คู่มือการปฏิบัติงานการปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาพื้นฐาน

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

นางสาวสุจิตรา ยาหอม
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คู่มือการปฏิบัติงานการปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาพื้นฐาน
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

นางสาวสุจิตรา ยาหอม
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คำนำ

การปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนการสอนชั้นปรีคลินิก ในระดับปริญญาตรี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความชำนาญการ ละเอียด รอบคอบและแม่นยำ เพื่อให้การเรียนการสอนในภาคปฏิบัติสามารถดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ นิสิตได้รับความรู้และบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนในรายวิชาจุลชีววิทยา

คู่มือการปฏิบัติงานการปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาพื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามฉบับนี้ ผู้เขียนได้รวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานทางด้านการเตรียมการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการจุลชีววิทยา โดยมีขอบเขตเนื้อหาคือ ความเป็นมา ขอบเขตของคู่มือปฏิบัติงาน บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงาน เทคนิคในการปฏิบัติงาน ขั้นตอนและแนวทางที่นำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน รวมถึงปัญหาอุปสรรคที่พบในระหว่างการปฏิบัติงาน และข้อเสนอแนะ โดยผู้เขียนได้ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และเทคนิคที่เกี่ยวข้องจากหลายแหล่ง เพื่อให้สอดคล้องและเป็นไปตามหลักเกณฑ์การปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ในด้านจุลชีววิทยา

ในการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ ต้องกราบขอบพระคุณผู้บริหาร คณาจารย์ บุคลากรหมวดวิชาปรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ขอบพระคุณ คุณเยาวลักษณ์ ศรีสุวรรณ์ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ คุณสวัสดิ์ วิชระโภชน์ นักวิชาการศึกษาชำนาญการพิเศษ ที่คอยให้คำแนะนำและแก้ไขการเขียนคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ รวมถึงบิดา มารดา ผู้ที่ช่วยเป็นกำลังใจในการเรียบเรียงคู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับบุคลากรสายสนับสนุนวิชาการและต่อผู้ที่ปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งผู้สนใจทั่วไป หากมีสิ่งใดที่ยังพบว่าบกพร่อง ผู้เขียนยินดีน้อมรับข้อเสนอแนะนั้น ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

สุจิตรา ยาหอม

พฤษภาคม 2561

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความเป็นมา	1
	วัตถุประสงค์ของการเขียนคู่มือปฏิบัติงาน	1
	ขอบเขต	2
	นิยามศัพท์เฉพาะ	2
2	บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	4
	บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	4
	ลักษณะงานที่ปฏิบัติ	5
	โครงสร้างการบริหารจัดการ	7
3	หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงาน	16
	หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	16
	วิธีการปฏิบัติงาน	20
	ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน	21
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	21
4	เทคนิคการปฏิบัติงาน	46
	กิจกรรมและแผนการปฏิบัติงาน	46
	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	46
	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน	67
	จรรยาบรรณและจริยธรรมในการปฏิบัติงาน	67
5	ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน	70
	ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	70
	แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน	71
	ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม		73

บทที่ **หน้า**

ภาคผนวก 76
ภาคผนวก ก แบบฟอร์มที่เกี่ยวข้อง 77

ประวัติย่อของผู้เขียน 79

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 แสดงระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ 18
2 แสดงการควบคุมความปลอดภัยทางชีวภาพ 19
3 แสดงการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการจุลชีววิทยา 50
4 แสดงสัดส่วนการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 59
5 แสดงสัดส่วนการเตรียมสีย้อมจุลินทรีย์ 61
6 แสดงสัดส่วนการเตรียมน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยา 63

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1	แสดงโครงสร้างองค์กรคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	13
2	แสดงโครงสร้างการบริหารสำนักงานเลขานุการคณะแพทยศาสตร์	14
3	แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานงานวิชาการ	15
4	แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของกล้องจุลทรรศน์	28
5	แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Nuaire รุ่น NU-425	33
6	แสดงส่วนประกอบของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave Model ES-315)	38
7	แสดงส่วนประกอบของแผงควบคุมการทำงานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ	39
8	แสดงส่วนประกอบตู้อบลมร้อนยี่ห้อ Memmert รุ่น NU 600	44
9	แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ	47
10	แสดงขั้นตอนการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	55
11	แสดงขั้นตอนการเตรียมสีย้อมจุลินทรีย์	60
12	แสดงขั้นตอนการเตรียมน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยา	62
13	แสดงขั้นตอนการเก็บรักษาคลังเชื้อเชื้อจุลินทรีย์	64
14	แสดงขั้นตอนการดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์	66
15	แสดงแบบฟอร์มการของใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ	78

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมา

การเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ มีการจัดการเรียนการสอนทั้งในภาคบรรยายและภาคปฏิบัติการ ในส่วนของการเรียนในภาคปฏิบัติการนั้น จะต้องมีบุคลากรที่ทำหน้าที่ดูแลในด้านต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ จึงถือได้ว่าเป็นผู้ที่มีบาทบาทสำคัญในการสนับสนุนและอำนวยความสะดวก ในการจัดการเรียนการสอนหรือการทำวิจัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะมีหน้าที่จัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีรวมถึงการดูแลรักษาเพื่อใช้ในปฏิบัติการและการทำวิจัยนั้น ๆ เป็นต้น อีกทั้งการปฏิบัติงานในหน้าที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตามที่ได้รับมอบหมาย

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการสำหรับนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีหน้าที่รับผิดชอบอยู่หลายด้าน หลายตำแหน่ง โดยมีหน้าที่ในการปฏิบัติงานทั้งในส่วนของการเรียนการสอนและโรงพยาบาล โดยบุคลากรที่สังกัดคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สายงานนี้เมื่อแบ่งตามภาระงานที่รับผิดชอบได้ดังต่อไปนี้ คือ

1. นักวิทยาศาสตร์
2. นักวิทยาศาสตร์การแพทย์
3. นักเทคนิคการแพทย์
4. ผู้ช่วยสอน

ทังนี้การปฏิบัติงานมีลักษณะงานที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือเป็นงานที่มีความเกี่ยวกับการวิเคราะห์ วิจัย การทดสอบทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งงานด้านการบริการวิชาการและการสนับสนุนอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ โดยการปฏิบัติงานในแต่ละตำแหน่งจะมีความยากง่ายและซับซ้อนแตกต่างกัน ตามหน้าที่ที่ได้รับหมอบหมาย การปฏิบัติงานดังกล่าวอาจเกิดปัญหา และอุปสรรคระหว่างการปฏิบัติงานได้ ด้วยเหตุผลข้างต้นผู้เขียนจึงได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้สำหรับตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม คู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้สามารถใช้ประกอบการปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ทังนี้เพื่อลดขั้นตอน ลดความผิดพลาดระหว่างการปฏิบัติงาน ลดความซับซ้อนของงานให้เป็นแบบแผนมากขึ้น ทั้งยังสามารถใช้ในการศึกษางานสำหรับกรณีที่ต้องมีปฏิบัติงานแทนระหว่างบุคลากรได้อย่างถูกต้อง ทำให้เกิดความมั่นใจในการปฏิบัติหน้าที่แทนดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการเขียนคู่มือปฏิบัติงาน

1. เพื่อเป็นแบบแผนและเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน สำหรับผู้ปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

2. เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถลำดับความสำคัญของงานที่ปฏิบัติ สามารถปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อนได้อย่างเป็นขั้นตอน ลดความผิดพลาดของการปฏิบัติงาน

3. เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงเทคนิคในการปฏิบัติงาน รายละเอียดของการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

4. เพื่อให้ผู้อื่นสามารถปฏิบัติงานแทนได้อย่างถูกต้อง ด้วยความมั่นใจในการปฏิบัติงาน เมื่อมีการโยกย้ายตำแหน่ง ผู้อื่นสามารถเรียนรู้งานได้อย่างรวดเร็ว

ขอบเขต

การจัดทำคู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้เพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการปฏิบัติงานของตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีขั้นตอนคือการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมสีย้อมเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมน้ำยาที่ใช้ทดสอบทางจุลชีววิทยา การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์และการดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และครุภัณฑ์ประจำหมวดวิชาปรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **จุลชีววิทยา (Microbiology)** (วสุ ปฐมอารีย์. 2558)

จุลชีววิทยา หมายถึง การศึกษาเรื่องราวต่าง ๆ เกี่ยวกับจุลชีพหรือสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งเรียกว่าจุลินทรีย์ ทั้งชนิดที่ก่อโรคแก่สิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ชนิดที่ไม่ก่อโรค หรือทั้งชนิดที่เป็นประโยชน์ เป็นโทษต่อมนุษย์และสัตว์ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา ยีสต์และสาหร่าย การศึกษา เช่น การศึกษารูปร่าง หน้าที่การทำงาน กระบวนการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ การสืบพันธุ์ และการจัดจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ เป็นต้น

2. **นักวิทยาศาสตร์ (Scientist)** (สารานุกรมเสรี. 2561)

นักวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลผู้มีความเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์อย่างน้อยหนึ่งสาขา และใช้หลักวิธีทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าวิจัย หรือบุคคลที่ได้รับการศึกษาและฝึกอบรมให้มีความสามารถที่จะทำวิจัยค้นคว้า เสาะแสวงหาความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์

3. **ภาคปฏิบัติ (Practical Part)** (ราชบัณฑิตยสถาน. 2526)

ภาคปฏิบัติการ หมายถึง ภาคการเรียน การสอน ที่มีการให้นิสิตลงมือทำการทดลองจริงในห้องปฏิบัติการควบคู่กับการเรียนภาคทฤษฎี เป็นการสอนที่มุ่งให้เกิดการผสมผสาน ระหว่างทฤษฎีและภาคปฏิบัติ วิธีปฏิบัติให้ผู้เรียนได้ลงมือฝึกฝนหรือปฏิบัติจริง ลักษณะของการลงมือปฏิบัติมักดำเนินการภายหลังการสาธิตการทดลองหรือการบรรยาย เป็นการฝึกฝนความรู้ความเข้าใจจากทฤษฎีที่เรียนมาโดยเน้นการฝึกทักษะ

4. ห้องปฏิบัติการ (Laboratory) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553)

ห้องปฏิบัติการ เรียกสั้น ๆ ว่า ห้องแล็บเป็นสถานที่ซึ่งอยู่ในสภาวะที่ถูกควบคุม เป็นที่สำหรับการวิจัย การทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือทางเทคนิค รวมถึงใช้ในการเรียนในภาคปฏิบัติ

5. คู่มือปฏิบัติงาน (Work Manual) (เสถียร คามิศักดิ์. 2549)

คู่มือปฏิบัติงาน เป็นเอกสารที่ประกอบการปฏิบัติงานใดงานหนึ่ง ที่กำหนดภาระหน้าที่ความรับผิดชอบไว้ในมาตรฐานการกำหนดตำแหน่ง (Job Description) มีคำอธิบายงานที่ปฏิบัติประวัติความเป็นมา ซึ่งในแต่ละบท เรื่อง หัวข้อ ต้องมีความคิดหลัก วัตถุประสงค์และเนื้อหาสาระที่มีความสมบูรณ์ มีรายละเอียดครอบคลุมเนื้อหาในแต่ละเรื่อง หลักเกณฑ์และวิชาการ เทคนิคหรือแนวทางในการปฏิบัติงาน ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข ข้อเสนอแนะ ทั้งนี้ต้องใช้ประกอบการปฏิบัติงานมาแล้วและต้องจัดทำเป็นรูปเล่ม

ความสำคัญของคู่มือการปฏิบัติงาน นอกจากจะเป็นผลงานที่แสดงความเป็นผู้ชำนาญการ ผู้เชี่ยวชาญและผู้เชียวชาญพิเศษแล้ว ยังแสดงให้เห็นประจักษ์ว่าเป็นผู้สั่งสมความเชี่ยวชาญในงานอาชีพที่สนใจ พัฒนาศักยภาพ ความรู้ความสามารถของตนในการปฏิบัติงาน ด้วยการศึกษาหาความรู้ พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งรู้จักพัฒนา ปรับปรุง ประยุกต์ใช้ความรู้เชิงวิชาการและเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ากับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้ได้

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยา มีการนำเชื้อจุลินทรีย์หลากหลายสายพันธุ์มาทำการศึกษา ซึ่งผู้ปฏิบัติงานด้านนี้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ความชำนาญด้านนี้เฉพาะสาขา ทั้งยังต้องมีการวางแผนการทดลอง การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี อาหารเลี้ยงเชื้อและเชื้อจุลินทรีย์ ให้พร้อมสำหรับการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติการเพื่อลดความผิดพลาด ซึ่งอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อการเรียนการสอน ก่อให้เกิดอันตรายจากสารเคมีหรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการนั้น ๆ ได้ ดังนั้นผู้เขียนจึงมีการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ขึ้นมาเพื่อใช้เป็นแบบแผนในการปฏิบัติงานด้านการเตรียมการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติการวิชาจุลชีววิทยาให้มีปฏิบัติงานอย่างมีแบบแผนมีความถูกต้อง รวดเร็วและลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งเนื้อหาในคู่มือปฏิบัติงานทางด้านจุลชีววิทยาพื้นฐานฉบับนี้ จะเน้นการปฏิบัติงานทางด้านจุลชีววิทยาพื้นฐาน รวมทั้งการปฏิบัติงานตามภาระงานอื่น ๆ ที่ได้รับหมอบหมาย ซึ่งเนื้อหาของคู่มือปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยาพื้นฐานกล่าวถึงรายละเอียดตามลำดับดังนี้

1. บทนำ
2. บทบทหน้าที่ความรับผิดชอบ
3. หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงาน
4. เทคนิคการปฏิบัติงาน
5. ปัญหาอุปสรรค แนวทางในการแก้ไขและข้อเสนอแนะ

บทที่ 2
บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

การปฏิบัติหน้าที่ทางด้านงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะงานที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ วิจัยหรือทดสอบทางวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียน การสอนหรือการวิจัยในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งปฏิบัติหน้าที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตามที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ยากพอสมควร จะต้องอาศัยคู่มือการปฏิบัติงานใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับผิดชอบได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีหัวข้อที่สำคัญเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังนี้

1. บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง
2. ลักษณะงานที่ปฏิบัติ
3. โครงสร้างการบริหารจัดการ

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

หน้าที่ความรับผิดชอบหลักของนักวิทยาศาสตร์

เป็นผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการ ในการทำงานปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบและปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่รับมอบหมาย โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านการปฏิบัติการ

1.1. การสนับสนุนและอำนวยความสะดวก ในการจัดการเรียนการสอนหรือการวิจัยในห้องปฏิบัติการ โดยการจัดหา จัดเตรียม การดูแลรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการหรือห้องทดลองและควบคุมความเรียบร้อย ความพร้อมในการใช้งานของห้องปฏิบัติการ

1.2. ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลและร่วมดำเนินการวิจัย รวมทั้งเผยแพร่ผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาอุตสาหกรรม

1.3. วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ ตรวจวัด ตรวจพิสูจน์ และวินิจฉัยทางวิทยาศาสตร์ ของวัตถุตัวอย่าง สอบเทียบเครื่องมือ อุปกรณ์วัด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จัดทำข้อมูลห้องปฏิบัติการ ส่งเสริมพัฒนาห้องปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

1.4. ให้บริการวิชาการด้านต่าง ๆ เช่น ให้คำปรึกษาแนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมา แก่นิสิตที่มาฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหา และชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

2. ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานและโครงการของคณะแพทยศาสตร์ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมาย และผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

3. ด้านการประสานงาน

3.1. ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงาน หน่วยงานทั้งภายในและภายนอกเพื่อให้เกิดความร่วมมือ และผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

3.2. ให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานที่ได้รับมอบหมาย

4. ด้านการบริการ

4.1. การให้บริการการขอใช้ พร้อมให้คำแนะนำอุปกรณ์หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการทำงานวิจัยและบริการวิชาการในส่วนรับผิดชอบของคณะแพทยศาสตร์

4.2. ให้คำปรึกษาแนะนำเบื้องต้นด้านจุลชีววิทยาพื้นฐาน และที่เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์

4.3. จัดเก็บและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและให้บริการข้อมูลวิชาการ เกี่ยวกับด้านจุลชีววิทยาพื้นฐาน เพื่อให้นิสิตและผู้รับบริการ ได้ทราบข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ เพื่อสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนดนโยบาย แผนงาน หลักเกณฑ์ มาตรการต่าง ๆ ต่อไป

ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ สังกัดปรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์ จะปฏิบัติงานในด้านปฏิบัติการ การอำนวยความสะดวกในด้านการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ การวิจัยและงานด้านการบริการวิชาการต่าง ๆ เป็นต้น โดยขอบข่ายภาระงาน และลักษณะงานที่ปฏิบัติสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 งานดังต่อไปนี้ คือ

1. งานด้านปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์มีหน้าที่ในการเตรียมการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติการในรายวิชาดังต่อไปนี้ คือ วิชาจุลชีววิทยาและโรคติดเชื้อ สำหรับนิสิตแพทยศาสตร์ และวิชาจุลชีววิทยาสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพ สำหรับนิสิตพยาบาลศาสตร์ วิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยาพื้นฐาน สำหรับนิสิตแพทย์แผนไทยประยุกต์ และนิสิตเวชกิจฉุกเฉิน วิชาปรสิตวิทยาทางการแพทย์ สำหรับนิสิตแพทยศาสตร์ วิชาปรสิตวิทยาสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพสำหรับนิสิตพยาบาลศาสตร์ และนิสิตเภสัชศาสตร์ และวิชาพยาธิสรีระวิทยาทางคลินิก สำหรับนิสิตแพทยศาสตร์

2. การดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และครุภัณฑ์ประจำหมวดวิชาปรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์ ที่มีค่อนข้างหลากหลายและราคาเครื่องมือแต่ละชนิดค่อนข้างราคาสูงในซ่อมบำรุงหรือการซ่อมแซมแต่ละครั้งจะต้องใช้งบประมาณ ดังนั้นจึงต้องมีอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ดูแลการใช้งาน และการตรวจเช็คสภาพเครื่องมือแต่ละชนิดอย่างจำเพาะตามความชำนาญในการใช้เครื่องมือชนิดนั้น ๆ และมีการจัดระบบการขอใช้ครุภัณฑ์และเครื่องมือ เพื่อให้การใช้ทรัพยากรดังกล่าวเกิด

ประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ที่มาขอใช้บริการและต้องสามารถดูแลรักษาเครื่องมือชนิดนั้น ๆ เพื่อยืดอายุการใช้งานครุภัณฑ์และเครื่องมือดังกล่าว

3. งานด้านการวิจัย นักวิทยาศาสตร์ สังกัดคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม นอกจากจะมีหน้าที่ในการปฏิบัติงานหลักแล้ว ยังมีภาระงานอื่น ๆ ที่ต้องปฏิบัติเป็นประจำ คือ การทำงานวิจัยแบบ R 2 R (Routine to Research) ซึ่งเป็นการทำงานวิจัยจากงานประจำหรือจากงานประจำจนทำเป็นงานวิจัยโดยมุ่งเน้นที่จะนำการวิจัยไปพัฒนาการทำงานประจำของตนให้ดีขึ้นเป็นลำดับแรก โดยที่ไม่เน้นความเป็นเลิศทางวิชาการ งานวิจัย R2R เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนางานที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ของตนเอง โดยทำการทดลองหรือทดสอบเพื่อศึกษาค้นคว้าและแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานสามารถทำได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

4. งานด้านอนุกรรมการตรวจสอบพัสดุ การดูแลและตรวจสอบครุภัณฑ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ จะมีการดำเนินเป็นประจำทุกปีและมีการแต่งตั้งเจ้าหน้าที่ในส่วนราชการหรือหน่วยงานนั้น ซึ่งไม่ใช่เจ้าหน้าที่พัสดุ เพื่อตรวจสอบพัสดุ ครุภัณฑ์คงเหลือว่าตรงตามบัญชีหรือทะเบียนหรือไม่ มีพัสดุใดชำรุด เสื่อมสภาพหรือสูญหายไปเพราะเหตุใด หรือสำรวจพัสดุที่ไม่จำเป็นต้องใช้อีกต่อไป เพื่อทำการจำหน่ายออกต่อไปและเพื่อให้การดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงได้มีการแต่งตั้งอนุกรรมการเพื่อปฏิบัติหน้าที่ตรวจนับพัสดุขึ้น

5. งานจัดหาพัสดุและสารเคมี การเรียนการสอนในภาคปฏิบัติการมีความจำเป็นที่จะต้องใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้วอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีหลายชนิด เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการบริหารจัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติการ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้รับหน้าที่ที่จะต้องสำรวจ ตรวจสอบ วัสดุเหล่านั้นเพื่อให้มีความพร้อมสำหรับการใช้ในการเรียนการสอนอยู่เสมอ

6. อบรม / ประชุม / สัมมนา ผู้ปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเข้าร่วมประชุมและอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านที่ตนรับผิดชอบทั้งในด้านทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการสั่งสมประสบการณ์ ความชำนาญการในการปฏิบัติงานโดยสามารถนำความรู้ที่ได้จากการประชุมและอบรมมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องานที่ปฏิบัติได้

7. งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย ในการปฏิบัติงานนอกจากจะมีภาระงานหน้าที่หลักแล้ว ผู้ปฏิบัติงานยังต้องปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับหมอบหมายจากผู้บังคับบัญชา เช่น งานบริการวิชาการวิชาการต่าง ๆ งานด้านกรรมการอัดสำเนาข้อสอบ กรรมการจัดห้องสอบ และกรรมการคุมสอบกลางภาคและปลายภาค เป็นต้น

โดยในคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ จะกล่าวถึงลักษณะงานที่ปฏิบัติเป็นหลัก ได้แก่ การจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมสีย้อมเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียม น้ำยาที่ใช้ทดสอบทางจุลชีววิทยา การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์และการดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และครุภัณฑ์

โครงสร้างการบริหารจัดการ

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับการสนับสนุนให้ก่อตั้งในระหว่างที่รองศาสตราจารย์ ดร.ภาวิช ทองโรจน์ ดำรงตำแหน่งอธิการบดีมหาวิทยาลัยในขณะนั้น โดยได้ทาบทามศาสตราจารย์นายแพทย์ (พิเศษ) สมพร โพธินาม เป็นประธานโครงการจัดตั้งคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งมีแนวคิดให้ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นสถาบันที่เป็นเลิศทางวิชาการ ด้านเวชศาสตร์ครอบครัว ผลิตบัณฑิตและแพทย์เฉพาะทางด้านเวชศาสตร์ครอบครัวและชุมชนที่มีคุณภาพ ประกอบด้วยคุณธรรมและจริยธรรม สร้างงานวิจัยที่มีคุณค่า เป็นแหล่งอ้างอิงทางวิชาการของท้องถิ่น ประเทศชาติและนานาชาติ และยุทธศาสตร์ที่จะทำให้เกิดผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้รับการจัดตั้งเป็นหน่วยงานภายในอย่างเป็นทางการ ตามมติที่ประชุมสภามหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 10/2546 เมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2546 (ซึ่งถือเป็นวันสถาปนาคณะแพทยศาสตร์) โดยมี ศาสตราจารย์ (พิเศษ) นายแพทย์ สมพร โพธินาม เป็นคณบดีคนแรก

ในระยะเริ่มดำเนินงานสำนักงานตั้งอยู่ ณ อาคารวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ ห้อง 305 ชั้น 3 ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม (เขตพื้นที่ขามเรียง) ต่อมาในเดือนพฤศจิกายน 2548 ได้ย้ายมาดำเนินงาน ณ อาคารศูนย์บริการทางการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม (เขตพื้นที่ในเมือง)

1. ประวัติความเป็นมา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.1 วัตถุประสงค์ของการจัดตั้งคณะแพทยศาสตร์

1.1.1 ผลิตแพทย์และพัฒนากำลังคนทางด้านการแพทย์ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อตอบสนอง ต่อความต้องการแพทย์ของประเทศ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ยังขาดแคลนแพทย์อยู่อีกมาก

1.1.2 ผลิตแพทย์ให้สอดคล้องกับแนวคิดการปฏิรูประบบบริการทางการแพทย์ การสาธารณสุขของประเทศ ซึ่งเน้นการบริการประชาชน ครอบครัว และชุมชนในระดับปฐมภูมิ

1.1.3 เป็นแหล่งพัฒนาองค์ความรู้ทางการแพทย์ การสาธารณสุขในการป้องกัน การสร้างเสริม สุขภาพ การรักษาโรคและการฟื้นฟูสภาพให้กับประชาชนในภูมิภาคภาคตะวันออกเฉียงเหนือและของประเทศ

1.1.4 รองรับนโยบายของรัฐที่จะให้ประชาชนมีระดับคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

ปณิธาน

เป็นสถาบันที่มุ่งมั่นผลิตและพัฒนาแพทย์และบุคลากรทางการแพทย์ โดยเน้นด้านเวชศาสตร์ ครอบครัวและชุมชน แพทย์แผนไทย เวชกิจฉุกเฉิน เวชศาสตร์ผู้สูงวัยและทุพพลภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการของประเทศ

ปรัชญา

ผู้มีปัญญาพึงเป็นอยู่ เพื่อสุขภาพมหาชน

วิสัยทัศน์

ผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพได้รับใบประกอบวิชาชีพอย่างน้อย ร้อยละ 85 และโรงพยาบาลได้รับ การรับรองคุณภาพ

พันธกิจ

1. จัดการศึกษาวิชาชีพชั้นสูง ให้มีคุณภาพที่ได้ตามมาตรฐานนานาชาติและมีคุณลักษณะ ที่พึ่งประสงค์ของสถาบัน
2. สร้างผลงานวิจัยที่มีคุณภาพ เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน การบริการวิชาการ การทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม และการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาสังคม
3. ให้บริการและสร้างเสริมสุขภาพชุมชน และสังคมเข้มแข็งเพื่อพึ่งพาตนเองได้
4. อนุรักษ์ ส่งเสริม ปกป้อง เผยแพร่ ศึกษา พัฒนา บูรณาการด้านขนบธรรมเนียมประเพณีศิลปวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นของอีสานเข้ากับกิจการของคณะ

ตราสัญลักษณ์ประจำคณะแพทยศาสตร์

กรอบความหมาย

- มีตราโรจนากรซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งมีความหมายว่า ดวงตราแห่งความเจริญรุ่งเรือง
- พญานาค เป็น สัญลักษณ์ของชาวไทยสื่อถึงงูใหญ่ ซึ่งมีตำนานที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์ของโลกมาตั้งแต่สมัยกรีกโบราณ สถาบันต่าง ๆ ของไทยที่เกี่ยวข้องกับทางแพทย์จะมีสัญลักษณ์ของงูหรือพญานาคเกี่ยวข้องด้วย และพญานาคยังมีความสัมพันธ์กับขนบธรรมเนียมความเชื่อถือของภูมิภาคอีสาน เป็นสัตว์ที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้ดูแลแหล่งน้ำ และเป็นสัตว์ที่คอยดูแลปกป้องพระพุทธเจ้าจากภัยอันตรายต่าง ๆ รวมทั้งยังมีลวดลายที่แสดงถึงศิลปกรรมของไทย
- ชื่อภาษาไทย / อังกฤษ ของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- ปี พ.ศ. 2546 = ปี ค.ศ. 2003 เป็นปีก่อตั้งคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- สีเขียว เป็นสีประจำคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

- ลายประจำยาม เป็นลวดลายที่แสดงความเป็นเอกลักษณ์ไทย และเป็นภูมิปัญญาของชาวอีสานในการแกะสลักตามโบสถ์ วิหาร ต้นเทียนหรือถักทอเป็นเสื้อ

สีประจำคณะ สีเขียว

ต้นไม้ประจำคณะ ต้นพญายา

เอกลักษณ์ บูรณาการพหุเวชศาสตร์

อัตลักษณ์ อ่อนน้อมถ่อมตน

วัฒนธรรมองค์กร

"มีวินัย ใส่ใจคุณภาพ" (Discipline and Quality)

ค่านิยมองค์กร (Core Value)

MED – MSU

M - Morality (คุณธรรม)

E - Efficiency (ประสิทธิภาพ)

D - Development of Self and Organization (พัฒนาตนเองและองค์กร)

M - Management with Good Governance (บริหารจัดการด้วยหลักธรรมมาภิบาล)

S - Social Responsibility (รับผิดชอบต่อสังคม)

U - Unity (สามัคคี)

สมรรถนะหลักขององค์กร (Core Competency)

1. ผลิตแพทย์ที่เน้นเวชศาสตร์ครอบครัวและชุมชน
2. ผลิตแพทย์แผนไทยที่เน้นภูมิปัญญาแผนไทย
3. ผลิตนักเวชกิจฉุกเฉินการแพทย์
4. ผลิตบุคลากรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ยุทธศาสตร์

1. ยุทธศาสตร์การผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพ ภายใต้การจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรที่ทันสมัยตามเกณฑ์คุณภาพและมาตรฐานของชาติและสากล รวมทั้งเตรียมความพร้อมเข้าสู่ประชาคมอาเซียนและประชาคมโลก
2. ยุทธศาสตร์การเป็นศูนย์กลางแห่งการเรียนรู้และบริการวิชาการ เป็นวิชาชีพชั้นนำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
3. ยุทธศาสตร์การวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ และพัฒนานวัตกรรมที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มหรือใช้ประโยชน์ให้กับชุมชนและสังคม
4. ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ และยกระดับการบริหารธรรมมาภิบาลของคณะ

5. ยุทธศาสตร์การส่งเสริมภาพลักษณ์ของคณะให้ได้รับการยอมรับระดับชาติ และระดับสากล

6. ยุทธศาสตร์การพัฒนาสู่คณะแพทยศาสตร์สีเขียว และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

7. ยุทธศาสตร์การส่งเสริมการนำทุนทางวัฒนธรรมขนบธรรมเนียม และภูมิปัญญาท้องถิ่นไปใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

8. ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบการให้บริการด้านสุขภาพแบบองค์รวม และได้การรับรองคุณภาพโรงพยาบาล

การดำเนินงาน

1. การจัดการเรียนการสอน ทั้งหมด 5 หลักสูตร แบ่งได้ดังนี้
   1.1 ปริญญาตรี จำนวน 3 หลักสูตร คือ
      1.1.1 หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต
      1.1.2 หลักสูตรการแพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต
      1.1.3 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเวชกิจฉุกเฉิน
   1.2 บัณฑิตศึกษา จำนวน 2 หลักสูตร คือ
      1.2.1 หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
      1.2.2 หลักสูตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
2. โรงพยาบาลร่วมผลิต
   2.1 โรงพยาบาลกาฬสินธุ์
   2.2 โรงพยาบาลร้อยเอ็ด
3. หน่วยงานให้บริการภายใน
   3.1 โรงพยาบาล (ศูนย์บริการทางการแพทย์)
   3.2 สถานผลิตยาและเวชภัณฑ์

2. ภารกิจและหน้าที่รับผิดชอบของหน่วยงาน

คณะแพทยศาสตร์เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ผลิตแพทย์และผลิตกำลังพลทางด้านการแพทย์ เป็นแหล่งผลิตความรู้ทางด้านการแพทย์ การแพทย์แผนไทยประยุกต์และเวชกิจฉุกเฉิน ด้านการสาธารณสุขในการป้องกันและการส่งเสริมสุขภาพของประชาชน เป็นต้น โดยภารกิจและหน้าที่รับผิดชอบของคณะแพทยศาสตร์ จะกล่าวถึงส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของผู้เขียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้คือ

2.1 ภารกิจและหน้าที่รับผิดชอบของคณะแพทยศาสตร์

ข้อมูลการบริการของหน่วยงาน

1. หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต มุ่งหวังให้บัณฑิตแพทย์มีความรู้คู่คุณธรรม สามารถดูแลประชาชน ทั้งปัจเจกชน ครอบครัวและชุมชนได้เป็นอย่างดี

2. หลักสูตรการแพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต มุ่งผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ด้านการแพทย์แผนไทยประยุกต์ มีทักษะในการสร้างเสริมและรักษาพยาบาลผู้ป่วย ด้วยภูมิปัญญาดั้งเดิมของบรรพบุรุษไทย

3. หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเวชกิจฉุกเฉิน มุ่งผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ความสามารถ ระดับวิชาชีพด้านเวชกิจฉุกเฉิน สามารถช่วยเหลือดูแลผู้ป่วยได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

4. หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มุ่งเน้นการผลิตมหาบัณฑิตที่เป็นนักวิจัยและพัฒนาระดับผู้นำ มีความเป็นเลิศทางวิชาการในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

5. หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มุ่งเน้นการผลิตดุษฎีบัณฑิต ผู้มีความเป็นเลิศทางวิชาการ การวิจัยและการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ด้านการบริการวิชาการ คณะแพทยศาสตร์มีศูนย์บริการเพื่อให้บริการกับประชาชน 3 แห่ง คือ

1. ศูนย์บริการทางการแพทย์ มี 2 แห่ง ได้แก่ เขตพื้นที่ในเมืองและเขตพื้นที่ขามเรียง ซึ่งเป็น สถานพยาบาลที่ให้บริการรักษาพยาบาลด้วยการแพทย์แผนปัจจุบัน

2. ศูนย์บริการทางการแพทย์แผนไทยประยุกต์ ให้บริการรักษาพยาบาลด้วยการแพทย์แผนไทยประยุกต์ เช่น ด้านหัตถเวช การบำบัดด้วยยาและผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ได้มาตรฐาน

3. สถานผลิตยาและผลิตภัณฑ์สมุนไพร มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตยาสมุนไพรออกจำหน่าย และเป็นที่ฝึกปฏิบัติของนิสิตแพทย์แผนไทยประยุกต์

ด้านการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ได้ส่งเสริมกระบวนการวิจัย สร้างองค์ความรู้ใหม่ และพัฒนา สิ่งประดิษฐ์เพื่อให้ได้ผลงานให้สอดคล้องกับนโยบายการวิจัยของมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่มีคุณภาพได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ด้านการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ได้ส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมที่เป็นการทำนุบำรุงศิลปะ วัฒนธรรมอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ยังเล็งเห็นความสำคัญของงานประกันคุณภาพ ซึ่งได้จัดทำรายงานการประเมินตนเองทุกปีการศึกษา รวมทั้งด้านการพัฒนานิสิต โดยจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรด้านต่าง ๆ ให้กับนิสิต โดยมุ่งหวังที่จะผลิตบัณฑิตให้มีคุณภาพ บูรณาการการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมกับการเรียนการสอน การปลูกฝังคุณธรรมและจริยธรรม การพัฒนานิสิต สามารถให้บริการด้านสาธารณสุข เพื่อให้ประชาชนมีสุขภาพที่ดี สมดังปรัชญา คณะแพทยศาสตร์ที่ว่าผู้มีปัญญาพึงเป็นอยู่เพื่อสุขภาพมหาชน

2.2 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของงานปรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์

1. เปิดสอนในหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 1 – 3
2. เปิดสอนในหลักสูตรการแพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 1 – 4
3. เปิดสอนหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาเวชกิจฉุกเฉิน สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 1 – 4
4. เปิดสอนสำหรับนิสิตที่เรียนสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ อาทิเช่น นิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ นิสิตคณะพยาบาลศาสตร์ และนิสิตคณะเภสัชศาสตร์

ด้านการบริการวิชาการ งานปรีคลินิก เป็นหน่วยงานในสังกัดของคณะแพทยศาสตร์ มีข้อมูลการให้บริการดังต่อไปนี้

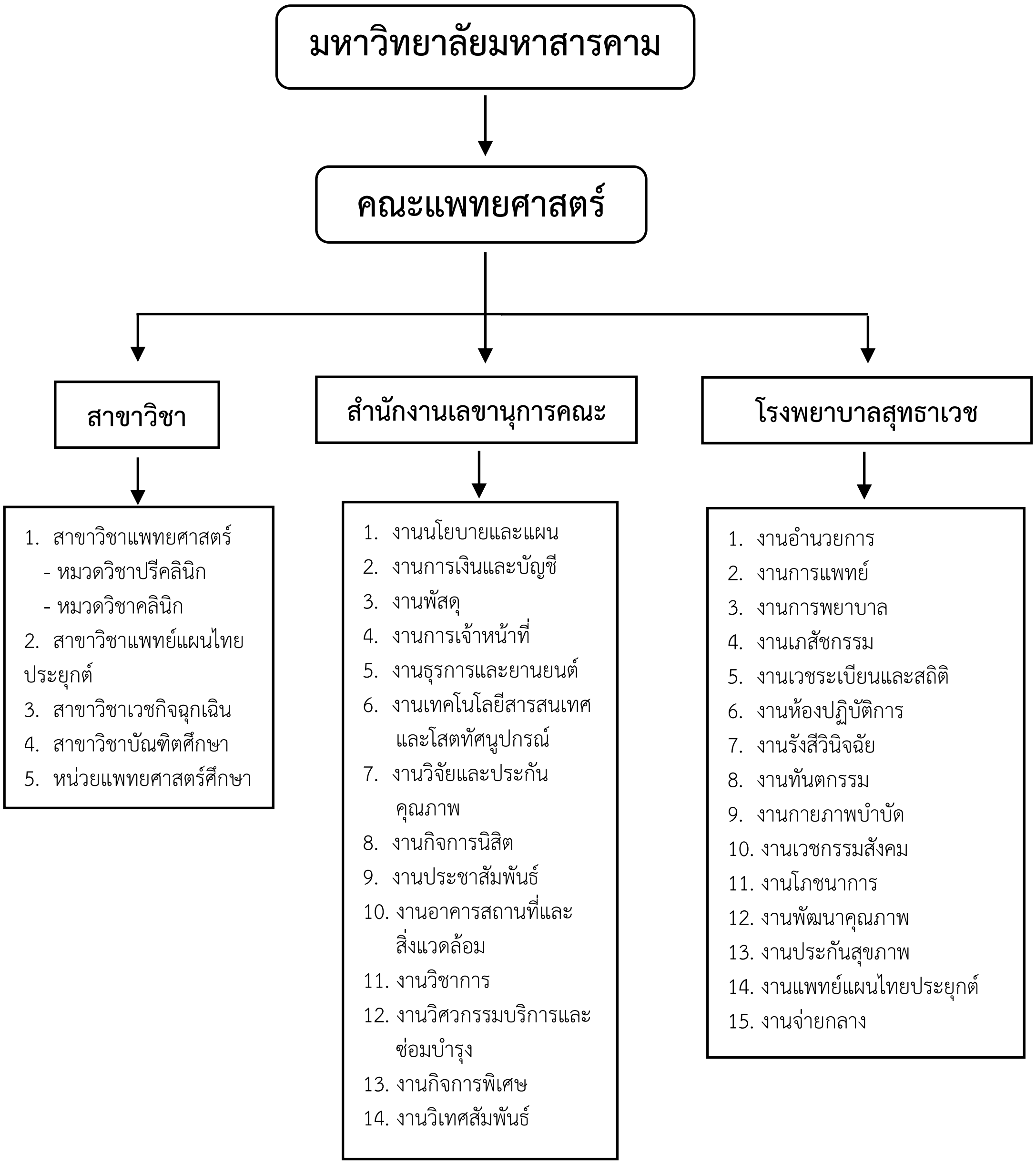
1. กลุ่มวิชาปรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์ มีห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์หรือที่บุคคลทั่วไปเรียกว่า “ห้องอาจารย์ใหญ่” ซึ่งตั้งอยู่ที่อาคารวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (เขตพื้นที่ขามเรียง) เพื่อให้บริการด้านการเรียนการสอน สำหรับนิสิตคณะแพทยศาสตร์และนิสิตสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและสำหรับโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ใช้จัดการเรียนการสอนซึ่งในทุก ๆ ปีได้เปิดให้บุคคลทั่วไปเข้าเยี่ยมชมในช่วงงานสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์
2. มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทางด้านจุลชีววิทยา ปรสิตวิทยา ชีวเคมี และสรีรวิทยาที่มีเครื่องมือค่อนข้างทันสมัยและครบถ้วน ซึ่งจัดการเรียนการสอนสำหรับนิสิตคณะแพทยศาสตร์และนิสิตสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ อีกทั้งให้บริการสำหรับคณาจารย์ภายในและภายนอกคณะฯ สำหรับการทำงานวิจัย

ด้านการวิจัย คณาจารย์ได้เล็งเห็นความสำคัญของการทำงานวิจัย ส่งเสริมกระบวนการวิจัย สร้างองค์ความรู้ใหม่ ให้สอดคล้องกับนโยบายการวิจัยของคณะแพทยศาสตร์และมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถนำไปพัฒนาและสามารถนำไปต่อยอดได้

ด้านการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ได้ส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมที่เป็นการทำนุบำรุงศิลปะ วัฒนธรรมอย่างต่อเนื่อง โดยจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรด้านต่าง ๆ ให้กับนิสิตคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมุ่งหวังที่จะผลิตบัณฑิตให้มีคุณภาพ บูรณาการการ ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมกับการเรียนการสอน การปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม

3. โครงสร้างองค์กร

คณะแพทยศาสตร์มีโครงสร้างหน่วยงานแบ่งออกเป็น 3 หน่วยงานหลัก คือ หน่วยงานภายในคณะที่มีฐานะเทียบเท่าภาควิชา หน่วยงานภายในสำนักงานเลขานุการคณะ และโรงพยาบาล โดยรายละเอียดของงานในแต่ละหน่วยงานหลัก มีดังนี้

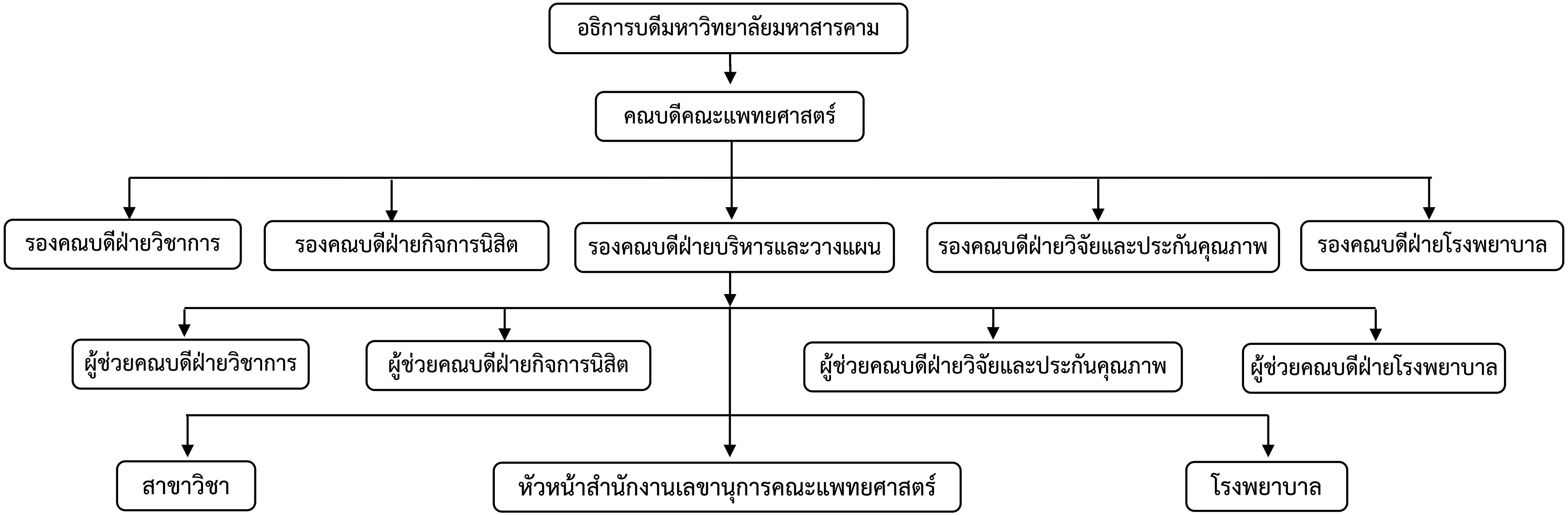


หมายเหตุ : มติที่ประชุมคณะกรรมการประจำคณะแพทยศาสตร์ 4/2560 วันที่ 23 พฤษภาคม 2560

ภาพประกอบ 1 แสดงโครงสร้างองค์กรคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

4. โครงสร้างการบริหารคณะแพทยศาสตร์

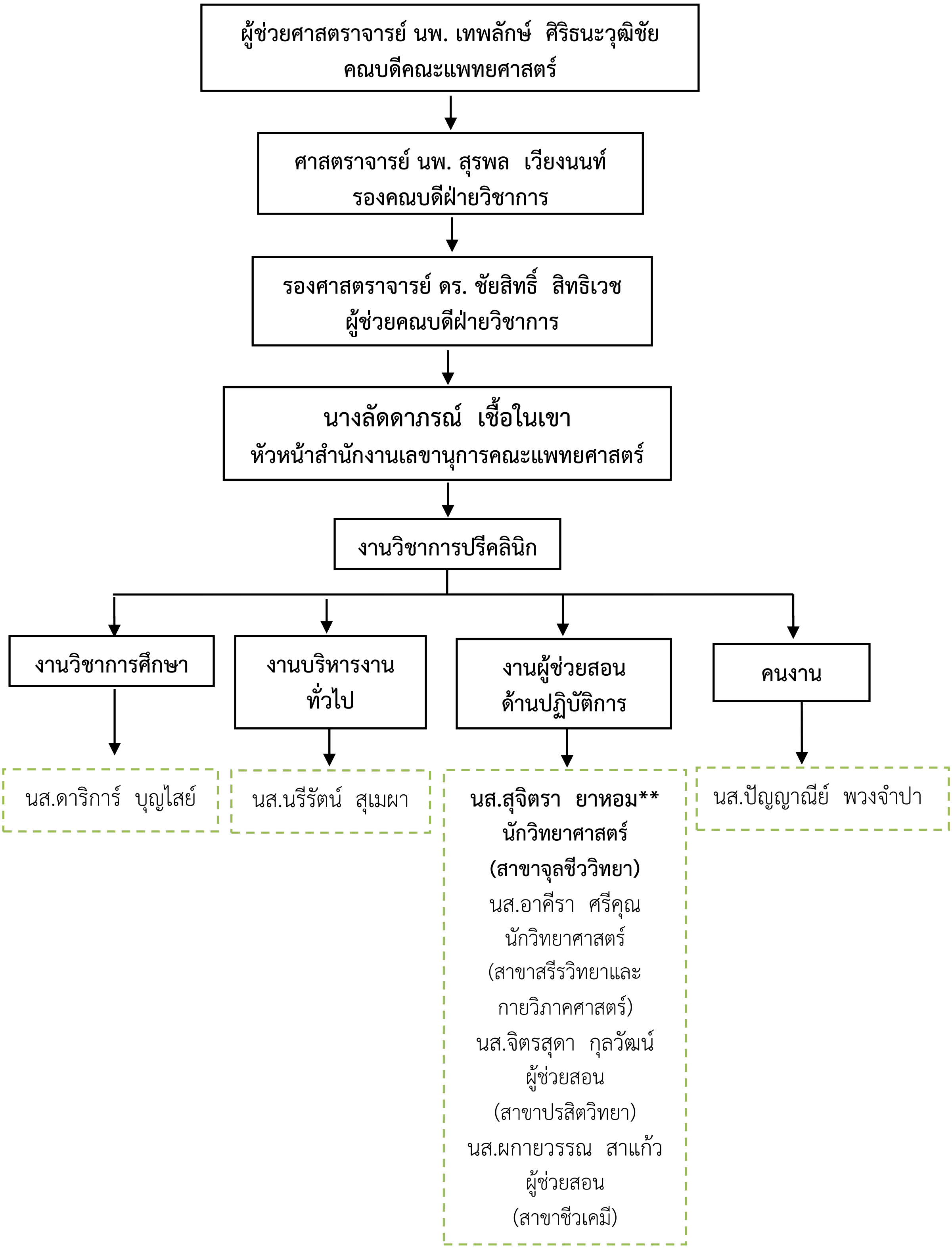
คณะแพทยศาสตร์เป็นหน่วยงานหนึ่งของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งมีการบริหารงานที่ตอบสนองยุทธศาสตร์ของคณะแพทยศาสตร์ ปัจจุบันคณะแพทยศาสตร์ ดำเนินการจัดการเรียนการสอน 5 หลักสูตร คือ หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต (6 ปี) หลักสูตรแพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเวชกิจฉุกเฉิน หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต และหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ซึ่งผู้จัดทำคู่มือได้ปฏิบัติงานในส่วนของงานวิชาการ สังกัดสำนักงานเลขานุการคณะแพทยศาสตร์ มีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนของงานวิชาการของหมวดปรีคลินิก โดยการบริหารงานของคณะแพทยศาสตร์ มีดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงโครงสร้างการบริหารสำนักงานเลขานุการคณะแพทยศาสตร์

5. **โครงสร้างการปฏิบัติงานงานวิชาการ**

สามารถแสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานด้านวิชาการของสายสนับสนุนหมวดวิชาปรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์ ในส่วนของงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานงานวิชาการ

บทที่ 3
หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานทางด้านจุลชีววิทยา ผู้ปฏิบัติงานด้านนี้จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีทักษะเฉพาะ เนื่องจากเป็นการปฏิบัติที่มีเชื้อจุลินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นการปฏิบัติงานที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย การเฝ้าระวัง และการควบคุมไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษานั้น เกิดการแพร่กระจ่ายออกสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นการทำงานภายใต้ระบบความปลอดภัยที่ดี โดยผู้ที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะสาขาย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ที่จะสามารถควบคุมการติดเชื้อและการแพร่กระจ่ายของเชื้อจากห้องปฏิบัติการออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ โดยหลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานทางด้านจุลชีววิทยาดังกล่าวเป็นหลักเกณฑ์การปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ เป็นแนวทางการปฏิบัติงานด้านจุลชีววิทยาที่ได้รับการยอมรับ โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน
2. วิธีการปฏิบัติงาน
3. ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน
4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

กรมปศุสัตว์ สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติและกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา เป็นการกำหนดวิธีดำเนินการปฏิบัติ และการบริหารจัดการสำหรับห้องปฏิบัติการที่มีความเกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และวัสดุติดเชื้อจากจุลินทรีย์ เพื่อเป็นการควบคุมทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งห้องปฏิบัติงานแต่ละประเภทมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับเชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื้อแต่ละชนิดมีระดับความเสี่ยงและอันตรายแตกต่างกัน ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ตามข้อกำหนด Center for Disease Control (CDC) และ The National Institutes of Health (NIH) ดังนี้ (ศันสนีย์ ชีระพันธ์. 2555)

1. Biosafety Level 1, BSL1 (Biohazard Group 1) เป็นระดับที่มีความเกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ได้ก่อให้เกิดโรคในคนและสัตว์ สามารถใช้การปฏิบัติทางจุลชีววิทยามาตรฐาน ไม่มีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย สิ่งอำนวยความสะดวก และสาธารณูปโภคพื้นฐานที่ต้องการ เช่น โต๊ะปฏิบัติการ และอ่างล้างมือจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ใน BSL1 ได้แก่ *Bacillus subtilis, B. naegleriagruberi,* Infection Canine และ Hepatitis Virus เป็นต้น
2. Biosafety Level 2, BSL2 (Biohazard Group 2) เป็นระดับของจุลินทรีย์ที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคในคนก่อให้เกิดการบาดเจ็บทางผิวหนังการกิน และการสัมผัส สามารถใช้การปฏิบัติตาม BSL 1 ร่วมกับการควบคุมการเข้าออกห้องปฏิบัติการ การติดสัญลักษณ์ Biohazard การใช้คู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพบุคคลากรต้องได้รับการฝึกอบรม ต้องใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย เช่น ตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet; BSC) Class I (อากาศที่ไหลเข้าสู่ภายในตู้จะเป็น

อากาศจากภายนอก ก่อนปล่อยออกจากตู้จะกรองผ่าน High Efficiency Particulate Air Filter; HEPA filter ก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก) หรือตู้ปลอดเชื้อ Class II (อากาศก่อนเข้าตู้จะกรองผ่าน HEPA filter แล้วลงสู่พื้นที่ปฏิบัติงานก่อนปล่อยออกนอกตู้) รวมทั้งถุงมือ เสื้อกาวน์ รองเท้า และหน้ากากกันฝุ่นละออง เป็นต้น พร้อมสิ่งอำนวยความสะดวก และสาธารณูปโภคระดับ BSL1 ร่วมกับการใช้หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) จุลินทรีย์ที่จัดอยู่ใน BSL2 เช่น *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* และ *Staphylococcus aureus* เป็นต้น

3. Biosafety Level 3, BSL3 (Biohazard Group 3) เป็นระดับที่จุลินทรีย์สามารถติดต่อด้วยการฟุ้งกระจายของเชื้อโรคซึ่งอาจรุนแรงถึงชีวิต ต้องใช้การปฏิบัติตาม BSL 2 ร่วมกับการควบคุมการเข้าออก การกำจัดการปนเปื้อนในของเสียทั้งหมด การกำจัดการปนเปื้อนเสื้อผ้าก่อนซักรีด ต้องใช้อุปกรณ์ความปลอดภัย ใช้ BSC Class II พร้อมสิ่งอำนวยความสะดวกและสาธารณูปโภค BSL2 ร่วมกับการแยกส่วนจากโถงเข้าออกประตูสองชั้นปิดได้เอง ระบบถ่ายเทอากาศแบบไม่หมุนเวียนเข้าสู่ห้องปฏิบัติการ จุลินทรีย์ที่จัดอยู่ใน BSL3 ได้แก่ *Mycobacterium tuberculosis* เป็นต้น

4. Biosafety Level 4, BSL4 (Biohazard Group 4) เป็นจุลินทรีย์ซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคที่คุกคามชีวิต ติดต่อด้วยการฟุ้งกระจาย หรือเชื้อสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการติดต่อที่ยังไม่ทราบสาเหตุ จะต้องปฏิบัติตามBSL 3 ร่วมกับการเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนการเข้าห้องปฏิบัติการ การอาบน้ำก่อนการออกจากห้องปฏิบัติการ การกำจัดการปนเปื้อนวัสดุทั้งหมดก่อนนำออกสู่ภายนอก และต้องใช้อุปกรณ์ความปลอดภัยใช้ BSC Class III (เป็นตู้ปิด ด้านหน้าของตู้จะเป็นช่องให้สอดมือเข้าไปในถุงมือที่เชื่อมติดกับผนังตู้ด้านใน นอกจากนี้อากาศที่ไหลเข้าสู่ภายในตู้ และก่อนออกสู่ภายนอกจะกรองผ่าน HEPA filter) รวมกับอุปกรณ์ป้องกันเฉพาะบุคคล (Personal Protective Equipment; PPE) และสาธารณูปโภค BSL3 ร่วมกับการแยกอาคารหรือพื้นที่ออกจากส่วนอื่น พร้อมกำจัดการปนเปื้อน จุลินทรีย์ที่จัดอยู่ใน BSL4 ได้แก่ Hanta virus และ Ebola virus เป็นต้น

ทั้งนี้ข้อแตกต่างของระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ และระบบเอื้ออำนวยความสะดวกในหองปฏิบัติการสำหรับระดับการควบคุมความปลอดภัยทางชีวภาพทั้ง 4 ระดับ สรุปได้ดังตารางที่ 1 (กรมปศุสัตว์. 2552)

ตารางที่ 1 แสดงระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ

สิ่งหรือความจำเป็นที่ต้องจัดหา	**ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level)**			
	BSL 1	**BSL 2**	**BSL 3**	**BSL 4**
1. โต๊ะปฏิบัติการ อ่างล้างมือ	ต้องมี	ต้องมี	ต้องมี	ต้องมี
2. การฝึกอบรมด้านเทคนิคการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยา	ควรมี	ต้องมี	ต้องมี	ต้องมี
3. ระบบฆ่าเชื้อปนเปื้อนด้วยเครื่องอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำความดันสูง (Autoclave)	ควรมี	ต้องมี	ต้องมี	ต้องมี
4. ตู้ชีวนิรภัย (Biological Safety Cabinet)	ควรมี	Class I หรือ II	Class I หรือ II	Class III
5. ระบบกรองการไหลเวียนอากาศ	-	-	ควรมี	ต้องมี
6. การเข้มงวดในการอนุญาตเข้า-ออก ของบุคคลภายนอก	-	ควรมี	ควรมี	ต้องมี
7. ระบบการอาบน้ำ เปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้า-ออก ห้องปฏิบัติการ	-	-	ควรมี	ต้องมี
8. การแยกอาคารหรือห้องปฏิบัติการออกมาต่างหาก	-	-	-	ต้องมี

ตารางที่ 2 แสดงการควบคุมความปลอดภัยทางชีวภาพ

BSL	เชื้อจุลินทรีย์	หลักการปฏิบัติ	วัสดุ-อุปกรณ์	สิ่งอำนวยความสะดวก
1	เชื้อจุลินทรีย์ ที่ไม่เป็นสาเหตุของโรคที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์	ใช้มาตรการปฏิบัติ การทางจุลชีวิทยาทั่วไป	ต้องมีการใช้การปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาที่ดี	ต้องมีโต๊ะปฏิบัติการและอ่างล้างมือ
2	เชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับโรคมนุษย์หรือทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อเมื่อสัมผัสหรือเข้าสู่ร่างกาย	ใช้แนวปฏิบัติตามหลัก BSL-1 และต้อง - จำกัดการเข้าถึง - มีสัญลักษณ์“Biohazard” - มีมาตรการการป้องกันล่วงหน้า - มีคู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพที่ระบุ	มีตู้ชีวนิรภัย (Biological Safety Cabinet) class 1 หรือ 2 หรืออุปกรณ์ควบคุมทางกายภาพอื่น ๆ ที่ใช้ในการจัดการเชื้อจุลินทรีย์ ที่เป็นสาเหตุที่ปนเปื้อนหรือเป็นละอองเชื้อ มีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่ เสื้อคลุม ถุงมือ และหน้ากาก เป็นต้น	ใช้ BSL 1 พร้อมด้วยระบบฆ่าเชื้อปนเปื้อนด้วยเครื่องอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (Autoclave)
3	เชื้อจุลินทรีย์เฉพาะถิ่นหรือต่างถิ่นซึ่งมีศักยภาพที่จะแพร่เชื้อผ่านละอองเชื้อและเป็นโรคที่ก่อให้เกิดผลตามมาที่สำคัญหรือทำให้ตายได้	ใช้แนวทางปฏิบัติตาม BSL-2 พร้อมทั้งมีการควบคุมการเข้าถึงพื้นที่ มีการขจัดสิ่งปนเปื้อนจากของเสียทั้งหมดจากเสื้อผ้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ก่อนนำไปซักรีด	มีตู้ชีวนิรภัย (Biological Safety Cabinet) class 1 หรือ 2 หรืออุปกรณ์ควบคุมทางอื่น ๆ ที่ใช้ในการจัดการเชื้อจุลินทรีย์ มีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่ เสื้อกาวน์ในห้องปฏิบัติการ ถุงมือ และการป้องกันการหายใจ เป็นต้น	ใช้ BSL-2 พร้อมทั้งมีการแยกการเข้าถึงพื้นที่ มีประตู 2 ชั้นที่ปิดได้เอง ไม่มีการหมุนเวียนอากาศซ้ำ
4	เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายหรือเชื้อจุลินทรีย์ต่างถิ่น ซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคที่มีความเสี่ยงสูงต่อการคุกคามชีวิต สามารถแพร่เชื้อได้ด้วยละอองเชื้อ หรือเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ทราบความเสี่ยงในการแพร่เชื้อ	ใช้แนวทางปฏิบัติตาม BSL-3 และต้องมีการเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้าพื้นที่ มีการอาบน้ำก่อนออกจากห้องปฏิบัติการและวัสดุทุกชนิด ต้องมีการถูกลดการปนเปื้อนก่อนนำออกไป	ทุกกระบวนการต้องดำเนินการในตู้ชีวนิรภัย class 3 หรือใช้ตู้ชีวนิรภัยระดับ 1 หรือ 2 ที่มี full body, air-supplied, positive pressure personnel suit	ใช้ BSL-3 โดยจัดให้มีพื้นที่เฉพาะหรือเป็นอาคารแยกออกมาและ dedicated supply and exhaust vacuum and deacon systems

ความสำคัญของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ด้วยระบบการรักษาความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากต่อการปฏิบัติงานและผู้ปฏิบัติงานของที่เกี่ยวข้อง เชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีระดับความอันตรายต่อมนุษย์แตกต่างกัน บางชนิดอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตได้ การป้องกันโดยการกำหนดวิธีดำเนินการ การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้ถูกต้องเหมาะสมจะช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงของการเกิดอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ต้องตระหนักถึงความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการโดยปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย ดังนี้ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2558)

1. การควบคุมไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดอุบัติเหตุและได้รับอันตราย
2. การมีระบบการทำงานที่มีความปลอดภัยสูง ทำให้เกิดความมั่นใจและแรงจูงใจในการปฏิบัติงาน
3. การป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายจากการที่วัสดุทางชีวภาพกระจายออกสู่ภายนอกเป็นอันตรายต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม
4. การปฏิบัติตามหลักการเทคนิคทางจุลชีววิทยาที่ดี (Good Microbiological Practices)

วิธีการปฏิบัติงาน

ผู้ที่ปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ มีความเข้าใจในหลักการและมีทักษะจนเกิดความชำนาญการในการปฏิบัติงานตามหลัก ตามกฎระเบียบขั้นพื้นฐานปฏิบัติทางจุลชีววิทยาอย่างเคร่งครัด และเป็นไปตามหลักการเทคนิคทางจุลชีววิทยา สามารถสรุปได้ดังนี้ (สุขใจ ผลอำไพสถิตย์ และ อรอนงค์ รัชตราเชนชัย. 2557)

1. ควรสวมเสื้อปฏิบัติการทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงานการเชื้อจุลินทรีย์
2. ห้ามนำอาหารเข้ามารับประทานหรือดื่มในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา
3. การใช้เทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic Techniques) ต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อ การปฏิบัติงานกับเชื้อจุลินทรีย์ ต้องทำในตู้ปลอดเชื้อ (Biosafety Cabinet) เท่านั้น
4. การป้องกันการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ กรณีที่มีเชื้อจุลินทรีย์หกหรือตกหล่นบริเวณใด ๆ ต้องรีบทำความสะอาด โดยเช็ดน้ำยาฆ่าเชื้อทันที
5. การเลือกใช้หลอดหรือเพลตที่เก็บเชื้อจุลินทรีย์ ต้องเป็นแก้วหรือพลาสติกที่มีฝาครอบหรือจุกปิดหลอดหรือขวดเชื้อตลอดเวลา และถึงแม้ว่าการทดลองจะสิ้นสุดแล้วต้องติดป้ายบ่งชี้ที่ภาชนะให้ชัดเจน
6. ต้องระมัดระวังไม่วางหลอดเชื้อหรือขวดเชื้อที่เจริญในอาหารเหลว ในลักษณะที่มีการเอียงหลอดหรือขวดซึ่งทำให้จุกสำลีดูดซับอาหารและเชื้อ ซึ่งอาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่อยู่ภายในและภายนอกหลอดอาหารสามารถเจริญบนจุกสำลีนั้นได้
7. ต้องทำความสะอาดภาชนะปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ค้างอยู่ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยนำเข้าหม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave) เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว

8. ต้องเช็ดทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อทุกครั้ง หลังจากปฏิบัติงานเสร็จ

9. หลีกเลี่ยงการปนเชื้อของเชื้อ เชื้อที่นำไปทำลายด้วยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ ควรจัดเก็บใส่ในภาชนะที่ไม่มีรอยรั่ว เช่น ถุงพลาสติก และปิดปากถุงให้มิดชิดด้วยแผ่นสเตอไรล์ (Sterile Tape) ก่อนนำไปไว้ในภาชนะเก็บขยะติดเชื้อ

10. ต้องทิ้งวัสดุที่ใช้แล้วกับจุลินทรีย์ บริเวณที่กำหนดเพื่อการจัดการตามขั้นตอนที่ถูกต้องต่อไป เช่น การนึ่งฆ่าเชื้อในอาหารที่ใช้แล้วหรือมีเชื้อเจริญอยู่หรือการแช่เครื่องแก้วในน้ำยาเคมีก่อนล้างทำความสะอาดตามปกติ

ระบบการรักษาความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากต่อการปฏิบัติงาน เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดมีระดับความอันตรายต่อมนุษย์การป้องกันโดยการกำหนดวิธีดำเนินการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้ถูกต้องเหมาะสม จะช่วยป้องกัน หรือลดความเสี่ยงต่ออันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเริ่มจากผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติตามกฎระเบียบของห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด รวมถึงการมีระบบการถ่ายเทอากาศที่ดี จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นยิ่งในการป้องกันอันตรายจากการฟุ้งกระจายของเชื้อสู่สภาวะแวดล้อม ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อทั้งสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และบุคคลอื่นได้ ดังนั้นจึงได้กำหนดข้อควรระวัง ดังนี้

1. การป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากภายนอกลงในหลอดหรือจานเพาะเชื้อ
2. การป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองปนเปื้อน หรือแพร่กระจายไปสู่สภาวะแวดล้อม ไม่ว่าจุลินทรีย์นั้นจะเป็นเชื้อก่อโรคหรือไม่

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การปฏิบัติงานทางด้านจุลชีววิทยาผู้ปฏิบัติงานจะต้องเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การปฏิบัติงานสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดความผิดพลาดในระหว่างการปฏิบัติงานได้ โดยในคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน รายละเอียดดังนี้

1. อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

อาหารเลี้ยงเชื้อ (Culture Media) หมายถึง อาหารแข็งหรืออาหารเหลวที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ให้บริสุทธิ์ อาหารเลี้ยงเชื้อมีความสำคัญมากในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตและทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี เพื่อจำแนกชนิดของจุลินทรีย์หรือใช้ในงานเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้เป็นตัวอย่างหรือเชื้ออ้างอิง (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2550)

สมบัติของอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์ ทั้ง รา ยีสต์ และแบคทีเรียแต่ละชนิดนั้นต้องการสารอาหารที่แตกต่างกันออกไป จึงมีส่วนผสมที่แตกต่างกันให้เหมาะสมการเจริญของ

จุลินทรีย์แต่ละชนิด ไม่มีอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดหนึ่งชนิดใดที่เหมาะต่อการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ทุกชนิด อย่างไรก็ตามสมบัติที่สำคัญของอาหารเลี้ยงเชื้อทุกชนิดควรมีสมบัติดังนี้ (กัญจนา ธีระกุล. 2554)

1. มีธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ และมีความเข้มข้นเหมาะสม
2. มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์แต่ละชนิด
3. ไม่มีสารพิษใด ๆ ปนเปื้อนอยู่ในอาหารนั้น
4. ไม่มีสิ่งมีชีวิตใด ๆ ปนเปื้อนอยู่ในอาหารนั้น

โดยอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ สามารถจำแนกจากรูปแบบของอาหาร และชนิดของอาหาร ได้ดังนี้

1.1 การแบ่งตามลักษณะทางกายภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อ การจัดจำแนกตามรูปแบบทางกายภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อ แบ่งได้ดังนี้

1.1.1 อาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นของแข็ง (Solid Media หรือ Agar) คืออาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วน ประกอบหลักคือ วุ้น (Agar) ตามปกติใช้ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (15 กรัมต่อลิตรอาหาร) โดยจะอยู่ใน จานแก้ว (Petri Dish) หรืออยู่ในหลอดทดสอบ ซึ่งมีผิวหน้าเอียงเรียก Slant อาหารในหลอดทดสอบที่ผิวหน้าไม่เอียงเรียก Deep Tube เพื่อใช้เลี้ยงจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเพียงเล็กน้อย

1.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อกึ่งแข็ง (Semi Solid Media) หมายถึงอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ เติมวุ้นลงไปปริมาณต่ำกว่า Solid Media คือ ประมาณร้อยละ 0.5 หรือน้อยกว่า

1.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว (Liquid Media หรือ Broth) คือ อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ได้เติมวุ้น มีลักษณะเป็นของเหลว

1.2 แบ่งตามคณสมบัติของคณคุณค่าทางอาหาร จัดจำแนกตามคุณสมบัติของคุณค่าทางอาหาร และสารคัดเลือกเฉพาะ (Selective Agent) ที่เติมลงไป แบ่งได้ดังนี้

1.2.1 อาหารพื้นฐาน (Plain Media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่รู้จักทั่วไปสำหรับจุลินทรีย์คือ Nutrient agar ที่เป็นอาหารแข็ง และ Nutrient Broth เป็นอาหารเหลว หรือ LB Medium (Lysogeny Broth) อาหารเหลวถูกทำให้เป็นอาหารแข็งด้วยการเติมวุ้นแล้วเทลงในจานเพาะเชื้อแล้วปล่อยให้แข็งแล้วจึงนำไปเลี้ยงจุลินทรีย์ มีแบคทีเรียน้อยมากที่ย่อยสลายวุ้นได้ แบคทีเรียจึงเจริญเป็นโคโลนีบนอาหารแข็ง ถ้าในอาหารเหลว จุลินทรีย์จะเจริญในลักษณะเป็นคอลลอยด์ในอาหารเหลว

1.2.2 อาหารที่ใช้เพิ่มปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (Enriched Media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เฉพาะกับแบคทีเรียที่เลี้ยงยาก เนื่องจากไม่เจริญในอาหารธรรมดาเลยหรือเจริญยาก อาหารชนิดนี้ต้องเติมอาหารพิเศษ หรือ Growth Factor บางอย่างลงไป เช่น เลือด ซีรั่ม ไข่ และน้ำจากช่องท้อง หรือสารที่สกัดจากเนื้อเยื่อของสัตว์ ซึ่งประกอบด้วย ธาตุอาหารที่สนับสนุนการเจริญของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น ตัวอย่างเช่น Blood Agar เป็น Enriched Medium สำหรับตัวอย่างเลือด Chocolate Agar ซึ่งเติมเลือดที่ได้รับความร้อน (40 - 45°C) ทำให้เป็นสีน้ำตาล เป็น Enriched Medium เป็นต้น

1.2.3 อาหารที่มีการเติมสาร (Enrichment Media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารเคมีบางอย่างกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียที่ต้องการให้เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วมากกว่าแบคทีเรียที่ไม่

ต้องการ เช่น ใช้ Selenite Broth หรือ Tetrathionate Media จะเร่งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Salmonella* หรือ *Shigella* ส่วน *Escherichia coli* ซึ่งพบอยู่ด้วยกันในอุจจาระจะไม่เจริญ เป็นต้น

1.2.4 อาหารที่ใช้คัดเลือกเฉพาะ (Selective Media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้สำหรับการแยกจุลินทรีย์ที่ต้องการออกจากจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการที่ปะปนอยู่ โดยการเติมสารเคมีบางอย่าง ซึ่งเป็นสารที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ โดยไม่มีผลเสียต่อจุลินทรีย์ที่ต้องการ เช่น การเติมผงของสี Crystal Violet Brilliant Green และเกลือน้ำดี (Bile Salt) เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก แต่ไม่ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ หรือมีการเติมยาปฏิชีวนะในอาหาร เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการตัวอย่างของอาหาร เช่น Brilliant Green agar, Eosin-Methylene Blue agar (EMB), Salmonella-Shigella agar (SS agar), Charcoal-Based Selective Medium agar (CSM), Bismuth Sulfite agar, Hektoen Enteric agar (HE), Mannitol Salt agar (MSA) และอาหาร MacConkey agar เป็นต้น

1.2.5 อาหารที่ใช้บอกความแตกต่างของเชื้อ (Differential Media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่บอกความแตกต่างของเชื้อแต่ละชนิด โดยดูความแตกต่างของลักษณะโคโลนีหรือปฏิกิริยาทางชีวเคมี (Biochemical Reaction) เช่น อาหาร MacConkey agar, Egg Yolk agar และ Blood agar media เป็นอาหารวุ้นที่เติมเลือด ถ้าแบคทีเรียนั้นย่อยสลายเม็ดเลือดแดงได้ (Hemolysis) จะเกิดบริเวณใส (Clear Zone) ขึ้นรอบ ๆ โคโลนีของแบคทีเรียเป็นต้น

1.2.6 อาหารที่ใช้คัดเลือกเฉพาะและบอกความแตกต่าง (Selective and Differential Media) มีอาหารเลี้ยงเชื้อบางชนิด มีคุณสมบัติเป็นทั้ง Differential Media และ Selective Media คือยอมให้แบคทีเรียบางชนิดขึ้นได้ แต่ไม่ยอมให้แบคทีเรียชนิดอื่น ๆ เจริญและในขณะเดียวกันก็ยังสามารถแยกชนิดของแบคทีเรียที่เจริญนั้นอยู่ได้ด้วย เช่น อาหาร Thaiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose (TCBS Agar) ซึ่งยอมให้แบคทีเรียพวก *Vibrio* sp. เท่านั้นที่เจริญได้และยังสามารถแยก *Vibrio* ชนิดที่ใช้ Sucrose และไม่ใช้ Sucrose ออกจากกันได้หรืออาหาร Xylose Lysine Desoxyscholate (XLD) ที่ใช้แยกแบคทีเรียแกรมลบที่สามารถใช้และไม่ใช้แลคโตสออกจากกันได้ โดยถ้าแบคทีเรียใช้แลคโตสได้ โคโลนีจะมีสีเหลือง ถ้าใช้แลคโตสไม่ได้โคโลนีจะมีสีชมพูและถ้าแบคทีเรียบางชนิด เช่น *Salmonella* จะมีลักษณะเฉพาะบนอาหาร XLD คือโคโลนีจะมีสีชมพูใสและมีจุดสีดำของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) อยู่ตรงกลาง เป็นต้น

1.2.7 อาหารที่ใช้ศึกษาคุณสมบัติของแบคทีเรีย (Media for Characterization of Bacteria) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ตรวจสอบลักษณะคุณสมบัติในการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ รวมทั้งคุณสมบัติที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี (Physiology and Biochemical Test) เช่น Triple Sugar Iron agar, Urease Test Medium, Citrate agar, Lysine Decarboxylase Test Medium และ Motile-Indole Medium เป็นต้น

1.2.8 อาหารที่ใช้ในการขนส่งจุลินทรีย์ (Transport Media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เก็บตัวอย่างชั่วคราวระหว่างการขนย้ายไปยังห้องปฏิบัติการ เก็บรักษาจุลินทรีย์โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ มีเฉพาะบัฟเฟอร์และเพื่อช่วยป้องกันการเพิ่มจำนวน ตัวอย่างเช่น Thioglycolate Broth สำหรับจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน Stuart Transport Medium

มีสารที่ป้องกันการออกซิไดส์และมีผงถ่าน Certain Bacterial Inhibitors G^- สำหรับแบคทีเรีย Gonococci และ Buffered Glycerol Saline สำหรับแบคทีเรีย Enteric Bacilli และ Venkat-Ramakrishnan Medium (VR) สำหรับขนย้าย *Vibrio cholera* เป็นต้น

1.2.9 อาหารที่ใช้เก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย (Maintenance Media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ไว้ให้ได้นานที่สุดโดยเชื้อยังมีคุณสมบัติเหมือนเดิม จึงมีการลดองค์ประกอบบางอย่างในอาหาร เพื่อให้เชื้อมีการเจริญเติบโตน้อยลงและปลดปล่อยของเสียออกมาน้อยลง เช่น ลดปริมาณน้ำตาลกลูโคสให้น้อยลง เนื่องจากน้ำตาลกลูโคสจะเพิ่มการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้สร้างกรดได้มากและทำให้เชื้อตายเร็ว ไม่มีโปรตีนหรือคาร์โบไฮเดรต แต่จะประกอบด้วยเกลือแร่ต่าง ๆ หลายชนิดเพื่อรักษาความเป็นกรด - ด่างตลอดจน Oxidation Reduction Potential และความชื้นให้คงที่ เช่น Stuart's Transport Medium และ Cary-Blair Transport Medium เป็นต้น นิยมใช้ในกรณีที่สามารถนำสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยมาเพราะเลี้ยงเพื่อแยกเชื่อได้ทันที

2. สีย้อมเชื้อจุลินทรีย์

สีย้อม (Dye Stain) หมายถึง สารมีสีที่ทำให้สารอื่นหรือวัตถุอื่นมีสีได้ แบ่งตามโครงสร้างทางเคมีได้หลายชนิด สีย้อมจะติดทนทานมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมบัติเฉพาะตัวของสีย้อม และสิ่งที่ถูกย้อม ซึ่งสีย้อมนี้จะใช้ในการย้อมเซลล์ของจุลินทรีย์ เพื่อให้เห็นขนาด โครงสร้าง และรูปร่างของเซลล์จุลินทรีย์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น (จำนง วิสุทธิแพทย์. 2543)

สีที่ใช้ในการย้อมสีแบคทีเรียนั้นเป็นสีที่อยู่ในรูปของเกลือ ซึ่งจะประกอบไปด้วยอิออนบวกและลบ ส่วนที่แสดงสีหรือ Chromophoric Group ซึ่งส่วนที่มีประจุเป็นอิออนบวกหรือลบนี้สามารถใช้ในแบ่งสีออกเป็นชนิดตามประจุไฟฟ้า โดยสีที่ใช้ย้อมแบคทีเรียแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่ม ดังนี้ (คณาจารย์สาขาจุลชีววิทยา. 2548)

2.1 Basic dye (Cationic Dyes) สีประเภทนี้มักเป็นเกลือคลอไรด์ ตัวที่ทำให้เกิดสีจะมีประจุบวก ซึ่งสีย้อมแบคทีเรียส่วนมากจะอยู่กลุ่มนี้ เช่น เมธิลีนบลู (Methylene Blue), คริสตัลไวโอเลต (Crystal Violet), ซาฟรานินโอ (Safranin O) และ คาร์บอลฟุคซิน (Carbol Fuchsin) สีประเภทนี้จึงย้อมได้ดีกับส่วนประกอบของเซลล์ที่มีประจุไฟฟ้าลบหรือมีสภาพเป็นกรด เช่น นิวเคลียส และไรโบโซม เป็นต้น

2.2 Acid dye (Anionic Dyes) เป็นสีที่ตัวทำให้เกิดสีมีประจุไฟฟ้าลบ เช่น สีอีโอซิน (Eosin Y) สีประเภทนี้ใช้ย้อมได้ดีกับส่วนประกอบของเซลล์ที่มีประจุไฟฟ้าบวกหรือมีสภาพเป็นกลางหรือเบส ตามปกติผิวเซลล์จะมีประจุไฟฟ้าลบ acidic dye ไม่สามารถผ่านเข้าไปในเซลล์ได้ สีจึงไม่ติดที่ตัวเซลล์แต่ไปติดที่พื้นสไลด์แทน วิธีการย้อมสีแบบนี้เรียกว่า negative stain นิยมใช้สีนิโกรซิน (Nigrosin) และหมึกอินเดีย (Indian Ink) เป็นต้น

3. การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ (Pure Culture) หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ทุกเซลล์มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ (จำนง วิสุทธิแพทย์. 2543)

การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์มีจุดประสงค์ คือ การรักษาจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อบริสุทธิ์ ไว้ในสภาพที่มีชีวิตอยู่ มีคุณสมบัติเหมือนเดิม ไม่มีเกิดการปนเปื้อนเพื่อใช้งานประจำ (Working Culture) การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และเก็บไว้เพื่อเป็นเชื้ออ้างอิง (Reference Culture) ในการตรวจสอบ

ความถูกต้องวิธี วิเคราะห์ทดสอบ ควบคุมคุณภาพทางจุลชีววิทยา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะเพิ่มความเชื่อมั่นในผลการทดสอบ (อรทัย ลีลาพจนาพร. 2555) โดยการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ควรคำนึงถึงหลักสำคัญ ดังนี้ คือ

3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้สำหรับการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้สำหรับการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิด ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของจุลินทรีย์ ซึ่งอาหารที่นิยมใช้สำหรับการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่มีการใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีดังนี้ (กัญจนา ธีระกุล. 2554)

3.1.1 Nutrient agar เป็นอาหารที่ใช้เก็บเชื้อแบคทีเรียในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามากที่สุด เนื่องจากจุลินทรีย์เกือบทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตในอาหารชนิดนี้ได้ ซึ่งการเตรียมอาหารเพื่อเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ อาจเตรียมเป็นหลอดวุ้นตรง (Deep Agar) หรือหลอดวุ้นเอียง (Slant Agar) ก็ได้ ควรเก็บหลอดเชื้อแบคทีเรียไว้ในอุณหภูมิห้องหรือที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีการเตรียมอาหารชนิดนี้ได้กล่าวไว้ในหัวข้อการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อในบทต่อไป

3.1.2 Potato dextrose agar เป็นอาหารที่ใช้เก็บเชื้อยีสต์และรา ซึ่งอาจเตรียมเป็นจานอาหารหรือเป็นหลอดอาหารได้เช่นเดียวกับ Nutrient agar โดยจะเก็บหลอดเชื้อยีสต์ และราไว้ในอุณหภูมิห้องหรือที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส

3.1.3 Tryptone soya agar เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เก็บเชื้อแบคทีเรียในห้องปฏิบัติการได้หลายชนิด เตรียมเป็นหลอดอาหาร โดยจะนำเชื้อแบคทีเรียที่เลี้ยงในหลอดอาหารชนิดนี้และปิดทับด้วยพาราฟินเหลวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เก็บหลอดเชื้อแบคทีเรียไว้ในอุณหภูมิห้องหรือที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส

3.1.4 Skim milk medium เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวที่ใช้เก็บเชื้อแบคทีเรีย โดยการทำให้เชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อแห้งโดยเร็วในสภาพที่เย็นจัดจนแข็ง เก็บไว้ในที่อุณหภูมิ -60 องศาเซลเซียส ถึง – 80 องศาเซลเซียส

3.2 วิธีการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์

3.2.1 วิธีการเก็บรักษาเชื้อแบคทีเรีย การเก็บรักษาสายพันธุ์เชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์เพื่อให้มีชีวิตอยู่นาน ๆ มีวิธีการเก็บรักษาหลายวิธี ดังนี้ (สมบูรณ์ ธนาศุภวัฒน์. 2553)

3.2.1.1 การถ่ายเชื้อสู่อาหารใหม่ เป็นการเพาะเชื้อแบคทีเรียในอาหารที่เหมาะสม เมื่ออาหารหมดก็เปลี่ยนอาหารใหม่ โดยเชื้อแบคทีเรียที่บริสุทธิ์ จะถูกเก็บไว้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เก็บรักษาเชื้อระยะเวลาหนึ่งแล้วเปลี่ยนอาหารใหม่ ระยะเวลาในการเปลี่ยนอาหารขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ ซึ่งอาจเก็บไว้ได้หลายสัปดาห์หรือหลายเดือน นอกจากนั้นยังต้องเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำเพื่อให้เชื้อหยุดการเจริญเติบโต การเก็บรักษาเชื้อโดยวิธีการถ่ายเชื้อใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่เรื่อย ๆ มีข้อดีคือ เป็นวิธีการรักษาสายพันธุ์เชื้อที่ง่ายใช้ได้กับจุลินทรีย์ทั่วไป แต่มีข้อเสียคือ เสียเวลาในการเตรียมอาหารเพาะเชื้อและการดูแลและอาจเกิดการปนเปื้อน (Contamination) หรือการสับเปลี่ยนสายพันธุ์ขณะเปลี่ยนอาหารและหากมีการเปลี่ยนอาหารติดต่อกันนาน ๆ อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสายพันธุ์ได้ คือการเกิดการกลายพันธุ์หรือการผ่าเหล่าเกิดขึ้น

3.2.1.2 การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ในกลีเซอรอลร้อยละ 20 (20% Glycerol) การเก็บเชื้อใน glycerol medium สามารถเก็บเชื้อได้ทุกชนิด วิธีการคือเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลว Nutrient broth แล้วบ่มไว้ 1 คืน แล้วดูดอาหารเหลวที่มีเชื้อเจริญแล้วใส่ในหลอดไมโครเซ็นติฟิ้ว ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ไปปั่นเหวี่ยงให้เชื้อตกตะกอนแล้วเทส่วนใสทิ้ง แล้วเติมกลีเซอรอลร้อยละ 20 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากับตะกอนเชื้อ แล้วนำหลอดเก็บเชื้อไปเก็บในตู้แช่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งวิธีนี้สามารถเก็บรักษาเชื้อได้นาน 1-2 ปี ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส หรือเก็บได้นานกว่า 2 ปี เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส

3.2.1.3 การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ภายใต้พาราฟินเหลวหรือน้ำมันแร่เป็นการเก็บรักษาแบคทีเรียที่ขึ้นอยู่บนอาหารวุ้นเอียงทำเหมือนวิธีแรก แต่เมื่อจุลินทรีย์เจริญเต็มที่แล้ว ให้เทพาราฟินเหลวหรือน้ำมันแร่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทับให้ท่วมโคโลนีเชื้อ ให้ระดับพาราฟินเหลวอยู่สูงจากปลายวุ้นอาหารครึ่งนิ้ว เก็บหลอดอาหารไว้ที่อุณหภูมิห้อง หรือที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียสวิธีนี้มีข้อดีคือเป็นวิธีการรักษาสายพันธุ์เชื้อที่ง่ายใช้ได้กับจุลินทรีย์ทั่วไป และสามารถเก็บได้นาน 1-2 ปี แต่ข้อเสียคือไม่สะดวกเวลานำเชื้อกลับมาใช้ เพราะมีน้ำมันเททับ

3.2.1.4 การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเกลือปลอดเชื้อ โดยการนำน้ำเกลือปลอดเชื้อผสมกับเซลล์จุลินทรีย์เก็บเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งอาจจะอยู่ได้นานถึง 4 ปี

3.2.1.5 การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ในไนโตรเจนเหลว จะเป็นการเก็บรักษาเชื้อไว้ในที่ ที่อุณหภูมิต่ำ คือไนโตรเจนเหลว ซึ่งมีอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส วิธีการคือเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียในอาหารวุ้นและใส่สารป้องกันเซลล์แตก (Cryoprotective Agent) เช่น กลีเซอรอล หรือไดเมททิล ซัลฟอกไซด์ (Dimethyl Sulfoxide หรือ DMSO) ผสมเข้ากับเซลล์เชื้อ แล้วถ่ายใส่หลอดพลาสติกไครโอทิว (Cryotube) ปิดฝาหลอดให้สนิท นำไปเข้าเครื่องลดอุณหภูมิจนเกือบถึงจุดเยือกแข็งแล้วนำไปแช่ในไนโตรเจนเหลว ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถรักษาเชื้อได้เกือบทุกชนิดและเก็บรักษาเชื้อไว้ได้นานมาก ประมาณ 10-30 ปี โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ และยังสามารถ เก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่สามารถเก็บได้ด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Lyophilization) ได้ด้วย แต่ข้อเสียคือเครื่องมือและหลอดเก็บราคาค่อนข้างสูง และสิ้นเปลืองไนโตรเจนเหลวเพราะระเหยตลอดเวลา จึงต้องเติมไนโตรเจนเหลวเป็นระยะ ๆ

ข้อควรระวัง การเก็บรักษาเชื้อที่อุณหภูมิต่ำ จะเก็บได้นานมากถ้าต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส แต่การลดอุณหภูมิต้องระวังเซลล์ถูกทำลาย ต้องค่อย ๆ ลดทีละ 1 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง -70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นให้ลดลงอย่างรวดเร็ว จนถึง -196 องศาเซลเซียส และการละลายควรละลายอย่างรวดเร็ว

3.2.1.6 การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Lyophilization) เป็นวิธีการทำให้แห้งและเย็นเยือกแข็ง โดยการทำให้เชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ เช่น skim milk หรือ glucose serum แห้งโดยเร็วในสภาพที่เย็นจัดจนแข็ง (Freeze Dry) อุณหภูมิประมาณ -60 องศาเซลเซียส ถึง -78 องศาเซลเซียส ในหลอดแก้วขนาดเล็กและนำเข้าเครื่องทำให้เซลล์แข็งตัวในสภาพสุญญากาศ น้ำในเซลล์ระเหิดออก แล้วจะปิดปากหลอดด้วยการลนไฟ วิธีการนี้สามารถเก็บเชื้อจุลินทรีย์ไว้ได้นานมาก โดยคุณสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์

จะอยู่ในสภาพแห้งแข็ง แต่มีชีวิตอยู่ได้นับสิบปี สะดวกต่องานบริการสายพันธุ์จุลินทรีย์ แต่ข้อเสียคือเครื่องมือแพง และขั้นตอนการเก็บค่อนข้างซับซ้อน

3.2.1.7 การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ในซิลิกาเจล (Silica Gel) โดยการนำซิลิกาเจล ขนาด 3-22 เมช (Mesh) ไปอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 1 ชม. 30 นาที ผสมเซลล์จุลินทรีย์กับ skim milk ให้เข้ากันดีแล้วใช้พาสเจอร์ปิเปต ดูดสารผสมลงบนซิลิกาเขย่าให้กระจายให้ทั่วถึงแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 อาทิตย์แล้วเก็บไว้ในตู้เย็น จะอยู่ได้ 2-4 ปี

3.2.2 วิธีการเก็บรักษาเชื้อยีสต์และรา

3.2.2.1 การถ่ายเชื้อสู่อาหารใหม่ วิธีการจะคล้ายกันกับการเก็บรักษาเชื้อในแบคทีเรียแต่เปลี่ยนอาหารเป็นอาหารจำเพาะต่อการเจริญของยีสต์และเชื้อรา คืออาหาร Potato dextrose agar (PDA) และ Sabouraud dextrose agar (SDA) โดยการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียสและให้เชื้อสร้างสปอร์แล้ว เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บเชื้อไว้ได้ประมาณ 4-5 เดือน

3.2.2.2 การทำให้เซลล์อยู่ในสภาพแห้ง หลักการของวิธีนี้คือการดึงน้ำออกเซลล์จุลินทรีย์มักใช้กับยีสต์และรา แล้วทำให้แห้ง (Desiccated State) โดยการทำระเหิดน้ำที่ดีและสมบูรณ์แบบนี้ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เฉพาะเท่านั้น

ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการไม่มีอุปกรณ์ นักจุลชีววิทยาสามารถเก็บเชื้อได้โดยการเก็บให้อยู่ในรูปสารละลายเชื้อ (Suspension Cell) เลี้ยงไว้ในอาหารที่ช่วยปกป้องเซลล์ ซึ่งประกอบด้วย ซีรั่มโปรตีนที่ปลอดเชื้อ (Serum Protein) กรดอะมิโน (Amino Acid) ก่อนแล้วจึงทำให้แห้งด้วยการดูดความชื้นแบบ Evacuated Desiccators ในหลอดขนาดเล็กที่ปิดสนิท หรือทำให้แห้งด้วยสารเคมี ที่ใช้ดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล หรือ ฟอสฟอรัส เพนทอกไซด์ (Phosphorus Pentoxide) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

3.2.2.3 การเก็บโดยวิธีการผสมดิน (Storage in Sterile Soil) เป็นวิธีการเก็บรักษาสายพันธุ์ของเชื้อราและแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ โดยการหยอดสารละลายของจุลินทรีย์ลงบนดินที่ฆ่าเชื้อแล้วให้หลอดทดลองฝาเกลียว ทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วเก็บหลอดเลี้ยงเชื้อไว้ในตู้เย็น

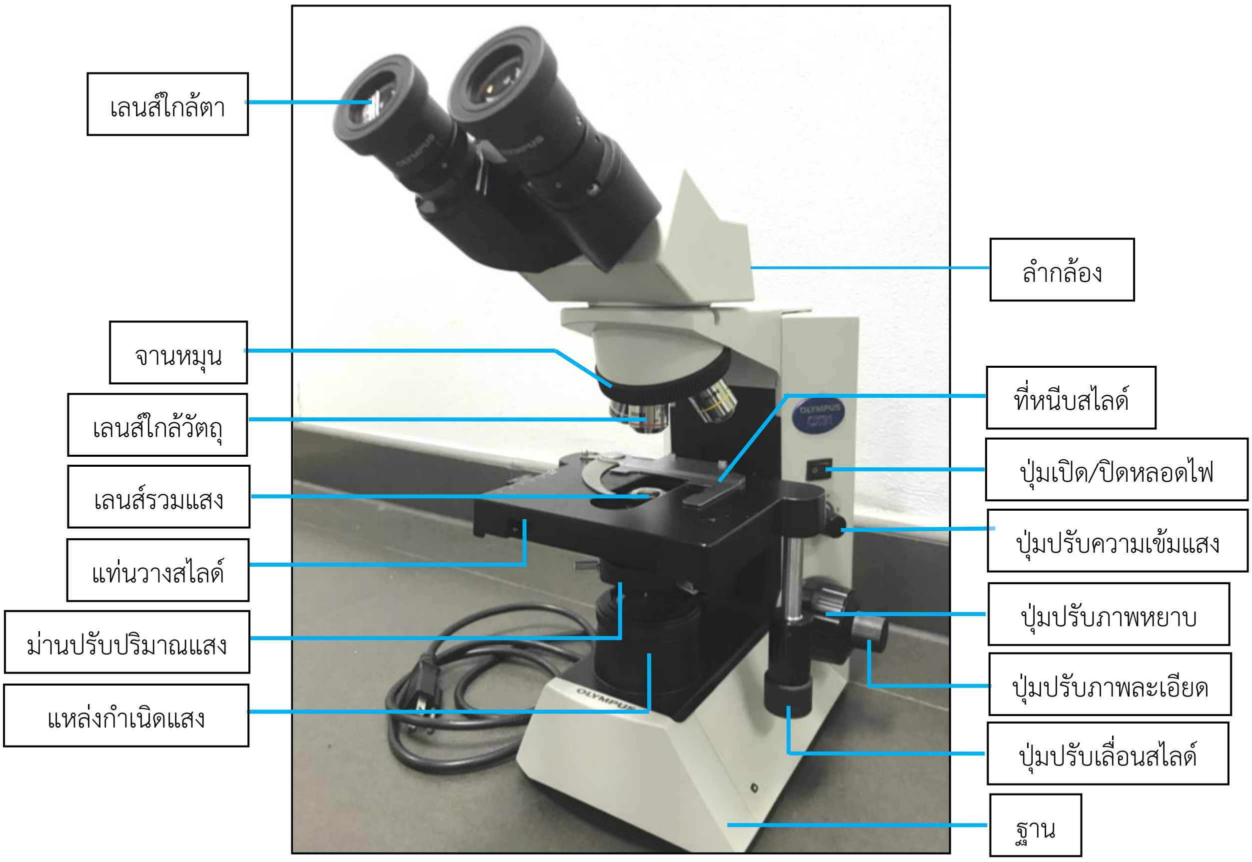
3.2.2.4 การเก็บเซลล์ยีสต์บนแผ่นกระดาษกรอง (Storage on Paper Strips or Disc) โดยการเตรียมกระดาษกรอง (Whatman) เบอร์ 4 ตัดเป็นชิ้นขนาด 1 ตารางเซนติเมตร วางบนแผ่นอลูมินัมฟอยล์ห่อชิ้นกระดาษกรอง นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ได้กระดาษกรองไว้สำหรับการใช้เก็บเซลล์ การเตรียมเซลล์ยีสต์ โดยการเลี้ยงยีสต์ที่ต้องการเก็บบนอาหารแข็ง หยดซัสเพนชันของนม 0.2 มิลลิลิตร บนจานแก้วปลอดเชื้อ ใช้ไม้จิ้มฟันปลอดเชื้อ แตะเชื้อจากจานอาหารผสมลงบนนมที่หยดไว้ให้เข้ากัน นำกระดาษกรองที่เตรียมไว้มาจุ่มเชื้อแล้วนำไปวางไว้ในอลูมินัมฟอยล์ที่พับและเปิดไว้สามด้าน นำห่อกระดาษที่ติดเชื้อวางในโถทำแห้ง ปล่อยให้แห้ง 2-3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อแห้งแล้วปิดฝาทั้ง3 ด้าน เก็บกระดาษกรองที่มีเชื้อไว้ในภาชนะแห้งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส การนำเชื้อออกมาเพาะเลี้ยงจะต้องใช้เทคนิคปลอดเชื้อ แล้วนำชิ้นกระดาษออกจากห่อฟอยล์ วางบนอาหารวุ้นแล้ว streak เชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อบ่มที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ได้โคโลนีของเชื้อยีสต์ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

4 กล้องจุลทรรศน์ (คณาจารย์สาขาจุลชีววิทยา. 2548)

จุลชีววิทยาเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ๆ มักมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า กล้องจุลทรรศน์จึงเป็นอุปกรณ์ชนิดแรกที่มีความสำคัญและจำเป็นต้องใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเป็นอย่างมากเพื่อช่วยให้มองเห็นรูปร่างและโครงสร้างของจุลินทรีย์ได้อย่างชัดเจน ดังนั้นกล้องจุลทรรศน์จึงควรมีกำลังขยายสูง กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการศึกษาในภาคปฏิบัติการรายวิชาจุลชีววิทยา คือ กล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงแบบไบร์ท-ฟิลด์ (Bright-Field Microscope) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงแบบไบร์ท-ฟิลด์

สำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา นิยมใช้กล้องใช้แสงชนิดไบร์ท-ฟิลด์มากที่สุด โดยทั่วไปกล้องจุลทรรศน์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของกล้องจุลทรรศน์
ภาพถ่ายโดย : สุจิตรา ยาหอม

1. เลนส์ใกล้ตา (Eyepieces) ทำหน้าที่ขยายภาพที่เกิดจากเลนส์วัตถุกำลังขยายของ ocular มีตัวเลขบอก เช่น 5x,10x,15x ซึ่งหมายความว่ามีกำลังขยาย 5 เท่า, 10 เท่า และ 15 เท่า ตามลำดับ

2. จานหมุน (Revolving-Nosepiece) ใช้สำหรับเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุอันหนึ่งไปเป็นอีกอันหนึ่ง เมื่อต้องการเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์

3. เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective Lens) คือทำหน้าที่ขยายภาพในขั้นแรกเลนส์ใกล้วัตถุ 1 ชุด มี 3 หรือ 4 อันติดอยู่ที่จานหมุน ซึ่งสามารถหมุนได้รอบตัวเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุตามกำลังขยายที่ต้องการ

4. เลนส์รวมแสง (Condenser) เป็นเลนส์นูนทำหน้าที่รวมแสงให้เป็นลำแสงผ่านวัตถุเข้ากล้องได้ดียิ่งขึ้น สามารถปรับความเข้มของแสงโดยหมุนปุ่มปรับเลนส์รวมแสงให้เลื่อนขึ้นลงได้

5. แท่นวางสไลด์ (Stage) เป็นที่จะส่องดูตรงกลางมีช่องให้แสงผ่านมา ด้านข้างจะมีที่หนีบสไดล์และมีปุ่มปรับเลื่อนสไลด์

6. ม่านปรับปริมาณแสง (Iris Diaphragm) เป็นที่ปรับปริมาณแสงผ่านเข้าเลนส์รวมแสง มากน้อยตามต้องการ

7. ปุ่มปรับเลื่อนสไลด์ (Mechanical Stage Controls) ทำหน้าที่ช่วยเลื่อนสไลด์ไปมาในแนบราบขนาดกับพื้น ซ้ายไปขวา หรือหน้ามาหลัง

8. แหล่งกำเนิดแสง (Light Source หรือ Illuminator) เป็นแหล่งกำเนิดแสงติดอยู่กับฐานกล้อง สามารถปรับความเข้มข้นของแสงได้ด้วยปุ่มเปิดหลอดไฟ

9. ลำกล้อง (Body Tube) ประกอบด้วยกระจกและปริซึมซึ่งส่งภาพจากเลนส์ใกล้วัตถุไปสู่เลนส์ใกล้ตา

10. ที่หนีบสไลด์ (Spring Clip หรือ Slide Holder) ช่วยยึดสไลด์ให้แน่น

11. ปุ่มปรับความเข้มแสง (Brightness Control Knop หรือ Voltage) ใช้ในการปรับความเข้มข้นของแสง

12. ปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างหยาบ (Coarse Adjustment) คือส่วนที่เลื่อนตัวกล้องหรือเลื่อนแท่นวางสไลด์ให้ขึ้น เพื่อปรับสไลด์ให้อยู่ในตำแหน่งโฟกัสของเลนส์ทำให้ระยะโฟกัสเปลี่ยนได้เร็ว

13. ปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างละเอียด (Fine Adjustment) ทำให้ระยะโฟกัสเปลี่ยนช้า ๆ ทำให้ภาพคมชัดยิ่งขึ้น ปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างละเอียดบางชนิดมีจำนวนรอบจำกัด เมื่อหมุนจนถึงจุดที่หมุนไม่ได้อีกต่อไปจะต้องหยุด ถ้าพยายามหมุนต่อไปจะทำให้เฟืองของล้อหมุนเสียหายได้

14. ฐานกล้อง (Base) คือ ส่วนล่างสุดของกล้องจุลทรรศน์ เป็นฐานรองรับส่วนต่าง ๆ และรับน้ำหนักทั้งหมดของกล้อง

15. ปุ่มเปิด/ปิดหลอดไฟ (On/Off Switch) ใช้เปิด-ปิดหลอดไฟของตัวกล้อง

4.2 การใช้กล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือที่มีส่วนประกอบหลายส่วนและเป็นอุปกรณ์เฉพาะทาง ดังนั้นการใช้งานให้ถูกต้องจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยวิธีการใช้งานกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงแบบไบรท์-ฟิลด์ มีดังนี้

1. ก่อนใช้กล้องจุลทรรศน์ ต้องทำความสะอาดมือให้สะอาดและแห้ง

2. การเคลื่อนย้ายกล้อง ใช้มือที่ถนัดจับที่แขนกล้องส่วนอีกมือรองรับกล้องส่วนฐานให้ตัวกล้องตั้งในแนวดิ่งหรือฐานกล้องขนานกับพื้น ระวังไม่ให้กล้องเอียง

3. วางกล้องให้ตรง ห้ามเอียงกล้องและวางกล้องบนโต๊ะที่มั่นคงแข็งแรง

4. จับส่วนจานหมุนเพื่อหมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้เข้าที่ หลีกเลี่ยงการจับตัวเลนส์ใกล้วัตถุเพื่อหมุนเลนส์ต้องการใช้

5. ปรับให้เลนส์ใกล้ตาทั้งสองมีช่วงห่างพอดีกับระยะห่างของตาผู้ใช้กล้อง

6. จัดแสงให้เข้ากล้อง โดยเปิดม่านปรับแสงกว้างสุด เพื่อให้แสงผ่านเลนส์รวมแสงและเลนส์ใกล้ตา กรณีแสงผ่านตัวอย่างมากเกินไป ทำให้เห็นภาพไม่ชัด จะต้องปรับแสงให้พอดี โดยการหรี่ไฟ ปรับม่านปรับแสง ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของกล้องและสายตาของผู้ใช้กล้อง ฉะนั้นควรศึกษาและหัดปรับดูความแตกต่างเอาเองจนชิน และเข้าใจส่วนประกอบต่าง ๆ การใช้กล้องในขณะที่มีแสงมากหรือน้อยเกินไปจะทำให้เคืองตาได้

7. วางสไลด์ที่ต้องการดูลงบนแท่นวางสไลด์ ยึดให้แน่นด้วยที่หนีบสไลด์หรือปุ่มปรับเลื่อนสไลด์ให้ตัวอย่างที่จะส่องอยู่ตรงกลางช่องที่แสงจะผ่าน

8. การหาระยะโฟกัส ตามองที่ปลายเลนส์ใกล้ตา หมุนปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างหยาบ เพื่อให้เลนส์ใกล้ตาและแท่นวางสไลด์เคลื่อนเข้าใกล้มากที่สุด แล้วจึงมองที่เลนส์ใกล้ตา พร้อมกับหมุนปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างหยาบให้เลนส์ใกล้ตา และแท่นวางสไลด์เคลื่อนห่างกันช้า ๆ แล้วใช้ปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างละเอียดปรับให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น

การตรวจหาตัวอย่างทุกชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์ควรเริ่มสังเกตจากเลนส์กำลังขยายต่ำสุดของกล้องนั้นแล้วจึงเปลี่ยนกำลังขยายให้สูงขึ้น กล้องที่ใช้ในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ เมื่อเราได้ระยะโฟกัสของเลนส์ใกล้ตาอันหนึ่งแล้ว เมื่อเปลี่ยนกำลังขยายสูงขึ้น อาจเห็นภาพได้ชัดทันทีหรือปรับโฟกัสด้วยปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างละเอียดอีกเพียงเล็กน้อย

9. เมื่อใช้กำลังขยายเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 40 เท่า แล้วต้องการเปลี่ยนดูด้วยกำลังขยาย 100 X (Oil Immersion Objective) ให้หมุนหัวเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 4 X เข้าแทนที่แล้วหยดน้ำมันสน (Immersion Oil) หนึ่งหยดตรงบริเวณตัวอย่างที่จะส่อง จากนั้นเปลี่ยนเป็นเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 100 X ผ่านหยดน้ำมันทำเช่นนี้เพื่อป้องกันเลนส์กำลังขยาย 40 X เปื้อนน้ำมันจนใช้การไม่ได้ การทำความสะอาดเลนส์ที่เปื้อนน้ำมันต้องเช็ดด้วยกระดาษเช็ดเลนส์จนสะอาดอย่าปล่อยทิ้งไว้จะทำให้เลนส์มัว

ห้ามมองในกล้องขณะที่มือเลื่อนเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 100 X เข้ามาแท่นวางสไลด์เด็ดขาด แต่ให้มองที่เลนส์ใกล้ตากับสไลด์ เพื่อคอยระวังว่าเลนส์ใกล้ตาจะชนกับสไลด์หรือไม่ เมื่อเลื่อนเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 4 X เข้าที่แล้วค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างละเอียดขึ้นช้า ๆ เพื่อให้ได้ภาพชัดเจน

เมื่อใช้น้ำมันสนต้อง เปิดม่านปรับแสงให้กว้างเต็มที่ สไลด์ที่เปียกห้ามดูด้วยน้ำมันสนเด็ดขาด กล้องบางชนิดการติดตั้งเลนส์ใกล้ตาไม่ดี

เมื่อเลื่อนเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 40 X หรือ 100 X มาแทนที่เลนส์ใกล้ตาที่มีกำลังขยายต่ำกว่า อาจจะทำให้เลนส์บีบสไลด์จนสไลด์หรือเลนส์แตกได้ ฉะนั้นการเปลี่ยนเลนส์กำลังขยายสูงมาแทนที่กำลังขยายต่ำ ควรดูกล้องเสียก่อนว่าจะเปลี่ยนไปแทนที่เลยได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้

จะต้องหมุนปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างหยาบให้แท่นวางสไลด์ห่างจากเลนส์ใกล้ตาพอที่จะไม่กระทบสไลด์ให้เกิดความเสียหายได้ แล้วจึงปรับโฟกัสใหม่จนเห็นภาพชัด

10. เมื่อเลิกใช้เลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 100 X ต้องหมุนเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 4 X มาแทนที่ก่อนจึงเลื่อนสไลด์ออกจากแท่นวางสไลด์ได้ เพราะถ้าเลื่อนสไลด์ออกในขณะที่เลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 100 X อยู่ชิดกับสไลด์มากอาจทำให้เลนส์เสียหายได้

11. ขณะมองกล้องให้มองทั้งสองตา การหลับตามองข้างเดียวไม่ทำให้เห็นภาพชัดขึ้นและการใช้สายตานาน ๆ จะทำให้ปวดตาได้

4.3 การเก็บรักษาและดูแลกล้องจุลทรรศน์

เนื่องจากกล้องจุลทรรศน์นั้นเป็นอุปกรณ์ราคาสูง มีส่วนประกอบที่ซับซ้อน อาจเสียหายได้ง่าย โดยเฉพาะชิ้นส่วนของเลนส์ เพื่อเป็นการถนอมรักษากล้องจุลทรรศน์ให้สามารถใช้งานได้นานที่สุด จึงต้องเก็บรักษา ดูแลอย่างระมัดระวังและให้ถูกวิธี โดยเมื่อเลิกใช้กล้องจุลทรรศน์ควรปฏิบัติดังนี้

1. กล้องที่ใช้หลอดไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดแสง ให้หรี่ไฟตรงปุ่มปรับความเข้มแสงไปที่ระดับต่ำสุด ก่อนปิดสวิทซ์ไฟ และดึงปลั๊กไฟออกตามลำดับ

2. เลื่อนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุดเข้าแทนที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูงสุดแล้วเอาสไลด์ออกจากแท่นวางสไลด์

3. ใช้กระดาษเช็ดเลนส์เช็ดเลนส์ใกล้ตา (ห้ามนำเลนส์ใกล้ตาออกจากกล้อง) และเช็ดเลนส์ใกล้วัตถุอื่น ๆ

4. ใช้กระดาษเช็ดเลนส์ซับน้ำมันสนออกจากเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 100 X ให้หมดห้ามใช้ผ้าหรือกระดาษใด ๆ เช็ดเลนส์เด็ดขาด

5. เมื่อใช้เลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 100 X หลาย ๆ ครั้ง ควรใช้กระดาษเช็ดเลนส์ชุบไซลีน (Xylene) พอหมาด ๆ ไปซับที่เลนส์ เพื่อให้น้ำมันสนที่ติดออก ไม่ควรใช้ไซลีนเช็ดน้ำมันสนออกทุกครั้งเพราะไซลีน นอกจากจะละลายน้ำมันสนแล้ว ยังละลายกาวที่ติดกับกระบอกเลนส์ใกล้ตาด้วยอาจเกิดความเสียหายต่อเลนส์ได้

6. เลื่อนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุดเข้ามาอยู่ในตำแหน่งที่จะใช้ หมุนปุ่มปรับระยะโฟกัสอย่างหยาบให้ตัวกล้องลงต่ำสุดหรือเลื่อนแท่นวางสไลด์ให้อยู่ในระดับต่ำสุด และอย่าให้ปุ่มปรับเลื่อนสไลด์ยื่นเกินออกมา

7. เลื่อนเลนส์รวมแสงลงต่ำสุด ถ้าเลนส์รวมแสงนั้นเลื่อนขึ้นลงได้ และปิดม่านปรับแสงลงให้สุด

9. ใช้ผ้านิ่ม ๆ และสะอาดเช็ดฝุ่นละอองที่ติดอยู่ตามตัวกล้องทั่วไป

10. คลุมกล้องด้วยถุงคลุมและเก็บเข้าตู้เก็บกล้องให้เรียบร้อย

4.4 การทำความสะอาดเลนส์

เลนส์กล้องจุลทรรศน์เป็นส่วนที่มีความสำคัญมากสำหรับกล้องจุลทรรศน์ เนื่องจากตัวเลนส์จะทำให้เราเห็นตัวอย่างที่ส่องใต้กล้องชัดหรือไม่ชัดและเป็นอุปกรณ์ที่ค่อนข้างราคา

แพง ดังนั้นการใช้กล้องที่ถูกวิธีจำเป็นต้องมีการทำความสะอาดเลนส์อย่างถูกวิธี โดยวิธีการทำความสะอาดสามารถปฏิบัติดังนี้ คือ

1. วิธีการเป่าหรือปัดเศษผงหรือวัสดุอื่น ๆ ที่อาจจะก่อให้เกิดรอยขูดขีดบนพื้นผิวเลนส์โดยใช้ลูกยางบีบหรือปัดด้วยแปรงขนอ่อน ๆ แต่ถ้ายังไม่สามารถเอาออกได้ให้ใช้ผ้าขาวบางที่สะอาด และนุ่มชุบด้วยน้ำเช็ดเบา ๆ
2. การเตรียมน้ำยาเช็ดเลนส์ (อีเทอร์:แอลกอฮอล์ = 60:40) ทำความสะอาดทั้งเลนส์ใกล้ตาและเลนส์ใกล้วัตถุ ใช้ไม้พันสำลีหรือกระดาษเช็ดเลนส์พันรอบปลายคีบ แล้วชุบด้วยน้ำยาเช็ดเลนส์เพียงเล็กน้อย แล้วจึงเริ่มเช็ดเลนส์จากจุดศูนย์กลางของเลนส์แล้วหมุนทำรัศมีกว้างขึ้นเรื่อย ๆ ไปสู่ขอบเลนส์อย่างช้า ๆ
3. การใช้น้ำยาเช็ดเลนส์ต้องระวังด้วยว่าน้ำยานั้นสามารถละลายสีของกล้องและละลายกาวของเลนส์ได้
4. การผสมน้ำยาเช็ดเลนส์อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิและความชื้น หากอีเทอร์มากเกินไปอาจทำให้มีรอยการเช็ดอยู่บนเลนส์ได้ แต่ถ้าแอลกอฮอล์มากเกินไปจะมีรอยเป็นคราบอยู่บนเลนส์เช่นกัน

4.5 ข้อควรระวังพิเศษในการใช้กล้องจุลทรรศน์

เพื่อเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์ และเลนส์ต่าง ๆ ให้สะอาดและไม่เสียหาย จึงมีข้อควรระวังดังนี้

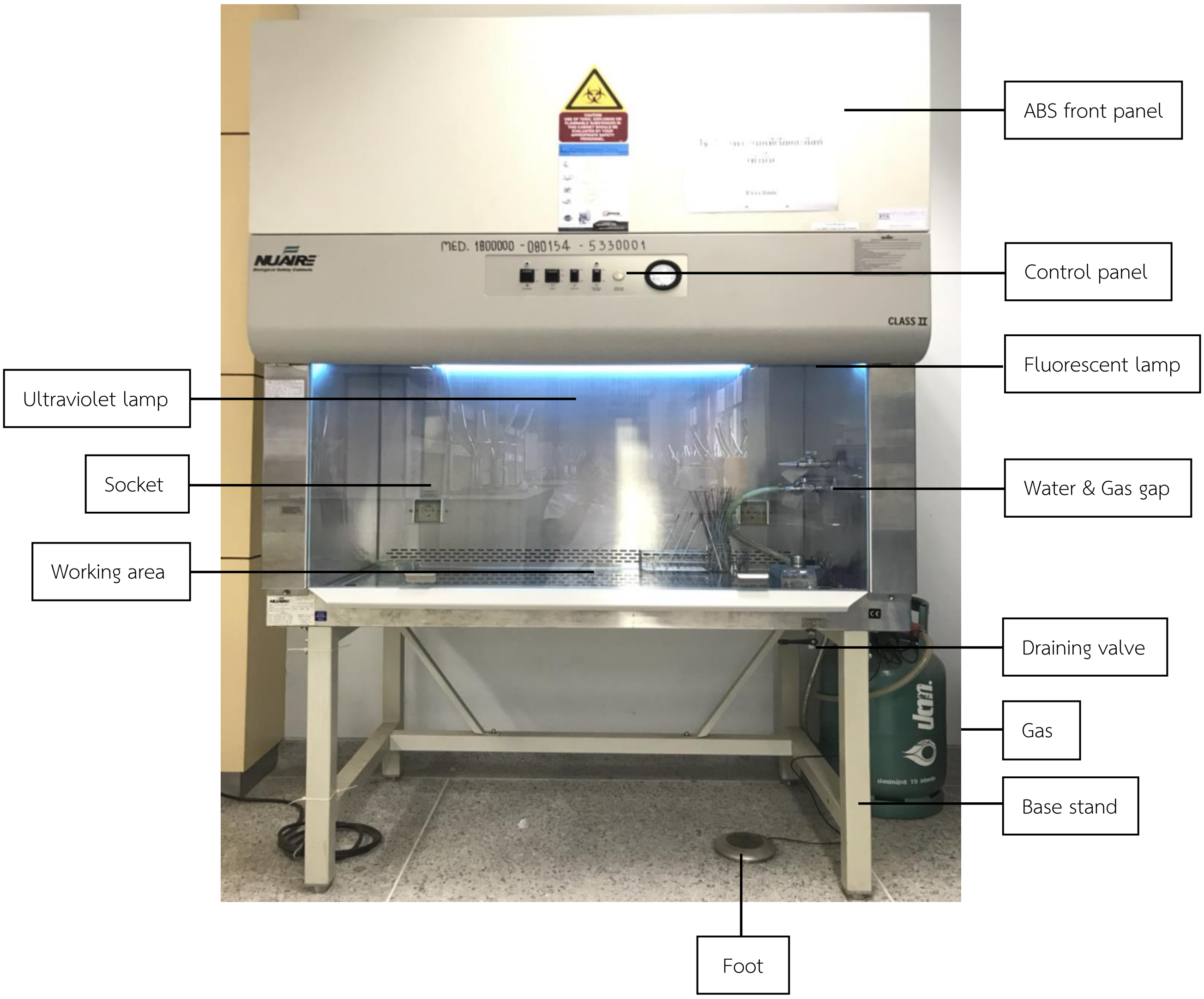
1. วิธีการยกกล้องกล้องจุลทรรศน์ ควรใช้มือข้างหนึ่งจับที่แขนกล้อง และมืออีกข้างวางที่ฐาน ควรให้ลำกล้องตั้งตรงอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการเลื่อนหลุดของชิ้นเลนส์ใกล้ดวงตา ซึ่งเป็นเลนส์ที่ถอดได้ง่าย
2. การทำความสะอาดเลนส์ ถ้าเลนส์สกปรกให้เช็ดเบา ๆ ด้วยกระดาษเช็ดเลนส์เท่านั้น ห้ามแตะถูกเลนส์
3. เมื่อจะต้องหมุนปุ่มปรับภาพหยาบขณะที่ตามองผ่านเลนส์ใกล้ตา ต้องหมุนขึ้นเท่านั้น ห้ามหมุนลง เพราะเลนส์ใกล้ตาอาจกระทบกระจกสไลด์ทำให้เลนส์แตกได้
4. เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์เสร็จแล้ว ห้ามทิ้งสไลด์ไว้บนกล้องจุลทรรศน์
5. ควรเช็ดน้ำมันสนจากเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 100 X ทุกครั้งหลังการใช้งาน
6. เมื่อมีของเหลวใดหยดลงไปบนแท่นวางสไลด์ให้เช็ดให้แห้งและสะอาดด้วยผ้าก็อซ หรือกระดาษทิชชู ถ้าน้ำมันเปื้อนแท่นวางสไลด์ให้ชุบกระดาษทิชชูหรือผ้าก็อซด้วยไซลีนจากนั้นเช็ดให้แห้ง
7. ห้ามเอียงกล้องจุลทรรศน์ขณะใช้เลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 100 X เพราะน้ำมันอาจไหลเข้าไปภายใต้แท่นวางสไลด์ ทำให้ทำความสะอาดได้ยาก หรือหยดลงบนส่วนที่เป็นเลนส์รวมแสงและเกาะแน่นบริเวณนั้นได้
8. อย่าให้เลนส์ใกล้ตาสัมผัสถูกกระจกปิดสไลด์หรือสไลด์ ระมัดระวังไม่ให้สไลด์และกระจกปิดสไลด์เปียก เพราะอาจทำให้แท่นวางเกิดสนิม และทำให้เลนส์ใกล้วัตถุชื้น ซึ่งอาจเกิดเชื้อราที่ชิ้นเลนส์ได้

5 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar Airflow Cabinet) (สุขใจ ผลอำไพสถิต และ อรอนงค์ รัชตราเชนชัย. 2557)

ตู้ปลอดเชื้อเป็นเครื่องมือพื้นฐานจำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา ตู้ปลอดเชื้อมักใช้กับงานที่ต้องการความปลอดภัยทางชีววิทยาสูง เช่น การเขี่ยเชื้อสิ่งสำคัญที่จำเป็นสำหรับตู้ปลอดเชื้อคือแผ่นกรอง HEPA ซึ่งจะช่วยกรองอากาศที่ผ่านเข้า-ออกภายในตู้ ซึ่งมีการไหลเวียนแบบ Laminar Flow ปัจจุบันตู้ปลอดเชื้อได้รับการออกแบบตามหลักของ Ergonomic ทำให้สามารถทำงานได้สะดวกสบายยิ่งขึ้น และมีส่วนช่วยให้งานออกมาอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากการปนเปื้อน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานใช้ตู้อย่างถูกต้องและปลอดภัยจากการทำงานกับเชื้อควรคำนึงถึงหลักต่อไปนี้

5.1 ส่วนประกอบของตู้ปลอดเชื้อ

ตู้ปลอดเชื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Nuaire รุ่น NU-425 โดยมีส่วนประกอบ แสดงดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Nuaire รุ่น NU-425
ภาพถ่ายโดย : สุจิตรา ยาหอม

5.2 ตำแหน่งที่วางควรอยู่ที่ห่างไกลจากที่มีคนเดินผ่านไปมาบ่อย ๆ การจัดวางตู้ควรห่วงจากผนังหรือมีช่องว่างรอบรอบตู้ ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา และควรมีที่วางเหนือตู้ 30-35 เซนติเมตร เพื่อให้ได้ค่าความเร็วของอากาศที่ออกไปสู่ภายนอกตู้ (Exhaust Filter) มีความถูกต้องและช่วยทำให้การเปลี่ยน Exhaust filter สะดวกขึ้น

5.3 ผู้ใช้งาน ขณะใช้งานไม่ให้เคลื่อนมือออกนอกตู้บ่อยมากเกินไป โดยให้เคลื่อนมือเข้าออกตู้ช้า ๆ ในทิศทางที่มือตั้งฉากกับหน้าตู้ เมื่อเคลื่อนมือเข้ามาในตู้ให้รอประมาณ 1 นาที ก่อนที่จะปฏิบัติงานต่อ เพื่อให้อากาศที่ไหลเวียนภายในตู้ได้พัดเป่าเอาสิ่งจากภายนอกที่อาจเกาะติดกับถุงมือออกไป โดยการเตรียมของในตู้ให้พร้อมใช้งานจะช่วยลดปัญหาการขยับมือเข้าออกได้

5.4 การวางสิ่งของภายในตู้ โดยภายในตู้ควรจัดวางสิ่งของที่ต้องใช้งานเท่านั้น ไม่ควรใช้เก็บของทุกขนาดในปริมาณมาก เพราะสิ่งของเหล่านี้จะไปรบกวนความสมบูรณ์ของการไหลของม่านอากาศภายในตู้ได้ ขณะใช้งานควรสังเกตช่องลมด้านหน้าตู้ จะต้องไม่มีอะไรไปขวางช่องลม ควรวางสิ่งของที่จะใช้ในการทำงานที่บริเวณกึ่งกลางพื้นที่ทำงานหรือลึกเข้าไปทางด้านในตู้และไม่วางขวางช่องทางลมด้านใน สิ่งของทุกชิ้นที่จะนำเข้าตู้ ต้องเช็ดพื้นผิวด้วย แอลกอฮอล์ ร้อยละ 70 ก่อนการใช้งานและวางสิ่งของอุปกรณ์ใช้งานให้เป็นระเบียบ โดยแยกของที่ไม่ติดเชื้อออกจากส่วนที่ติดเชื้อ เช่นวางของที่ไม่ติดเชื้อทางด้านขวาและของติดเชื้ออยู่ทางซ้าย เพื่อให้ทำงานได้คล่องตัวและลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้และภาชนะสำหรับทิ้งปิเปตหรือถุงทิ้งขยะติดเชื้อ ไม่ควรวางไว้นอกตู้ เพราะการที่ต้องเคลื่อนมือหยิบปิเปตออกไปทิ้งข้างนอก และเคลื่อนมือเข้ามาในตู้ซ้ำไปมาเช่นนี้ ทำให้รูปแบบการไหลของม่านอากาศเสียไปและความเร็วของ Inflow air ถูกรบกวน ส่งผลให้การป้องกันการปนเปื้อนต่องานที่ทำและต่อผู้ใช้ตู้ลดลงได้

5.5 การใช้หลอดแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Light) เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า แสงยูวี ไม่สามารถทะลุทะลวงผ่านวัตถุไปได้ รังสีอัลตราไวโอเลตสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ที่พื้นผิววัตถุเท่านั้น จึงนิยมนำมาใช้งานกับตู้เพื่อให้แสงอัลตราไวโอเลต ทำลายเชื้อบนพื้นผิวตู้ ปัญหาที่มักเกิดขึ้นก็คือเมื่อมีอะไรไปปิดกั้นแสงไว้ เช่น ถ้ามีการนำสิ่งของใช้งานมากมายมาเก็บไว้ในตู้ ก็ทำให้พื้นผิวบางส่วนเป็นแหล่งเก็บเชื้อได้ ดังนั้นต้องไม่เก็บสิ่งของต่าง ๆ ไว้ในตู้และต้องดูแลบำรุงรักษาหลอดไฟทำความสะอาดฝุ่นละอองที่มาเกาะติดบนหลอดออกไปอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง เพราะฝุ่นจะเป็นตัวปิดกันแสงอัลตราไวโอเลต ทำให้การฆ่าเชื้อไม่ได้ผล ต้องตรวจสอบความเข้มของแสงอัลตราไวโอเลตที่เปล่งแสงออกมาว่ามีค่าตามมาตรฐานของการทำลายเชื้อที่เหมาะสมหรือไม่ สุดท้ายต้องอย่าลืมปิดแสงอัลตราไวโอเลต เมื่อจะทำงานด้วยเพื่อป้องกันดวงตา และผิวหนังของผู้ใช้ไม่ให้ถูกทำลาย

5.6 การใช้ตะเกียงบุนเสน (Bunsen) เป็นอีกอุปกรณ์หนึ่งที่ผู้ใช้งานตู้ส่วนหนึ่งนำมาใช้งานในตู้ชีวนิรภัย ตะเกียงบุนเสนนั้นเมื่อเปิดใช้งานจะมีเปลวไฟเกิดขึ้น เปลวไฟตะเกียงบุนเสนจะไปรบกวนรูปแบบการไหลเวียนของอากาศ (Air Flow Pattern) ภายในตู้และถ้ามีการใช้สารเคมีจำพวกไวไฟในตู้ด้วยก็จะเกิดอันตรายได้ ดังนั้นควรใช้ตะเกียงอย่างระมัดระวัง

5.7 การจัดการเมื่อเชื้อหกหล่นและกระเด็น (Spills) ในตู้ชีวนิรภัย ควรมีขั้นตอนการจัดการเมื่อเกิดอุบัติเหตุเชื้อหกหล่นหรือกระเด็นและติดไว้บริเวณที่ทุกคนในห้องปฏิบัติการได้อ่านเช่น ติดป้ายให้ชัดเจน เมื่อเกิดเหตุเชื้อหกกระเด็นภายในตู้ต้องรีบจัดการฆ่าเชื้อในตู้ทันที โดยการเปิด

เครื่องให้ตู้ทำงานต่อไป ภายหลังจึงทำการเทน้ำยาฆ่าเชื้อคลอร็อกความเข้มข้นร้อยละ 0.05 (เจือจางคลอร็อกความเข้มข้นร้อยละ 5 อัตราส่วน 1:100) ลงบนบริเวณเชื้อที่หกทันที ทิ้งไว้นาน 30 นาที และเช็ดทำความสะอาดบริเวณที่ปนเปื้อนเชื้อ ถ้าต้องการเปิดแสงอัลตราไวโอเลตเพื่อฆ่าเชื้อ ควรเช็ดฝุ่นทำความสะอาดหลอดแสงอัลตราไวโอเลตก่อนและเปิดไว้นาน 30 นาที ถือเป็นการฆ่าเชื้อได้ในระดับหนึ่งแล้ว

5.8 วิธีการงานใช้ตู้ปลอดเชื้อ

เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานกับเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างปลอดภัย ผู้ใช้งานตู้ปลอดเชื้อควรปฏิบัติตามวิธีการใช้ตู้อย่างเคร่งครัด โดยวิธีการปฏิบัติงานในตู้เขี่ยเชื้อ ดังนี้

1. เริ่มจากการเสียบปลั๊กไฟ 220 โวลล์ สำหรับตู้ใช้งาน
2. การทำความสะอาดพื้นผิวตู้บริเวณใช้งาน ผนังตู้ภายในด้านข้าง ด้านหลังและเช็ดพื้นผิวอุปกรณ์ทุกชิ้นด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 ก่อนนำเข้าตู้
3. การฆ่าเชื้ออุปกรณ์ภายในตู้และพื้นที่ทำงาน ต้องเปิดสวิทซ์แสงอัลตราไวโอเลตก่อนเริ่มทำงานอย่างน้อย 3-5 นาที
4. เมื่อเริ่มทำงานให้เปิดสวิทซ์สำหรับ Blower พร้อมทำงานและถ้าเปิดหน้าต่าง Blower และสามารถทำงานทันที
5. เมื่อเราเปิดหน้าต่างสูงเกิน 8 นิ้ว จะมีเสียงเตือนดังขึ้น ให้กดสวิทซ์ Window alarm เพื่อปิดเสียงเตือน
6. การทำงานในตู้ ถ้าจะมีการวางสิ่งของให้วางโดยไม่ติดผนังหรือขวางทางเดินของอากาศที่ถูกดูดเข้าไปในตู้ให้เปลี่ยนทิศทางไปจากมาตรฐาน จัดวางสิ่งของที่จะใช้งานให้แยกส่วนที่ฆ่าเชื้อออกจากส่วนที่ติดเชื้อและถุงแดงทิ้งขยะติดเชื้อ
7. ในขณะปฏิบัติงานอยู่กับตู้ปลอดเชื้อ เพื่อความปลอดภัยไม่ควรมีใครเดินผ่านหรือเข้าออกภายในห้อง เพื่อป้องกันการเปลี่ยนทิศทางของลมเข้าตู อาจทำให้เกิดความไม่ปลอดภัย
8. เมื่อเคลื่อนมือออกมานอกตู้ ควรฆ่าเชื้อทำความสะอาดมือด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 ทุกครั้ง ก่อนเริ่มปฏิบัติงานใหม่ภายในตู้
9. เช็ดพื้นที่ทำงานและพื้นผิวอุปกรณ์และด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 ก่อนนำออกจากตู้ปลอดเชื้อ ขยะที่ติดเชื้อแยกใส่ถุงแดงเพื่อนำไปนึ่งฆ่าเชื้อเบื้องต้น
10. ปิดกระจกหน้าต่างลงมาให้สุดขอบล่างและทำการฆ่าเชื้อภายในพื้นที่ทำงานทุกครั้งก่อนและหลังการใช้งานด้วยแสงอัลตราไวโอเลต

5.9 การดูแลรักษาตู้ปลอดเชื้อ

เพื่อยืดอายุการใช้งานของตู้ปลอดเชื้อและการดูแลรักษาให้ตู้ปลอดเชื่อมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด มีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ให้ทำการฆ่าเชื้อและทำความสะอาดภายในตู้หรือพื้นที่ทำงานด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 70 ที่บริเวณผนังของตู้ทั้ง 3 ด้านและถาดสแตนเลสบริเวณพื้นที่ทำงาน ส่วนตะแกรงเพดานด้านบนให้ใช้ผ้าชุบแอลกอฮอล์หมาด ๆ

2. ห้ามใช้สเปรย์ฉีดโดยตรง เพราะจะทำให้ตัว HEPA Filter เสียหายได้ ควรทำการตรวจเช็คประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง และคุณภาพของ HEPA Filter ด้วยการวางเพลทอาหารเลี้ยงเชื้อให้กระจายทั่วพื้นที่ทำงาน นานประมาณ 15-30 นาที แล้วนำออกไปเพาะเชื้อข้างนอกว่ามีเชื้อหรือไม่ ถ้ามีเชื้อเกิดขึ้นอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งมาจากการรั่วหรือชำรุดของ HEPA Filter หรือการไม่สมดุลของ Air flow pattern ให้แก้ไขเบื้องต้น หรือการตามช่างของทางบริษัทมาดำเนินการตรวจเช็คต่อไป

3. ให้ทำการสอบเทียบตู้ปลอดเชื้อประจำปี (Certify Calibration) กับทางบริษัท โดยบริษัทจะทำการตรวจเช็ครอยรั่วของ HEPA Filter (Filter Leak Test) ทั้ง Supply และ Exhaust Filters โดยวิธี P.A.O. Test ตรวจเช็คความเร็วลม และ calibrated airflow sensors ทั้ง Down flow และ Exhaust flow วัดค่าความเข้มของรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Intensity) รวมทั้งการตรวจเช็คสภาพการทำงานต่าง ๆ ของเครื่อง

5.10 ข้อควรระวังในการใช้ตู้ปลอดเชื้อ

เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อการติดเชื้อทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานและการแพร่กระจ่ายเชื้อออกสู่สิ่งแวดล้อม มีข้อควรระวังที่ต้องคำนึงถึงเป็นหลัก ดังนี้

1. อายุการใช้งานของ HEPA Filters ทั้ง 2 ตัว นั้นจะเกิดการอุดตันหรือไม่จะขึ้นอยู่กับการใช้งานจริงโดยจะอ้างอิงจากชั่วโมงการทำงานของ motor blower, filter status data, filter life bar หรือเปอร์เซ็นต์การทำงานของ blower ส่วนเรื่องของการเกิด Filter รั่วตรวจทราบได้โดยการตรวจเช็คจากช่างของบริษัท

2. อายุการใช้งานของหลอดไฟอัลตราไวโอเลตตามมาตรฐาน สามารถใช้งานได้ถึง 4000 ชม. โดยสามารถเช็คได้จาก function UV run time หรืออาจจะสังเกตได้จากตัวหลอดว่ามีการสั่นของแสง หรือขั้วหลอดดำหรือไม่ ถ้ามีต้องแจ้งช่างจากบริษัทมาตรวจเช็ค เพื่อเปลี่ยนหลอดไฟแสงอัลตราไวโอเลตใหม่

จะเห็นได้ว่า ตู้ปลอดเชื้อเป็นเครื่องมือที่ใช้กับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเสี่ยงต่อการปนเปื้อนทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานเองและกระจายสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นการเลือกใช้งานตู้ปลอดเชื้อควรเลือกให้เหมาะสมกับประเภทของงาน โดยผู้ปฏิบัติงานกับตู้ก็ต้องทำงานอย่างระมัดระวังและรักษาความสะอาดของตู้ปลอดเชื้ออย่างสม่ำเสมอ

6. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับนึ่งฆ่าเชื้อ โดยใช้ไอน้ำร้อนและแรงดันสูงทำให้ของที่ผ่านการนึ่งแล้วอยู่ในสภาพปราศจากเชื้อ จึงมักใช้เครื่องนี้ในการนึ่งฆ่าเชื้อของเสียทางชีวภาพเพื่อกำจัดและป้องกันการปนเปื้อนและนอกจากจะใช้ป้องกันการปนเปื้อนแล้ว เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อยังสามารถใช้ฆ่าเชื้อตัวอย่างก่อนจะนำมาใช้ในการทดลองได้อีกด้วย ส่วนการใช้งานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อนั้นควรมีการทดสอบเครื่องอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถใช้งานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการใช้งานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อควรคำนึงถึงหลักสำคัญดังต่อไปนี้

6.1 หลักการทำงานของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (ธีรศักดิ์ สมดี. 2556)

หลักการทำงานของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อคือการนำสิ่งของที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อมาไว้ในห้องที่มีความร้อนและแรงดันของไอน้ำสูงกว่าสภาวะบรรยากาศปกติในช่วงระยะเวลาหนึ่ง การนึ่งฆ่าเชื้อโดยทั่วไปจะใช้สภาวะที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส แรงดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้ระยะเวลานึ่ง 15 นาที หากใช้อุณหภูมิสูงมาก ๆ และแรงดันไอน้ำมากกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อาจจะมีผลเสียต่ออุปกรณ์ที่เป็นโลหะเพราะอุณหภูมิที่สูงมากเกินจะทำให้เนื้อโลหะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปและมีอายุการใช้งานสั้นลง รวมทั้งแรงดันไอน้ำที่สูงเกินไปอาจทำให้ผิวโลหะเป็นสนิมและสึกกร่อนได้ (ถึงแม้จะใช้ระยะเวลาที่สั้นก็ตาม) ซึ่งที่อุณหภูมินี้สามารถฆ่าจุลินทรีย์ได้ทุกชนิดทั้งเซลล์เวเจทีฟและสปอร์ได้ในภายในเวลา 15-20 นาที โดยนิยมใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อฆ่าเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ อุปกรณ์เครื่องมือทางจุลชีววิทยาหรือทางการแพทย์ เช่น ผ้าพันแผล กระบอกฉีดยาหรือภาชนะอื่น ๆ เป็นต้น ที่สามารถทนต่อสภาวะความดัน และอุณหภูมิสูงได้

6.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (ธีรศักดิ์ สมดี. 2556)

กระบวนการฆ่าเชื้อของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ จะมีขั้นตอนการทำงานของเครื่อง 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การดึงอากาศออก (Air Removal or Purging) ทำได้ 2 วิธี คือ การเอาไอน้ำเข้าไปแทนที่อากาศภายใน (Displacement) ทางด้านบนหรือด้านล่าง (เหมาะสำหรับการใช้งานกับของเหลวและอาหารเลี้ยงเชื้อ) โดยระบบที่ไอน้ำเข้าทางด้านบนจะดีกว่า และอีกวิธีคือการทำให้ภายในเป็นสุญญากาศโดยใช้ปั๊มดูดอากาศออก (ไม่เหมาะสำหรับของเหลวเพราะจะทำให้เกิดการแตกระเบิด)

2. การทำให้ปราศจากเชื้อ (Sterilizing) เป็นขั้นตอนสำคัญซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการรักษาระดับ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ของไอน้ำที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลาประมาณ 15 นาที

3. การลดอุณหภูมิ (Cooling) หลังจากผ่านขั้นตอนการทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว อุณหภูมิและความดันภายในตู้ยังสูงอยู่ จึงต้องมีกระบวนการทำให้อุณหภูมิ และความดันภายในตู้ลดลงสู่ระดับที่ปลอดภัยเพียงพอต่อการเปิดประตู และนำสิ่งของออกจากตู้ได้

6.3 ส่วนประกอบของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (จุรีรัตน์ ลิสมิทธิ์. 2552)

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อขนาดเล็ก โดยทั่วไปที่ใช้ในระดับห้องปฏิบัติการ มีส่วนประกอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่คือ

1 ส่วนตัวหม้อ เป็นส่วนที่ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการกำจัดเชื้อ

2. ส่วนฝาหม้อหรือแผงควบคุม มีส่วนประกอบสำคัญคือ

2.1. มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) เป็นหน้าปัดบอกความดันภายในหม้อ

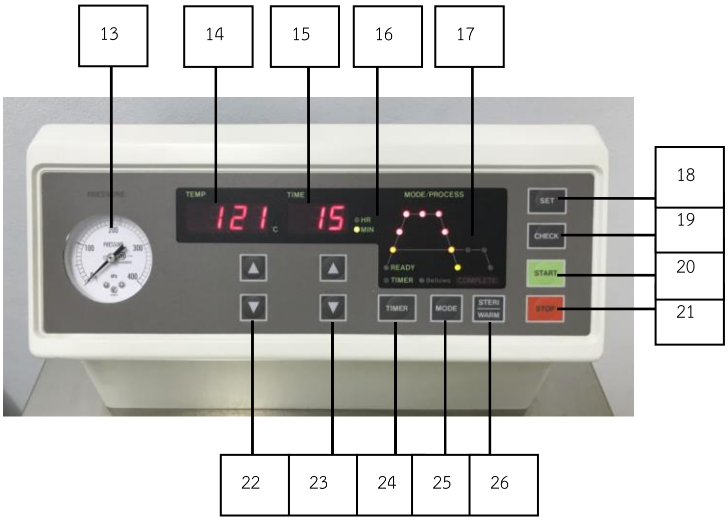
2.2. วาล์วปล่อยอากาศและไอน้ำ (Release Value and Ejector) เป็นที่เปิดเพื่อให้อากาศและไอน้ำออก หรือปิดเพื่อเก็บไอน้ำ และความดันไอน้ำภายในหม้อ

2.3. วาล์วนิรภัย (Safety Value) เป็นช่องที่ปิดด้วยตะกั่ว เพื่อช่วยป้องกันมิให้ความดันภายในสูงกว่าที่หม้อจะทนได้ หากความดันและความร้อนสูงเกินไปจะทำให้ตะกั่วที่ปิดไว้ละลายทำให้ไอน้ำพุ่งออก ช่วยให้ระดับความดันลดลง เป็นการป้องกันไม่ให้หม้อระเบิด

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อยี่ห้อ Tommy รุ่น ES-315 โดยมีส่วนประกอบดังนี้คือ

หมายเลข 1 แผงควบคุมการทำงาน
หมายเลข 2 ที่จับประตู
หมายเลข 3 จุดยึดตำแหน่งฝาปิด
หมายเลข 4 ฝาปิดเครื่อง
หมายเลข 5 สวิทซ์หลักควบคุมการทำงาน
หมายเลข 6 ปุ่มควบคุมการปล่อยไอน้ำ
หมายเลข 7 ช่องปล่อยอากาศภายในเครื่อง
หมายเลข 8 วาล์วนิรภัย
หมายเลข 9 ถังรองรับไอน้ำ
หมายเลข 10 ล้อสำหรับเคลื่อนย้ายเครื่อง
หมายเลข 11 ปุ่มควบคุมการปล่อยน้ำออกจากเครื่อง
หมายเลข 12 แผงปิดเครื่องด้านหน้า

ภาพประกอบ 6 แสดงส่วนประกอบของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave Model ES-315)
ภาพถ่ายโดย : สุจิตรา ยาหอม



ภาพประกอบ 7 แสดงส่วนประกอบของแผงควบคุมการทำงานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ
ภาพถ่ายโดย : สุจิตรา ยาหอม

จากภาพประกอบ 7 แสดงส่วนประกอบของแผงควบคุมการทำงานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ ดังนี้

หมายเลข 13 เกจ์แสดงความดันภายในหม้อนึ่ง

หมายเลข 14 จอภาพแสดงอุณหภูมิ

หมายเลข 15 จอภาพแสดงเวลา

หมายเลข 16 ระบบแสดงเวลาเป็นชั่วโมงและนาที สำหรับการปรับการตั้งการทำงาน

หมายเลข 17 จอภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบการทำงาน

หมายเลข 18 ปุ่มควบคุมการปรับตั้งรูปแบบการทำงาน

หมายเลข 19 ปุ่มเรียกดูค่าอุณหภูมิและเวลาที่ปรับตั้ง

หมายเลข 20 ปุ่มควบคุมการเริ่มการทำงานของเครื่อง

หมายเลข 21 ปุ่มควบคุมการหยุดการทำงานของเครื่อง

หมายเลข 22 ปุ่มควบคุมการปรับตั้งอุณหภูมิ

หมายเลข 23 ปุ่มควบคุมการปรับตั้งเวลา

หมายเลข 24 ปุ่มควบคุมการปรับตั้งเวลาเริ่มทำงาน

หมายเลข 25 ปุ่มเลือกรูปแบบการทำงาน

หมายเลข 26 ปุ่มเปลี่ยนรูปแบบการตั้งค่าการทำงาน

6.4 วิธีการใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

การใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ จำเป็นต้องทราบวิธีการใช้งานของเครื่องมือนั้นเป็นอย่างดี โดยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อมีขั้นตอนการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

6.4.1 การเตรียมเครื่องเพื่อใช้งาน

1. เติมน้ำลงในหม้อนึ่ง เปิดฝาเครื่องออก โดยการหมุนทวนเข็มนาฬิกาแล้วเคลื่อนออกด้านข้าง เอาตะกร้าหรือภาชนะอื่น ๆ ในหม้อนึ่งออก เติมน้ำสะอาดลงไปให้ท่วมขดลวดทำความร้อน น้ำที่เติมลงในหม้อนึ่งควนใช้น้ำกลั่น

2. เติมน้ำลงในถังรองรับไอน้ำ เปิดฝาเครื่องด้านนอกออก แล้วเอาถังรองรับไอน้ำออกมาโดยดึงออกมาด้านหน้าตรง ๆ ดึงสายผ่านไอน้ำออกและเปิดฝาออก เติมน้ำสะอาดลงในถังจนถึงขีดบอกระดับ Low Water Level แล้วใส่สายผ่านไอน้ำ เก็บถังเข้าที่เดิม และปิดฝาที่หน้าเครื่อง

3. เปิดเครื่องโดยการเปิดสวิทซ์ควบคุมการทำงานหลักของเครื่อง Power On เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่อง

6.4.2 การควบคุมการทำงาน

1. การเลือกรูปแบบการทำงานโดยการกดปุ่ม MODE เป็นการเลือกรูปแบบการทำงาน เครื่องจะมีเสียงการเลือกรูปแบบการทำงานและจอภาพจะแสดงรูปแบบการทำงานที่เลือกใช้ คือ Sterilization Mode โดยสามารถปรับตั้งอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการนึ่งฆ่าเชื้อตัวอย่างได้

2. ใส่ตัวอย่างที่ต้องการนึ่งลงในเครื่องนึ่ง ควรวางภาชนะ เช่น ขวดรูปชมพูในแนวตั้งให้ฝาเปิดอยู่ด้านบน ควรวางภาชนะให้ห่างกันเล็กน้อย และไม่ควรปิดฝาภาชนะด้วยจุกยางที่แน่นหนาเพื่อให้ไอน้ำผ่านได้ทั่วถึง

3. ปิดฝาเครื่อง โดยการเลื่อนปิดฝาจนได้ตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยฝาปิดเครื่องแนบสนิทพอดีกับจุดยึดตำแหน่งฝาปิด หมุนล็อคเครื่องให้แน่นพอดี

4. ปิด Exhaust valve โดยหมุนปุ่มควบคุมการปล่อยไอน้ำตามเข็มนาฬิกา

5. ปรับตั้งอุณหภูมิและเวลาทำงาน สามารถทำได้โดยกดปุ่ม เมื่อต้องการเพิ่มค่าเวลาหรืออุณหภูมิ และกดปุ่มเมื่อต้องการลดค่าเวลาหรืออุณหภูมิที่ต้องการ โดยสามารถเพิ่มหรือลดอุณหภูมิได้ครั้งละ 1 องศาเซลเซียส และสามารถเพิ่มและลดเวลาได้ครั้งละ 1 นาที เมื่อกดเพิ่มหรือลดค้างไว้เป็นการเพิ่ม หรือลดเวลาอย่างต่อเนื่อง โดยการปรับตั้งค่าการทำงานแบบ Sterilization Mode สามารถปรับตั้งอุณหภูมิสำหรับฆ่าเชื้อได้ตั้งแต่ 105-132 องศาเซลเซียส และสามารถปรับตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 1-240 นาที โดยมีวิธีการปรับตั้งค่าดังนี้

5.1. เปิดสวิทซ์ควบคุมการทำงานหลักของเครื่อง สัญญาณไฟ Ready Led จะกระพริบ

5.2. ปรับตั้งอุณหภูมิและเวลาขึ้น - ลง โดยการกดลูกศรตามต้องการเมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้วเครื่องจะบันทึกค่าที่ต้องการนั้นไว้ เมื่อไม่ได้กดปุ่มนานกว่า 3 วินาที เครื่องจะกลับสู่จอแสดงความพร้อมในการทำงานอีกครั้ง

5.3. กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มต้นการทำงาน

6.4.3 การหยุดการทำงานของเครื่อง

1. เมื่อสิ้นสุดการบวนการทำงานของเครื่อง (ตัวเลขแสดงเวลาเลข 0) เครื่องจะมีสัญญาณเตือน แสดงการสิ้นสุดการทำงาน ในกรณีที่ให้เครื่องทำงานแบบจ่อเนื่อง สามารถกดปุ่ม Stop เพื่อสั่งสิ้นสุดการทำงานของเครื่อง

2. ลดความดันภายในหม้อนึ่ง โดยการหมุนปุ่มควบคุมการปล่อยไอน้ำ เพื่อเปิด Exhaust Valve ภายในเครื่อง ทำให้ความดันลดลงเร็วขึ้น

3. สัญญาณไฟ Complete Indicator จะสว่าง พร้องเสียงเตือนเป็นช่วง ๆ คือที่อุณหภูมิ 97 องศาเซลเซียส สัญญาณไฟจะกระพริบทุก 2 วินาที สัญญาณเสียงเตือน 6 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สัญญาณไฟจะกระพริบทุก 1 วินาที และอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สัญญาณไฟ Complete Indicator จะสว่างพร้อมสัญญาณเสียงเตือน 10 ครั้ง แสดงการสิ้นสุดกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อทั้งระบบ

4. ก่อนเปิดเครื่องต้องตรวจสอบความดันของเครื่อง โดยให้ระดับความดันอยู่ที่ 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หมุนที่ล็อคฝาเครื่องเลื่อนเปิดฝาเครื่องออกด้วยความระมัดระวัง และนำตัวอย่างออกจากเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

6.4.4 การปิดเครื่อง ปิดสวิทซ์ควบคุมการทำงานหลักของเครื่อง (Main Switch) ระบบจะหยุดการทำงานและถอดปลั๊กเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อออกจากเต้าเสียบทุกครั้งหลังการใช้งาน

6.5 การดูแลรักษาเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

การใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อควรมีการดูแลรักษาเครื่องอย่างสม่ำเสมอ เพื่อประสิทธิภาพการใช้งานที่ดี และยืดอายุการใช้งานให้ได้ยาวนานที่สุด โดยการดูแลรักษาเครื่องเบื่องต้น มีหลักการปฏิบัติดังนี้

1. การทำความสะอาดเครื่องนึ่ง โดยการเปิดปุ่มควบคุมการปล่อยน้ำออกจากเครื่องที่ด้านล่างของเครื่อง เพื่อป้องกนการอุดตันของท่อต่าง ๆ ควรถ่ายน้ำออกจากเครื่องหนึ่งและเปลี่ยนน้ำทุกครั้งหลังการใช้งาน ทำความสะอาดโดยใช้ผ้าสะอาด สามารถใช้สารชำระล้างเครื่องนึ่งได้แล้วปล่อยน้ำผ่านทางปุ่มควบคุมการปล่อยน้ำ ใส่น้ำสะอาดในเครื่องนึ่ง เพื่อชะล้างสารล้างออกอีกครั้งและถ่ายน้ำออกอีกรอบ ปิดปุ่มปุ่มควบคุมการปล่อยน้ำ และปิดฝาเครื่องด้านหน้า

2. การทำความสะอาดตะกร้า ทำความสะอาดโดยใช้ผ้าสะอาด สามารถใช้สารชำระล้างชนิดเจือจางได้ ใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำ เช็ดสารชำระออก และปล่อยให้แห้ง

3. เมื่อระดับน้ำในขวดรองรับไอน้ำสูงถึงระดับ High Level แล้ว ให้เทน้ำเก่าออกและเปลี่ยนน้ำใหม่แทน ในกรณีที่ต้องการล้างคราบสกปรก สามารถใช้สารชำระล้างชนิดเจือจางได้โดยใส่สารชำระล้างลงในขวด เขย่า และล้างออกด้วยน้ำสะอาด พร้อมกับเติมน้ำเข้าไปในขวดรองไอน้ำใหม่ก่อนการใช้งานเครื่อง

6.6 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน และบุคคลรอบข้างในระหว่างการใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อจำเป็นต้องใช้เครื่องด้วยความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง โดยข้อควรระวังในการใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อมีดังต่อไปนี้

1. ในกรณีที่ต้องการใช้เครื่องอย่างต่อเนื่อง ควรพักเครื่องประมาณ 10 นาที ก่อนเริ่มงานใหม่

2. การลดระดับความดันของเครื่อง โดยการใช้ปุ่มควบคุมการปล่อยไอน้ำ ถ้าลดระดับเร็วเกินไป อาจทำให้ภาชนะผิดรูปหรือแตกได้ เพราะความแตกต่างของความดัน ควรค่อย ๆ ลดความดันค่อย ๆ ลดความดันความดันอย่างช้า ๆ

3. ไม่ควรใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อฆ่าเชื้อวัตถุอันตรายหรือสารที่มีส่วนประกอบของอัลคาไลด์ (Alkali) เพราะการฆ่าเชื้อสารเหล่านี้อาจทำให้เกิดการระเบิด การกัดกร่อนของเครื่องนึ่งหรือท่อต่าง ๆ และอาจทำให้ขอบยางเสียเร็ว

4. ห้ามใช้ของเหลวชนิดอื่นใส่ลงในเครื่องนึ่งนอกจากน้ำ

5. ห้ามยื่นใบหน้าหรือมือเข้าใกล้ปากของเครื่องนึ่งขณะเปิดฝาเครื่อง เพราะไอน้ำร้อนจะพุ่งออกจากเครื่องนึ่ง

6. เมื่อการทำงานสิ้นสุดลง เครื่องนึ่งและแผงต่าง ๆ ยังร้อนอยู่ อย่าจับด้วยมือเปล่าอาจได้รับบาดเจ็บ

7. ต้องใช้เวลานานจนกว่าของเหลวในเครื่องนึ่งจะเย็นลง ต้องรอจนกว่าอุณหภูมิในเครื่องนึ่งลดลงถึงจุดที่จะเอาสิ่งของออกได้

8. สวมถุงมือกันความร้อนก่อนนำของออกจากเครื่องนึ่ง ไม่ยื่นมือลงไปในห้องนึ่งจนกวาไอน้ำร้อนจะหมดไป

9. อย่าดึงถังดักไอน้ำออกหรือถ่ายน้ำออกจากเครื่องนึ่ง เมื่อเครื่องนึ่งยังมีแรงดันอยู่ น้ำร้อนอาจพุ่งมาโดนทำให้เกิดอันตรายได้

10. เมื่อมีการเคลื่อนย้ายเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อให้ปิดฝาแล้วล็อคให้แน่น เพื่อป้องกันฝาเปิดออก อาจเกิดการชำรุดได้

7. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) (ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. 2544)

ตู้อบลมร้อนเป็นเครื่องมือพื้นฐานชนิดหนึ่งที่จำเป็นต้องใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา เพราะใช้สำหรับอบวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้แห้ง ใช้อบฆ่าทำลายเชื้อโรคและใช้บ่มเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ เป็นต้น โดยหลักการทำงานของตู้อบลมร้อนคือความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนถูกถ่ายเทให้วัตถุ โดยกระบวนการให้ความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสี (Radiation) ความร้อนที่ถูกควบคุมอย่างเหมาะสมด้วยตัวไวความร้อน และระบบควบคุมอุณหภูมิ ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว จากของเหลวเป็นไอน้ำหรือจากของแข็งเป็นไอ

7.1 ส่วนประกอบของตู้อบลมร้อน

ตู้อบลมร้อนมีหลายแบบ มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามอุณหภูมิใช้งานของตู้อบลมร้อน โดยเรียกตู้อบที่ให้อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 300 องศาเซลเซียส ว่าตู้อบแห้ง (Drying Oven) หรือตู้อบฆ่าเชื้อ (Sterilizing Oven) และเรียกตู้อบที่มีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 100 องศาเซลเซียส ว่าตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubating Oven) ตู้อบลมร้อนโดยส่วนใหญ่มีส่วนประกอบหลักที่คล้ายกันดังนี้

1. ผนังตู้อบ โดยทั่วไปจะออกแบบให้มีการกระจายความร้อนได้ดี และป้องกันการสูญเสียความร้อนจากภายในสู่ภายนอก วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นโลหะที่ไม่เป็นสนิม ไม่เปลี่ยนรูปร่างและทำความสะอาดง่าย เช่น เหล็กกล้าไร้สนิมหรือเหล็กพ่นสีกันสนิม ผนังตู้อบอาจมี 2-3 ชั้นและมีฉนวนกันความร้อนอยู่ระหว่างกลาง เช่น ใยแก้วและอิฐทนไฟ เป็นต้น

2. ตัวกำเนิดความร้อน การสร้างความร้อนไม่เกิน 1000 องศาเซลเซียส นิยมใช้แท่งความร้อนหรือลวดความต้านทาน (Resistance Wire) ที่ทำจากโลหะผสมกับนิเกิลกับโครเมียม (นิโครม) เนื่องจากมีความทนทานต่อการเกิดปฏิกิริยากับสารเคมีหลาย ๆ ชนิด เช่น คลอรีน โบรมีน ไอโอดีนและฟลูออรีน เป็นต้น การติดตั้งตัวกำเนิดความร้อน พบได้ 2 ชนิด คือ แบบฝังในผนัง (Embeded Type) และแบบไม่ฝังในผนัง (Opened Type)

3. ช่องระบายอากาศ (Air Damper) ส่วนใหญ่ติดตั้งด้านบนของตู้อบ มีหน้าที่ระบายควัน ไอน้ำหรือไอสารเคมีออกจากตู้อบ เพื่อลดการสูญเสียความร้อนอันเนื่องมาจากมีความชื้นในตู้อบมาก

4. ระบบถ่ายเทความร้อน ที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ

4.1. การพาความร้อนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง (Gravity Convection) ทำงานโดยอาศัยความแตกต่างของน้ำหนักของอากาศที่ร้อนและเย็น ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนอย่างช้า ๆ

4.2. การพาความร้อนโดยใช้พัดลม (Mechanical Convection) นิยมใช้มอเตอร์หมุนพัดลมชนิดเหนี่ยวนำ (Induction Motor) มอเตอร์ดังกล่าวจะทำหน้าที่หมุนพัดลมเพื่อเสริมการพาความร้อนในแนวดิ่งและแนวระดับ

5. ตัวไวความร้อน (Temperature Sensor) มีหน้าที่ป้อนสัญญาณให้วงจรหรือระบบควบคุมอุณหภูมิหรือป้อนสัญญาณให้ระบบอ่านค่าอุณหภูมิ ตัวไวความร้อนที่นิยมใช้มีหลายชนิด คือ เทอร์มอคับเปิล (Thermocouple) เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) และสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) เป็นต้น

6. ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) แบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบกลที่อาศัยการเคลื่อนที่ของกลไกและแบบอิเล็กทรอนิกส์

7. ประตูตู้อบ ปกติจะมีประตู 1 บาน แต่ถ้าต้องการรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่มาก ๆ เช่น ตู้บ่มเพาะเชื้อ อาจจะมีประตูกระจกชั้นในเพิ่มขึ้นอีก 1 บาน เพื่อให้สามารถมองเห็นวัตถุภายใน โดยไม่จำเป็นต้องเปิดประตูตู้อบบ่อย ๆ

8. ชั้นวาง อาจทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิมหรือเหล็กชุบนิเกิล

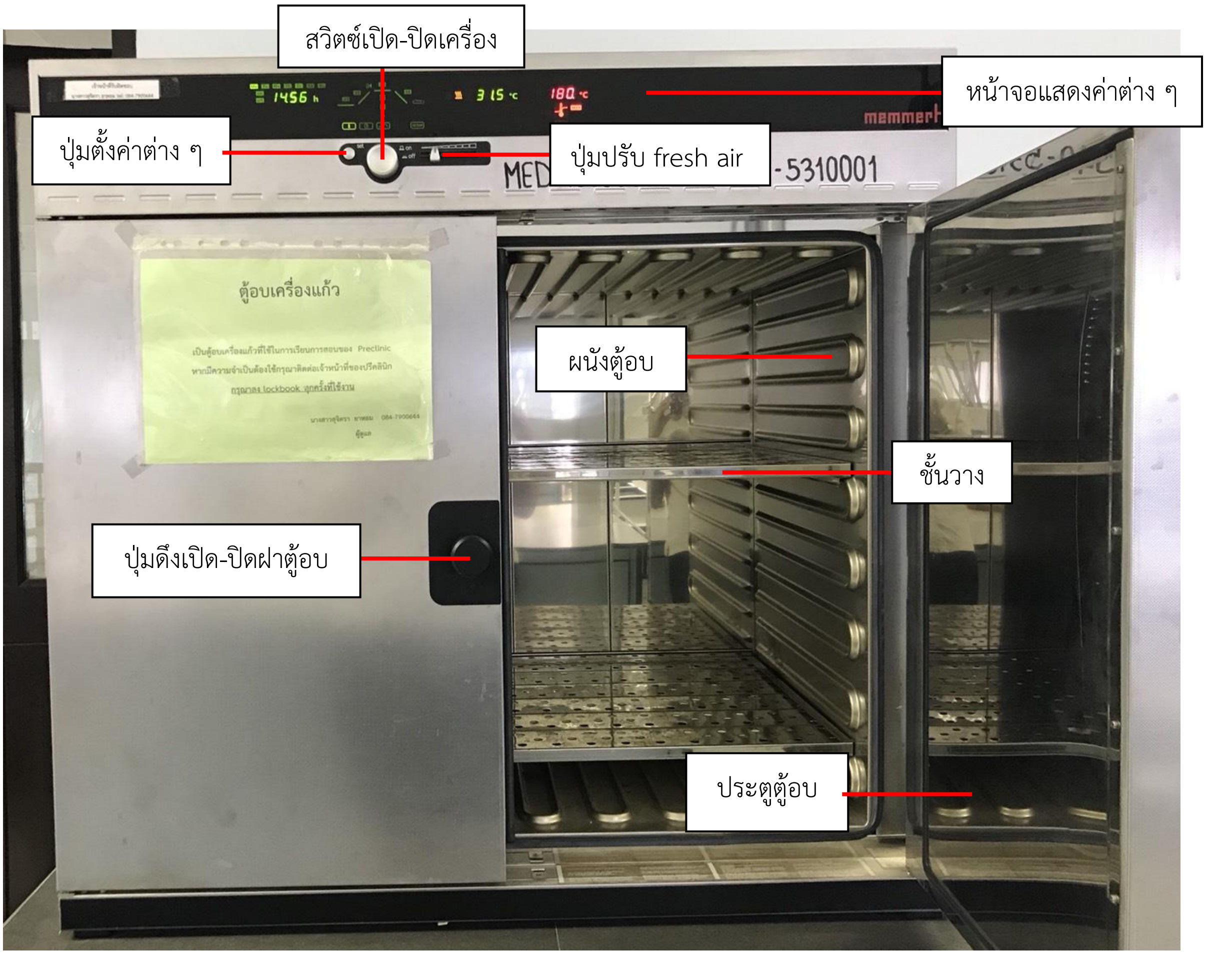
9. นาฬิกาตั้งเวลา มีทั้งชนิดที่เดินด้วยลานหรือกระแสไฟฟ้า

10. สวิตช์ตัดการทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน (Overheating Cut-Off Switch) มีความจำเป็นมาก เนื่องจากเป็นระบบปลอดภัยเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยหรือไฟไหม้วัตถุภายในตู้อบ

11. ช่องดูดอากาศออก พบในตู้อบลมร้อนชนิดใช้สุญญากาศ ช่วยทำให้การระเหยของของเหลวเร็วขึ้น

12. อุปกรณ์หมุนเวียนอากาศภายใน (Stirring Device) เป็นพัดลมหมุนเวียนอากาศภายในตู้อบ โดยไม่ดูดเอาสุญญากาศภายนอกเข้ามาร่วมหมุนเวียนด้วย

ตู้อบลมร้อนที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นตู้อบลมร้อนยี่ห้อ Memmert รุ่น NU 600 ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงส่วนประกอบตู้อบลมร้อนยี่ห้อ Memmert รุ่น NU 600
ภาพถ่ายโดย : สุจิตรา ยาหอม

7.2 การใช้งานตู้อบลมร้อน

1. การอบโดยไม่กำหนดเวลา มีขั้นตอนการใช้งานดังนี้
   1.1. นำของที่ต้องอบใส่ตู้ให้เรียบร้อย
   1.2. หมุนสวิตซ์ (ปุ่ม Power) ไปที่ตำแหน่ง I ไฟเขียวแสดงที่ปุ่ม power
   1.3. ปรับ fresh air ไว้ประมาณเลข 2
   1.4. หมุนปุ่มควบคุม (ไฟแสดงที่ °C Temp) กดปุ่ม set ค้างไว้แล้วหมุนปุ่มควบคุม เพื่อตั้งค่าอุณหภูมิ เมื่อได้อุณหภูมิตามต้องการจึงปล่อยปุ่ม set
   1.5. เครื่องทำงาน
2. การอบโดยมีกำหนดเวลา มีขั้นตอนการใช้งานดังนี้
   2.1. หมุนสวิตซ์ (ปุ่ม Power) ไปที่ตำแหน่ง 🕒 ไฟเขียวแสดงที่ปุ่ม power

2.2. ปรับ fresh air ไว้ประมาณเลข 2

2.3. หมุนปุ่มควบคุม (ไฟแสดงที่ h Delay) ถ้าต้องการหน่วงเวลาก่อนอบ ให้กดปุ่ม set ค้างไว้แล้วหมุนปุ่มควบคุมเพื่อตั้งเวลา เมื่อได้เวลาตามต้องการจึงปล่อยปุ่ม set

2.4. หมุนปุ่มควบคุมอีกครั้ง (ไฟแสดงที่ h Hold) ให้กดปุ่ม set ค้างไว้แล้วหมุนปุ่มควบคุมเพื่อตั้งเวลาที่ต้องการอบ เมื่อได้เวลาตามต้องการจึงปล่อยปุ่ม set

2.5. เครื่องทำงาน

7.3 การบำรุงรักษาตู้อบลมร้อน

ตูอบลมร้อนเป็นเครื่องมือที่ดูแลรักษาค่อนข้างง่าย โดยควรบำรุงรักษาดังนี้

1. ตรวจสอบความถูกตองและความแม่นยำในการควบคุมอุณหภูมิทุก ๆ 6 เดือน

2. ตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบปลอดภัยทุก ๆ 6 เดือน

3. ตรวจสอบการรั่วไหลของความร้อนที่ยางขอบประตู และผนังตูอบลมร้อนทุก ๆ ครั้งที่ใชงาน

4. ตรวจสอบการขาดหรือการลัดวงจรของแท่งกำเนิดความร้อน หรือลวดกำเนิดความร้อนทุก ๆ เดือน

5. ตรวจสอบความเร็วและหล่อลื่นมอเตอรกระจายความร้อนทุก ๆ 6 เดือน

6. ทำความสะอาดภายนอกและภายในตูอบด้วยผงซักฟอกอยางอ่อน เมื่อตู้อบสกปรก

7. ทำความสะอาดตัวไวความร้อนและตัวกำเนิดความร้อนทุก ๆ ป

7.4 ข้อควรระวังในการใชตูอบลมร้อน

ข้อควรระวังในการใชตูอบลมร้อนเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ยืดอายุการใชงานตูอบลมร้อนและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงาน ผู้ใชควรปฏิบัติดังนี้

1. ตั้งตูอบใหได้ระดับในที่ที่อากาศถ่ายเทได้ดี ปราศจากฝุ่นละอองและควรหางจาก เครื่องทำความเย็น

2. หลีกเลี่ยงการอบสารเคมีที่ระเบิดหรือติดไฟได้ง่าย

3. ใชอุณหภูมิให้เหมาะสมกับวัตถุที่นำมาอบ เช่น การอบภาชนะพลาสติกธรรมดา ไม่ควรใชอุณหภูมิสูงเกิน 60 องศาเซลเซียสและภาชนะแกววัดปริมาตร ไม่ควรอบในที่อุณหภูมิเกิน 120 องศาเซลเซียส เปนต้น

4. ไม่ควรใสวัตถุอบมากเกินในตูอบลมร้อนที่ใชระบบถ่ายเทความร้อนด้วยแรงโนมถ่วงของโลก เพราะความร้อนจะกระจายไม่ทั่วถึง

5. สวมถุงมือกันร้อนทุกครั้งที่หยิบวัตถุที่รอนออกจากตูอบ

เห็นได้ว่าการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับด้านจุลชีววิทยา จำเป็นเป็นอย่างยิ่งต้องปฏิบัติงานโดยผู้ที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้านจนเกิดความชำนาญ เนื่องจากเป็นลักษณะงานที่ผู้ปฏิบัติด้วยความระวัดระวัง รอบคอบ การที่ผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้รู้และทราบถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน หลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงาน และทราบข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน ส่งผลต่อความสามารถทำให้

การปฏิบัติงานนั้นประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัย ต่อตัวผู้ปฏิบัติงาน ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

บทที่ 4
เทคนิคการปฏิบัติงาน

ในบทนี้ผู้เขียนจะกล่าวถึงเทคนิคในการปฏิบัติงานด้านปฏิบัติการจุลชีววิทยาและงานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมายของตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ต้องปฏิบัติงานโดยผู้ที่มีความรู้ความสามารถ ด้วยความชำนาญ ที่ได้ปฏิบัติงานตามภาระงานหลัก ได้แก่ การจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมสีย้อมเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมน้ำยาที่ใช้ทดสอบทางจุลชีววิทยา การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ และการดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และครุภัณฑ์ประจำหมวดวิชาปรีคลินิก โดยมีหัวข้อที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. กิจกรรมและแผนการปฏิบัติงาน
2. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
3. วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
4. จรรณยาบรรณและจริยธรรมในการปฏิบัติงาน

กิจกรรมและแผนการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ปฏิบัติงานตามช่วงเวลาของปฏิทินการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคามในแต่ละภาคเรียนของมหาวิทยาลัยมหาสารคามโดยมีรายละเอียดของกิจกรรมและแผนการปฏิบัติงาน ดังนี้

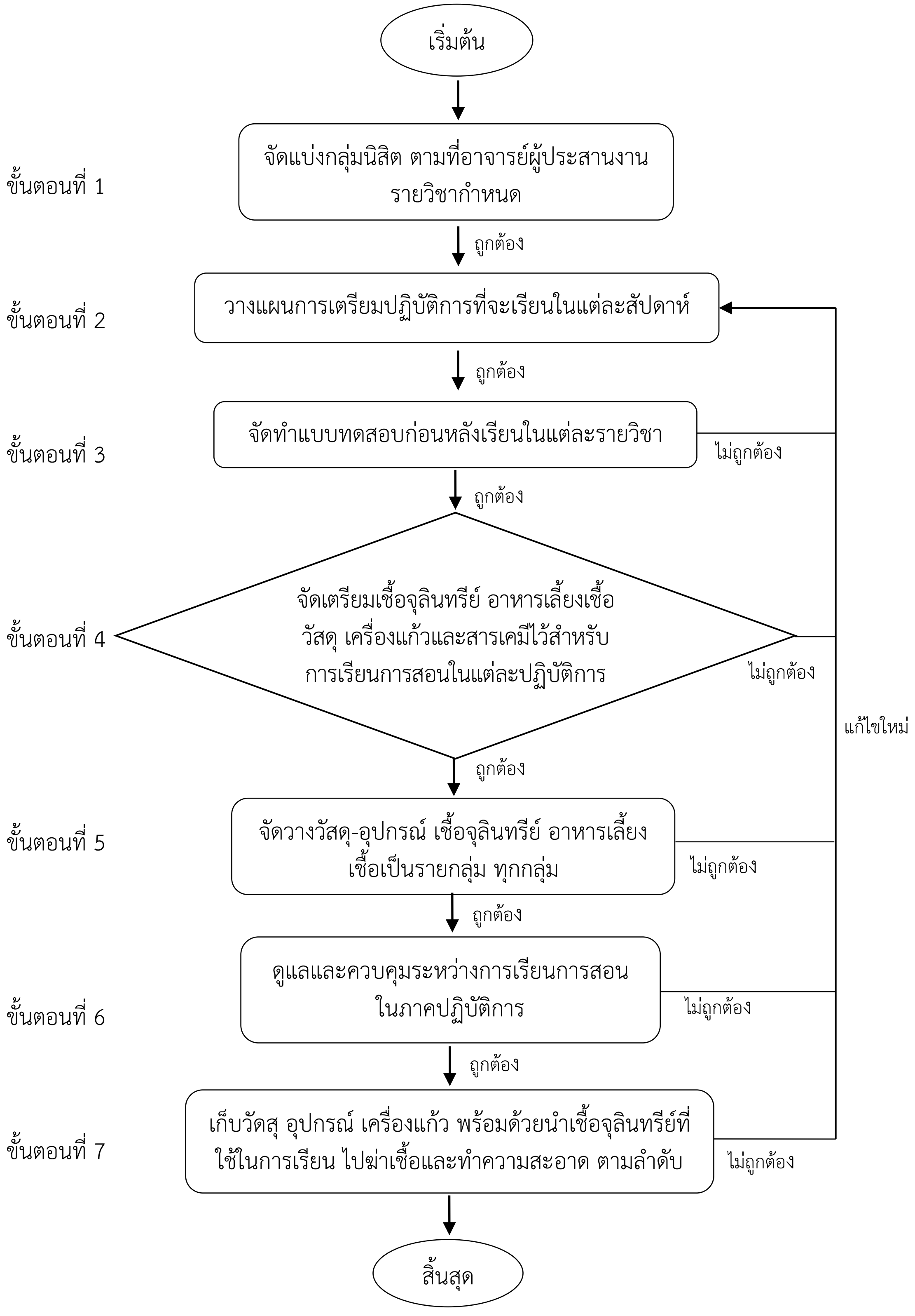
กิจกรรม	ระยะเวลา (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. การจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
3. การเตรียมสีย้อมเชื้อจุลินทรีย์									←	→		
4. การเตรียมน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยา			←	→								
5. การเก็บรักษาคลังเชื้อเชื้อจุลินทรีย์						←	→					
6. การดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และครุภัณฑ์	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. การจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ

การเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชาจุลชีววิทยาของคณะแพทยศาสตร์ประกอบด้วย การสอนทั้งหมด 4 หลักสูตรคือ 1. รายวิชาจุลชีววิทยาพื้นฐาน สำหรับนิสิตแพทยศาสตร์ 2. รายวิชาจุลชีววิทยาสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพ สำหรับนิสิตพยาบาลศาสตร์ 3. รายวิชาจุลชีววิทยาและปรสิต

วิทยาพื้นฐาน สำหรับนิสิตแพทย์แผนไทยประยุกต์และนิสิตเวชกิจฉุกเฉินและ 4. รายวิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยาพื้นฐาน สำหรับนิสิตเวชกิจฉุกเฉิน โดยขั้นตอนการเรียนการสอนจะเริ่มจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาชี้แจ้งเนื้อหาปฏิบัติการ จากนั้นนักวิทยาศาสตร์ นำเนื้อหาปฏิบัติการจุลชีววิทยามาวางแผนเพื่อจัดเตรียมเตรียมเชื้อจุลินทรีย์อาหารเลี้ยงเชื้อ วัสดุ เครื่องแก้วและสารเคมีไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้



ภาพประกอบ 9 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ

คำอธิบายขั้นตอนการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดแบ่งกลุ่มนิสิต เริ่มจากการนำข้อมูลจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาที่ได้ภายหลังจากการลงทะเบียนเรียนของนิสิตเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลรายชื่อนิสิตที่ได้รับมาทำการจัดแบ่งกลุ่มเพื่อเรียนปฏิบัติการจุลชีววิทยา โดยจัดแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อลงมือปฏิบัติการจุลชีววิทยา ในแต่ละสัปดาห์

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนการเตรียมปฏิบัติการจุลชีววิทยา ที่จะเรียนในแต่ละสัปดาห์ โดยวางแผนตามจำนวนบทเรียนของปฏิบัติการจุลชีววิทยาตามรายวิชา และตามเนื้อหาในบทเรียนแต่ละสัปดาห์ เริ่มจากการเตรียมวัสดุ – อุปกรณ์ สารเคมี การเลือกใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ และเชื้อจุลินทรีย์ การคำนวณปริมาณสารเคมี อาหารเลี้ยงเชื้อ และเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องใช้ตามจำนวนกลุ่มเรียนย่อยในแต่ละกลุ่มเรียนตามรายวิชา เพื่อให้เพียงพอต่อการเรียนปฏิบัติการจุลชีววิทยาของนิสิต เพื่อลดความเสี่ยงต่อความไม่พร้อมของการจัดเตรียมปฏิบัติการ อีกทั้งเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับอาจารย์ผู้สอนเมื่อเริ่มปฏิบัติการจริง

ขั้นตอนที่ 3 การจัดทำแบบทดสอบก่อนหลังเรียนในแต่ละรายวิชาปฏิบัติการจุลชีววิทยา การเรียนภาคปฏิบัติจะมีการสอบก่อนเรียน เพื่อทดสอบการเตรียมความพร้อมก่อนการลงมือปฏิบัติการจุลชีววิทยาของนิสิต และต้องจัดทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบความเข้าใจภายหลังจากการเรียนปฏิบัติการจุลชีววิทยา เสร็จสิ้นของนิสิต ในแต่ละปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ขั้นตอนที่ 4 การจัดเตรียมก่อนเริ่มปฏิบัติการเริ่มจากการเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ อาหารเลี้ยงเชื้อ วัสดุ เครื่องแก้วและสารเคมี ไว้สำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการจุลชีววิทยา ในส่วนนี้จะมีการเตรียมแต่ละสัปดาห์แตกต่างกันไปตามหัวข้อที่เรียนในสัปดาห์นั้น ๆ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการเรียนภาคปฏิบัติการ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และรา เป็นต้น อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการเรียน เช่น Nutrient agar, Nutrient broth, Mueller Hinton agar, Potato dextrose agar, Mannitol salt agar, Mac Conkey agar, Eosin methylene blue, Salmonella-Shigella agar, Thiosulfate citrate bile salt sucrose agar และ Triple sugar iron เป็นต้น วัสดุที่ใช้ในปฏิบัติการจุลชีววิทยา เช่น กล้องจุลทรรศน์ น้ำมันออย กระดาษเช็ดเลนส์ ตะกร้าใส่อุปกรณ์ต่าง ๆ ตะแกรงวางหลอดเชื้อ เข็มเขี่ยเชื้อ เข็มเขี่ยปลายตรง เข็มเขี่ยปลายงอ ตะเกียงแอลกอฮอล์ ไฟเช็ค ผ้าเช็ดมือ น้ำยาล้างมือ สเปรย์แอลกอฮอล์ร้อยละ 70 ผ้าเช็ดโต๊ะ น้ำยาฆ่าเชื้อและเครื่องแก้วต่าง ๆ เป็นต้น สารเคมี เช่น สีย้อมจุลินทรีย์และน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยา เป็นต้น โดยจัดเตรียมอุปกรณ์ทุกอย่างออกเป็นชุดตามจำนวนกลุ่มที่แบ่งในแต่ละกลุ่มเรียน

ขั้นตอนที่ 5 การเตรียมอุปกรณ์เมื่อนิสิตเข้าเรียนปฏิบัติการ เริ่มจากการจัดวางเชื้อจุลินทรีย์ อาหารเลี้ยงเชื้อ สารเคมีและวัสดุ-อุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกอย่างจัดเป็นชุด ไว้ที่โต๊ะปฏิบัติการ โต๊ะละ 2 ชุดต่อ 2 กลุ่มย่อย

ขั้นตอนที่ 6 ผู้ปฏิบัติงานทำหน้าที่การดูแลและควบคุมระหว่างการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติการจุลชีววิทยา เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับอาจารย์ผู้สอนจนเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในปฏิบัติการจุลชีววิทยา นั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 7 ผู้ปฏิบัติงานทำหน้าที่ล้างทำความสะอาดและจัดเก็บวัดสุ - อุปกรณ์ และเครื่องแก้ว โดยก่อนล้างทำความสะอาดต้องนำอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ไปนึ่งฆ่าเชื้อ

ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ เป็นเวลา 15 นาที ส่วนอุปกรณ์ที่ปนเปื้อนเชื้อ แต่ไม่สามารถนำเข้าเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ ให้นำอุปกรณ์นั้นไปแช่ในน้ำยาฆ่าเชื้อคลอร็อกก่อนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำมาล้างทำความสะอาด ในส่วนของขยะปนเปื้อนเชื้ออื่น ๆ เช่น ถุงมือและกระดาษชำระ ผู้ปฏิบัติงานจะนำไปทิ้งในขยะถุงแดงเพื่อรอการกำจัดต่อไป

โดยการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการวิชาจุลชีววิทยามีทั้งหมด 10 ปฏิบัติการ ซึ่งต้องมีการเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ อาหารเลี้ยงเชื้อ สารเคมีและวัสดุในแต่ละปฏิบัติการดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ปฏิบัติการเรื่อง	เชื้อจุลินทรีย์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	สีย้อม / สารเคมี / ยาปฏิชีวนะ	วัสดุ-อุปกรณ์
1. การใช้กล้องจุลทรรศน์	แผ่นสไลด์ *Bacillus* sp. ที่ย้อมสีแล้ว	-	น้ำมันสน (Immersion Oil)	กระดาษเช็ดเลนส์ กระดาษทิชชู กล้องจุลทรรศน์
2. เทคนิคปลอดเชื้อและเทคนิคการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์	*Escherichia coli* *Serratia marcescens*	จานอาหาร Nutrient agar (NA) หลอดอาหาร Nutrient broth (NB)	-	ลูป ตะแกรงวางหลอดทดลอง ถุงพลาสติกและหนังยาง ตะเกียงแอลกอฮอล์และไม้ขีดไฟ กระบอกบรรจุแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 น้ำยาล้างมือ ผ้าเช็ดมือและผ้าเช็ดโต๊ะ
3. การย้อมสีแบคทีเรีย	แบคทีเรียที่สเมียร์และฟิกส์ด้วยความร้อนแล้ว ดังนี้ *Staphylococcus aureus* *Salmonella typhi* *Bacillus* sp. *Mycobacterium* sp.	-	สีคริสตัลไวโอเลต สารละลายไอโอดีน สีอะซีโตนแอลกอฮอล์ สีซาฟานินโอ สีคาร์บอลฟุคซิน แอซิดแอลกอฮอล์ สีเมธิลีนบลู น้ำมันสน (Immersion Oil)	ถาดสำหรับรองสีย้อม เหล็กรองแผ่นสไลด์ ปากคีบหนีบสไลด์ ขวดบรรจุน้ำกลั่น กระดาษทิชชู กระดาษเช็ดเลนส์ ผ้ายาง สำหรับรองถาดย้อมสี ไดร์เป่าผม กระบอกบรรจุแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 น้ำยาล้างมือ ผ้าเช็ดมือและผ้าเช็ดโต๊ะ กล้องจุลทรรศน์

ตารางที่ 3 แสดงการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ปฏิบัติการเรื่อง	เชื้อจุลินทรีย์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	สีย้อม / สารเคมี / ยาปฏิชีวนะ	วัสดุ-อุปกรณ์
4. การตรวจวินิจฉัยเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแกรมบวกทรงกลม	*S. aureus* *S. epidermidis* *Enterococcus faecalis*	จานอาหาร Manital salt agar (MSA) จานอาหาร Nutrient agar (NA)	Plasma สารกันเลือดแข็ง (EDTA) น้ำยา H_2O_2	ลูป ตะเกียงแอลกอฮอล์ ไม้ขีดไฟ ตะแกรงวางหลอดแก้ว กระบอกบรรจุแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 น้ำยาล้างมือ ผ้าเช็ดมือและผ้าเช็ดโต๊ะ แผ่นสไลด์
5. การตรวจวินิจฉัยเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแกรมลบรูปแท่ง	*S. marcescens* *E. coli* *S. typhi* *Pseudomonas aeruginosa* *Proteus mirabilis* *Shigella flexneri* *Shigella* sp. *Klebsiella pneumonia* *Enterobacter cloacae* *Vibrio cholera* *V.parahaemolyticus*	จานอาหาร Nutrient agar (NA) จานอาหาร MacConkey agar จานอาหาร EMB agar จานอาหาร SS agar จานอาหาร TCBS agar หลอดอาหาร TSI	-	ลูป เข็มเขี่ยปลายตรง ตะเกียงแอลกอฮอล์ ไม้ขีดไฟ ตะแกรงวางหลอดแก้ว กระบอกบรรจุแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 น้ำยาล้างมือ ผ้าเช็ดมือและผ้าเช็ดโต๊ะ

ตารางที่ 3 แสดงการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ปฏิบัติการเรื่อง	เชื้อจุลินทรีย์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	สีย้อม / สารเคมี / ยาปฏิชีวนะ	วัสดุ-อุปกรณ์
6. สัณฐานวิทยาและการสืบพันธุ์ของยีสต์และราเส้นใย	ยีสต์ *Candida albicans* เชื้อรา *Penicillium* sp. เชื้อรา *Aspergillus flavus* เชื้อรา *Rhizopus* sp.	จานอาหาร Potato dextrose agar (PDA)	สีแลคโตฟีนอล คอตตอนบลู	แผ่นสไลด์ กระจกปิดสไลด์ ลูป เข็มเขี่ยปลายงอ ตะเกียงแอลกอฮอล์ ไม้ขีดไฟ ตะแกรงวางหลอดแก้ว กระบอกบรรจุแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 น้ำยาล้างมือ ผ้าเช็ดมือและผ้าเช็ดโต๊ะ
7. การจำแนกชนิดเม็ดเลือดขาว	-	-	น้ำมันสน (Immersion Oil)	สไลด์เม็ดเลือดขาวที่ย้อมสีแล้ว กระดาษเช็ดเลนส์ กระดาษทิชชู กล้องจุลทรรศน์
8. การควบคุมการเจริญของแบคทีเรียและการทดสอบการยับยั้งการเจริญด้วยยาปฏิชีวนะ	*S. marcescens* *S. aureus* *E. coli*	จานอาหาร Mueller Hinton agar (MHA) จานอาหาร Nutrient agar (NA) หลอดอาหาร Nutrient broth (NB)	ยาปฏิชีวนะมาตรฐาน ดังนี้ -เพนนิซิลลิน ขนาด 10 ยูนิต -เตตระไซคลิน ขนาด 10 ไมโครกรัม -เจนตามัยซิน ขนาด 10 ไมโครกรัม -อีริโธมัยซิน ขนาด 15 ไมโครกรัม	ไม้พันสำลีที่นึ่งฆ่าเชื้อ ปากคีบ ตะแกรงวางหลอดแก้ว ถุงพลาสติกและหนังยาง ตะเกียงแอลกอฮอล์ ไม้ขีดไฟ กระบอกบรรจุแอลกอฮอล์ร้อยละ 70

ตารางที่ 3 แสดงการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

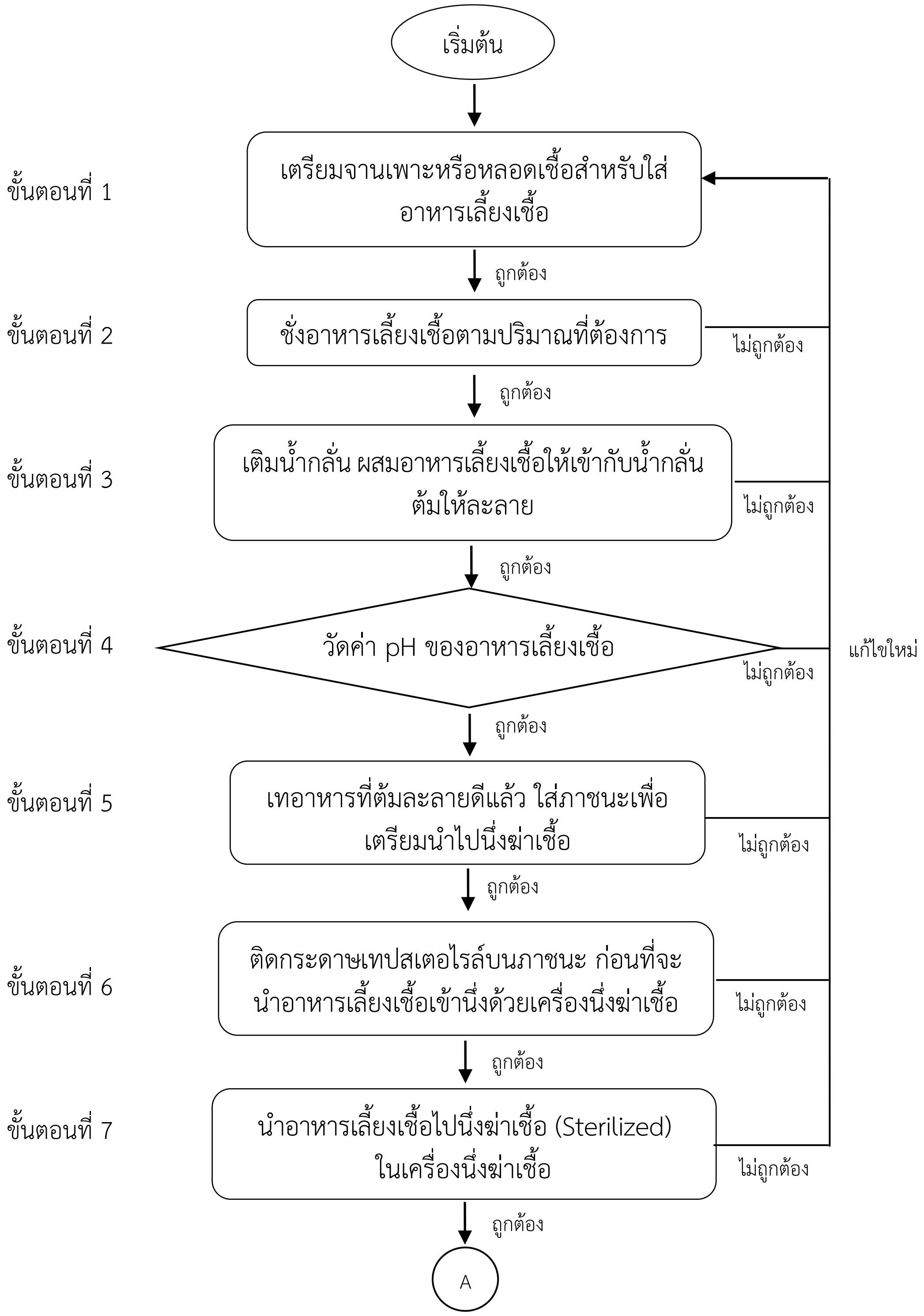
ปฏิบัติการเรื่อง	เชื้อจุลินทรีย์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	สีย้อม / สารเคมี / ยาปฏิชีวนะ	วัสดุ-อุปกรณ์
			-เซฟาโซลิน ขนาด 30 ไมโครกรัม -ไตรเมโธพริม ขนาด 5 ไมโครกรัม ผงยาเพนนิซิลลิน เบตาดีน คลอร็อก เดตตอล แอลกอฮอล์ร้อยละ 95	น้ำยาล้างมือ ผ้าเช็ดมือและผ้าเช็ดโต๊ะ บีกเกอร์ ขนาด 25 มิลลิลิตร กระดาษฟอล์ย
9. ปรสิตที่ก่อพยาธิสภาพในมนุษย์ 1	<u>โปรโตซัว</u> *Entamoeba histolytica* *Entamoeba coli* *Balantidium coli* *Giardia lamblia* *Trichomonas vaginalis* *Leishmania tropica* *Trypanosoma gambiense* *Plasmodium falciparum* *Plasmodium vivax*	-	น้ำมันสน (Immersion Oil)	กล้องจุลทรรศน์ กระดาษเช็ดเลนส์ กระดาษทิชชู

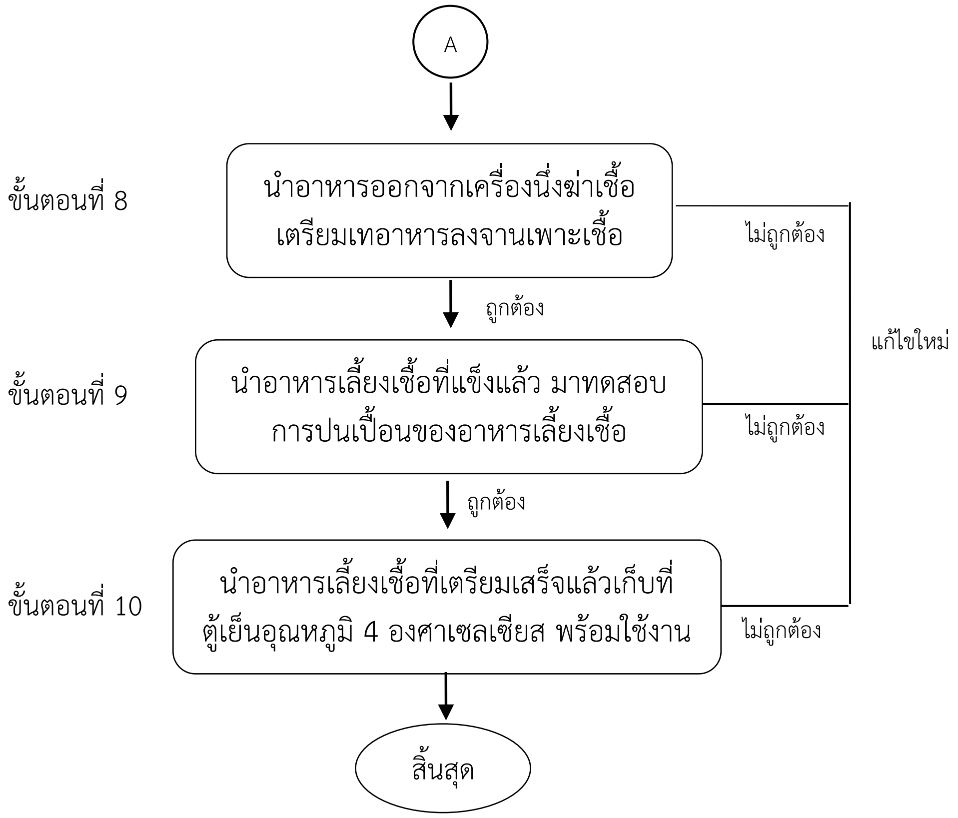
ตารางที่ 3 แสดงการจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการจุลชีววิทยา (ต่อ)

ปฏิบัติการเรื่อง	เชื้อจุลินทรีย์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	สีย้อม / สารเคมี / ยาปฏิชีวนะ	วัสดุ-อุปกรณ์
10. ปรสิตที่ก่อพยาธิสภาพในมนุษย์ 2	<u>หนอนพยาธิ</u> *Fasciolopsis buski* *Echinostoma malayanum* *Haplorchis taichui* *Paragonimus heterotremus* *Opisthorchis viverrini* *Schistosoma* spp. *Taenia saginata* *Taenia solium* *Enterobius vermicularis* *Trichuris trichiura* *Capillaria phippinensis* *Necator americanus* *Ancylostoma duodenale* *Strongyloides stercoralis* *Wuchereria bancrofti* *Brugia malayi*	-	น้ำมันสน (Immersion Oil)	กล้องจุลทรรศน์ กระดาษเช็ดเลนส์ กระดาษทิชชู

2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์ต้องการอาหารสำหรับเป็นแหล่งพลังงาน เพื่อที่จะให้เชื้อมีชีวิตเจริญเติบโต และเกิดการแบ่งเซลล์ เพื่อเพิ่มจำนวน ดังนั้นอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ (Culture Media) ที่จะนำมาใช้ห้องปฏิบัติการ จะต้องมีสารอาหารจำเป็นเพียงพอต่อความต้องการของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำการศึกษา การเพาะแยกเชื้อจุลินทรีย์ให้มีการเจริญเติบโตได้ รูปแบบของอาหารเลี้ยงเชื้อปัจจุบันจึงมักจะใช้ในรูปของ Dehydrate Media ที่ทำการผสมสารอาหารมาพร้อมใช้ได้เลย โดยอาหารเลี้ยงเชื้อส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนการเตรียมอาหารที่คล้ายกัน โดยจะแสดงดังภาพต่อไปนี้





ภาพประกอบ 10 แสดงขั้นตอนการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

คำอธิบายขั้นตอนการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมจานเพาะหรือหลอดเชื้อสำหรับใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ เครื่องแก้วที่นำมาใช้ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ ควรใช้เครื่องแก้วที่สะอาดผ่านการล้างทำความสะอาดมาเป็นอย่างดี โดยต้องไม่มีสารซักฟอกหรือสารเคมีอื่น ๆ ปะปนอยู่ในเครื่องแก้วนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 2 อาหารที่ใช้ในปฏิบัติการจุลชีววิทยาเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อตามสูตรของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิด เมื่อชั่งเสร็จนำไปใส่ในเหยือกสแตนเลสหรือบีกเกอร์ หลังจากนั้นก็เติมน้ำกลั่นลงไปตามปริมาณที่กำหนดไว้ในสูตร การเตรียมอาหารนั้น ๆ และใช้น้ำกลั่นเนื่องจากเป็นน้ำที่ปราศจากคลอรีน สารเคมีและไอออนของโลหะหนักต่าง ๆ ซึ่งสิ่งปนเปื้อนเหล่านั้นอาจจะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้

ขั้นตอนที่ 3 การละลายอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากับน้ำกลั่น เมื่อพบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อไม่สามารถละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง สามารถเพิ่มการละลายได้โดยให้ความร้อนโดยการต้มโดยใช้แท่งแก้วค้นกวนตลอดเวลาที่ให้ความร้อนจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายละลายเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด หรืออาจให้ความร้อนโดยใช้เครื่องไมโครเวฟซึ่งสะดวกและรวดเร็วกว่า ซึ่งการให้ความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟจะต้องไม่ปิดฝาภาชนะบรรจุสนิท แต่หากเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปที่ไม่มีการผสมวุ้นลงไปอาจทำให้ละลายได้ด้วยการคนเบา ๆ การทดสอบว่าอาหารละลายดีแล้วหรือไม่นั้น สามารถสังเกตโดยทำการเอียงภาชนะจะสังเกตเห็นว่าจะเกิดฟองฟู ไม่มีเม็ดอาหารเกาะติดภาชนะหรือใช้แท่งแก้ว

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบความเป็นกรด เป็นด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อจะทำเมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อละลายดีแล้ว ให้วัดค่า pH ค่าที่วัดได้ไม่ควรเกิน ± 0.2 ของค่า pH ที่กำหนดตามข้างขวดบรรจุอาหารผงสำเร็จรูป

ขั้นตอนที่ 5 การเทอาหารที่ต้มละลายดีแล้วใส่ภาชนะ เพื่อเตรียมนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการต้มละลายอาหารแล้ว เนื่องจากอาหารที่ใช้ในงานจุลชีววิทยามีทั้งอาหารที่ต้องเทใส่จานเพาะเชื้อ (Plate) และอาหารที่ใส่ในหลอดเลี้ยงเชื้อ (Tube) ดังนั้นจึงมีวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแบ่งเป็น 2 วิธี คือ

5.1 วิธีการเตรียมอาหารแบบเทใส่จานเพาะเชื้อ โดยการนำอาหารที่ต้มละลายเสร็จแล้วบรรจุลงในขวดรูปชมพู่ที่สะอาด ปริมาตรอาหารที่บรรจุลงไปในขวดรูปชมพู ควรมีประมาณ ½ ของปริมาตรภาชนะที่บรรจุได้ เช่น การเตรียมอาหาร 250 มิลลิลิตร ควรใช้ภาชนะที่มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร เป็นต้น หลังจากบรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อลงไปแล้ว ก็ปิดปากภาชนะด้วยแผ่นเปลวอะลูมิเนียมให้มิดชิด พร้อมกับเขียนชื่อชนิดอาหารเลี้ยงเชื้อบนกระดาษสติ๊กเกอร์ติดไว้ข้างขวดรูปชมพู่ ก่อนจะนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ

5.2 วิธีการเตรียมอาหารที่ใส่ในหลอดเลี้ยงเชื้อ แบ่งอาหารที่ต้มละลายเสร็จแล้วบรรจุลงในหลอดแก้วทดลองตามปริมาตรที่ต้องการเท่า ๆ กันทุกหลอดหลอดละ 3-5 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด เขียนชื่ออาหารเลี้ยงเชื้อ พร้อมวัน เดือน ปี ที่เตรียมอาหารติดไว้บนตะแกรงหลอดทดลองที่ใส่หลอดอาหาร

ขั้นตอนที่ 6 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้องนำเข้านึ่งด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ ควรติดกระดาษเทปสเตอไรล์เพื่อเป็นเครื่องแสดงว่าอาหารได้ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว (หลังนึ่งฆ่าเชื้อจะมีแถบสีดำบนกระดาษเทปสเตอไรล์เกิดขึ้น)

ขั้นตอนที่ 7 นำอาหารเลี้ยงเชื้อไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที อย่างไรก็ตามจะมีอาหารเลี้ยงเชื้อบางประเภทที่ไม่สามารถทนความร้อนสูงเช่นนี้ได้ แนะนำให้นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส หรือ 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15 นาทีหรือนานกว่านี้เล็กน้อย อาหารคัดเลือกเฉพาะบางชนิด เช่น Salmonella-Shigella agar และ Thiosulfate citrate bile salt sucrose agar สามารถฆ่าเชื้อได้โดยการนำไปต้ม

ขั้นตอนที่ 8 หลังจากฆ่าเชื้อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำอาหารเลี้ยงเชื้อที่บรรจุในหลอดนำมาเอียง slant ทันที ก่อนที่อาหารจะแข็งตัว เพื่อให้มีส่วน butt และ slant ส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้องเทใส่ในจานเพาะเชื้อ ทำให้อาหารเย็นลงที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ในวอเตอร์บาธ์ทก่อนที่จะนำอาหารไปเทลงในจานเพาะเชื้อด้วยเทคนิคปลอดเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ โดยเทอาหารที่นึ่งฆ่าเชื้อเสร็จแล้วลงในจานปราศจากเชื้อ จานละ 20-25 มิลลิลิตร ควรเขียนชื่ออาหารทุกชนิดบนจานอาหารเพาะเชื้อและหลอดอาหารที่มีสีและลักษณะคล้ายกัน เพื่อป้องกันการสับสนเมื่อจะนำไปใช้งาน

ขั้นตอนที่ 9 การทดสอบการปนเปื้อนของอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังจากเทอาหารลงจานเพาะเชื้อหรือเอียงอาหารในหลอดแล้ว รอให้อาหารเย็นตัว และปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมงและต้องแน่ใจว่าไม่มีไอน้ำเกาะอยู่ที่ฝาจานอาหารเพาะเชื้อ ต้องทำการทดสอบการปนเปื้อนของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมเสร็จแล้ว โดยอาหารทุกชนิดก่อนนำไปใช้ ควรมีการทดสอบ

การปราศจากเชื้อ โดยการนำไปบ่ม (Incubation) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 12-14ชั่วโมง ก่อนใช้งานทุกครั้ง

ขั้นตอนที่ 10 การเก็บรักษาอาหารเลี้ยงเชื้อหลังจากการเตรียม ควรมีการเก็บรักษาอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมแล้วตามที่ผู้ผลิตแนะนำ การเก็บรักษาสถานะของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมเสร็จใหม่ให้คงอยู่ในสภาพเดิมนั้น หากเก็บในสภาวะที่ไม่เหมาะสม ก็จะทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อสูญเสียคุณภาพได้เร็ว ดังนั้นควรเก็บอาหารเลี้ยงเชื้อหลังการเตรียม ดังต่อไปนี้

10.1 โดยทั่วไปจะเก็บในที่เย็นและไม่ควรโดนแสง หากเป็นพวกอาหารเลี้ยงเชื้อที่เทลงในจานเพาะเชื้อแล้ว ให้เก็บในถุงพลาสติก ปิดสนิท สามารถเก็บได้ 2-4 สัปดาห์ ส่วนในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นหลอดหรือขวดจะสามารถเก็บไว้ได้ 3-6 เดือน แต่ต้องสังเกตที่ตัวอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยว่าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทั้งนี้อาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารอาหารเพิ่มเติม (Supplement) ลงไปในตัวอาหารเรียบร้อยแล้วถือว่าเป็นข้อยกเว้น เนื่องจากสารอาหารเพิ่มเติมเป็นสารที่สลายตัวได้ง่าย ดังนั้นจึงควรใช้ในวันที่เตรียม

10.2 อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งหรือกึ่งแข็ง (Solid and Semisolid Media) ไม่ควรเก็บไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสโดยเด็ดขาด เพราะอาหารเลี้ยงเชื้อจะแข็ง เมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำมาก ๆ จะทำให้วุ้นแข็งตัวกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็ง ทำให้อาหารเสียคุณสมบัติ ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

10.3 ควรเก็บอาหารในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 12-15 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเก็บได้นาน ถ้าไม่มีก็สามารถใช้ตู้เย็น 4 องศาเซลเซียสเก็บแทนได้เช่นกัน อาหารเลี้ยงเชื้อโดยปกติสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 1-2 สัปดาห์ แต่ต้องเก็บไว้โดยไม่ให้โดนแสงสว่าง และความร้อน แต่โดยปกติแล้วอาหารเลี้ยงเชื้อ ควรใช้ให้หมดภายใน 1 สัปดาห์หลังจากการเตรียม เพื่อเป็นการป้องกันการเสื่อมคุณภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อ และป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่โดยทั่วไป

10.4 อาหารเลี้ยงเชื้อที่เก็บในตู้เย็น เมื่อต้องการนำอาหารเลี้ยงเชื้อเหล่านั้นออกมาใช้งานควรนำออกมาวางไว้ในอุณหภูมิห้องก่อน ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ก่อนการใช้งานทุกครั้ง เพื่อให้อาหาร มีสภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

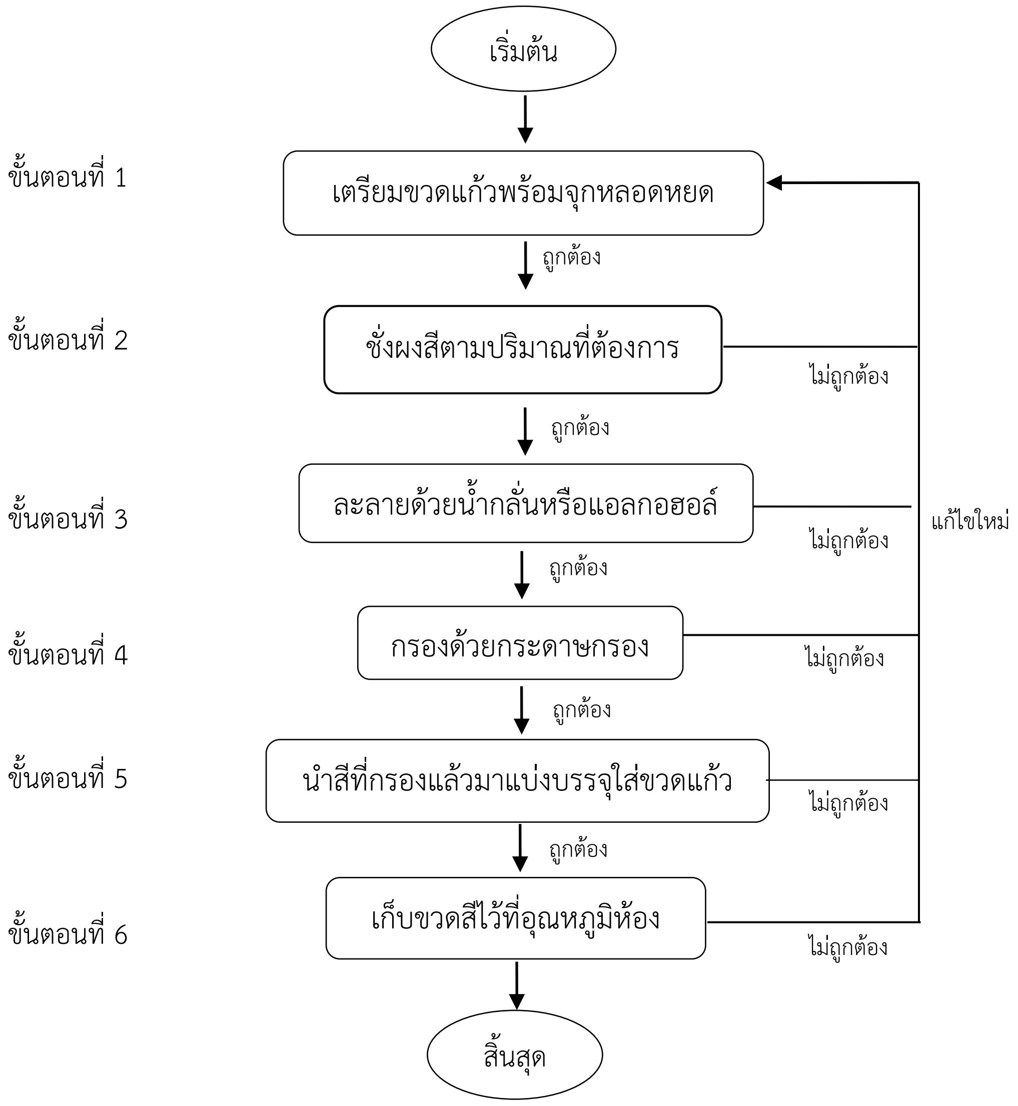
คู่มือฉบับนี้จะรวบรวมข้อมูลเฉพาะอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โดยรวบรวมวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด สรุปดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงสัดส่วนการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อ	ปริมาณอาหารผง (กรัม) (ดูปริมาณข้างขวด)	ปริมาณน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	pH ที่ใช้ในการเตรียม	สีของอาหาร	วิธีการฆ่าเชื้อในอาหาร
Nutrient agar (NA)	28	1000	7.1±0.2	สีครีมใส	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Nutrient broth (NB)	13	1000	7.1±0.2	สีเหลืองใส	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Tryptone soya agar (TSA)	40	1000	7.1±0.2	สีครีมใส	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Tryptone soya broth (TSB)	30	1000	7.1±0.2	สีเหลืองใส	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Mueller Hinton agar (MHA)	38	1000	7.1±0.2	สีครีมใส	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Potato dextrose agar (PDA)	39	1000	7.1±0.2	สีเหลืองใส	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Sabouraud dextrose agar (SDA)	65	1000	7.1±0.2	สีเหลืองใส	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Mannitol salt agar (MSA)	111.02	1000	7.1±0.2	สีส้มอมแดง	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Mac Conkey agar (MC)	51.5	1000	7.1±0.2	สีแดงอมชมพู	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Eosin methylene blue (EMB)	37.5	1000	7.1±0.2	สีม่วงเข้ม	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
Salmonella-Shigella agar (SS)	63.02	1000	7.1±0.2	สีส้มอมแดง	นำไปต้มที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
Thiosulfate citrate bile salt sucrose agar (TCBS)	89	1000	7.1±0.2	สีเขียวใส	นำไปต้มที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
Triple sugar iron (TSI)	64.52	1000	7.1±0.2	สีแดงอิฐ	นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. การเตรียมสีย้อมเชื้อจุลินทรีย์

เซลล์จุลินทรีย์จะโปร่งใสไม่มีสี ทำให้มองเห็นได้ยากเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ การย้อมสีเซลล์จะทำให้มองเห็นรูปร่างของจุลินทรีย์ได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งสีที่ใช้ในการย้อมเซลล์จุลินทรีย์มีหลายชนิดตามประเภทของการย้อม และวัตถุประสงค์ในการย้อมว่าจะดูส่วนใดของเซลล์จุลินทรีย์ ดังนั้นจึงต้องทราบวิธีการเตรียมสีแต่ละชนิดเพื่อไว้ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยการเตรียมสีแต่ละชนิดมีขั้นตอนในการเตรียม ซึ่งสามารถแสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 11 แสดงขั้นตอนการเตรียมสีย้อมจุลินทรีย์

คำอธิบายขั้นตอนการเตรียมสีย้อมจุลินทรีย์มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ล้างขวดแก้วพร้อมจุกหลอดหยดให้สะอาด และผึ่งให้แห้ง

ขั้นตอนที่ 2 ชั่งผงสีและส่วนประกอบต่าง ๆ ตามปริมาณที่ต้องการ แล้วเทลงในบีกเกอร์ขนาด 5000 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 3 ละลายด้วยน้ำกลั่นหรือแอลกอฮอล์ ผสมส่วนประกอบต่าง ๆ ละลายรวมกัน โดยใช้แท่งแม่เหล็ก (Magnetic Bar) นำไปปั่นผสมบนแท่นกวนสาร (Magnetic Stirrer) จนสีละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 4 นำสารละลายที่ผสมเรียบร้อยแล้วมากรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman No. 1) อย่างน้อย 2 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 5 นำสีที่กรองแล้วมาแบ่งบรรจุใส่ขวดแก้วที่มีจุกหลอดหยด โดยสีต่าง ๆ จะใส่ขวดสีชา ส่วนสารล้างสีจะแบ่งบรรจุใส่ขวดสีใส ปริมาตรขวดละ 50 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 6 เก็บขวดสีไว้ที่อุณหภูมิห้องพร้อมใช้งาน

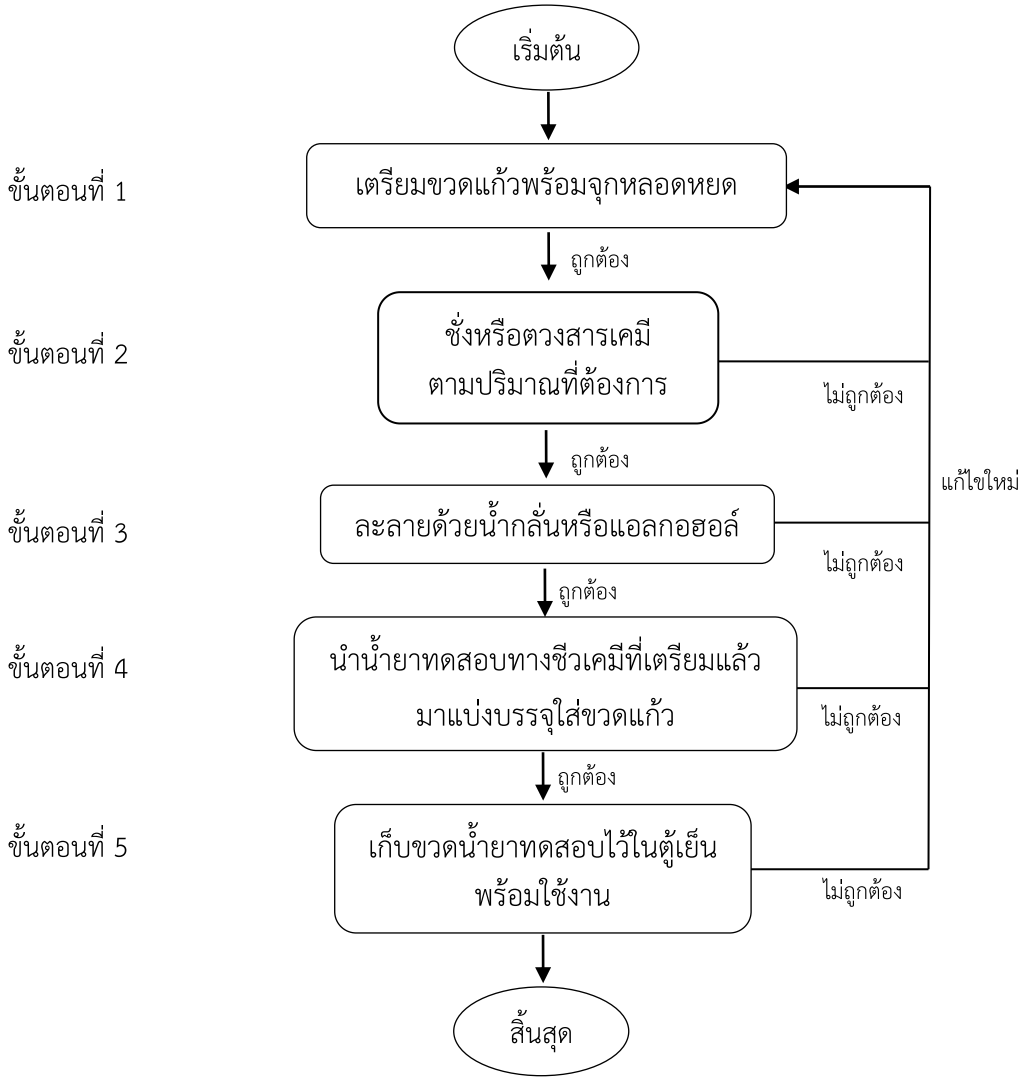
คู่มือฉบับนี้จะรวบรวมข้อมูลเฉพาะสีย้อมจุลินทรีย์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โดยได้รวบรวมวิธีการเตรียมสีย้อมจุลินทรีย์แต่ละชนิด สรุปดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงสัดส่วนการเตรียมสีย้อมจุลินทรีย์

สีย้อม	สารส่วนประกอบ	น้ำหนัก	ตัวทำละลาย
Nigrosin	ผงสี Nigrosin	10 กรัม	น้ำกลั่น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
Carbol Fuchsin	ผงสี Basic fuchsin Phenol	40 กรัม 80 กรัม	เอทานอล ร้อยละ 95 ปริมาตร 200 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ปริมาตร 800 มิลลิลิตร
Methylene Blue	ผงสี Methylene blue	3 กรัม	เอทานอล ร้อยละ 95 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ปริมาตร 700 มิลลิลิตร
Crystal Violet	ผงสี Crystal violet Ammonium oxalate	20 กรัม 8 กรัม	เอทานอล ร้อยละ 95 ปริมาตร 200 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ปริมาตร 800 มิลลิลิตร
Safranin O	ผงสี Safranin O	2.5 กรัม	เอทานอล ร้อยละ 95 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ปริมาตร 900 มิลลิลิตร
Lacto Phenol Cotton Blue	ผงสี Cotton blue หรือ Methyl blue Phenol	0.5 กรัม 20 กรัม	กรดแลกติก ปริมาตร 200 มิลลิลิตร กลีเซอรอล ปริมาตร 400 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ปริมาตร 200 มิลลิลิตร
Gram iodine	ผงเกร็ด Iodine Potassium iodine Sodium bicarbonate	10 กรัม 20 กรัม 30 กรัม	น้ำกลั่น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ปริมาตร 200 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ปริมาตร 700 มิลลิลิตร
KOH ร้อยละ 20	Potassium hydroxide	20 กรัม	น้ำกลั่น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
Acetone Alcohol	-	-	เอทิลแอลกอฮอล์ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร อะซีโตน ปริมาตร 300 มิลลิลิตร
Acid alcohol	-	-	กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เอทานอล ร้อยละ 95 ปริมาตร 970 มิลลิลิตร

4. การเตรียมน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยา

การศึกษาชีวเคมีของจุลินทรีย์แต่ละชนิด นอกจากจะมีการเลี้ยงเชื้อในอาหารที่แตกต่างกันเพื่อสังเกตชีวเคมีแล้ว ยังต้องมีการทดสอบทางชีวเคมีด้วยวิธีอื่น ๆ อีกหลายวิธี ซึ่งการทดสอบชีวเคมีนั้นต้องอาศัยน้ำยาที่ใช้ทดสอบทางจุลชีววิทยา ดังนั้นจึงต้องทราบวิธีการเตรียมน้ำยาที่ใช้ในการทดสอบแต่ละชนิดเพื่อไว้ใช้ในห้องปฏิบัติการ และการเรียนการสอน โดยการเตรียมน้ำยาสำหรับใช้ในการทดสอบทางจุลชีววิทยามีขั้นตอนในการเตรียม ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 12 แสดงขั้นตอนการเตรียมน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยา

คำอธิบายขั้นตอนการเตรียมน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยามีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ล้างขวดแก้วพร้อมจุกหลอดหยดให้สะอาดและผึ่งให้แห้ง

ขั้นตอนที่ 2 ชั่งหรือตวงสารเคมีและส่วนประกอบต่าง ๆ ตามปริมาณที่ต้องการ แล้วเทลงในบีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 3 ละลายด้วยน้ำกลั่นหรือแอลกอฮอล์ ผสมส่วนประกอบต่าง ๆ ละลายรวมกัน โดยใช้แท่งแม่เหล็ก (Magnetic Bar) นำไปปั่นผสมบนแท่นกวนสาร (Magnetic Stirrer) จนสารเคมีละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 4 นำน้ำยาทดสอบทางชีวเคมีที่เตรียมเสร็จแล้ว มาแบ่งบรรจุใส่ขวดแก้ว ปริมาตรขวดละ 10 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 5 เก็บขวดน้ำยาทดสอบไว้ในตู้เย็นพร้อมใช้งาน

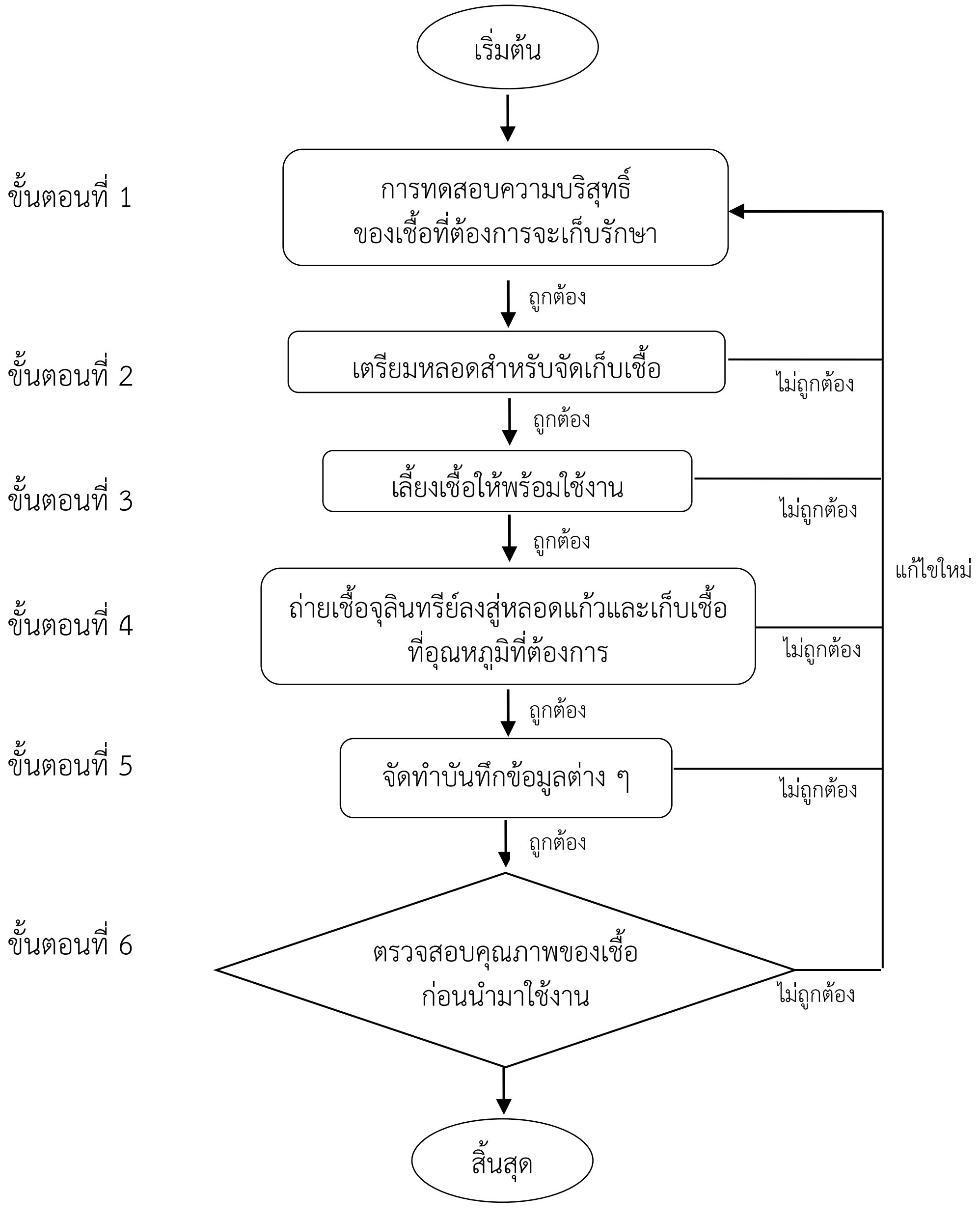
คู่มือฉบับนี้จะรวบรวมข้อมูลน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โดยรวบรวมวิธีการเตรียมน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยาแต่ละชนิด สรุปดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงสัดส่วนการเตรียมน้ำยาทดสอบทางจุลชีววิทยา

น้ำยาทดสอบ	สารส่วนประกอบ	ปริมาตร
Catalase solution	Hydrogen peroxide น้ำกลั่น	3 มิลลิลิตร 100 มิลลิลิตร
Oxidase solution	Tetramethyl-*p*-phenylenediamine น้ำกลั่น	0.5 มิลลิลิตร 100 มิลลิลิตร
Methyl red test	Methyl red เอทานอล ร้อยละ 95 น้ำกลั่น	0.1 กรัม 300 มิลลิลิตร 200 มิลลิลิตร
Voges-Proskauer test	สารละลาย A Alpha naphthol เอทานอล ร้อยละ 95	 5 กรัม 100 มิลลิลิตร
	สารละลาย B Potassium hydroxide (KOH) Creatine น้ำกลั่น	 40 กรัม 0.3 กรัม 100 มิลลิลิตร
Kovac’s reagent	*p*-dimethyllaminobenzaldehyde Butylacohol Hydrochoric acid concentrated	10 กรัม 150 มิลลิลิตร 50 มิลลิลิตร

5. การเก็บรักษาคลังเชื้อเชื้อจุลินทรีย์

การรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่บริสุทธิ์ มีจุดประสงค์เพื่อการรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อบริสุทธิ์ไว้ในสภาพที่มีชีวิตอยู่ มีคุณสมบัติเหมือนเดิม ไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ มักจะมีการเก็บรักษาไว้เพื่อให้มีชีวิตอยู่นาน ๆ เพื่อนำมาใช้ในงานประจำ การศึกษา และการวิจัยและงานอื่น ๆ เช่น เก็บไว้เป็นเชื้ออ้างอิง เป็นต้น จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่กลายพันธุ์ได้ และเกิดการปนเปื้อนระหว่างการเปลี่ยนถ่ายอาหารได้ง่ายเช่นกัน ซึ่งการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามีอยู่หลายวิธี เช่น การถ่ายเชื้อสู่อาหารใหม่ การเก็บเชื้อจุลินทรีย์ในกลีเซอรอลร้อยละ 20 การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ภายใต้พาราฟินเหลวหรือน้ำมันแร่ การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ในไนโตรเจนเหลว การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และการทำให้เซลล์อยู่ในสภาพแห้งเป็นต้น วิธีการรักษาเชื้อจุลินทรีย์ที่ยกตัวอย่างมานี้ ทุกวิธีมีกระบวนการและขั้นตอนที่จะต้องปฏิบัติสรุปได้ดังภาพนี้



ภาพประกอบ 13 แสดงขั้นตอนการเก็บรักษาคลังเชื้อเชื้อจุลินทรีย์

คำอธิบายขั้นตอนการเก็บรักษาคลังเชื้อเชื้อจุลินทรีย์มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบความบริสุทธิ์และคุณสมบัติเฉพาะของเชื้อที่ต้องการจะเก็บรักษา โดยต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่ต้องการเก็บ คุณสมบัติเฉพาะของจุลินทรีย์ที่ต้องการจะเก็บรักษาอาหารอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มเชื้อและจดบันทึกไว้

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมหลอดสำหรับจัดเก็บเชื้อ หลอดที่ใช้เก็บเชื้อต้องผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมีการติดป้ายชื่อเชื้อและรหัสให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างการถ่ายเชื้อสู่หลอด

ขั้นตอนที่ 3 การเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลวให้พร้อมใช้งาน รอรับการถ่ายเชื้อใส่ในหลอดเก็บเชื้อเพื่อเก็บรักษาสายพันธุ์ในคลังเก็บเชื้อ โดยเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในรูปสารละลาย (Suspension Cell) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ หรือสารละลายที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ

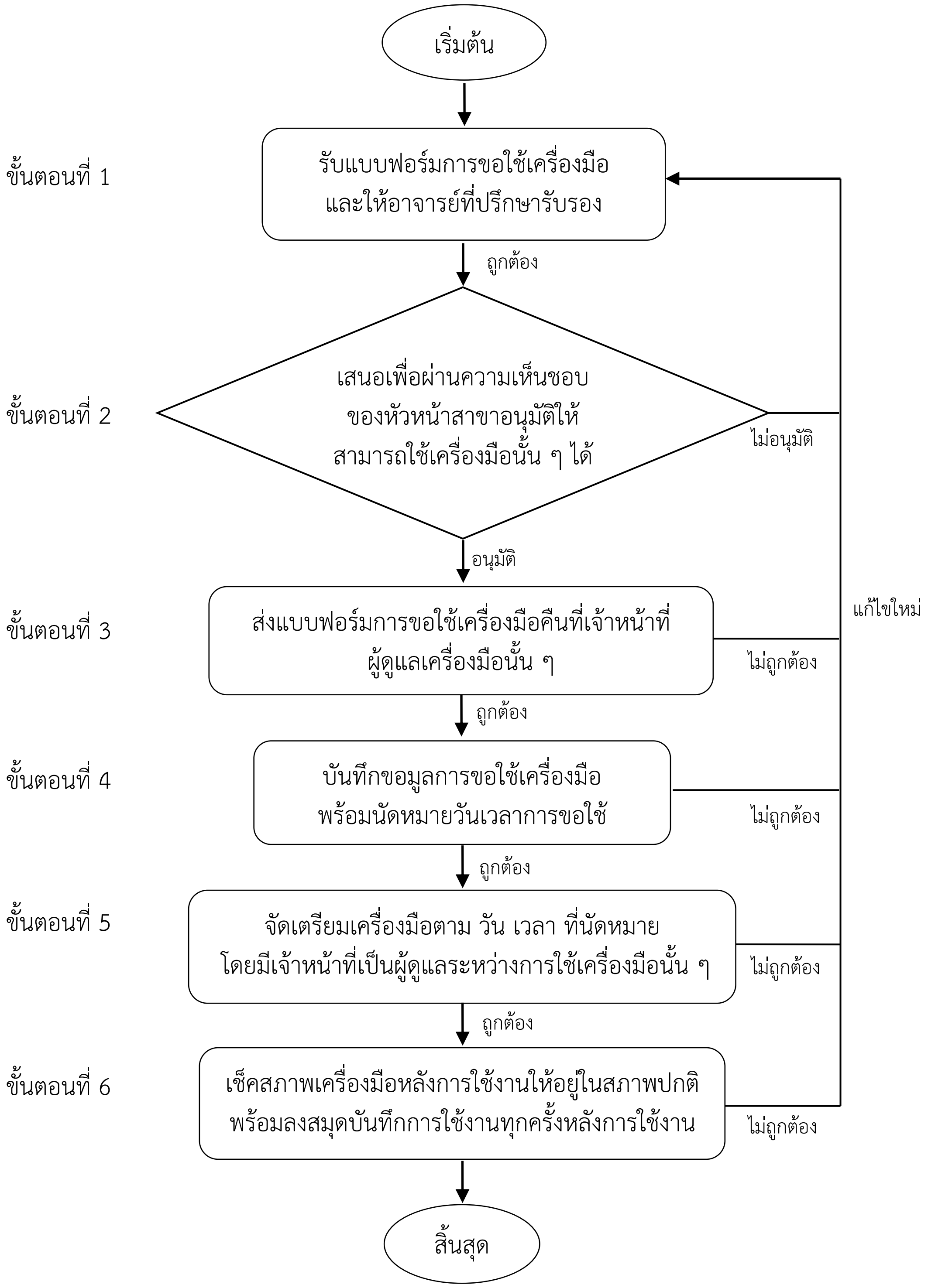
ขั้นตอนที่ 4 ถ่ายเชื้อจุลินทรีย์ลงสู่หลอดแก้วเก็บเชื้อด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ แล้วเลือกวิธีในการเก็บรักษาเชื้อโดยเลือกวิธีที่เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการของตน เก็บรักษาหลอดเชื้อไว้ที่ตู้ลบ 20 องศาเซลเซียส หรือตู้ลบ 80 องศาเซลเซียส โดยสามารถเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ได้เป็นเวลาหลายปี

ขั้นตอนที่ 5 จัดทำบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ชื่อเชื้อ วันที่จัดเก็บและจำนวนที่จัดเก็บในแต่ละหลอด

ขั้นตอนที่ 6 เมื่อจะนำเชื้อจากหลอดมาใช้งาน ต้องตรวจสอบคุณภาพของเชื้อคือทดสอบการมีชีวิตรอด คุณสมบัติทางพันธุกรรม และคุณสมบัติเฉพาะของเชื้อนั้น ๆ ซึ่งต้องถูกต้องตรงกันก่อนนำไปใช้งานจริง

6. การดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และครุภัณฑ์

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นคณะที่ได้รับการจัดสรรงบประมาณในการจัดหาวัสดุ ครุภัณฑ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในส่วนของหมวดวิชาปรีคลินิก ที่ค่อนข้างหลากหลาย และมีจำนวนต่อชิ้นต่อรายการจำนวนมาก อีกทั้งยังเป็นที่ทราบว่าเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับทางการแพทย์แต่ละชนิดมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงต้องมีอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่คอยดูแลเครื่องมือแต่ละชนิดอย่างจำเพาะตามความชำนาญในการใช้เครื่องมือชนิดนั้น ๆ จึงมีการจัดระบบการขอใช้ การดูแลรักษา ครุภัณฑ์และเครื่องมือขึ้นมา เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับเครื่องมือชนิดนั้น ๆ ซึ่งจะสามารถยืดอายุการใช้งานครุภัณฑ์และเครื่องมือดังกล่าว ขั้นตอนการการดูแลและขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ วัสดุ และครุภัณฑ์ พอสรุปได้ดังนี้



ภาพประกอบ 14 แสดงขั้นตอนการดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

คำอธิบายขั้นตอนการดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นิสิตติดต่อเจ้าหน้าที่ขอรับแบบฟอร์ม (ภาพที่ 15) ที่สำนักงานปรีคลินิกและกรอกแบบฟอร์มการขอใช้วัสดุและครุภัณฑ์ โดยกรอกชื่อเครื่องมือวิทยาศาสตร์ วัน เวลา ที่ต้องการขอใช้ และนิสิตต้องนำแบบฟอร์มการขอใช้เครื่องมือให้อาจารย์ที่ปรึกษาลงลายมือชื่อ เพื่อรับรองการขอใช้เครื่องมือ

ขั้นตอนที่ 2 ส่งแบบฟอร์มที่อาจารย์ที่ปรึกษาลงชื่อรับรองแล้วที่สำนักงานปรีคลินิก เพื่อเสนอหัวหน้าสาขาปรีคลินิกพิจารณานาอนุมัติให้สามารถใช้เครื่องมือนั้น ๆ ได้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 3 หัวหน้าสาขาอนุมัติให้สามารถใช้เครื่องมือนั้น ๆ แล้ว นิสิตต้องนำแบบฟอร์มการขอใช้เครื่องมือมาส่งคืนที่เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลเครื่องมือนั้น ๆ เพื่อนัดหมายเวลาการขอใช้เครื่องมือ

ขั้นตอนที่ 4 เจ้าหน้าที่ตรวจสอบการขอใช้เครื่องมือว่าเป็นเครื่องมือชนิดใด ตรวจเช็ควัน เวลา ที่สามารถใช้เครื่องมือนั้น ๆ ได้ พร้อมบันทึกข้อมูลการจองการขอใช้เครื่องมือพร้อมนัดหมายวันเวลาการมาใช้เครื่องมือให้นิสิตที่มาจองทราบ

ขั้นตอนที่ 5 นิสิตที่จองการขอใช้เครื่องมือไว้มาใช้เครื่องมือตาม วัน เวลา ที่นัดหมาย โดยมีเจ้าหน้าที่เป็นผู้แนะนำการใช้เครื่องมืออย่างละเอียดพร้อมทั้งบอกข้อควรระวังของการใช้เครื่องมือนั้น ๆ และดูแลระหว่างการใช้เครื่องมือนั้น ๆ จนการใช้เครื่องมือเสร็จสิ้น

ขั้นตอนที่ 6 หลังจากเสร็จสิ้นการใช้เครื่องมือแล้ว เจ้าหน้าที่ทำความสะอาดเครื่องมือและตรวจเช็คสภาพเครื่องมือหลังการใช้งานให้อยู่ในสภาพปกติ พร้อมลงสมุดบันทึกการใช้งานทุกครั้งหลังการใช้งาน

วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหน้าที่หลักที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติการนั้น จะมีวิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน มีดังนี้

1. รายงานผลการปฏิบัติงานด้านการเตรียมการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการต่ออาจารย์ผู้ควบคุมรายวิชาจุลชีววิทยาในทุก ๆ ปฏิบัติการ ในแต่ละภาคการศึกษา
2. ประเมินผลการปฏิบัติงานการเตรียมการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการตามประมวลรายวิชา มคอ.3 และ มคอ. 5 ในแต่ละภาคการศึกษา โดยอาจารย์ผู้ควบคุมรายวิชาจุลชีววิทยาในแต่ละภาคการศึกษา
3. การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานจากการประเมินผ่านระบบการเรียนการสอนและการแสดงความคิดเห็นของนิสิตที่ลงทะเบียนในรายวิชาจุลชีววิทยาขั้นพื้นฐาน วิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยาพื้นฐานและรายวิชาจุลชีววิทยาสำหรับนิสิตวิทยาศาสตร์สุขภาพ
4. รายงานผลการใช้งาน การตรวจเช็คสภาพวัสดุ – ครุภัณฑ์และเครื่องมือวิทยาศาตร์ต่อฝ่ายพัสดุและผู้บังคับบัญชาเป็นประจำทุก ๆ ปี

จรรณยาบรรณและจริยธรรมในการปฏิบัติงาน

ปัจจุบันนี้การปฏิบัติงานไม่ว่าจะสาขาวิชาชีพด้านใดก็ตาม การมีจรรณยาบรรณ และจริยธรรมในการปฏิบัติงานที่ดีมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะเป็นตัวช่วยควบคุมให้เราสามาถปฏิบัติงานได้โดยไม่สร้างความเดือนร้อนแก่บุคคลอื่น ๆ โดยจรรณยาบรรณและจริยธรรมในการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์สามารถสรุปคร่าว ๆ ได้ ดังต่อไปนี้

1. จรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์

งานด้านวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เกือบทุกสาขาล้วนแต่ต้องมีการทำการทดลองแทบทั้งสิ้น โดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ต้องดำเนินไปตามระเบียบวิธี มีการสร้างปัญหา ตั้งสมมติฐานทุกอย่างต้องเป็นไปตามระเบียบแบบแผนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จะได้ผลการทดลองที่แท้จริงได้นั้น ผู้ทำการทดลองต้องทำการทดลองโดยไม่มีอคติต่อผลการทดลองที่ได้ออกมา ไม่ว่าผลการทดลองนั้นจะได้ผลตามที่ผู้ทดลองวางแผนไว้หรือไม่ ดังนั้นในการทำงานด้านวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีจรรยาบรรณ และกฎเกณฑ์ไว้เพื่อเป็นเกณฑ์ควบคุมการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ให้อยู่ในบรรทัดฐานที่เหมาะสม โดยจรรยาบรรณที่นักวิทยาศาสตร์พึงมีไว้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน ซึ่งสถาบันชีววัตถุ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้สรุปหลักจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ คือ

1. ต้องมีความซื่อตรงและซื่อสัตย์ในทางวิชาการ เป็นผู้มีศีลธรรมและคุณธรรมในการดำรงชีวิตและในการประกอบอาชีพ
2. ประพฤติตนให้เป็นผู้ตรงต่อเวลาและปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มกำลังความสามารถและดำรงตนเป็นที่เชื่อถือของบุคคลอื่น รอบคอบ ขยันหมั่นเพียร สมเหตุสมผลและปฏิบัติงานโดยคำนึงประโยชน์องค์กรเป็นสำคัญ
3. ต้องมีความรับ “ ผิด” “ ชอบ” ต่อสิ่งที่ศึกษาวิจัย ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ สัตว์ พืช ครอบคลุม ไปถึงวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมทั้งหลาย
4. ต้องมีวินัยในตนเอง พัฒนาตนเองด้านวิชาชีพ บุคลิกภาพและวิสัยทัศน์ให้ทันต่อการพัฒนาด้านวิชาการ เศรษฐกิจและสังคม
5. ต้องรับผิดชอบต่อพันธกรณีกับหน่วยงานหรือองค์กรที่สนับสนุนการปฏิบัติงานของตน
6. ต้องไม่มีความลำเอียงหรืออคติในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และตีความข้อมูลรวมทั้งมีความอิสระทางความคิด
7. ต้องมีคุณธรรมและเคารพศักดิ์ศรีของเพื่อนมนุษย์และให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลกันและกันอย่างสร้างสรรค์ โดยยึดมั่นในระบบคุณธรรม สร้างความสามัคคีในหมู่คณะ
8. ต้องมีใจกว้าง รับฟังและเคารพความคิดเห็นทางวิชาการของผู้อื่น
9. พึงนำผลงานวิจัยที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ไปใช้ประโยชน์ในทางที่ชอบ
10. ต้องมีสำนึกต่อสังคมและประเทศชาติ

2. จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีจริยธรรม เนื่องจากความซับซ้อนของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่และความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในการวิจัยและพัฒนา โดยตัวจริยธรรมจะอยู่ในตัวนักวิทยาศาสตร์ โดยตัวนักวิทยาศาสตร์ที่มีจริยธรรมจะคำนึงถึงสิ่งที่ตนทำถูกหรือผิดจากหลักจริยธรรม และเลือกนำเสนอหรือไม่นำเสนอ ทำหรือไม่ทำ โดยต้องไม่ขัดต่อจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่ง David B. Resnik, 1998 ได้เสนอหลักการจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ไว้ 12 ประการ ดังนี้

1. ความซื่อสัตย์ (Honesty) นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรสร้างข้อมูล แก้ไขข้อมูลหรือนำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองที่ไม่ตรงตามจริง อีกทั้งควรเป็นที่ตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง ไม่ลำเอียงและเป็นที่น่าไว้ใจในทุกกระบวนการของการทำงานวิจัย

2. ความระมัดระวัง / ความรอบคอบ (Carefulness) นักวิทยาศาสตร์ต้องควรหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนในการทำรายงาน ผลการวิจัยที่ได้ ควรลดความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง ความคลาดเคลื่อนจากวิธีการวิจัย และความคลาดเคลื่อนของผู้วิจัยหรือผู้ทดลองให้มากที่สุด รวมทั้งหลีกเลี่ยงการหลอกตัวเอง ความลำเอียงและขัดผลประโยชน์

3. ความใจกว้าง (Openness) นักวิทยาศาสตร์ควรแบ่งปันหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการวิจัยวิธีการ แนวคิด เทคนิคและเครื่องมือต่าง ๆ แก่กัน และกันและควรจะอนุญาตให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ทบทวนและวิพากษ์วิจารณ์งาน และแนวคิดใหม่ ๆ ของตนด้วย

4. ความมีอิสรภาพ (Freedom) นักวิทยาศาสตร์ควรจะมีอิสระในการทำงานวิจัยปัญหาหรือข้อสมมติฐานต่าง ๆ และควรได้รับอนุญาตในการทำงานต่อไปให้สำเร็จสำหรับแนวคิดใหม่ ๆ และต้องสามารถวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดเดิม ๆ ได้

5. ความเชื่อถือ (Credit) นักวิทยาศาสตร์ควรจะมอบให้กับผู้ที่ได้ลงมือปฏิบัติงานนั้นจริงเป็นผลสำเร็จ

6. การให้การศึกษา (Education) นักวิทยาศาสตร์ควรจะให้การศึกษาหรือความรู้แก่คนรุ่นใหม่ ๆ รวมถึงแจ้งให้สาธารณชนได้ทราบเกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

7. ความรับผิดชอบต่อสังคม (Social Responsibility) นักวิทยาศาสตร์ควรหลีกเลี่ยงการเป็นสาเหตุของการทำการใด ๆ ที่จะเป็นอันตรายต่อสังคม ควรพยายามสร้างผลประโยชน์ให้กับสังคมและควรจะแสดงความรับผิดชอบต่อผลงานการวิจัยของตัวเอง รวมทั้งควรแจ้งให้สาธารณชนทราบเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยต่าง ๆ

8. ความถูกต้องตามกฎหมาย (Legality) ในกระบวนการทำวิจัย นักวิทยาศาสตร์ควรปฏิบัติตามกฎหมายต่าง ๆ ที่สัมพันธ์โดยตรงต่องานของตน

9. โอกาส (Opportunity) นักวิทยาศาสตร์ควรจะได้รับโอกาสอย่างเป็นธรรมในการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ หรือโอกาสในความก้าวหน้าของวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์

10. ประสิทธิผล (Efficiency) นักวิทยาศาสตร์ควรใช้ทรัพยากรต่าง ๆ อย่างรู้คุณค่าและอย่างมีประสิทธิผล รวมทั้งเกิดประโยชน์สูงสุด

11. ความเคารพซึ่งกันและกัน (Mutual Respect) นักวิทยาศาสตร์ควรจะปฏิบัติตนต่อเพื่อนร่วมงานด้วยความเคารพ

12. ความเคารพต่อผู้รับการทดลอง (Respect for Subject) นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรละเมิดสิทธิต่าง ๆ หรือศักดิ์ศรีเมื่อมีการใช้คนในการทำการทดลองต่าง ๆ และควรปฏิบัติต่อสัตว์ทดลองหรือผู้ที่รับการทดลองอื่น ๆ ที่ไม่ใช่คนอย่างเหมาะสม

การปฏิบัติงานโดยยึดหลักจรรยาบรรณ และจริยธรรม จะสามารถทำให้การปฏิบัติงานสามารถดำเนินการไปได้สำเร็จลุล่วง ถูกต้อง มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยปราศจากปัญหาที่จะตามมาดังนั้นไม่ว่าการจะปฏิบัติงาน ให้ตำแหน่งหน้าที่ใดก็ตาม สิ่งที่ควรยึดถืออยู่เสมอในระหว่างการปฏิบัติงานนั้นคือหลักจรรยาบรรณ และจริยธรรมธรรมดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

บทที่ 5
ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน

คู่มือปฏิบัติงานนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นคู่มือและแนวทางในการปฏิบัติงานในภาระงานที่รับผิดชอบ จึงช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนในการทำงานที่มีแบบแผนที่แน่นอน ทำให้สามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ จึงสามารถสร้างความเป็นมืออาชีพในการปฏิบัติงาน สามารถช่วยองค์กรประหยัดงบประมาณในการฝึกอบรม อีกทั้งผู้สนใจที่ปฏิบัติงานในตำแหน่งเดียวกันหรือปฏิบัติงานที่มีลักษณะงานที่คลายกัน สามารถศึกษาเรียนรู้แนวทางการปฏิบัติงานได้จากคู่มือปฏิบัติงานดังกล่าว ทำให้สามารถส่งต่อภาระงานได้ เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเมื่อเปลี่ยนบุคลากรที่ปฏิบัติงานนั้น ๆ เพื่อเป็นการลดภาระหน้าที่การสอนงานของหัวหน้าหน่วยงาน ผู้ปฏิบัติงานยังสามารถใช้คู่มือปฏิบัติงานดังกล่าว ประกอบการประเมินผลงาน การปฏิบัติงาน (Performance Review) ของผู้ปฏิบัติงานได้ ผู้ปฏิบัติงานพบปัญหา อุปสรรค และสามารถเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวดังนี้

1. ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน
2. แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน
3. ข้อเสนอแนะ

ปัญหา อุปสรรคในการปฏิบัติงาน

จากการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยา พบปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ สามารถสรุปได้พอสังเขป ดังนี้ คือ

1. การจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมสีย้อมเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมน้ำยาที่ใช้ทดสอบทางจุลชีววิทยา และการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ พบปัญหา และอุปสรรคระหว่างการปฏิบัติงาน ดังนี้

1.1 การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ ไม่สามารถเก็บรักษาเชื้อได้ในระยะเวลายาวนาน

1.2 นิสิตขาดความเอาใจใส่ในเรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการ จนทำให้เกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ หรือการติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ

1.3 นิสิตมักจะฝ่าฝืน กฎ ระเบียบ ในระหว่างการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ เช่น การนำอาหาร และเครื่องดื่มเข้าไปรับประทานในห้องปฏิบัติการ

1.4 นิสิตขาดความรับผิดชอบในการรักษาความสะอาดภายในห้องปฏิบัติ รวมถึงการทิ้งขยะติดเชื้อลงในขยะทั่วไป ไม่ถูกต้องตามประเภทของขยะ

1.5 ความเสื่อมสภาพของวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องแก้ว จากการเตรียมปฏิบัติการและการเรียนการสอน

2. การดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และครุภัณฑ์ พบปัญหาและอุปสรรคระหว่างการปฏิบัติงาน ดังนี้

2.1 พบว่าผู้ขอใช้บริการไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบการขอ / การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

2.2 ผู้ขอใช้บริการไม่ลงบันทึกภายหลังจากการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เมื่อเครื่องมือชำรุด จึงไม่สามารถทราบสาเหตุของการชำรุดได้

2.3 ผู้ขอรับบริการไม่วางแผนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถให้บริการอย่างเป็นระบบแบบแผนได้

แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน

การเขียนคู่มือปฏิบัติงาน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับงานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย รวมทั้งกฎ ระเบียบหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่พบระหว่างการปฏิบัติงาน โดยจากปัญหาที่พบในระหว่างการปฏิบัติงานที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปแนวทางในการแก้ปัญหา และพัฒนาได้ดังนี้

1. การจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมสีย้อมเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมน้ำยาที่ใช้ทดสอบทางจุลชีววิทยา และการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์มีแนวทางในการแก้ปัญหา และพัฒนา ดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับการเก็บรักษาสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์เพื่อที่จะนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีในห้องปฏิบัติการ

1.2 ส่งเสริมความเอาใจใส่ในเรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการด้วยการจัดอบรม หรือมีชั่วโมงแนะนำความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้น

1.3 ชี้แจ้งถึงผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น ว่าถ้ามีการนำอาหาร และเครื่องดื่มเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการอาจก่อให้เกิดอันตราย เช่น การติดเชื้อระหว่างการรับประทานอาหารได้

1.4 สร้างจิตสำนึกที่ดีให้กับนิสิต ชี้แจ้งว่าทำไมเราต้องช่วยกันรักษาความสะอาดเพื่อจะให้เขาเข้าใจเหตุผล และเขาจะกระทำจนติดเป็นนิสัยที่ดีต่อไป

1.5 แจ้งให้นิสิตใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องแก้วอย่างระมัดระวัง และผู้ปฏิบัติงานต้องเช็ควัสดุ และเครื่องแก้วให้ครบก่อนที่จะนำไปเก็บหลังเสร็จสิ้นปฏิบัติการ

2. การดูแลและให้บริการการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และครุภัณฑ์ มีแนวทางในการแก้ปัญหาและพัฒนา ดังนี้

2.1 ถ้าผู้ขอใช้ห้องปฏิบัติผิด กฎ ระเบียบ อาจมีการตักเตือนก่อน หากว่ายังมีการทำผิดอีกครั้งอาจต้องขอระงับการขอใช้ห้องของบุคคลนั้น ๆ ต่อไป

2.2 เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการต้องเป็นแบบอย่าง เป็นต้นแบบที่ดีให้ทั้งอาจารย์และนิสิตตัวอย่างที่ดีมีประโยชน์มากกว่ากฎระเบียบ ข้อบังคับ

2.3 ยังไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ จนกว่าจะดำเนินเรื่องขอใช้เสร็จสิ้น

ข้อเสนอแนะ

การปฏิบัติงานทางด้านจุลชีววิทยาเป็นการปฏิบัติงานที่ต้องเกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ทั้งพวกที่ไม่ก่อโรคและพวกที่สามารถก่อโรคได้ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ที่ปฏิบัติงานด้านนี้ได้ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาจะต้องเข้าใจถึงหลักการ หลักปฏิบัติทางจุลชีววิทยา ตลอดจนกฎ ระเบียบขั้นพื้นฐานและต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด โดยการปฏิบัติงานในด้านจุลชีววิทยา และหน้าที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้ปฏิบัติงานมีข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงานดังนี้

1. การจัดเตรียมการสอนภาคปฏิบัติการ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมสีย้อมเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมน้ำยาที่ใช้ทดสอบทางจุลชีววิทยา และการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์มีข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1.1 การทำงานด้านจุลชีววิทยา ผู้ที่ปฏิบัติงานต้องมีความละเอียด รอบคอบ และมีสติสัมปชัญญะอยู่เสมอ เพราะผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่ก่อโรคและไม่ก่อโรค หากปฏิบัติงานอย่างละหลวมอาจก่อให้เกิดอันตรายกับทั้งตนเองและผู้อื่นได้

1.2 ระบบการรักษาความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากต่อการปฏิบัติงานของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง โดยเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีระดับความอันตรายต่อมนุษย์แตกต่างกัน บางชนิดอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตได้ ดังนั้นการป้องกันโดยการกำหนดวิธีดำเนินการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้ถูกต้องเหมาะสม จะช่วยในการป้องกันหรือลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

1.3 การปฏิบัติงานกับเชื้อจุลินทรีย์ ต้องทำในตู้ปลอดเชื้อ (Biosafety cabinet) เท่านั้น เพื่อป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากภายนอกลงในหลอดอาหารหรือจานเพาะเชื้อและป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองปนเปื้อนหรือแพร่กระจายออกไปสู่สภาวะแวดล้อมได้ไม่ว่าเชื้อจุลินทรีย์นั้นจะเป็นเชื้อก่อโรคหรือไม่

1.4 ในระหว่างที่มีการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องดูแลและควบคุมอยู่ในห้องปฏิบัติการอย่างใกล้ชิด หากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ ทำให้สามารถแก้ไขสถานการณ์ฉุกเฉินได้ทันถ่วงที

2. การดูแลและให้บริการ การขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และครุภัณฑ์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานในด้านนี้ ต้องมีการยึดถือ กฎ ระเบียบและขั้นตอนการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างเคร่งครัด โดยผู้ขอใช้และผู้ดูแลต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการขอใช้ การใช้ และการดูแลหลังการใช้เครื่องมือเหล่านั้นเป็นอย่างดี เพื่อที่จะสามารถยืดอายุการใช้เครื่องมือเหล่านั้นให้เกิดประโยชน์และได้นานที่สุด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กัญจนา ธีระกุล. **จุลชีววิทยาปฏิบัติการ**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บริษัทเจ้าพระยาระบบการพิมพ์. 2554. หน้า 50-51.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. **คู่มือปฏิบัติด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ**. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558. หน้า 36-44.

กรมปศุสัตว์. **คู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ: สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . 2552. หน้า 8-12.

คณาจารย์สาขาจุลชีววิทยา. **ปฏิบัติการจุลชีววิทยา**. พิมพ์ครั้งที่2. มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. อภิชาติการพิมพ์. 2548. หน้า 8-15.

จุรีรัตน์ ลิสมิทธิ์. **ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2552. หน้า 40.

จำนง วิสุทธิแพทย์. **ปฏิบัติการจุลชีววิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. อภิชาติการพิมพ์. 2543. หน้า 35

ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. **เครื่องมือวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ขอนแก่น : โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. 2544. หน้า 160-173.

ธีรศักดิ์ สมดี. **จุลชีววิทยาพื้นฐาน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2556. หน้า 242.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. **จุลชีววิทยาทั่วไป.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2550. หน้า 74–96.

ราชบัณฑิตยสถาน. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์. 2526. หน้า 606.

วสุ ปฐมอารีย์. **ปทานุกรมจุลชีววิทยา.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท วี พริ้นท์ (1991). 2558. หน้า 94.

ศันสนีย์ ชีระพันธ์. **ความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา**. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 60 ฉบับที่ 190. 2555. หน้า 15-18.

สารานุกรมเสรี. **นักวิทยาศาสตร์**. [ออนไลน์]. [อ้างถึง 2561] เข้าถึงข้อมูลได้จาก อินเทอร์เน็ต https://th.wikipedia.org/wiki/นักวิทยาศาสตร์

สุขใจ ผลอำไพสถิตย์ และ อรอนงค์ รัชตราเชนชัย. **คู่มือการใช้ตู้ชีวนิรภัยอย่างถูกต้องปลอดภัย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. 2557. หน้า 28-31.

เสถียร คามิศักดิ์. **การเขียนคู่มือปฏิบัติงาน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์การพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2549. หน้า 1.

สถาบันชีววัตถุ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. **จรรยาบรรณนักวิทยาศาสตร์**. [ออนไลน์]. [อ้างถึง 2561] เข้าถึงข้อมูลได้จากอินเทอร์เน็ต http://dmsc2.dmsc.moph.go.th/webroot/biology/biop/MoralScientist.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **คู่มือการจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท อินเตอร์เอ็ดดูเคชั่น ซัพพลายส์ จำกัด. 2553. หน้า 7.

สมบูรณ์ ธนาศุภวัฒน์. **เทคนิคการเก็บรักษาจุลินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553: หน้า 20-26.

อรทัย ลีลาพจนาพร. **การเก็บรักษาดูแลจุลินทรีย์อ้างอิง**. วารสาร พศ.สาร (BLPD Newsletter) ปีที่ 4 ฉบับที่ 48. 2555. หน้า 1-4.

David B. Resnik. **The Ethics of Science: An Introduction**. 1st ed. London : Routledge, 1998. หน้า 48-65.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบฟอร์มที่เกี่ยวข้อง

แบบฟอร์มการขอใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และห้องปฏิบัติการ
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

กรุณาอ่านระเบียบการขอใช้บริการ และกรอกข้อความให้ครบถ้วน

ส่วนที่ 1 : สำหรับผู้ใช้บริการ

ชื่อผู้ขอใช้บริการ.. ◯ อาจารย์/บุคลากร ◯ อื่น ๆ ....

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน.. ◯ อาจารย์/บุคลากร ◯ นิสิต ◯ อื่น ๆ .....

กลุ่มสาขาวิชา/หลักสูตร.. คณะ/หน่วยงาน...

โทรศัพท์ :...E-mail address: ....

ประเภทของงาน :◯ ปัญหาพิเศษ◯วิทยานิพนธ์ ◯ งานวิจัย ◯ การเรียนการสอน ◯ อื่น ๆ

ชื่อเรื่อง : ....

มีความประสงค์ขอใช้

☐ ห้องปฏิบัติการ ME2-0505 - 0506 ☐ ห้องปฏิบัติการ ME2-1101 - 1104

☐ อื่น ๆ โปรดระบุห้อง......................

วัตถุประสงค์ในการใช้เครื่องมือ : ....

รายการเครื่องมือ/หมายเลขครุภัณฑ์	วันที่ขอใช้	เวลาที่ขอใช้	หมายเหตุ (โปรดระบุห้องของเครื่องมือนั้นตั้งอยู่)
1			
2			
3			

ชื่อและสถานที่ติดต่อหัวหน้าโครงการ (อาจารย์ที่ปรึกษา/หัวหน้าโครงการวิจัย) : ....

....

ขอใช้เครื่องมือ ◯ในเวลาราชการ ◯ นอกเวลาราชการ

มีกำหนด...................วัน ตั้งแต่วันที่...............................ถึงวันที่..................................

ข้าพเจ้าได้รับทราบระเบียบการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แล้ว และยินดีปฏิบัติตามทุกประการ พร้อมทั้งยินดีจะรับผิดชอบต่อความเสียหายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการกระทำของนิสิต/ผู้ร่วมโครงการวิจัยของข้าพเจ้าในทุกกรณี

ลงชื่อ.................................ผู้ปฏิบัติงาน ลงชื่อ................................ผู้ขอใช้บริการ

(...) (...)

ส่วนที่ 2 : สำหรับหัวหน้ากลุ่มวิชา/รองคณบดีฝ่ายวิจัย

ความเห็นของหัวหน้า

◯ เห็นควรอนุญาต

◯ ไม่เห็นควรอนุญาต เนื่องจาก

....

ลงชื่อ...

(...)

วันที่..

ภาพประกอบ 15 แสดงแบบฟอร์มการของใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการ

ประวัติย่อของผู้เขียน

ประวัติย่อของผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุจิตรา ยาหอม
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 1 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2529
สถานที่เกิด	อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	58 หมู่ที่ 9 บ้านตาแก้ว ตำบลตรมไพร อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	มัธยมศึกษาตอนปลาย (สายวิทย์-คณิต) โรงเรียนศีขรภูมิพิสัย อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์
พ.ศ. 2552	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2552-2556	อาจารย์ผู้ช่วยสอน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2556-ปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม