าย แล้วนำไปติดไว้ที่เครื่องมือเพิ่มเติม หรือติดคำเตือนที่อาจจะก่อให้เกิดความเสียหายกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และผู้ใช้งาน เพื่อให้เป็นการสะดุดตา และตระหนักทุกครั้งที่จะให้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์

2. จัดทำคลิปวิดีโอสอนวิธีการใช้เครื่องมือสำหรับเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และเผยแพร่ให้กับผู้เข้ารับการอบรมการใช้เครื่องมือ เพื่อให้ผู้ใช้งานสะดวกมากขึ้น
3. จัดทำตารางการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปติดไว้ที่เครื่องมือ เพื่อความมีระเบียบ และสามารถตรวจสอบชื่อผู้ใช้งานเครื่องมือได้
4. ควรเปิดโอกาสให้นักศึกษาที่สนใจ และมีเวลาว่างมาช่วยเตรียมปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มทักษะในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ สารเคมี และการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานให้กับนักศึกษา
5. ควรหาโอกาสเข้ารับการอบรมความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ และสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ พัฒนาห้องปฏิบัติการให้ดีขึ้น

บรรณานุกรม

- คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2564). จรรยาบรรณนักวิทยาศาสตร์. เข้าถึงเมื่อ 22 กันยายน 2564. เข้าถึงได้จาก <http://edoc.sc.su.ac.th/LectureDoc.php>
- งานแผนและประกันคุณภาพการศึกษา สำนักงานคณบดี. (2565). แผนพัฒนาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565-2568. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 19 หน้า.
- คณะกรรมการจรรยาบรรณของมหาวิทยาลัยศิลปากร. (2553). คู่มือจรรยาบรรณของบุคลากรใน มหาวิทยาลัยศิลปากร. มหาวิทยาลัยศิลปากร. 12 หน้า.
- สุจินต์ มีไธ. (2561). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 518 207 ความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 117 หน้า.
- ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. หนังสือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป. 2563. 164 หน้า. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม.
- ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. โครงสร้างการบริหารภาควิชาจุลชีววิทยา. (Online). เข้าถึงเมื่อ 16 ธันวาคม 2564. เข้าถึงได้จาก <http://www.micro.sc.su.ac.th/Staffs.html>
- บริษัทไซแอนติฟิก โปรโมชัน จำกัด. คู่มือการใช้งานเครื่องชั่ง series BSA. 1759 ซ. วชิรธรรมสาธิต 57 ถ. สุขุมวิท 101/1 แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพฯ. 38 หน้า.
- บริษัทเมทเลอร์-โทเลโด (ประเทศไทย) จำกัด. คำแนะนำการใช้งานเครื่องวัด pH F20, FP 20. 846/4 ชั้น 1-2, 846/5 ถ. ลาซาล แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ. 38 หน้า.
- บริษัทไซแอนติฟิก โปรโมชัน จำกัด. คู่มือการใช้งานตู้ปลอดเชื้อ ScanLaf รุ่น Mars/Mars Pro 900, 1200, 1500, 1800. 1759 ซ. วชิรธรรมสาธิต 57 ถ. สุขุมวิท 101/1 แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพฯ. 10 หน้า.
- บริษัทเอฟเพนดอร์ฟ (ประเทศไทย) จำกัด. คู่มือการใช้งาน Centrifuge 5804 และ 5804R. 88 ถ. กรุงเทพกรีฑา แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ. 6 หน้า.
- บริษัทไซแอนติฟิก โปรโมชัน จำกัด. คู่มือการใช้งาน Shaking Incubator NB-205VL. 1759 ซ. วชิรธรรมสาธิต 57 ถ. สุขุมวิท 101/1 แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพฯ. 6 หน้า.
- บริษัทเบคไทย กรุงเทพอุปกรณ์เคมีภัณฑ์ จำกัด. คู่มือแนะนำการใช้งาน Universal Oven UF-450. 300 ถ. พหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ. 43 หน้า.
- บริษัทเบคไทย กรุงเทพอุปกรณ์เคมีภัณฑ์ จำกัด. คู่มือการทำงาน Hirayama autoclave HVE-50. 300 ถ. พหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ. 32 หน้า.
- บริษัทเบคไทย กรุงเทพอุปกรณ์เคมีภัณฑ์ จำกัด. คู่มือการใช้งานตู้แช่แข็ง ThermoFisher Scientific รุ่น 900/700. 300 ถ. พหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ. 2 หน้า.

บริษัทกิ๊ปไทย จำกัด. คู่มือการใช้เครื่องอ่างควบคุมอุณหภูมิ Julabo รุ่น TW20. 44/6 ถ. สุทธิสารวินิจฉัย
แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ. 89 หน้า.

บริษัทฮอลี่วูด อินเตอร์ เนชั่นแนล จำกัด. กล้องจุลทรรศน์ Nikon Eclipse E200. 501/4-8 ถ. เพชรบุรี
แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ. 49 หน้า.

Operating manual Hotplate stirrer model 1000. (Online). เข้าถึงเมื่อ 6 มกราคม 2565. 4 หน้า.
เข้าถึงได้จาก <http://www.jenway.com/>

Cecil instruments Ltd. Operators manual 1000 series. Milton technical center Cambridge CB4
6AZ. 23p.

SANYO Electric Co., Ltd (Refrigeration Product Division). Instruction manual Cooled Incubator
model MIR-153 MIR-253 MIR-553. 1-1-1 Sakataozumi-Machi Ora-Gun Gunma 370-0596
Japan. 18 p.

Merck. G Force Calculator — RCF to RPM. (Online). เข้าถึงเมื่อ 13 มกราคม 2565. เข้าถึงได้
จาก <https://www.sigmaaldrich.com/TH/en/support/calculators-and-apps/g-force-calculator>

VISION SCIENTIFIC CO., LTD. Vortex Mixer KMC-1300V. (Online). เข้าถึงเมื่อ 6 มกราคม 2565.
เข้าถึงได้จาก
<https://www.visionsci.co.kr/eng/product/product.php?ptype=view&prdcod=1604270024>

Tankeshwar A. Maintenance and preservation of pure culture of bacteria. Microbe online.
2021. (Online). เข้าถึงเมื่อ 19 มกราคม 2565. เข้าถึงได้จาก
<https://microbeonline.com/maintenance-and-preservation-of-pure-cultures-of-bacteria/>

วรวิธรณ อาจสำอาง. การเก็บรักษาเชื้ออ้างอิง (Maintenance and Preservation of reference cultures).
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กระทรวงสาธารณสุข. (Online). เข้าถึงเมื่อ 20 มกราคม 2565. เข้าถึง
ได้จาก http://www.dss.go.th/images/st-article/bsp_7...

สุจิตรา ยาหอม, จิตรสุดา กุลวัฒน์, สุทธิวรรณ ธรรมวัตร. การเก็บและรักษาสภาพของเชื้อ
Pseudomonas aeruginosa เพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการ (Preservation and maintenance of
Pseudomonas aeruginosa for use in the laboratory). (2019). Journal of Science and
Technology Mahasarakham University. 38 (1): 7 p.

วิศรา สุวรรณ. วิธีใช้เครื่อง spectrophotometer. (Online). กลุ่มงานตามสมรรถนะบุคลากร กลุ่ม
งานช่วยวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เข้าถึงเมื่อ 10 มกราคม 2565. เข้าถึงได้จาก
<http://erp.mju.ac.th/articleDetail.aspx?qid=327>

บริษัท ไลฟ์ โพรเทค จำกัด. HEPA filter คืออะไร. (Online). เข้าถึงเมื่อ 13 มกราคม 2565. เข้าถึงได้จาก
<http://www.lifeprotect.co.th/บทความ/hepa-filter-คืออะไร/>

บริษัท ไบโอ พลัส เมดิคอล จำกัด. ตู้ดูดควัน-ตู้ดูดไอสาร (Fume Hood) คืออะไร. (Online). เข้าถึงเมื่อ 13 มกราคม 2565. เข้าถึงได้จาก

<https://www.bioplusgroup.com/page/id/ตู้ดูดควันและตู้ดูดไอสาร>

บริษัท ชันไรส์ 99 จำกัด. กระดาษกรอง filter papers. (Online). เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม 2565. เข้าถึงได้จาก <http://www.labsister.com/>

Whatman Filter paper. (Online). เข้าถึงเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2565. เข้าถึงได้จาก

<https://www.bangkokscience.com>

ห้องปฏิบัติการกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. คู่มือการใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิทยาศาสตร์. 21 หน้า. (Online). เข้าถึงเมื่อ 26 มกราคม 2565. เข้าถึงได้จาก

http://sci.udru.ac.th.manual_require_sci_tool

ประวัติผู้เขียน

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นางสาวกรพรรณ เศวตสุวรรณกุล
 ที่อยู่ปัจจุบัน 528/10 ถนนราชมรรคา ตำบลสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000
 อีเมลติดต่อ sawetsuwannakun_k@su.ac.th
 ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	ปีที่จบการศึกษา	สถานที่
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	จุลชีววิทยา	2555	มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาศาสตรบัณฑิต	ชีววิทยา	2546	มหาวิทยาลัยศิลปากร

สถานที่ทำงาน ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
 ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ

ผลงานด้านการพัฒนา

1. มีส่วนร่วมในโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย	ระยะเวลา	แหล่งของทุน
การวิจัยเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต และเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากกล้วยไม้ โครงการย่อยที่ 6 การเพาะเห็ดโดยใช้กากมะพร้าวที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้	21 ก.พ. 2562 - 20 ก.พ. 2563	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาหารฟังก์ชันเพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์เศรษฐกิจ โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาอาหารหมักจากเส้นใยเห็ดเพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงไก่และสุกร	1 ก.ค. 2563 - 30 มิ.ย. 2564	หน่วยบริหาร และจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.)

2. ผลงานเผยแพร่ในระดับต่างๆ

ปีของผลงาน	รายละเอียดของผลงาน
2013	Sawetsuwannakun, K., Adthalungrong, A. and Adthalungrong, C. Ethanol production by <i>Saccharomyces carlbergensis</i> TISTR 5018 using starch hydrolysate from sweet potato. Oral Presentations of the 5 th International Conference on Fermentation Technology for Value Added Agricultural Products at Centara Hotel & Convention center, Khon Kaen. 21 st – 23 rd August 2013.
2013	Sawetsuwannakun, K., Srinoppawan, K. and Bangyeekhun, E. 2013. Mushroom diversity in Phu Krathing Waterfall, Phu Toei National Park. Proceedings of the 7 th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts : Integration of Art and Science, Nakhon Pathom, pp. PE23 – PE29, December 6 th – 8 th , 2013.
2016	Udchumpisai, W., Romruen, U., Sawetsuwannakun, K. and Bangyeekhun, E. 2016. Analysis of airborne fungi in the Sanam Chandra Are Gallery. Proceedings of the 9 th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts : Integration of Art and Science, Nakhon Pathom, pp. PE9 – PE14, February 11 th – 21 st , 2016.
2019	Chuen-Im, T., Suriyant, D., Sawetsuwannakun, K. and Kitkumthorn, N. 2019. The Occurrence of Vibrionaceae, Staphylococcaceae, and Enterobacteriaceae in Green Turtle <i>Chelonia mydas</i> Rearing Seawater. Journal of Aquatic Animal Health. 31(4) : 303-310.
2020	Bangyeekhun, E., Sawetsuwannakul, K., and Romruen, U. 2020. UV-induced mutagenesis in <i>Volvariella volvacea</i> to improve mushroom yield. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 42(4) : 910-916.

ภาคผนวก

ตัวอย่างโครงการ อบรมการใช้เครื่องมือทางจุลชีววิทยา ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตอบสนองต่อแผนพัฒนา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

- [☒] เป้าหมายที่ 1 เป็นคณะที่ถูกเลือกเพื่อเข้าศึกษาต่อเป็นลำดับต้น ๆ ของประเทศไทย
- [☒] กลยุทธ์ 1.1 ปรับปรุงสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนการสอน และการทำวิทยานิพนธ์
- [☐] กลยุทธ์ 1.2 พัฒนาอาจารย์บุคลากรทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ และมีความเป็นมืออาชีพ
- [☐] กลยุทธ์ 1.3 พัฒนาหลักสูตรทุกหลักสูตรของคณะวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพตามระบบมาตรฐานระดับชาติและนานาชาติ
- [☐] กลยุทธ์ 1.4 พัฒนาหลักสูตรบูรณาการกับคณะอื่น ๆ ในมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะคณะด้านศิลปะ
- [☐] กลยุทธ์ 1.5 พัฒนาและสร้างนวัตกรรมการสอนให้เหมาะกับนักศึกษาในยุค Thailand 4.0
- [☐] กลยุทธ์ 1.6 คณะวิทยาศาสตร์ต้องผ่านการประเมินคุณภาพการศึกษาในระบบ EdPEX
- [☐] กลยุทธ์ 1.7 พัฒนาระบบการให้บริการและกิจกรรมนักศึกษาให้มีประสิทธิภาพ
- [☐] กลยุทธ์ 1.8 การมีส่วนร่วมของศิษย์เก่า เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพของนักศึกษาปัจจุบัน
- [☐] เป้าหมายที่ 2 เป็นศูนย์วิจัยและสร้างนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาประเทศเข้าสู่ยุค Thailand 4.0
- [☐] กลยุทธ์ 2.1 ปรับปรุงศูนย์เครื่องมือให้เป็นหน่วยงานที่สามารถสนับสนุนงานวิจัยของคณะและมหาวิทยาลัยได้
- [☐] กลยุทธ์ 2.2 จัดตั้งศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางที่คณะมีความเชี่ยวชาญอยู่แล้ว เน้นการสร้างทีมวิจัยและสร้างนวัตกรรมจากผลงานวิจัยที่ได้
- [☐] กลยุทธ์ 2.3 สร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ เพื่อก่อให้เกิดความยั่งยืนในการทางวิจัยของคณะฯ
- [☐] กลยุทธ์ 2.4 สร้างเครือข่ายงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
- [☐] เป้าหมายที่ 3 เป็นแหล่งเรียนรู้และถ่ายทอดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของชุมชน
- [☐] กลยุทธ์ 3.1 พัฒนาการจัดการความรู้ที่ใช้ในการให้บริการวิชาการ
- [☐] กลยุทธ์ 3.2 จัดตั้งศูนย์บริการวิชาการของคณะฯ
- [☐] กลยุทธ์ 3.3 ประชาสัมพันธ์และหาการตลาดเชิงรุก ด้านบริการวิชาการ
- [☐] เป้าหมายที่ 4 ด้านบริหารจัดการคณะฯ เชิงรุก
- [☐] กลยุทธ์ 4.1 กลยุทธ์ทางด้านการเงิน
- [☐] กลยุทธ์ 4.2 การบริหารและพัฒนาบุคลากรทุกระดับ
- [☐] กลยุทธ์ 4.3 การพัฒนาระบบสาธารณูปโภค สิ่งแวดล้อม ระบบรักษาความปลอดภัย ฯลฯ
- [☐] กลยุทธ์ 4.4 ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศด้านการบริหารจัดการ การเรียนการสอน วิจัย และการบริการวิชาการ

[] กลยุทธ์ 4.5 การประชาสัมพันธ์เชิงรุก

ตอบสนองต่อยุทธศาสตร์แผนพัฒนานักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

- [✓] ยุทธศาสตร์ 1 พัฒนาคุณภาพทางวิชาการและวิชาชีพ
- [] ยุทธศาสตร์ 2 พัฒนาคุณธรรมจริยธรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
- [✓] ยุทธศาสตร์ 3 สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างจิตสำนึกรับผิดชอบต่อสังคม
- [] ยุทธศาสตร์ 4 พัฒนาคุณภาพชีวิตและความเป็นนักกิจกรรมมืออาชีพ

ตอบสนองต่อกลยุทธ์

- [✓] กลยุทธ์ที่ 1.1 สร้างความเชี่ยวชาญให้คณาจารย์ทางวิทยาศาสตร์
- [] กลยุทธ์ที่ 2.1 พัฒนาคุณธรรมจริยธรรม
- [] กลยุทธ์ที่ 2.2 ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
- [] กลยุทธ์ที่ 3.1 พัฒนารูปแบบหน้าที่ความรับผิดชอบของนักศึกษาต่อตนเอง ชุมชน และประเทศชาติ
- [] กลยุทธ์ที่ 4.1 พัฒนาคุณภาพการให้บริการและส่งเสริมกิจกรรมที่สร้างความเป็นหนึ่งเดียวรักในองค์กร
- [] กลยุทธ์ที่ 4.2 พัฒนานักศึกษาให้ทำงานร่วมกันเป็นทีมและเป็นนักกิจกรรมอย่างมืออาชีพ
- [] กลยุทธ์ที่ 4.3 สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับศิษย์เก่าในการจัดกิจกรรมเพื่อการพัฒนาคณะฯ

ตอบสนองหรือสอดคล้องตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF)

- [] ด้านคุณธรรมจริยธรรม [✓] ด้านความรู้
- [] ด้านทักษะทางปัญญา [✓] ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล
- [✓] ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร การใช้เทคโนโลยี

ตอบสนองตามนโยบายกิจกรรม 3D (Democracy, Decency, Drug-Free) ของรัฐบาล

- [] กิจกรรมส่งเสริมประชาธิปไตย
- [] กิจกรรมส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และความเป็นไทย
- [✓] กิจกรรมป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติด

ประเภทกิจกรรมนักศึกษาตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

- [✓] กิจกรรมวิชาการที่ส่งเสริมคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์
- [] กิจกรรมกีฬาหรือการส่งเสริมสุขภาพ
- [] กิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์หรือรักษาสีน้ำเงิน
- [] กิจกรรมเสริมสร้างคุณธรรมและจริยธรรม

1. หน่วยงานที่รับผิดชอบ

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

2. หลักการและเหตุผล

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จัดการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นให้นักศึกษามีความเป็นเลิศในทักษะการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยาและเป็นไปตามมาตรฐานสากล การใช้เครื่องมือทางจุลชีววิทยาที่ถูกต้องเป็นหนึ่งในกระบวนการที่ทำให้นักศึกษาสัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เพราะช่วยให้นักศึกษาได้ผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องอีกด้วย อันนำไปสู่การแปลผลที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังช่วยบำรุงรักษาเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นอีกด้วย เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาทางวิชาการของนักศึกษา ภาควิชาฯ จึงจัดให้มีการอบรมการใช้เครื่องมือทางจุลชีววิทยา ปีการศึกษา 2563

3. วัตถุประสงค์

1. นักศึกษามีความรู้และใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัยได้อย่างถูกต้อง
2. เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

4. ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ

ผู้เข้าร่วมโครงการฯ ร้อยละ 80 มีผลทดสอบหลังเข้าร่วมโครงการ (Post-test) มากกว่า ผลทดสอบก่อนเข้าร่วมโครงการ (Post-test)

5. กลุ่มเป้าหมาย

นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ระดับปริญญาบัณฑิตและนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ของสาขาวิชาจุลชีววิทยา จำนวน 53 คน

6. วิธีดำเนินการ/แผนการดำเนินงานตามกระบวนการ PDCA

1. อาจารย์ประจำหลักสูตรประชุมเพื่อวางแผนการดำเนินงานโครงการให้เป็นไปตามแผนดำเนินงานของหลักสูตร
2. กิจกรรมของโครงการ อบรมการใช้เครื่องมือทางจุลชีววิทยา ปีการศึกษา 2563 มีลักษณะเป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือทางจุลชีววิทยาสำหรับการวิจัยและแปลผลให้ถูกต้อง
3. อาจารย์ประจำหลักสูตรประเมินผลการดำเนินงาน
4. นำเสนอผลการดำเนินงานและนำผลการประเมินเพื่อนำไปพิจารณาปรับปรุงการจัดโครงการในปีต่อไป

7. วัน เวลา สถานที่

วันศุกร์ที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2563 เวลา 9.00-15.00 น.

ณ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

8. งบประมาณ

ไม่เบิกจ่ายเงินงบประมาณ

9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักศึกษามีผลงานวิจัยที่มีคุณภาพและเป็นไปตามมาตรฐานสากล
2. หลักสูตรประหยังบประมาณในการซ่อมบำรุงเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

แบบฟอร์ม ยืม-คืนอุปกรณ์

ชื่อ-สกุล รหัสประจำตัวนักศึกษา
 ภาควิชา.....มีความประสงค์ขอยืมของรายการต่อไปนี้จากห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการ
 วันที่เบิกของ

ชนิด	ขนาด	จำนวน	จำนวนที่ เคยเบิก	ชนิด	ขนาด	จำนวน	จำนวนที่ เคยเบิก

ความเห็น และลายเซ็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย หรือ อาจารย์ประจำวิชา

.....

ลายมือชื่ออาจารย์

บันทึกการคืน

ลายมือชื่อผู้คืนของ

ลายมือชื่อผู้รับของ

วัน เดือน ปี.....

หมายเหตุ นักศึกษาสามารถยืมของได้ตลอดภาคการศึกษา และต้องคืนของให้ครบตามจำนวนเมื่อเสร็จสิ้นวิชาโครงการวิจัย หรือวิชาที่เรียนในภาคการศึกษานั้น

ตัวอย่างการเปลี่ยนค่าความเร็วรอบของเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) จากหน่วย RPM ไปเป็น RCF

Conversion Table

Speed (RPM)	Rotor Radius (from center of rotor to sample) in centimeters											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1000	45	56	67	78	89	101	112	123	134	145	157	168
1500	101	126	151	176	201	226	252	277	302	327	352	377
2000	179	224	268	313	358	402	447	492	537	581	626	671
2500	280	349	419	489	559	629	699	769	839	908	978	1048
3000	402	503	604	704	805	906	1006	1107	1207	1308	1409	1509
3500	548	685	822	959	1096	1233	1370	1507	1643	1780	1917	2054
4000	716	894	1073	1252	1431	1610	1789	1968	2147	2325	2504	2683
4500	906	1132	1358	1585	1811	2038	2264	2490	2717	2943	3170	3396
5000	1118	1398	1677	1957	2236	2516	2795	3075	3354	3634	3913	4193
5500	1353	1691	2029	2367	2706	3044	3382	3720	4058	4397	4735	5073
6000	1610	2012	2415	2817	3220	3622	4025	4427	4830	5232	5635	6037
6500	1889	2362	2834	3306	3779	4251	4724	5196	5668	6141	6613	7085
7000	2191	2739	3287	3835	4383	4930	5478	6026	6574	7122	7669	8217
7500	2516	3144	3773	4402	5031	5660	6289	6918	7547	8175	8804	9433
8000	2862	3578	4293	5009	5724	6440	7155	7871	8586	9302	10017	10733
8500	3231	4039	4847	5654	6462	7270	8078	8885	9693	10501	11309	12116
9000	3622	4528	5433	6339	7245	8150	9056	9961	10867	11773	12678	13584
9500	4036	5045	6054	7063	8072	9081	10090	11099	12108	13117	14126	15135
10000	4472	5590	6708	7826	8944	10062	11180	12298	13416	14534	15652	16770
10500	4930	6163	7396	8628	9861	11093	12326	13559	14791	16024	17256	18489
11000	5411	6764	8117	9469	10822	12175	13528	14881	16233	17586	18939	20292
11500	5914	7393	8871	10350	11828	13307	14786	16264	17743	19221	20700	22178
12000	6440	8050	9660	11269	12879	14489	16099	17709	19319	20929	22539	24149
13000	7558	9447	11337	13226	15115	17005	18894	20784	22673	24562	26452	28341
13500	8150	10188	12225	14263	16300	18338	20376	22413	24451	26488	28526	30563
14000	8765	10956	13148	15339	17530	19722	21913	24104	26295	28487	30678	32869

©Pierce Biotechnology, Inc., 1/2005. Printed in the USA.

ที่มา https://www.researchgate.net/figure/3-Conversion-of-Centrifuge-Revolutions-Per-Minute-RPM-to-Relative-Centrifuge-Force_fig3_294080363

รายละเอียดของกระดาษกรอง (Filter paper) (Whatman)

Typical Properties - Qualitative Standard Filter Grades						
Grade	Description	Particle Retention Liquid (µm)	Filtration Speed (approx.) Herzberg (s)	Air Flow (s/100 mL/in ²)	Typical Thickness (µm)	Basis Weight (g/m ²)
1	Medium Flow	11*	150	10.5	180	88
2	Medium Flow	8*	240	21	190	103
3	Medium Flow, Thick	6*	325	26	390	187
4	Very Fast	20-25*	37	3.7	205	96
5	Slow	2.5*	1420	94	200	98
6	Medium to Slow	3*	715	35	180	105
591	Medium Fast, Thick	7-12**	45	5.9	360	165
595	Medium Fast, Thin	4-7**	80	-	160	68
597	Medium Fast	4-7**	70	-	190	85
598	Medium Fast, Thick	8-10**	50	-	320	140
602 h	Slow, Dense	< 2**	750	-	150	85

* Particle Retention Rating at 98% efficiency

** Approximate values

ที่มา Whatman filter paper เข้าถึงได้จาก <https://www.bangkokscience.com> เข้าถึงเมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2565

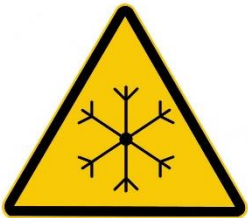
สัญลักษณ์คำเตือนของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ควรรู้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา นอกจากใช้เครื่องมือให้ถูกวิธี ยังต้องรู้จักสัญลักษณ์คำเตือนที่ติดมากับเครื่องมือด้วย โดยสัญลักษณ์คำเตือนมักจะเกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องมือ เช่น ปลั๊กไฟของเครื่องมือต้องต่อสายดิน หรือเกี่ยวข้องกับการใช้งานของเครื่อง เช่น สัญลักษณ์ความร้อน ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยผู้ใช้งานเครื่องมือจึงควรมีความเข้าใจในความหมายของสัญลักษณ์เหล่านี้

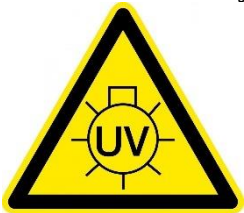
ตารางแสดง สัญลักษณ์คำเตือนที่มักพบบนเครื่องมือวิทยาศาสตร์

สัญลักษณ์คำเตือน	รายละเอียดของสัญลักษณ์
สัญลักษณ์คำเตือนทั่วไป 	มักพบสัญลักษณ์นี้ในคู่มือการใช้งานของเครื่องมือและบนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เป็นคำเตือนให้ระวังถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เครื่องมือ ผู้ใช้งานจะต้องปฏิบัติงานตามคำแนะนำของคู่มือโดยเคร่งครัด

ตารางแสดง สัญลักษณ์คำเตือนที่มักพบบนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

สัญลักษณ์คำเตือน	รายละเอียดของสัญลักษณ์
สัญลักษณ์คำเตือนพื้นผิวร้อน 	เป็นสัญลักษณ์คำเตือนที่มักพบบนเครื่องมือที่ทำให้ความร้อน หรือพื้นผิวของเครื่องมีความร้อน เช่น เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) เครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) และเครื่อง Microwave เป็นต้น ผู้ใช้งานเครื่องเหล่านี้จะต้องสวมใส่ถุงมือกันความร้อนขณะใช้งานทุกครั้ง และไม่เอาใบหน้า และแขนเข้าใกล้เครื่องมือโดยไม่ระมัดระวัง
สัญลักษณ์ Biohazard 	ป้ายชนิดนี้มักจะติดอยู่บนตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet, BSC ClassII) หรือตู้แช่แข็งที่เก็บวัสดุติดเชื้อ เช่น เลือด serum เป็นต้น เป็นคำเตือนที่ทำให้ผู้ใช้งานทราบว่า เครื่องมือ หรือบริเวณนั้น ทำปฏิบัติการเกี่ยวกับการติดเชื้อ ผู้ใช้งานต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอย่างเหมาะสม
สัญลักษณ์คำเตือนวัตถุระเบิด 	ป้ายชนิดนี้พบได้ในคู่มือของเครื่องมือประเภทตู้บ่มเชื้อ เป็นคำเตือนว่าไม่ให้นำสารระเหย หรือสารไวไฟมาใส่ไว้ในตู้บ่ม เพราะจะทำให้ตู้เกิดการระเบิดได้
สัญลักษณ์คำเตือนอุณหภูมิต่ำ 	เป็นคำเตือนที่พบบนตู้แช่แข็ง (Deep freeze) และถังไนโตรเจนเหลว (Liquid nitrogen) เพื่อเตือนผู้ใช้งานให้ทราบว่าเครื่องมือชนิดนี้มีอุณหภูมิต่ำ ต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันขณะปฏิบัติงาน เช่น สวมถุงมือหนาๆ กางเกงขายาว รองเท้าที่สามารถปิดนิ้วเท้าได้ และแว่นตากันสาร เพราะไนโตรเจนเหลวอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส ซึ่งเย็นจัด ถ้าทำงานอย่างไม่ระมัดระวังอาจกระเด็นโดนใบหน้า มือ และเท้าได้

ตารางแสดง สัญลักษณ์คำเตือนที่มักพบบนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

สัญลักษณ์คำเตือน	รายละเอียดของสัญลักษณ์
สัญลักษณ์คำเตือนรังสียูวี 	เป็นคำเตือนที่แสดงถึงบริเวณที่มีการใช้รังสียูวี มักพบสัญลักษณ์นี้บนตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet) หรือห้องปฏิบัติการที่มีการฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี เป็นคำเตือนที่ให้ตระหนักถึงอันตรายจากรังสียูวี เพราะการสัมผัสกับรังสียูวีโดยตรง อาจทำให้ผิวหนังอักเสบ และก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้
สัญลักษณ์คำเตือนไฟฟ้าแรงสูง 	เป็นคำเตือนที่พบในคู่มือการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทุกเครื่อง เพื่อเตือนผู้ใช้งานให้ระวังเครื่องมือใช้ไฟแรงสูง ระวังไฟฟ้าช็อต ไฟฟ้ารั่ว และต้องต่อเครื่องให้มีสายดินด้วยเสมอ ไม่ใช้งานเครื่องมือถ้าปลั๊กไฟ สายไฟ หรือเครื่องมือ ไม่อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์
สัญลักษณ์คำเตือนให้อามือออกจาก 	สัญลักษณ์นี้พบบนเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) เพื่อให้ระวังไม่เอามือเข้าไปใกล้ขอบของเครื่องขณะปิดฝาเครื่อง

ที่มาของสัญลักษณ์ <http://www.runwangda.net/th/a-interpretation-to-science-safety-symbols-in-a-laboratory/>, <https://www.sign-in-thai.com/data/productcate/600x600/2016-12-28/Danger-High-Voltage-Electric-Warning-Safety-Label-Sign-Decal-Sticker1482912422-biger600.jpg>

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในห้องปฏิบัติการ

ชนิดอุปกรณ์	หน้าที่
อุปกรณ์ป้องกันหน้า 	เมื่อต้องทำงานกับสารเคมีอันตราย ต้องสวมใส่ เพื่อป้องกันสารเคมีกระเด็นใส่ใบหน้า
อุปกรณ์ป้องกันตา 	เมื่อต้องทำงานกับสารเคมีอันตราย ต้องสวมใส่ เพื่อป้องกันสารเคมีกระเด็นใส่ตา ป้องกันไอระเหยของสารก่อการระคายเคืองให้กับดวงตา
อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย (เสื้อกาวน์) 	ใส่เพื่อป้องกันสารเคมีหกใส่ร่างกาย มักสวมทับชุดทำงาน ควรเป็นผ้าชนิดใยฝ้าย หรือใยสังเคราะห์ที่ไม่ติดไฟง่าย ไม่ควรสวมใส่เสื้อกาวน์ที่ฉีกขาด และไม่สวมเสื้อกาวน์ออกไปภายนอกห้องปฏิบัติการ
อุปกรณ์ป้องกันมือ 	สวมใส่ถุงมือเมื่อต้องทำงานกับสารเคมี สิ่งปนเปื้อน และติดเชื้อ เพื่อป้องกันมือไม่ให้สัมผัสกับสิ่งเหล่านี้โดยตรง
อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ 	สวมใส่หน้ากากเมื่อทำงานกับสารเคมี หรือสิ่งติดเชื้ออันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ หน้ากากมีหลายชนิด เช่น หน้ากากกันฝุ่น หน้ากรองชนิดมีตัวกรอง ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน

ที่มาของสัญลักษณ์ คู่มือการใช้ห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ตัวอย่างของ Material Safety Data Sheet (MSDS)



www.sigmaaldrich.com

SAFETY DATA SHEET
according to Regulation (EC) No. 1907/2006

Version 6.1
Revision Date 16.11.2019
Print Date 27.01.2022
GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifiers
Product name : Acetic acid

Product Number : 537020
Brand : Sigma-Aldrich
Index-No. : 607-002-00-6
REACH No. : 01-2119475328-30-XXXX
CAS-No. : 64-19-7

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against
Identified uses : Laboratory chemicals, Manufacture of substances

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet
Company : Sigma-Aldrich Pte Ltd
(Co. Registration No. 199403788W)
2 Science Park Drive
#05-01/12 Ascent Building
SINGAPORE 118222
SINGAPORE

Telephone : +65 6890 6633
Fax : +65 6890 6639
E-mail address : TechnicalService@merckgroup.com

1.4 Emergency telephone number
Emergency Phone # : 1-800-262-8200

2.1 Classification of the substance or mixture
Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008
Flammable liquids (Category 3), H226
Skin corrosion (Sub-category 1A), H314
Serious eye damage (Category 1), H318

For the full text of the H-Statements mentioned in this Section, see Section 16.**2.2 Label elements**
Labelling according Regulation (EC) No 1272/2008
Pictogram


Sigma-Aldrich- 537020

Page 1 of 10

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

