



คู่มือปฏิบัติงาน
การเตรียมปฏิบัติการ
สำหรับรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512103)

นายพลเสรส์ รมอิสร
นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำนำ

การจัดทำคู่มือการเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103) ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้นักวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงานแทน และผู้เกี่ยวข้องเข้าใจกระบวนการปฏิบัติงานและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ บรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชา โดยได้อธิบายขั้นตอนการดำเนินงาน เทคนิคการปฏิบัติงาน รวมถึงข้อเสนอแนะ พร้อมแผนผังการดำเนินงานในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ปฏิบัติได้ง่ายและเป็นแนวทางการปรับปรุงปฏิบัติการในอนาคตต่อไป

ผู้เขียนหวังว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานทั้งในและนอกภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์บ้างไม่มากก็น้อย หากมีข้อเสนอแนะหรือข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับและขออภัย มา ณ ที่นี้ด้วย

นายพลเสรัส รมอิสสรส

ตุลาคม 2565

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูปภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.ความเป็นมา และความสำคัญ	1
2.วัตถุประสงค์	2
3.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
4.ขอบเขตของคู่มือ	2
5.คำจำกัดความเบื้องต้น	3
บทที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ความรับผิดชอบ	5
1.ประวัติความเป็นมาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	5
2.ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ ค่านิยมหลักและเป้าหมาย	6
3.โครงสร้างการบริหารองค์กร	7
4.บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	9
บทที่ 3 หลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน	11
1.กำหนดการเตรียมปฏิบัติการ	11
2.หลักการปฏิบัติงาน PDCA	12
3.จรรยาบรรณวิชาชีพ	13

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 หลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน (ต่อ)	
4.จรรยาบรรณสัตว์ทดลอง	14
5.ใบอนุญาตการใช้สัตว์ทดลอง	14
6.ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 4 เทคนิคและขั้นตอนการปฏิบัติงาน	23
1.ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	24
2.วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน	27
3.การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน	91
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และการพัฒนางาน	92
1.ปัญหา อุปสรรคแนวทางแก้ปัญหาในการปฏิบัติงาน	93
2.ข้อเสนอแนะ	95
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	97
ประวัติผู้เขียน	102

สารบัญรูปภาพ

ภาพ		หน้า
ภาพที่ 1	แสดงตัวอย่างตารางเรียนรายวิชา 512103 ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1	11
ภาพที่ 2	แสดงรายละเอียดสัญลักษณ์ระบบ UN	18
ภาพที่ 3	แสดงรายละเอียดสัญลักษณ์ระบบ NFPA	19
ภาพที่ 4	แสดงรายละเอียดสัญลักษณ์ระบบ EEC	21
ภาพที่ 5	รายละเอียดสัญลักษณ์ระบบ GHS	21

Qr code ภาพประกอบบทปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์	31
บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ไวร่า, แบคทีเรีย, อาร์เคีย, โพรทิสตา, ฟังไจ	38
บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อาณาจักรพืช	42
บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ : สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง	50
บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง อาณาจักรสัตว์: สัตว์มีกระดูกสันหลัง	56
บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง สารเคมีของสิ่งมีชีวิตและการลำเลียงสารผ่านเซลล์	62
บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจระดับเซลล์	73
บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง พันธุศาสตร์บริสุทธิ์: การแบ่งเซลล์	78
บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง พฤติกรรมสัตว์	84
บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง นิเวศวิทยา	90

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	หลักการปฏิบัติงาน PDCA	12
ตารางที่ 2	ตารางแสดงข้อปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุต่อตัวบุคคล	17
ตารางที่ 3	แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานและรายละเอียดการปฏิบัติงาน	24
ตารางที่ 4	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องกล่องจุลทรรศน์ ห้องปฏิบัติการ A	30
ตารางที่ 5	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องกล่องจุลทรรศน์ ห้องปฏิบัติการ B	30
ตารางที่ 6	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่องไวรัส, แบคทีเรีย, อาร์เคีย, โพรทิสตา, ฟังไจ ห้องปฏิบัติการ A	33
ตารางที่ 7	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่องไวรัส, แบคทีเรีย, อาร์เคีย, โพรทิสตา, ฟังไจ ห้องปฏิบัติการ B	37
ตารางที่ 8	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องอาณาจักรพืช ห้องปฏิบัติการ A	40
ตารางที่ 9	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องอาณาจักรพืช ห้องปฏิบัติการ B	41
ตารางที่ 10	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ : สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ห้องปฏิบัติการ A	44
ตารางที่ 11	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ : สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ห้องปฏิบัติการ B	48

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 12	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่องอาณาจักรสัตว์: สัตว์มีกระดูกสันหลังห้องปฏิบัติการ A	52
ตารางที่ 13	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่องอาณาจักรสัตว์: สัตว์มีกระดูกสันหลังห้องปฏิบัติการ B	54
ตารางที่ 14	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่องสารเคมีของสิ่งมีชีวิต และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ห้องปฏิบัติการ A	58
ตารางที่ 15	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่องสารเคมีของสิ่งมีชีวิต และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ห้องปฏิบัติการ B	58
ตารางที่ 16	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจระดับเซลล์ ห้องปฏิบัติการ A	65
ตารางที่ 17	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจระดับเซลล์ ห้องปฏิบัติการ B	68
ตารางที่ 18	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่องพันธุศาสตร์บริสุทธ์ : การแบ่งเซลล์ ห้องปฏิบัติการ A	75
ตารางที่ 19	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่องพันธุศาสตร์บริสุทธ์ : การแบ่งเซลล์ ห้องปฏิบัติการ B	76
ตารางที่ 20	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่องพฤติกรรมสัตว์ ห้องปฏิบัติการ A	80
ตารางที่ 21	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่องพฤติกรรมสัตว์ ห้องปฏิบัติการ B	82
ตารางที่ 22	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่องนิเวศวิทยาห้อง ปฏิบัติการ A	86

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 23	อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่องนิเวศวิทยาห้อง ห้องปฏิบัติการ B	88
ตารางที่ 24	ตารางติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน	91
ตารางที่ 25	ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน และการพัฒนางาน	92

2.วัตถุประสงค์

- 1.เพื่อจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชา ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103)
- 2.เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์เตรียมปฏิบัติการได้อย่างถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และบรรลุตามวัตถุประสงค์ของแต่ละบทปฏิบัติการ
- 3.เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์สามารถวางแผนปฏิบัติงานล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์สามารถป้องกันและแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นขณะเตรียมปฏิบัติการได้
- 5.เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายงาน สามารถปฏิบัติงานแทนกันได้

3.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.ลดเวลาในการเตรียมปฏิบัติการ
- 2.ช่วยให้เกิดความสม่ำเสมอในการเตรียมปฏิบัติการแต่ละครั้ง
- 3.เพื่อให้ผู้ที่ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้
- 4.ช่วยให้การออกแบบและปรับปรุงงานบทปฏิบัติการทำได้ง่ายขึ้น
- 5.เสริมสร้างความเข้าใจอันดีระหว่างนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานและผู้รับบริการได้แก่ อาจารย์และ

นักศึกษา

4.ขอบเขตของคู่มือ

เป็นคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย สำหรับใช้ในการเตรียมปฏิบัติการ ในรายวิชา ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103) ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนและหลังการเรียนการสอน ตามตารางเรียนที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น

5. คำจำกัดความเบื้องต้น

รายวิชา ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512103)	หมายถึง รายวิชาที่เปิดสอนโดยภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
การเตรียมปฏิบัติการ	หมายถึง การเตรียมตัวอย่าง อุปกรณ์ เครื่องมือ วิทยาศาสตร์ สารเคมี รวมถึงการจัดวางใน ห้องปฏิบัติการ
ตัวอย่าง	หมายถึง ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์รวมทั้งซาก ที่ใช้ในการเรียนในรายวิชาปฏิบัติการ ชีววิทยาทั่วไป (512 103)
ห้องปฏิบัติการ	หมายถึง ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ชั้น 4 อาคาร วิทยาศาสตร์ 4 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
คู่มือปฏิบัติการ	หมายถึง เอกสารคู่มือปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาที่ เรียนในรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103)
บันทึกผล	หมายถึง เอกสารสำหรับนักศึกษาเพื่อบันทึกผลการ ทดลองของนักศึกษาที่เรียนในรายวิชา ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103)
นักวิทยาศาสตร์	หมายถึง บุคลากรที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ รับผิดชอบในการจัดเตรียมสารเคมี อุปกรณ์ วิทยาศาสตร์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ใน แต่ละบทปฏิบัติการของรายวิชาปฏิบัติการ ให้เพียงพอต่อ นักศึกษาและปฏิบัติงานให้ สนับสนุนอาจารย์ผู้สอนในระหว่างมีการ เรียนการสอน

5. คำจำกัดความเบื้องต้น(ต่อ)

คู่มือการปฏิบัติงาน

หมายถึง คู่มือที่จัดทำขึ้นโดยให้นักวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงานทำงานอย่างมีแนวทางและ หลักเกณฑ์ โดยจะมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน เครื่องแก้ว วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ซึ่ง ระบุถึงขั้นตอนและรายละเอียดของ กระบวนการต่าง ๆ ของการเตรียม ปฏิบัติการ และใช้สำหรับเป็นแนวทางใน การทำงานทดแทนกันได้ในอนาคต คู่มือ การปฏิบัติงานสามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการ ปฏิบัติงานได้ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานไว้ใช้ อ้างอิงในการปฏิบัติงาน

บทที่ 2

โครงสร้างและหน้าที่ความรับผิดชอบ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบใน 5 พันธกิจหลักได้แก่ พันธกิจด้านการผลิตบัณฑิต การวิจัย การบริการวิชาการ สังคมและศิลปะ และการบริหารงานตามหลักธรรมาภิบาล มีสำนักงานคณบดี รับผิดชอบสนับสนุนการบริหารงานภายในคณะ มีการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรที่ดี สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ พันธกิจ ค่านิยม เป้าหมายและโครงสร้างการบริหารองค์กร รวมถึงบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของนายพลเสรัส รณิสรส นักวิทยาศาสตร์ระดับปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในการสนับสนุนงานด้านการเรียนการสอนทั้งหัวข้อบรรยาย และปฏิบัติการ โดยเฉพาะงานด้านการเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างพืชและสัตว์ในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

1. ประวัติความเป็นมาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย และค่านิยมหลัก
3. โครงสร้างการบริหารองค์กร
4. บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบโครงสร้างองค์กร และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบนักวิทยาศาสตร์

1. ประวัติความเป็นมาคณะ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรตั้งอยู่ ณ วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม ได้รับมติเห็นชอบจากสภามหาวิทยาลัยศิลปากรให้จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2514 จากนโยบายที่จะขยายงานทางด้านวิชาการและการศึกษาของมหาวิทยาลัยไปสู่ด้านอื่นนอกเหนือไปจากด้านศิลปะและโบราณคดี คณะฯ เริ่มรับนักศึกษา รุ่นแรกปี พ.ศ. 2515 ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาสถิติ และสาขาวิชาชีววิทยา ต่อมาปี พ.ศ. 2517 มีการแบ่งส่วนราชการเป็นหน่วยงานภาควิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาเคมี ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ และสำนักงานเลขานุการ ในปี พ.ศ. 2532 ได้จัดตั้งภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมขึ้นอีก 1 ภาควิชา

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยศิลปากรมีสถานะเป็นมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ มีพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2559 บังคับใช้ และประกาศมหาวิทยาลัยศิลปากร เรื่อง การแบ่งหน่วยงานภายในของส่วนงานของมหาวิทยาลัยศิลปากร (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2562 ทำให้มีการแบ่งส่วนงานในคณะวิชาออกเป็น 14 ส่วนงาน ได้แก่ สำนักงานคณบดี ภาควิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาเคมี ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาสถิติ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ ภาควิชาจุลชีววิทยา ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีคณะวิทยาศาสตร์ ศูนย์บริการวิชาการ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านสีและการเคลือบผิว ศูนย์ความเป็นเลิศของวัสดุแนวใหม่ และศูนย์สอบเทียบเครื่องวัดรังสีอาทิตย์

2. ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ ค่านิยมหลักและเป้าหมาย

ปณิธาน

คณะวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาการศึกษาเพื่อผลิตบัณฑิตผู้รอบรู้วิชาการ ยึดมั่นคุณธรรมเพียบพร้อมด้วยจริยธรรมและมีจิตสำนึกรับผิดชอบต่อสังคม อีกทั้งยังมุ่งค้นคว้าวิจัยเสริมสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการตลอดจนเพื่อการพัฒนาชุมชนและประเทศชาติเป็นสำคัญ

วิสัยทัศน์

เป็นคณะวิทยาศาสตร์ที่เป็นเลิศทางวิชาการ และเป็น 1 ใน 5 ของคณะวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในด้านวิจัย ในปี 2568

คำอธิบาย

เป็นคณะวิทยาศาสตร์ที่เป็นเลิศทางวิชาการ หมายถึง การบริหารวิชาการตามแนวทาง EdPEX criteria

เป็น 1 ใน 5 ของคณะวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในด้านวิจัย ในปี 2568 หมายถึง มีการทำวิจัยและการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในฐานะข้อมูลระดับนานาชาติอยู่ในระดับ 1 ใน 5 ของคณะวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

พันธกิจ

1. สร้างบุคลากรในสายวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีความรอบรู้ มีสติปัญญา มีความคิด วิเคราะห์ และมีความรับผิดชอบต่อสังคม
2. ค้นคว้า วิจัย และสร้างองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ให้บริการวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่สังคม เพื่อสร้างความเข้มแข็งแก่ชุมชน และเป็นการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในเวทีโลกต่อไป
4. สร้างความเป็นเลิศทางศิลปะและงานสร้างสรรค์ โดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. การบริหารจัดการ (บริหารงานตามหลักธรรมาภิบาล)

ค่านิยมหลัก

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

เป้าหมาย

1. เป็นคณะที่ถูกเลือกเพื่อเข้าศึกษาติดอันดับ 1 ใน 5 ของคณะวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย
2. เป็นคณะที่สร้างผลงานวิจัยคุณภาพสูง เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. เป็นศูนย์กลางการให้บริการวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในภูมิภาคตะวันตก/ภาคกลางตอนล่าง
4. เป็นคณะที่มีการบริหารองค์กรเพื่อความเป็นเลิศ

3. โครงสร้างการบริหารองค์กร

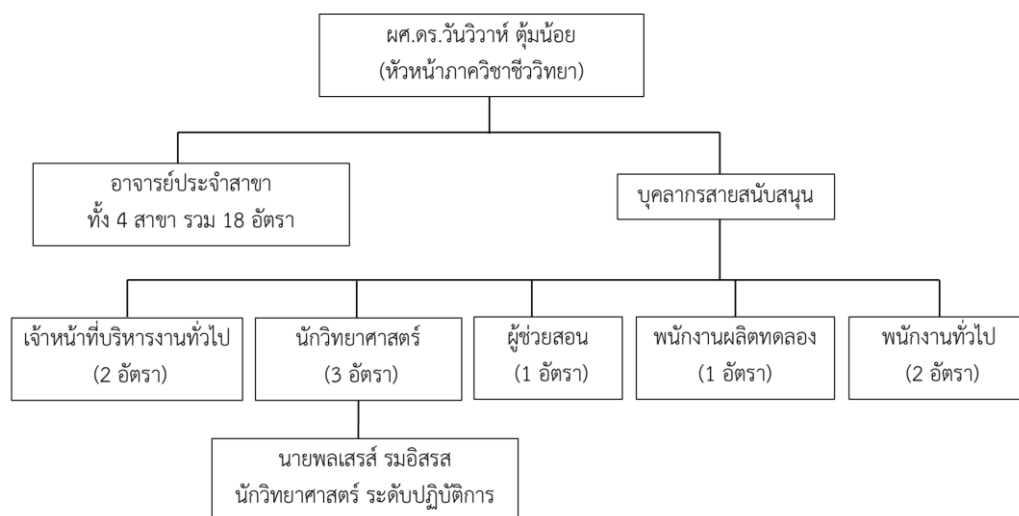
3.1 โครงสร้างการบริหารองค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

โครงสร้างการบริหารองค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ประกอบด้วย 1 สำนักงาน 8 ภาควิชา และ 5 ศูนย์ ตามแผนภูมิดังต่อไปนี้



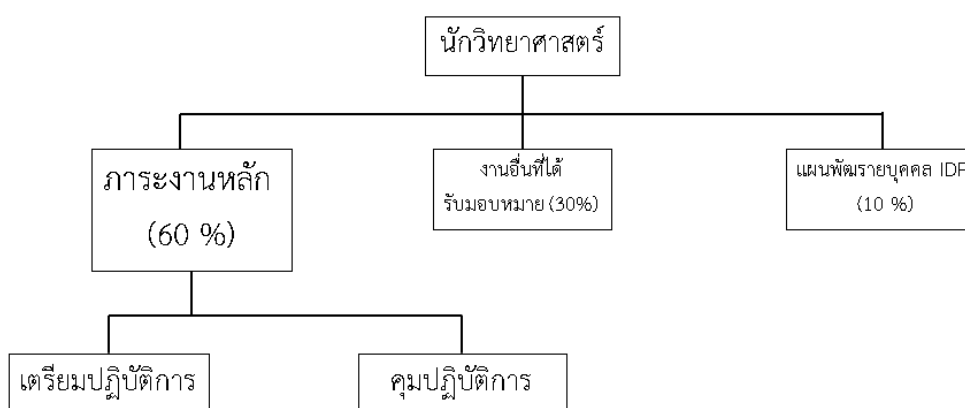
3.2 โครงสร้างภาควิชาชีววิทยา

โครงสร้างภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ประกอบด้วยบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน



3.3 โครงสร้างการปฏิบัติงานนักวิทยาศาสตร์

โครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร แบ่งเป็นภาระงานหลัก 60% งานอื่นๆที่ได้รับมอบหมาย 30% และแผนพัฒนารายบุคคล 10% เป็นตามแผนภูมิดังต่อไปนี้



4. บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

4.1 บทบาทหน้าที่ของ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย มีหน้าที่ผลิตบัณฑิตสาขาวิชาชีววิทยาและบริการสอนวิชาชีววิทยาพื้นฐานสำหรับนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ และคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เช่น คณะเภสัชศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ฯ ภารกิจหลักของภาควิชา ฯ คือ การผลิตบัณฑิต การวิจัยและการบริการวิชาการ

4.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบงานของตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการได้ปฏิบัติงานโดยสอดคล้องกับมาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขอบเขตของภาระงานที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ได้มอบหมายให้ปฏิบัติและรับผิดชอบ ดังนี้

4.2.1 ภาระงานหลัก

1. จัดเตรียมปฏิบัติการรายวิชาต่างๆ ดังนี้
 - ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103)
 - ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2 (512 104)
 - ปฏิบัติการนิเวศวิทยา (512 204)
2. คุมปฏิบัติการและให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาในรายวิชาต่อไปนี้
 - ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103) (3 คาบต่อวัน อังคาร-ศุกร์ ตลอดภาคการศึกษา)
 - ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2 (512 104) (3 คาบต่อวัน อังคารและพฤหัสบดี ตลอดภาคการศึกษา)
3. เป็นผู้ดูแล รักษาและให้คำแนะนำนักศึกษา อาจารย์ หรือผู้รับบริการภายนอก เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ
4. เบิก-จ่ายเครื่องแก้วและอุปกรณ์ ระหว่างทำปฏิบัติการ
5. ตรวจสอบและสั่งซื้ออุปกรณ์ เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในปฏิบัติการต่างๆ
6. ตรวจสอบความเสียหายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พร้อมแจ้งซ่อมบำรุงประจำปี
7. ปิด-เปิด ตรวจสอบดูแลความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ติดต่อประสานงานการซ่อมบำรุง ประจำปี หรือแจ้งซ่อมกรณีฉุกเฉิน เช่น น้ำรั่ว ระบบน้ำใช้การไม่ได้ ระบบไฟฟ้าขัดข้อง

4.2.2 ภาระงานที่ได้รับมอบหมายอื่นๆ

1. เตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับนักเรียนชีวโอลิมปิก ตามได้รับมอบหมาย
2. เตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับนักเรียนในโครงการสนับสนุนการจัดตั้งห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยการกำกับดูแลของมหาวิทยาลัย(โครงการ วมว.) ตามที่ได้รับมอบหมาย
3. ดูแลอัพเดทข้อมูลเว็บไซต์ภาควิชาชีววิทยา

4.สนับสนุนการจัดการเรียนการสอน การสอบ ผ่านระบบออนไลน์ในรายวิชา

ชีววิทยาวิทยาทั่วไป 1 (512 101)

ชีววิทยาวิทยาทั่วไป 2 (512 102)

ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103)

ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2 (512 104)

5.สนับสนุนการจัดการด้านคะแนนเก็บ คะแนนสอบกลางภาค คะแนนสอบปลายภาคและ

การจัดการผลการศึกษา ในรายวิชา

ชีววิทยาวิทยาทั่วไป 1 (512 101)

ชีววิทยาวิทยาทั่วไป 2 (512 102)

ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103)

ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2 (512 104)

6. สนับสนุนการจัดการ การจัดสอบ ข้อสอบ กลางภาคและปลายภาค ในรายวิชา

ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103)

ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 2 (512 104)

4.2.3 ภาระเพื่อการพัฒนา

1.ร่วมพัฒนาและปรับปรุงคู่มือปฏิบัติการและบันทึกผลปฏิบัติการ

2.เข้าร่วมอบรมการใช้สื่อดิจิทัล

3.เข้าร่วมอบรมความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการป้องกันอัคคีภัย

4.เข้าร่วมอบรมหลักสูตรแนวทางการยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี ภายใต้โครงการมหาวิทยาลัยแม่ข่าย ด้านมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

4.2.4 ผลงานเชิงพัฒนา

1.คู่มือปฏิบัติการและบันทึกผลปฏิบัติการเรื่อง ไวรา,แบคทีเรีย,อาร์เคีย,โพรติสตาและฟังไจ

2.คู่มือปฏิบัติการและบันทึกผลปฏิบัติการเรื่อง สารเคมีของสิ่งมีชีวิตและการลำเลียงสารผ่านเซลล์

3.คู่มือปฏิบัติการ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจระดับเซลล์

4.คู่มือปฏิบัติการและบันทึกผลปฏิบัติการเรื่อง พันธุศาสตร์บริสุทธี: การแบ่งเซลล์

5.ประกาศนียบัตรผ่านรับรองการใช้สื่อดิจิทัลทดลองสัตว์ทดลองทางวิทยาศาสตร์

4.2.5 แผนพัฒนารายบุคคล (IDP)

1.โครงการการพัฒนาบุคคล “ยุทธศาสตร์การพัฒนางานองค์กร ครั้งที่ 17”

2.Beyond Biology in Metaverse

บทที่ 3

หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติงาน

การเตรียมปฏิบัติการในรายวิชา 512101 ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 นักวิทยาศาสตร์ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. กำหนดการเตรียมปฏิบัติการ
2. หลักการปฏิบัติงาน PDCA
3. จรรยาบรรณวิชาชีพ
4. จรรยาบรรณสัตว์ทดลอง
5. ใบอนุญาตการใช้สัตว์ทดลอง
6. ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

1. กำหนดการเตรียมปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์ที่รับผิดชอบต้องเตรียมปฏิบัติการในรายวิชานี้ทั้งสิ้น 10 บทปฏิบัติการๆ ละ 1 สัปดาห์ ตามรูปตัวอย่างเอกสารตารางเรียน ซึ่งแต่ละปีการศึกษาลำดับการเรียนอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้เหมาะสมกับปฏิทินการศึกษา นักวิทยาศาสตร์จึงต้องปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงตารางเรียนที่เป็นปัจจุบันและต้องเตรียมปฏิบัติการให้เสร็จก่อนการเรียนปฏิบัติการอย่างน้อย 1 วัน ตัวอย่างตารางเรียนปฏิบัติการ

ตารางเรียนวิชา 512 103 ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (สำหรับอาจารย์)*
ภาคต้น ปีการศึกษา 2562

วันและเวลาปฏิบัติการ : อังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ เวลา 13.00-15.40 น.
ห้องปฏิบัติการ : 4422 - 4423, 4431 - 4432 อาคารวิทยาศาสตร์ 4
ห้องสอบย่อย และ brief ปฏิบัติการ : ห้อง 5406 อาคารวิทยาศาสตร์ 4

อาจารย์ผู้ประสานงาน : ผศ.ดร. กรรช ชันจิรกุล

บทที่	ปฏิบัติการเรื่อง	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์
งปฏิบัติการ 1 สัปดาห์ (16-19 ก.ค. 2562)					
ชี้แจง	ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับปฏิบัติการ **นศ. ต้องเข้าทุกคน**	23 ก.ค.	24 ก.ค.	25 ก.ค.	26 ก.ค.
1	กล้องจุลทรรศน์	30 ก.ค.	31 ก.ค.	1 ส.ค.	2 ส.ค.
2	ไวรัส, แบคทีเรีย, อาร์เคีย, โพรทิสตา, ฟังไจ	6 ส.ค.	7 ส.ค.	8 ส.ค.	9 ส.ค.
3	อาณาจักรพืช	13 ส.ค.	14 ส.ค.	15 ส.ค.	16 ส.ค.
4	อาณาจักรสัตว์: สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง	20 ส.ค.	21 ส.ค.	22 ส.ค.	23 ส.ค.
งปฏิบัติการ 1 สัปดาห์ (งานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ 27-30 ส.ค. 2562)					
5	อาณาจักรสัตว์: สัตว์มีกระดูกสันหลัง	3 ก.ย.	4 ก.ย.	5 ก.ย.	6 ก.ย.
สอบกลางภาค บทที่ 1 - 5 (7 - 15 ก.ย. 2562; สอบวันที่ 9 ก.ย. 2562; 13.00-16.00 น.)					
6	สารเคมีของสิ่งมีชีวิตและการลำเลียงสารผ่านเซลล์	17 ก.ย.	18 ก.ย.	19 ก.ย.	20 ก.ย.
งปฏิบัติการ 1 สัปดาห์ (24 - 27 ก.ย. 2562)					
7	การสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจระดับเซลล์	1 ต.ค.	2 ต.ค.	3 ต.ค.	4 ต.ค.
8	พันธุศาสตร์วิสุทธ์: การแบ่งเซลล์	8 ต.ค.	9 ต.ค.	10 ต.ค.	11 ต.ค.
9	นิเวศวิทยา	15 ต.ค.	16 ต.ค.	17 ต.ค.	18 ต.ค.
งปฏิบัติการ 1 สัปดาห์ (22 - 25 ต.ค. 2562)					
10	พฤติกรรมสัตว์	29 ต.ค.	30 ต.ค.	31 ต.ค.	1 พ.ย.
สอบปลายภาค บทปฏิบัติการ 6-10 (4-16 พ.ย. 2562)					

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างตารางเรียนรายวิชา 512103 ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1

2.หลักการปฏิบัติงาน PDCA

การพัฒนากระบวนการเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103) ต้องดำเนินการตามกระบวนการหลักการปฏิบัติงาน PDCA เป็นหลักในการปฏิบัติงาน ดังนี้

ตารางที่ 1 หลักการปฏิบัติงาน PDCA

หลักการปฏิบัติงาน PDCA	รายละเอียดในการปฏิบัติงานตามหลักการ PDCA
P =Plan (การวางแผน)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ศึกษาข้อมูลจากตารางเรียนและหนังสือคู่มือปฏิบัติการ 2. ประสานงานกับผู้ประสานงานรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน 3. คิด คำนวณถึงจำนวน และปริมาณของสารเคมีและอุปกรณ์ ตัวอย่างพืชและสัตว์ ต่อกลุ่มนักศึกษาที่เรียน 4. แบ่งกลุ่มนักศึกษาตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้
D =Do(การปฏิบัติตามแผน)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานตามตารางปฏิบัติการ 2. การเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สารเคมี และตัวอย่าง ตามรายการให้ถูกต้อง 3. หากพบปัญหา อุปสรรค รีบแก้ไข
C =Check ตรวจสอบการปฏิบัติ) (ตามแผน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สารเคมี และตัวอย่าง 2. การดำเนินการในภาระงานที่รับผิดชอบดำเนินการตามขั้นตอนการปฏิบัติที่ปรากฏในบทที่ 4 3. รายงานผลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง
A =Act (ปรับปรุงแก้ไข)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ประเมินความสำเร็จของการทำปฏิบัติการ ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นตั้งแต่การเตรียม, ระหว่างการทำปฏิบัติการจนสิ้นสุดการทำปฏิบัติการ 2. รวบรวมข้อมูล สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไข 3. ส่งต่อข้อมูลที่ได้กับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาและอาจารย์ประจำบทปฏิบัติการ เพื่อการปรับปรุงปฏิบัติการในครั้งถัดไป

3.จรรยาบรรณวิชาชีพ

ผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ได้ยึดหลักจรรยาบรรณนักวิทยาศาสตร์ตามประกาศของคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากรดังนี้

- 1.เป็นผู้มีศีลธรรมและคุณธรรมในการดำรงชีวิตและในการประกอบอาชีพ
- 2.ประกอบอาชีพด้วยความซื่อสัตย์สุจริต ไม่รับทรัพย์สินหรือผลประโยชน์อย่างใดสำหรับตนเองหรือผู้อื่นโดยมิชอบ
- 3.ต้องมีวินัยในตนเอง พัฒนาตนเองด้านวิชาชีพ บุคลิกภาพและวิสัยทัศน์ให้ทันต่อการพัฒนาทางวิชาการ เศรษฐกิจและสังคม
- 4.ต้องไม่ทำงานทางวิทยาศาสตร์ที่ขัดต่อความสงบเรียบร้อย ศีลธรรมอันดี ของประชาชนและความมั่นคงของชาติ
- 5.ประพฤติตนเป็นผู้ตรงต่อเวลาและปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มกำลังความสามารถ ดำรงตนเป็นที่เชื่อถือของบุคคลอื่น รอบคอบ ขยันหมั่นเพียร ถูกต้องสมเหตุสมผล โดยคำนึงถึงประโยชน์องค์กรเป็นสิ่งสำคัญ
- 6.พึงช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันอย่างสร้างสรรค์ โดยยึดมั่นในระบบคุณธรรม สร้างความสามัคคีในหมู่คณะ
- 7.ประพฤติปฏิบัติตนเป็นผู้นำในการอนุรักษ์วัฒนธรรม ภูมิปัญญา สิ่งแวดล้อม รักษาผลประโยชน์ของส่วนรวมและยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตย
- 8.มีจรรยาบรรณของนักวิจัยตามที่สภาวิจัยกำหนดไว้

จรรยาบรรณในวิชาชีพผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ผู้เขียนคู่มือได้นำหลักการพื้นฐานของจรรยาบรรณวิชาชีพมาใช้ในการปฏิบัติงานภายใต้กฎระเบียบ ข้อบังคับของมหาวิทยาลัย เช่นประกอบอาชีพด้วยความซื่อสัตย์สุจริต ไม่รับทรัพย์สินหรือผลประโยชน์อย่างใดสำหรับตนเองหรือผู้อื่นโดยมิชอบ ไม่ทำงานทางวิทยาศาสตร์ที่ขัดต่อความสงบเรียบร้อย ศีลธรรม และความมั่นคงของชาติและเป็นผู้ตรงต่อเวลาและปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มกำลังความสามารถ ดำรงตนเป็นที่เชื่อถือของบุคคลอื่น รอบคอบ ขยันหมั่นเพียร ถูกต้องสมเหตุสมผล โดยคำนึงถึงประโยชน์องค์กรเป็นสิ่งสำคัญ

4. จรรยาบรรณการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์

หมวด 2 จรรยาบรรณการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มาตรา 14 ผู้รับใบอนุญาตต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามจรรยาบรรณที่คณะกรรมการกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา ใช้หลัก 3Rs (Replacement Reduction Refinement) ดังนี้

Replacement (การหลีกเลี่ยง/ทดแทน/ทางเลือกอื่น)

การใช้สิ่งไม่มีชีวิต เช่น การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โมเดล หรือหุ่นยนต์ การเปลี่ยนมาใช้สิ่งมีชีวิตที่มีความรู้สึกน้อย จำพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ หนอน ไส้เดือน แบคทีเรีย หรือการศึกษาในเซลล์และเนื้อเยื่อในหลอดทดลอง

Reduction (การลดจำนวน)

มีการสืบค้นข้อมูล ระเบียบวิธีวิจัย วิธีการทดลองที่ถูกต้องแม่นยำและสามารถอ้างอิงได้ การใช้สถิติในการออกแบบการทดลอง และการทำการศึกษาเบื้องต้น (Pilot study) รวมทั้งการใช้ทีมงานที่มีประสบการณ์ด้านเทคนิคสัตว์ทดลองในการทดลอง

Refinement (การทำให้สัตว์เครียดหรือเจ็บปวดน้อยที่สุด)

การเสริมสภาพแวดล้อม (Enrichment) ช่วยลดความเครียด ส่งเสริมพฤติกรรมตามธรรมชาติของสัตว์ การเลี้ยงแยก หรือพื้นที่แคบ ส่งผลให้สัตว์เครียดและมีพันนาการผิดปกติ การใช้อาสาที่เหมาะสม และใช้ยาชา หรือยาแก้ปวดเพื่อลดความเจ็บปวด การใช้วิธีการวิจัยที่เหมาะสม เช่น วิธีที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างเลือด เป็นต้น

5. ใบอนุญาตการใช้สัตว์ทดลอง

นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ปฏิบัติงานต้องมีใบอนุญาตการใช้สัตว์ทดลอง เพื่อทำการทดลองหรือควบคุมผู้เข้าร่วมปฏิบัติการ ตาม หมวด 3 การควบคุมการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มาตรา 27 ใบอนุญาต

มาตรา 27 ผู้ใดจะใช้หรือผลิตสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะในหรือนอกสถานที่ดำเนินการต้องได้รับใบอนุญาตจากผู้อนุญาต คุณสมบัติของผู้ขอรับใบอนุญาต การขอรับใบอนุญาต และการออกใบอนุญาต ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดใน กฎกระทรวง ความในวรรคหนึ่ง ไม่ใช่บังคับแก่บุคคลดังต่อไปนี้

(1) นักเรียน นิสิต นักศึกษา หรือผู้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการเลี้ยง การใช้หรือการผลิตสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่ สถานศึกษาหรือหน่วยงานที่จัดการฝึกอบรมกำหนด

(2) ผู้ช่วยผู้ใช้หรือผู้ผลิตสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งดำเนินการภายใต้การควบคุมของผู้รับใบอนุญาต

6. ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

6.1 การดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์

1. ผู้ใช้สัตว์ต้องตระหนักถึงคุณค่าชีวิตสัตว์
2. ผู้ใช้สัตว์ต้องตระหนักถึงความแม่นยำของผลงานโดยใช้สัตว์จำนวนน้อยที่สุด
3. การใช้สัตว์ป่า ผู้ใช้สัตว์ต้องปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
4. ผู้ใช้สัตว์ ผู้เลี้ยงสัตว์ ผู้ผลิตสัตว์ ผู้กำกับดูแลสถานที่ดำเนินการ ผู้รับผิดชอบสถานที่ดำเนินการ คณะกรรมการกำกับดูแล และ บุคลากรอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงสัตว์และใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ต้องตระหนักว่าสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิต มีความรู้สึก เจ็บปวดและตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกับมนุษย์
5. ผู้ใช้สัตว์ ผู้เลี้ยงสัตว์ ผู้กำกับดูแลประจำ ณ สถานที่ดำเนินการ และผู้ผลิตสัตว์ ต้องบันทึกข้อมูลการปฏิบัติต่อสัตว์ไว้เป็นหลักฐานอย่างครบถ้วน

6. ในกรณีที่ผู้ใช้สัตว์หรือผู้ผลิตสัตว์เป็นผู้ได้รับใบอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์หรือใบอนุญาตผลิตสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ แล้วแต่กรณี ผู้ใช้สัตว์หรือผู้ผลิตสัตว์ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดกฎกระทรวงที่ออกตามกฎหมายว่าด้วยสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้รับใบอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์หรือผู้รับใบอนุญาตผลิตสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์แล้วแต่กรณี รวมทั้งต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตด้วย

6.2 ข้อปฏิบัติทั่วไป ในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

1. การเตรียมสารเคมีประเภท กรด ต่าง หรือสารระเหย ควรเตรียมในตู้ดูดควัน
2. วิธีเจือจางกรดควรเทกรดลงน้ำ ห้ามเทน้ำลงกรด
3. ไม่ควรใช้จุกแก้ว กับขวดบรรจุสารละลายต่าง เพราะจุกจะติดกับขวดจนเปิดไม่ได้
4. ไม่ควรใช้จุกยางกับขวดบรรจุตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ อาซิโตน
5. เมื่อจำเป็นต้องจุดไฟในห้องปฏิบัติการ ควรย้ายวัสดุไวไฟออกจากบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ควรแน่ใจว่าได้ปิดภาชนะที่บรรจุของเหลวไวไฟอย่างดีแล้ว ดับไฟทันทีเมื่อเลิกใช้งาน

6. ควรเก็บสารเคมีไวไฟในตู้สำหรับเก็บสารเคมีไวไฟโดยเฉพาะ
7. หลีกเลี่ยงการสูดดมไอระเหยของสารเคมี ห้ามทดสอบชนิดของสารเคมีโดยดมกลิ่นโดยตรงอย่างเด็ดขาด
8. การดูดสารละลายโดยใช้ปิเปต ห้ามใช้ปากดูด ให้ใช้ลูกยาง
9. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ ในกรณีที่มีสารระเหยไวไฟ (Volatile flammable material) ควรใช้ตู้ดูดควันในการถ่ายเท ผสม หรือให้ความร้อนสารเคมี
10. กรณีสามารถเลือกใช้สารเคมีได้ ควรเลือกใช้สารเคมี ที่มีความเป็นพิษน้อยที่สุด ในปริมาณน้อยที่สุด
11. อ่านคู่มือ และเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ เมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารก่อมะเร็ง
12. หากผิวหนังถูกสัมผัสโดยสารเคมี ต้องล้างออกโดยทันทีด้วยน้ำประปา หรือน้ำสะอาด อย่างน้อย 15 นาที
13. ห้ามนำเครื่องดื่ม อาหาร บุหรี่ และเครื่องสำอางเข้ามาในบริเวณห้องปฏิบัติการ
14. ห้ามดื่ม กิน เคี้ยวหมากฝรั่งสูบบุหรี่ หรือทาเครื่องสำอางในห้องปฏิบัติการ
15. เมื่อเลิกปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ควรล้างมือด้วยสบู่ น้ำสะอาด

6.3 ข้อปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุต่อตัวบุคคล

ตารางที่ 2 ตารางแสดงข้อปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุต่อตัวบุคคล

เหตุการณ์	ข้อปฏิบัติ
1. แก้วบาด	นำเศษแก้วที่สังเกตเห็นด้วยตาเปล่าออก ขำระล้างบาดแผลด้วยน้ำสะอาด หรือน้ำเกลือล้างแผล ห้ามเลือดโดยใช้น้ำแข็งประคบ กดหรือรัดที่บริเวณเส้นเลือดที่นำไปสู่บาดแผลระวังอย่ารัดนานเกินไป ทำความสะอาดแผลและใส่ยา ปิดปากแผลให้มิดชิด หากแผลใหญ่หรือเลือดไม่หยุดให้นำส่งโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลที่ใกล้ที่สุด
2. ถูกของร้อน	ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดที่อุณหภูมิปกติ หลังจากนั้นซับด้วยผ้าแห้งสะอาด แล้วสังเกตว่าถ้าผิวหนังมีรอยถลอก มีตุ่มพองใส หรือมีสีของผิวหนังเปลี่ยนไป ควรรีบไปพบแพทย์ กรณีรุนแรง ไฟไหม้ น้ำร้อนลวกบริเวณใบหน้า จะต้องได้รับการรักษาจากแพทย์โดยเร็วที่สุด ห้ามใส่ยาใด ๆ ก่อนถึงมือแพทย์ เพราะผู้ป่วยแต่ละคนมีอาการตอบสนองต่อตัวยาไม่เหมือนกัน ขึ้นกับดุลยพินิจของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น
3. ผิวหนังสัมผัสสารเคมีอันตราย	ถอดเสื้อผ้าบริเวณที่เปื้อนสารเคมีออกโดยเร็ว เช็ดหรือซับสารเคมีออกให้มากที่สุดโดยเร็ว ล้างด้วยน้ำไหลปริมาณมากๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที หรือจนแน่ใจว่าชำระล้างสารออกหมดแล้ว หากทราบว่าสารเคมีที่สัมผัสคือสารใดให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละสารตาม MSDS ในกรณีที่รุนแรงควรพบแพทย์ทันที กรณีสารเคมีมีฤทธิ์กัดกรวด หลังจากล้างน้ำแล้วให้ชะล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเจือจาง หากเป็นเบส หลังจากล้างน้ำแล้วให้ชะล้างด้วยสารละลายกรดแอซิดิกเจือจางฟีนอล หลังจากล้างน้ำแล้วให้ใช้กลีเซอรินอิมิตัวด้วยโบรมีนทา ถ้าปริมาณมากให้รีบส่งโรงพยาบาลทันที
4. สารเคมีกระเด็นเข้าตา	ให้ล้างตาทันทีโดยใช้อ่างล้างตาฉุกเฉิน (eye wash) หรือด้วยน้ำไหลปริมาณมาก ขณะล้างตาต้องพลิกเปลือกตา และกลอกตาไปมาเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที หรือจนแน่ใจว่าชำระล้างสารออกหมดแล้วนำส่งโรงพยาบาลโดยเร็ว
5. สูดดมแก๊สพิษ	นำผู้ประสบอุบัติเหตุออกจากบริเวณอันตรายทันที ผู้ช่วยเหลือต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเอง ได้แก่ เครื่องช่วยหายใจ เป็นต้น ปลดเสื้อผ้าให้หลวมให้ออกซิเจนถ้าทำได้ ถ้าหมดสติให้นอนคว่ำหน้า สังเกตว่าหยุดหายใจหรือไม่ ถ้าหยุดหายใจ ให้ผายปอดด้วยวิธีกดหลังยกแขนไฮลเกอร์-นิลสัน ห้ามเป่าปากหรือจุมูก นำส่งโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุดโดยด่วน

6.4 สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี

ระบบสัญลักษณ์แสดงอันตรายที่รู้จักและนิยมใช้มี 4 ระบบ ได้แก่

1. ระบบ UN (United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods)

จำแนกสารที่เป็นอันตรายและเป็นเหตุให้ถึงแก่ความตายได้ หรือก่อให้เกิด ความพินาศเสียหาย ออกเป็น 9 ประเภท (UN-Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสี่ยงในการเกิดอันตราย ดังนี้

ประเภทที่ 1 วัตถุระเบิด

ประเภทที่ 2 ก๊าซ

ประเภทที่ 3 ของเหลวไวไฟ

ประเภทที่ 4 ของแข็งไวไฟ

ประเภทที่ 5 วัตถุออกซิไดส์และออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์

ประเภทที่ 6 วัตถุมีพิษและวัตถุติดเชื้อ

ประเภทที่ 7 วัตถุกัมมันตรังสี

ประเภทที่ 8 วัตถุกัดกร่อน

ประเภทที่ 9 วัตถุอื่นๆ ที่เป็นอันตราย



ภาพที่ 2 แสดงรายละเอียดสัญลักษณ์ระบบ UN ที่มาของภาพ :

<https://www.blockdit.com/posts/606dd25d5b13d40c49a1918a>

2. ระบบ NFPA (The National Fire Protection Association)

ของสหรัฐอเมริกา กำหนดสัญลักษณ์แสดงอันตรายเป็นรูปเพชร (Diamond-shape)

เพื่อใช้ในการป้องกันและตอบโต้ เหตุเพลิงไหม้ สัญลักษณ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่วางตั้งตามแนวเส้นทแยงมุม ภายในแบ่งออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อย ขนาดเท่ากัน 4 รูป ใช้พื้นที่กำกับ 4 สี ได้แก่ สีแดง

สีน้ำเงิน สีเหลือง และสีขาว และใช้ตัวเลข 0 ถึง 4 แสดงถึงระดับอันตราย โดย 0 หมายถึงสารนั้นไม่ ก่อให้เกิดอันตรายและ 4 แสดงถึงอันตรายสูงสุด โดยแต่ละสีแสดงคุณสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้

สีแดง แสดงอันตรายจากไฟ (Flammable)

สีน้ำเงิน แสดงอันตรายต่อสุขภาพ (Health)

สีเหลือง แสดงความไวต่อปฏิกิริยาของสาร (Reactivity)

สีขาว แสดงคุณสมบัติพิเศษของสาร (Special hazard)

โดยมีสัญลักษณ์ต่างๆ คือ

W หมายถึง สารเคมีที่ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ (Water reactive)

Ox หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นตัวออกซิไดซ์ (Oxidizer)

Cor หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน (Corrosive)

หมายเหตุ
Fp = จุดวาบไฟ (Flash point)
Oral LD₅₀ = ปริมาณสารพิษต่อร่างกายที่สัตว์ทดลอง
ที่เสียชีวิตเป็นจำนวนร้อยละ 50 ของจำนวนสัตว์ที่รับ











สัญลักษณ์ตัวอย่าง: NFPA กัดฉีกรุนแรง

สีแดง	สีน้ำเงิน	สีเหลือง	สีขาว
ติดไฟ (Flammability)	อันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard)	ไวต่อปฏิกิริยาเคมี (Reactivity Hazard)	ลักษณะพิเศษ (Special Hazard)
0=น้อยมาก ไม่ติดไฟที่อุณหภูมิห้อง	0=น้อยมาก ไม่อันตราย (Oral LD ₅₀ > 2,000 มก./กก.)	0=น้อยมาก ไม่เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง	W ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ
1=น้อย ติดไฟที่ Fp ≥ 93°C	1=น้อย อันตรายน้อย (Oral LD ₅₀ > 500-2,000 มก./กก.)	1=น้อย เกิดปฏิกิริยา หากมีการเพิ่มอุณหภูมิ	OXY ออกซิไดเซอร์
2=ปานกลาง ติดไฟที่ Fp < 93°C	2=ปานกลาง อันตรายปานกลาง (Oral LD ₅₀ > 50-500 มก./กก.)	2=ปานกลาง เกิดปฏิกิริยารุนแรง หากมีการเพิ่มอุณหภูมิหรือความดัน	ACID กรด
3=มาก ติดไฟที่ Fp < 37°C	3=มาก อันตรายมาก (Oral LD ₅₀ > 5-50 มก./กก.)	3=มาก สามารถเกิดการระเบิดได้ หากมีการเพิ่มอุณหภูมิหรือความดัน	ALK ด่าง
4=ร้ายแรง ติดไฟที่ Fp < 25°C	4=ร้ายแรง อันตรายถึงชีวิต (Oral LD ₅₀ ≤ 5 มก./กก.)	4=ร้ายแรง สามารถเกิดการระเบิดได้ ที่อุณหภูมิห้อง	COR กัดกร่อน

ภาพที่ 3 แสดงรายละเอียดสัญลักษณ์ระบบ NFPA ที่มาของภาพ : <http://nature.co.th/>

3. ระบบ EEC (The European Economic Council)

ตามข้อกำหนดของประชาคมยุโรป ที่ 67/548/EEC สัญลักษณ์แสดง อันตรายจะแบ่งออกตามประเภทของอันตราย โดยใช้รูปภาพสีดำเป็นสัญลักษณ์แสดงอันตรายบนพื้นสีเหลี่ยมจัตุรัสสีส้ม และมีอักษรย่อกำกับที่มุมขวา ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้ปรากฏอยู่ที่ฉลากของ สารเคมีที่ใช้ในสหภาพยุโรป

สัญลักษณ์ (Symbol)	สิ่งบ่งชี้อันตราย (Indication of Danger)	ประเภทความเป็นอันตราย (Hazard Class)	สัญลักษณ์ (Symbol)	สิ่งบ่งชี้อันตราย (Indication of Danger)	ประเภทความเป็นอันตราย (Hazard Class)
	Explosive (E)	วัตถุระเบิด (Explosive)		Extremely Flammable (F+)	สารไวไฟมากเป็นพิเศษ (Extremely Flammable)
	Oxidizing (O)	สารออกซิไดซ์ (Oxidizing)		Highly Flammable (F)	<ul style="list-style-type: none"> สารไวไฟมาก (Highly Flammable) สารไวไฟ (Flammable)
	Very Toxic (T+)	สารมีพิษมาก (Very Toxic)		Irritant (Xi)	<ul style="list-style-type: none"> สารระคายเคือง (Irritant) สารที่ทำให้เกิดการกระตุ้นการแพ้ (Sensitization)
	Toxic (T)	<ul style="list-style-type: none"> สารมีพิษ (Toxic) สารก่อมะเร็ง ประเภทที่ 1, 2 (Carcinogenic) สารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ประเภทที่ 1, 2 (Mutagenic) สารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ ประเภทที่ 1, 2 (Toxic for Reproduction) 		Harmful (Xn)	<ul style="list-style-type: none"> สารอันตราย (Harmful) สารที่ทำให้เกิดการกระตุ้นการแพ้ (Sensitization) สารก่อมะเร็ง ประเภทที่ 3 (Carcinogenic) สารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ประเภทที่ 3 (Mutagenic) สารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ ประเภทที่ 3 (Toxic for Reproduction)
	Dangerous for the Environment (N)	สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Dangerous for the Environment)		Corrosive (C)	สารกัดกร่อน (Corrosive)

ภาพที่ 4 แสดงรายละเอียดสัญลักษณ์ระบบ EEC ที่มาของภาพ : <http://www.thailandindustry.com>

4. ระบบ GHS (The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals)

เป็นระบบการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์เคมีและการติดฉลากที่องค์การสหประชาชาติได้กำหนดขึ้น เพื่อให้เป็นระบบสากลในการจำแนกหรือการจัดกลุ่มความเป็นอันตรายและการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมีในรูปแบบของการแสดงฉลากและเอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS) ที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard Pictogram) ตามระบบสากล GHS ได้กำหนดไว้ 9 รูป

1. GHS01 : Explosive -วัตถุระเบิด, สารที่ทำปฏิกิริยาได้ด้วยตนเอง
2. GHS02 : Flammable - สารไวไฟ, สารที่ทำปฏิกิริยาได้ด้วยตนเอง, สารที่ลุกติดไฟได้เอง, สารที่เกิดความร้อนได้เอง
3. GHS03 : Oxidizing -สารออกซิไดส์, สารเปอร์ออกไซด์
4. GHS04 : Compressed Gas - ก๊าซบรรจุภายใต้ความดัน
5. GHS05 : Corrosive -สารกัดกร่อน, มีพิษต่อดวงตาและผิวหนัง

6. GHS06 : Toxic – สารที่มีพิษเฉียบพลัน อันตรายถึงชีวิต

7. GHS07 : Harmful - สารที่มีพิษเฉียบพลัน เป็นอันตราย ทำให้เกิดอาการแพ้ที่ผิวหนัง มีผลต่อทางเดินหายใจ

8. GHS08 : Health Hazard-สารที่เป็นพิษต่อสุขภาพ, สารก่อมะเร็ง, เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์

9. GHS09 : Environmental Hazard -สารที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ



ภาพที่ 10 รายละเอียดสัญลักษณ์ระบบ GHS ที่มาของภาพ : <https://www.apexchemicals.co.th/>

สัญลักษณ์ทั้ง 4 ระบบนี้ จะปรากฏบนฉลากผลิตภัณฑ์และหีบห่อเพื่อประโยชน์ในการ จัดการเตรียมความพร้อมด้านความปลอดภัยและตอบโต้เหตุฉุกเฉิน รวมทั้งประโยชน์ในการจัดเก็บ ตามชนิดของอันตรายของสารเคมี

6.5 การจัดการของเสียที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการ

1. การกำจัดของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Hazardous Waste)

ของแข็ง ได้แก่ กระดาษ พลาสติก แก้ว, นำไป Reuse Recycle กำจัดทิ้ง ตามสภาพความเหมาะสมของเหลว ได้แก่ ตัวอย่างน้ำที่ไม่มีความเป็นพิษ สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นของโลหะไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำจัดโดยทิ้งลงอ่างและเปิดน้ำตามอย่างน้อย 2 เท่าของปริมาณของของเสีย

2. การกำจัดของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste) ของแข็ง ได้แก่ สารเคมีหมดอายุจะเก็บรวบรวมเพื่อส่งกำจัด ของเสียที่มีความเป็นพิษต่อสุขภาพสูง เป็นสารก่อมะเร็งหรือมีผลกระทบต่อระบบพันธุกรรม เช่น Cyanide Waste, Chloroform, Formaldehyde, Acrylate, Pyridine เป็นต้นเก็บใส่ภาชนะบรรจุ และกำจัดทิ้งต่อไป

3. สารอินทรีย์ที่ไม่มีสารเฮโลเจนเป็นส่วนผสม (Non Halogenated Solvent) ได้แก่ ของเสียที่มี Acetone, Ether, Hexane, Methanol และ Acetonitrile ผสมอยู่สามารถ Reuse นำกลับมาใช้ใหม่ได้ หากมีสารอื่นเจือปนให้เก็บใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิทหรือถัง PE เพื่อรอส่งกำจัดต่อไป

4. สารละลายกรด-ด่าง ที่มีโลหะผสมปริมาณสูง (Acidic Aqueous with Metals) ได้แก่ โครเมียม โปรทแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็กแมงกานีส สังกะสีโคบอลต์นิกเกิลเงิน ดีบุก พลวง ทั้งสแตนท์ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนของโลหะผสม แยกส่วนน้ำใสส่วนบนออกนำไปปรับ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้เป็นกลาง เพื่อกำจัดทิ้งโดยการทิ้งลงอ่างและเปิดน้ำตาม ส่วนตะกอนโลหะผสมนำไปรวบรวมจัดเก็บในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะผสมเพื่อรอส่งกำจัดต่อไป

5. ของเสียที่มีจุลินทรีย์ หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบของสารจุลินทรีย์ที่อาจมีอันตรายหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ เช่น ของเสียที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ แยกเชื้อ บ่มเพาะจุลินทรีย์ รา เชื้อในถังหมัก ต้องทำการนิ่งฆ่าเชื้อก่อนทิ้ง

บทที่ 4

เทคนิคและขั้นตอนการปฏิบัติงาน

คู่มือการปฏิบัติงานเรื่อง การเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชา ปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512103) ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ต้องสอดคล้องกับหัวข้อในตารางเรียน และต้องคำนึงถึง ความพร้อมของอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และตัวอย่าง ที่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา และการจัดวางที่เหมาะสม เพื่อตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในแต่ละปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีเทคนิคและขั้นตอนการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน
3. การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

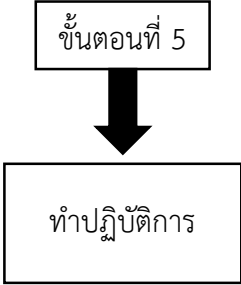
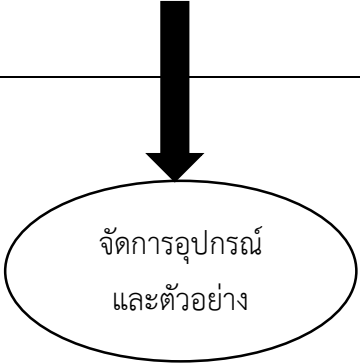
1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ผู้จัดทำได้นำเสนอขั้นตอนในการปฏิบัติงานในรูปแบบแผนผังหรือ flowchart สำหรับแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อแสดงให้เห็นกระบวนการทั้งหมด ของการเตรียม สำหรับรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512103) ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พร้อมรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้

แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานและรายละเอียดการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่	ผู้รับผิดชอบ	แผนภูมิสายงาน	ขั้นตอน/วิธีปฏิบัติ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลาดำเนินการ
1	ผู้ประสานงานรายวิชา		รับตารางเรียนมาศึกษารายละเอียด และจัดบันทึกในตารางปฏิบัติงาน	-ตารางเรียนปฏิบัติการ -มคอ.3 หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล	1-2 สัปดาห์ก่อนเปิดเทอม
2	นักวิทยาศาสตร์		ประชุมกับผู้ประสานงานและอาจารย์ประจำบทปฏิบัติการ เพื่อปรับเอกสารคู่มือและบันทึกผลให้เป็นปัจจุบัน	-ตารางเรียนปฏิบัติการ -ตารางคุมปฏิบัติการ -คู่มือปฏิบัติการ -บันทึกผลปฏิบัติการ	1-2 สัปดาห์ก่อนเปิดเทอม
3	นักวิทยาศาสตร์		-วางแผนการเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี โดยสรุปเป็นบทปฏิบัติการ -วางแผนการเพาะเลี้ยง/เพาะปลูก ตัวอย่าง ลงในปฏิทินปฏิบัติงาน	-ตารางเรียนปฏิบัติการ -คู่มือปฏิบัติการ -บันทึกผลปฏิบัติการ	1-2 สัปดาห์ก่อนเปิดเรียน

ขั้นตอนที่	ผู้รับผิดชอบ	แผนภูมิสายงาน	ขั้นตอน/วิธีปฏิบัติ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลาดำเนินการ
4	นักวิทยาศาสตร์		<ul style="list-style-type: none"> -การเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี และ ตัวอย่างตามรายการ -เริ่มเพาะเลี้ยง/เพาะปลูกตัวอย่าง ตามปฏิทินปฏิบัติงาน เมื่อตัวอย่างมีอายุที่เหมาะสม นำมาเตรียมปฏิบัติการ -จัดวางเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี และ ตัวอย่าง ตามแผนผังห้องปฏิบัติการ 	<ul style="list-style-type: none"> -ตารางเรียนปฏิบัติการ -คู่มือปฏิบัติการ -บันทึกผลปฏิบัติการ 	1 วัน – 3 สัปดาห์ก่อน วันเรียนปฏิบัติการ
5	นักวิทยาศาสตร์		<ul style="list-style-type: none"> -ตรวจสอบคุณภาพและปริมาณตัวอย่างหลัง เพาะเลี้ยง/เพาะปลูกเป็นระยะ หากพบปัญหารีบแก้ไข -หากเครื่องมือ อุปกรณ์ ชัดข้องให้แก้ไข/แจ้งซ่อม/ยืมจากห้องปฏิบัติการอื่นของภาควิชา -ทดสอบใช้งานจริงเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างตามรายการก่อนเรียนปฏิบัติการ หากผลไม่ตรงตามทฤษฎี/ขาดแคลนตัวอย่างให้กลับไปขั้นตอนที่ 2 ปรีกษา และหาทางแก้ไขปัญหาร่วมกับอาจารย์ประจำบทปฏิบัติการ 	<ul style="list-style-type: none"> -ตารางเรียนปฏิบัติการ -คู่มือปฏิบัติการ -บันทึกผลปฏิบัติการ 	1 วัน – 3 สัปดาห์ก่อน วันเรียนปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่	ผู้รับผิดชอบ	แผนภูมิสายงาน	ขั้นตอน/วิธีปฏิบัติ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลาดำเนินการ
6	นักศึกษา		<p>นักศึกษาทำปฏิบัติการตามเนื้อหาโดยมี นักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่เสนอแนะ/เบิกจ่าย อุปกรณ์เพิ่มเติม</p>	<ul style="list-style-type: none"> -ตารางเรียนปฏิบัติการ -ตารางคุมปฏิบัติการ -คู่มือปฏิบัติการ -บันทึกผลปฏิบัติการ 	3 คาบ
7	นักวิทยาศาสตร์		<p>จัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี ตัวอย่างให้อยู่ใน สภาพพร้อมใช้งานสำหรับการเรียนปฏิบัติการ ในครั้งถัดไป</p>	<ul style="list-style-type: none"> -ตารางเรียนปฏิบัติการ -คู่มือปฏิบัติการ 	1-3 ชั่วโมง

2.วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน

รายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512103) มี 10 บทปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องกล้องจุลทรรศน์

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่องไวรัส, แบคทีเรีย, อาร์เคีย, โพรทิสตา, ฟังไจ

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องอาณาจักรพืช

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่องอาณาจักรสัตว์: สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่องอาณาจักรสัตว์: สัตว์มีกระดูกสันหลัง

บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่องสารเคมีของสิ่งมีชีวิตและการลำเลียงสารผ่านเซลล์

บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจระดับเซลล์

บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่องพันธุศาสตร์บริสุทธิ์: การแบ่งเซลล์

บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่องพฤติกรรมสัตว์

บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่องนิเวศวิทยา

















































เพื่อให้ผู้อ่านเห็นภาพรวมของการปฏิบัติงานและสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ผู้จัดทำจึงขออธิบายรายละเอียดในรูปแบบตารางพร้อมแผนผังแสดงตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์และตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา อาคารวิทยาศาสตร์ 4 ชั้น 4 ประกอบด้วย 2 ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการ A และ ห้องปฏิบัติการ B แต่ละห้องมีโต๊ะปฏิบัติการ 32 ตัว มีหมายเลขกำกับตามภาพ รองรับนักศึกษาได้สูงสุด 128 คน ต่อห้อง

แผนผังห้องปฏิบัติการ A และ B



แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องกล้องจุลทรรศน์

ห้องปฏิบัติการ A				ห้องปฏิบัติการ B			
1	2	3	4	 1 	 2 	 3 	 4 
5	6	7	8	 5 	 6 	 7 	 8 
9	10	11	12	 9 	 10 	 11 	 12 
13 	14 	15 	16 	 13 	 14 	 15 	 16 
17 	18 	19 	20 	 17 	 18 	 19 	 20 
21	22	23	24	สำหรับทาง กระจก 21 ชุดสไลด์	สำหรับทาง กระจก 22 ชุดสไลด์	สำหรับทาง กระจก 23 ชุดสไลด์	สำหรับทาง กระจก 24 ชุดสไลด์
25	26	27	28	สำหรับทาง กระจก 25 ชุดสไลด์	สำหรับทาง กระจก 26 ชุดสไลด์	สำหรับทาง กระจก 27 ชุดสไลด์	สำหรับทาง กระจก 28 ชุดสไลด์
29	30	31	32	สำหรับทาง กระจก 29 ชุดสไลด์	สำหรับทาง กระจก 30 ชุดสไลด์	สำหรับทาง กระจก 31 ชุดสไลด์	สำหรับทาง กระจก 32 ชุดสไลด์

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 13,14,15,16 ตั้งกล้องจุลทรรศน์ 1 ตัวที่กำลังขยายภาพ 100 เท่า

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 17,18,19,20 ตั้งกล้องจุลทรรศน์ 1 ตัวที่กำลังขยายภาพ 400 เท่า

ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-20 ตั้งกล้องจุลทรรศน์ 3 ตัว

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 20-32 จัดวางอุปกรณ์และตัวอย่าง

ตารางที่ 4 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องกล้องจุลทรรศน์
ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	วิธีการและรายละเอียดการ ปฏิบัติงาน
13,14,15,16	1. กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2. Stage micrometer 1 แผ่น 3. Ocular micrometer 1 อัน	-	1. ตั้งกล้องที่กำลังขยายภาพ 100 เท่า 2. เลื่อนให้ขีดแรกของ stage micrometer ตรงกันกับ ขีด 0 ของ Ocular micrometer พอดี
17,18,19,20	1. กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2. Stage micrometer 1 แผ่น 3. Ocular micrometer 1 อัน	-	1. ตั้งกล้องที่กำลังขยายภาพ 400 เท่า 2. เลื่อนให้ขีดแรกของ stage micrometer ตรงกันกับ ขีด 0 ของ Ocular micrometer พอดี

ตารางที่ 5 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องกล้องจุลทรรศน์ ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน
1-20	1. กล้องจุลทรรศน์ 3 ตัว 2. Ocular micrometer 1 ชิ้น 3. สไลด์ตัวเลข ตัวอักษร 3 แผ่น 4. สไลด์ขนแปรง 3 แผ่น	-	1. เช็ดทำความสะอาดกล้องและเลนส์ 2. เตรียมกล้องจุลทรรศน์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้คือเลื่อนแท่นวางวัตถุอยู่ในระดับต่ำสุด เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุด
21-32	1. ชุดสไลด์ 1 ชุด 2. น้ำกลั่น 1 ขวด 3. บีกเกอร์ ขนาด 200 มล. 1 ใบ 4. ปากคีบ 1 อัน	สำหรับวาง กระบอก ยาว 5 ซม. 1 ชิ้น	1. ตัดปลายยอดสำหรับวางกระบอกยาว 5 ซม. ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำ 150 มล. 2. ตัวอย่างควรแช่อยู่ในน้ำตลอดเวลา ป้องกันการเหี่ยว 3. ตรวจสอบตัวอย่าง ก่อนปฏิบัติการทุกครั้ง หากไม่อยู่ในสภาพพร้อมใช้ให้เปลี่ยนทันที



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องกล้องจุลทรรศน์

แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ไวรัส, แบคทีเรีย, อาร์เคีย, โพรทิสตา, ฟังไจ

ห้องปฏิบัติการ A				ห้องปฏิบัติการ B			
1 Escherichia coli บนอาหารทราสเซ	Escherichia coli. 2	Staphylococcus aureus 3	สไลด์แพนเย็มแกรม 4	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 1	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 2	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 3	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 4
5	6	7	8	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 5	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 6	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 7	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 8
สไลด์ไฮยาโนแบคทีเรีย 9	สไลด์ไฮยาโนแบคทีเรีย 10	สไลด์ไฮยาโนแบคทีเรีย 11	สไลด์ไฮยาโนแบคทีเรีย 12	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 9	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 10	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 11	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 12
13	14	15	16	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 13	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 14	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 15	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 16
Rhizopus sp. 17	Rhizopus sp. 18	Penicillium sp. 19	Penicillium sp. 20	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 17	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 18	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 19	ชุดสไลด์ สไลด์หมุม วาสลิน น้ำตัวอย่าง 20
21 ตัวอย่างจาก อาหารน่านเสีย	22 ตัวอย่างจาก อาหารน่านเสีย	23 ตัวอย่างจาก อาหารน่านเสีย	24 ตัวอย่างจาก อาหารน่านเสีย	21 สำหรับวากาเมะ	22 สำหรับวากาเมะ	23 สำหรับวากาเมะ	24 สำหรับวากาเมะ
25 เชื้อชนิดต่างๆ ก้อนเชื้อเห็ด	26 เชื้อชนิดต่างๆ ก้อนเชื้อเห็ด	27 เชื้อชนิดต่างๆ ก้อนเชื้อเห็ด	28 เชื้อชนิดต่างๆ ก้อนเชื้อเห็ด	25 ตัวอย่างเสกบัตินท์ จากสาหร่าย	26 ตัวอย่างเสกบัตินท์ จากสาหร่าย	27 ตัวอย่างเสกบัตินท์ จากสาหร่าย	28 ตัวอย่างเสกบัตินท์ จากสาหร่าย
สไลด์ยีสต์ 29	สไลด์ยีสต์ 30	สไลด์ยีสต์ 31	สไลด์ยีสต์ 32	29	30	31	32

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-4, 9-12, 17-32 วางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 5-8, 13-16 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-20 วางกล่องจุลทรรศน์ และอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 21-28 วางอุปกรณ์และตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 29-32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ตารางที่ 6 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่องไวรัส, แบคทีเรีย, อาร์เคีย, โพรทิสตา, ฟังไจ ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน
1	แว่นขยาย 1 อัน	<i>Escherichia coli</i> บนจานเพาะเชื้อ 3 จาน	1.ควรรำจานเพาะเชื้อออกมาวางที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 ชม. เพื่อลดไอน้ำเกาะทำให้เกิดฝ้า 2.ปิดจานเพาะเชื้อด้วยพาราฟินเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อสู่ภายนอก 3.หลังจากปฏิบัติการให้เก็บเข้าตู้เย็นทันทีเพื่อป้องกันเชื้อเจริญ
2	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ <i>Escherichia coli</i> ย้อมแกรม	1.การย้อมแกรม แตะเชื้อปริมาณเล็กน้อยบนเช็บบนแผ่นสไลด์(smear)ให้กระจายตัวสม่ำเสมอ การตรึงตัวอย่าง อย่างลนไฟนานเกินไป อาจทำให้ตัวอย่างแห้งติดสไลด์ได้ 2.หลังปฏิบัติการให้ซับ Immersion Oil และทำความสะอาดเลนส์กล้องทุกครั้ง
3	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ <i>Staphylococcus aureus</i> ย้อมแกรม	1.การย้อมแกรม แตะเชื้อปริมาณเล็กน้อยบนเช็บบนแผ่นสไลด์(smear)ให้กระจายตัวสม่ำเสมอ การตรึงตัวอย่าง อย่างลนไฟนานเกินไป อาจทำให้ตัวอย่างแห้งติดสไลด์ได้ 2.หลังปฏิบัติการให้ซับ Immersion Oil และทำความสะอาดเลนส์กล้องทุกครั้ง
4	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์แหมม ย้อมแกรม	1.ตัดชิ้นแหมมแล้วนำมาถูบนสไลด์1-2 รอบแล้วจึงย้อมแกรม เนื่องจากแหมมหมูมีไขมัน ทำให้เชื้อติดกับสไลด์ได้น้อย 2.เตรียมหลายสไลด์และเลือกสไลด์ที่ดีที่สุดเพื่อตั้งแสดงและหลังปฏิบัติการให้ซับ Immersion Oil และทำความสะอาดเลนส์กล้องทุกครั้ง

หมายเหตุ : เทคนิคย้อมแกรม

แต่เชื้อปริมาณเล็กน้อย วนเชื้อบนแผ่นสไลด์(smear)ให้กระจายตัวสม่ำเสมอ การตรึงตัวอย่างด้วยการผ่านไฟ อย่าลนไฟนานเกินไป อาจทำให้ตัวอย่างแห้งติดสไลด์ได้

1. หยดสี Crystal violet ลงให้ท่วมรอย smear ทิ้งไว้ 30 วินาที
2. ล้างสีออกด้วยน้ำกลั่นที่ไหลเบาๆ
3. หยดสารละลายไอโอดีนให้ท่วมรอย smear ทิ้งไว้ 30 วินาที
4. ล้างออกด้วยน้ำกลั่นที่ไหลเบาๆ
5. ล้างสีออกด้วย 95% Alcohol ประมาณ 10 ถึง 20 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น
6. ย้อมด้วย Safranin O ทิ้งไว้ 30 วินาที
7. ล้างออกด้วยน้ำกลั่น
8. วางสไลด์ไว้ให้แห้งสนิทหรือซับด้วยกระดาษทิชชู ศึกษาได้กล้องจุลทรรศน์

และเมื่อต้องการทำความสะอาดเลนส์ใกล้วัตถุ ให้ใช้น้ำมันด้วยกระดาษเช็ดเลนส์จนหมด แล้วเช็ดตามด้วยแอลกอฮอล์ 95%

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	วิธีการและรายละเอียดการ ปฏิบัติงาน
9-12	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	ແຫນແຕງ 5-10 ດັນ ລອຍນ້ຳໃສ່ petri dish ປິດຝາກັນນ້ຳຮະເຍຍ	1.ໃຊ້ໃບແຫນແຕງ ເພິ່ງ 1-2ໃບເທົ່ານັ້ນ ເພື່ອເຕືືອນສໂລດ ຫາກມາກເກີນໄປຈະ ມີຂະໜາດຫຼາຍ 2.ຫຼັງຈາກປິດກະຈັກປິດສໂລດແລ້ວ ໃຫ້ນຳກະດາຍທິຊູມາຣອນດ້ານບນ ແລ້ວໃຊ້ນິ້ວຫ້ວມື້ມື້ຫຼືຫຼາຍດິນສອ ດ້ານຢາງລບເຕາເບາໆ ເພື່ອໃຫ້ໄຮຍາ ໂນແບັກທີ່ເຮັດການຈາຍຕົວອອກມາຈາກ ໃຕ້ໃບແຫນແຕງ 3.ຄວນໃຊ້ຍາຫາເລີບແບບໄສ ຫາປິດ ຂອບໂດຍຮອບກະຈັກປິດສໂລດ ເພື່ອ ປ້ອກັນນ້ຳຮະເຍຍ
17-20	1.ໃບຄວາມຮູ້ແສດຖາພຳຍາ ໃຕ້ກ້ອນຈຸລທຣຸນຂອງ <i>Rhizopus</i> sp. 2.ໃບຄວາມຮູ້ແສດຖາພຳຍາ ໃຕ້ກ້ອນຈຸລທຣຸນຂອງ <i>Penicillium</i> sp.		
21-24	1.ແວ່ນຂຍາຍ 1 ອັນ	ຕົວຢ່າງ ອາຫານເນ່າ ເສີຍ 1.ຂ້າວໂພດ 2.ຂນມປິ່ງ 3.ສົ້ມ 4.ມະເຂື່ອເທສ	1.ເຕືືອນລ່ວງຫນ້າຢ່າງນ້ອຍ 7 ວັນ ໃນກ້ອນຟລາສຕິກໄສ ສເປຣຽນ້ຳລຸ່ງບນ ຕົວຢ່າງໃຫ້ຂຶ້ນແລ້ວປິດຝາເກັບໄວ້ໃນທີ່ ມື້ດ 2.ກ່ອນນຳມາແສດຖ ຄວນປິດຝາ ຖາຂະໜາດຢ່າງເທບກວາໄສໃຫ້ມື້ດຂີດ ປ້ອກັນເຂື່ອແຮ່ກະຈາຍໃນ ຫ້ອງປັດຕິການ 3.ຂນມປິ່ງ ຄວນໃຊ້ແບບໄສສາກັນ ບູດ

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	วิธีการและรายละเอียดการ ปฏิบัติงาน
25-28	1.แว่นขยาย 1 อัน	1.ก้อนเชื้อเห็ด 2.ตัวอย่าง เห็ด 2.1.เห็ดนางฟ้า 2.2.เห็ดนางรม 2.3.เห็ดชิเมจิ 2.4.เห็ดเข็มทอง 2.5.เห็ดนางฟ้า	1.ก้อนเชื้อเห็ดต้องเลือกก้อนที่มีเส้นใยเจริญ70% 2.เฉพาะเห็ดนางฟ้า ให้ใส่กล่องสเปย์น้ำให้ทั่วแล้วทิ้งไว้จนเกิดเส้นใย 3.เห็ดชนิดอื่นใส่กล่องใส่ปิดฝา
29-32	1.กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ยีสต์	1.สังเกตน้ำผักดองที่ซื้อมาต้องมีฝ้าสีขาวลอยอยู่หรือเตรียมเอง โดยนำแอปเปิ้ล 1 ผล ล้างน้ำ หั่นเป็นชิ้น 5-6 ชิ้นใส่โหลเติมน้ำตาล 1-2 ช้อนชาเติมน้ำให้เหลือพื้นที่ว่าง 1/3 ของโหล คนให้เข้ากัน จากนั้นปิดฝา วางไว้ที่อากาศถ่ายเท 3 วันสังเกตฟองก๊าซหากมีมากจนเกิดแรงดันให้คลายฝาระบายก๊าซออกทุกวัน 7-10 วัน เกิดฝ้าขาวบริเวณผิวหน้า จึงนำมาเตรียมสไลด์ได้ 2.นำน้ำดองที่มีฝ้ามาเตรียมสไลด์ ตั้งกำลังขยายภาพที่ 40 เท่า

ตารางที่ 7 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่องไวรัส, แบคทีเรีย, อาร์เคีย, โพรทิสตา, ฟังไจ ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลข โต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
1-20	1. กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2. ชุดสไลด์ 1 ชุด 3. สไลด์หลุม 1 แผ่น 4. วาสลิน พร้อมไม้เขี่ย	นำตัวอย่าง ได้แก่ 1. น้ำต้มฟาง 2. น้ำจากสระแก้ว* 3. น้ำหน้าดินหรือน้ำเสีย* * เทใส่บีกเกอร์ ขนาด 100 มล.	1. น้ำต้มฟางต้องเตรียมก่อนปฏิบัติการ 10 วัน โดยนำฟางหรือหญ้าแห้ง 1-2 กำมือ ต้มในน้ำ 1.5 ลิตร พักให้เย็นเทใส่โหลทรงกลมปากแคบ เติมน้ำจากคลองหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ 150 มล. ข้อสังเกตให้ใส่พีชที่ลอยบนผิวน้ำลงไปด้วย เช่น แหนแดง แหนเป็ดเล็ก เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะเกาะกับรากพีชมาด้วย ถ้าต้องการให้พารามีเซียมเจริญดีให้เติมข้าวสารลงไป 5-10 เมล็ด วางไว้ที่มีแสงส่องถึงจากนั้นปิดด้วยตาข่ายกันยุงวางไข่ 2. ให้ใช้ตาข่ายลากแพลงก์ตอนมาจากสระแก้ว (สระน้ำในมหาวิทยาลัย) 3. เก็บน้ำจากอ่างบัว อ่างน้ำขังที่มีสีเขียว เก็บเศษดินและตะไคร่น้ำบริเวณผนังอ่างด้วย เพราะที่อยู่อาศัยของอะมีบา
21-24	ถาดขนาดเล็ก 1 ใบ	สาหร่ายวากาเมะ 1 ช้อน	นำสาหร่ายวากาเมะแห้ง มาแช่น้ำอย่างน้อย 30 นาที ก่อนเริ่มปฏิบัติการ
25-28	ถาดขนาดเล็ก 1 ใบ	1. สาหร่ายเขียวทอง ชนิดแคปซูล 2. สาหร่ายโนริแผ่น	ตรวจสอบ Qr code ให้ความรู้ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้เสมอ



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ไวร่า, แบคทีเรีย, อาร์เคีย, โพรทิสตา, ฟังไจ

แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อาณาจักรพืช

ห้องปฏิบัติการ A				ห้องปฏิบัติการ B			
1	2 มอส	3 แกมมาโทไฟต์ Marchantia	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6 ปรง	7 แกมมาโทไฟต์ ของ ปรง	8
9 Selaginella sp.	10	11 Lycopodium sp.	12	9 สน (Pinus sp.)	10	11 แปะก๊วย (Ginkgo)	12
13	14	15	16	13	14 พืช unknown	15	16 กลุ่มวานหางจรเข้
17	18 หวายหนอย	19	20 หญ้าถอดปล้อง	17	18 พืช unknown	19	20
21	22	23	24	21	22	23	24
25 ไมโครสโคป	26 เฟิร์น	27 เฟิร์น	28 เฟิร์น	25	26	27	28
29	30	31	32	29	30	31	32

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 2, 3, 9, 11, 18, 20, 25-28 วางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1, 4-8, 10, 12-17, 21-24, 29-32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 6, 7, 9, 11, 14, 16, 18 วางอุปกรณ์และตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-5, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 19-32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ตารางที่ 8 อุกกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องอาณาจักรพืช ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
2	แว่นขยาย 1 อัน	มอส	วางในกล่องใสหรือถาดให้น้ำเพื่อเพิ่มความชื้นเสมอ
3	แว่นขยาย 1 อัน	แกมีโตไฟท์ ของMarchantia	เตรียมย้ายจากแหล่งที่ขึ้นธรรมชาติใส่กล่องใส ให้วางริมหน้าต่างห้องปฏิบัติการเพื่อรับแสง เป็นเวลา 7-10 วันก่อนมีปฏิบัติการ
9	แว่นขยาย 1 อัน	<i>Selaginella</i> sp. ต้นตีนตุ๊กแก	เลือกต้นตีนตุ๊กแก ที่ rhizophore จำนวนมาก และสังเกตได้ชัดเจน
11	แว่นขยาย 1 อัน	<i>Lycopodium</i> sp. -หางสิงห์, ซ้องนางคลี่	ชนิดอื่นๆอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้กำหนด
18	แว่นขยาย 1 อัน	หวายทยอย	เลือกต้นที่มีอับสปอร์
20	แว่นขยาย 1 อัน	หญ้าถอดปล้อง	1.ต้นที่ปลุกในกระถางขนาดเล็กสูงไม่เกิน 30 ซม. 2.ส่วนของลำต้นที่แสดงการแตกกิ่งก้านข้างอย่างชัดเจน 3.ปลายยอดที่มี strobilus 5-10 ยอด สดหรือดองก็ได้
25	แว่นขยาย 1 อัน	สไลด์ถาวรแกมีโตไฟท์ของเฟิร์น	
26	แว่นขยาย 1 อัน	1.เฟิร์นต้นอ่อนที่ยังเจริญอยู่บนต้นแกมีโตไฟท์ 2.เฟิร์นค่าหลวงหลังลาย 3.เฟิร์นใบมะขาม	1.เน้นต้นที่แสดงส่วนของ rhizome ได้ด้วย 2.ต้องมีต้นที่มีใบอ่อนม้วนงอ
27	แว่นขยาย 1 อัน	เฟิร์นชนิดอื่นๆ	ชนิดเฟิร์นอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้กำหนด
28	แว่นขยาย 1 อัน	เฟิร์นน้ำ 1.จอกหูหนู 2.ผักแว่น	1.จอกหูหนูใส่ตู้ใสน้ำขนาดเล็ก ต้องเลือกที่มีอับสปอร์ 2.ผักแว่นใส่ในถาดที่มีน้ำ

ตารางที่ 9 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องอาณาจักรพืช ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
6	แว่นขยาย 1 อัน	ต้นปรง	1.ชนิดของปรงจะขึ้นกับอาจารย์ผู้สอน 2.ต้องมีต้นปรงที่มีใบอ่อนม้วนงอ
7	แว่นขยาย 1 อัน	1.เมกะสปอโรฟิลล์ 2.เมกะสปอโรฟิลล์ที่ออกรูด ได้รับการผสมแล้ว 3.โคนเพศผู้	-
9	แว่นขยาย 1 อัน	1.โคนเพศผู้ 2.โคนเพศเมีย 3.ต้นสนสามใบ 4.ใบแห้งสนสามใบ	-
11		1.ใบแปะก๊วยแห้ง 2.ผลแปะก๊วย	-
14	แว่นขยาย 1 อัน	พืช Unknown	เป็นกลุ่มพืชใบเลี้ยงคู่ ชนิดพืช อาจารย์ประจำปฏิบัติการเป็นผู้ กำหนด
16	แว่นขยาย 1 อัน	พืชกลุ่มว่านหางจระเข้	ชนิดของว่านหางจระเข้ อาจารย์ ประจำปฏิบัติการผู้สอนเป็นผู้ กำหนด
18	แว่นขยาย 1 อัน	พืช Unknown	เป็นกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ชนิดพืช อาจารย์ประจำปฏิบัติการเป็นผู้ กำหนด



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อาณาจักรพืช

แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ : สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

ห้องปฏิบัติการ A				ห้องปฏิบัติการ B			
1 ตัวอย่าง ฟองน้ำ(แห้ง)	2 สไลด์ spongin fibers	3 สไลด์ spicules	โมเดลจำลอง ตัวอย่าง ไฮดรา 4 สไลด์ถาวร ไฮดรา	โมเดลจำลอง ตัวอย่าง ไฮดรา 1 สไลด์ถาวร ไฮดรา	2 สไลด์ spicules	3 สไลด์ spongin fibers	ตัวอย่าง ฟองน้ำ(แห้ง) 4 สไลด์ ฟองน้ำ
5	6	7	8 แมงกระพรุน (ต่อ)	5 แมงกระพรุน (ต่อ)	6	7	8
9	10 สไลด์ Clonorchis sinensis	11 สไลด์ Opisthorchis viverrini	12	9	10 สไลด์ Opisthorchis viverrini	11 สไลด์ Clonorchis sinensis	12
13 หนอนตัวกลม เพศผู้ เพศเมีย	14	15	16	13	14	15	16 หนอนตัวกลม เพศผู้ เพศเมีย
17 หมึก (สด)	หอยทากแอฟริกัน (สด) 18 พากบ (สด) หอยขม (สด)	19 หอยลาย (สด)	20 ไส้เดือน (ต่อ)	17 หมึก (สด)	18 หอยลาย (สด)	หอยทากแอฟริกัน (สด) 19 พากบ (สด) หอยขม (สด)	20 ไส้เดือน (ต่อ)
21 กิ้งกือ (ต่อ) ตะขาบ (ต่อ)	22 แมงง (สด/แห้ง)	23 กุ้ง (สด)	24 แมงดาทะเล (ต่อ)	21 แมงดาทะเล (ต่อ)	22 กุ้ง (สด)	23 แมงง (สด/แห้ง)	24 กิ้งกือ (ต่อ) ตะขาบ (ต่อ)
25	26 เม่นทะเล (ต่อ)	ดาวทะเล (แห้ง) 27 อีแปะทะเล (แห้ง)	28	25	ดาวทะเล (แห้ง) 26 อีแปะทะเล (แห้ง)	27 เม่นทะเล (ต่อ)	28
29 สไลด์ Rotifer (สด)	30	31 สไลด์ Rotifer (สด)	32	29 สไลด์ Rotifer (สด)	30	31 สไลด์ Rotifer (สด)	32

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-4, 10, 11, 29, 31 วางกล้องจุลทรรศน์ และอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 8, 13, 17-24, 26-27 วางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 5-7, 9, 12, 14-16, 25, 28, 30, 32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-4, 10-11, 29, 31 วางกล้องจุลทรรศน์ และอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 5, 16-24, 26 วางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 6-9, 12-15, 25, 28, 30, 32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ตารางที่ 10 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ :

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
1	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	1.สไลด์ถาวรฟองน้ำ 2.ฟองน้ำแห้ง	1.ตั้งที่กำลังขยายภาพ 40 เท่า 2.ฟองน้ำแห้งให้ปกคลุม ชี้แสดง Ostia และ Osculum
2	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร spongin fibers	กำลังขยายภาพ 400 เท่า
3	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร spicules	กำลังขยายภาพ 400 เท่า
4	1.กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2.โมเดลจำลองไฮดรา 1 ชิ้น 3.แว่นขยาย 1 อัน	1.ไฮดรา เลี้ยงในโหลใส 2.สไลด์ถาวรไฮดรา	1.หาตัวอย่างไฮดรา ในธรรมชาติ ให้นำแหวนเปิดใหญ่หรือจอกผักกาด หรือพีชลอยน้ำ ในอ่างน้ำ หรือสระน้ำ มาใส่บีกเกอร์ หรือแก้วพลาสติกใส ที่มีน้ำอยู่ จากนั้นส่องดูด้วยแว่นขยาย สังเกตไฮดรา(สีเขียว)จะเกาะอยู่ที่ราก 2.จากนั้นนำมาเลี้ยงและเพิ่มจำนวน 3-7 วัน ในโหลใสให้มีปริมาณมากด้วยการให้ไรแดงกินเป็นอาหาร 3 วัน/ครั้ง
8	แว่นขยาย 1 อัน	แมงกะพรุนดอง 2 ตัว	1.เลือกตัวอย่างแมงกะพรุนดองที่สมบูรณ์ใส่ถาดแช่น้ำ 2.ตัวที่ 1 ให้คว่ำลง ตัวที่ 2 ให้หงายขึ้น ให้เห็นส่วนของปาก
10	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร <i>Opisthorchis viverrini</i>	กำลังขยายภาพ 40 เท่า
11	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร <i>Clonorchis sinensis</i>	กำลังขยายภาพ 40 เท่า

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
13	1.แว่นขยาย 1 อัน 2.probe 1 อัน	1.พยาธิตัวกลมเพศผู้ 2.พยาธิตัวกลมเพศเมีย	แช่น้ำในภาตตริงด้วยเข็ม หมุด กั้นลื่นไหล
17	1.แว่นขยาย 1 อัน 2.probe 1 อัน	1.ปลาหมึกสดขนาด 15 ซม. 1 ตัว	ใส่ลงในภาต ผ่าเปิดลำตัว ออก แสดงอวัยวะภายใน
18	1.แว่นขยาย 1 อัน 2.probe 1 อัน	1.หอยลาย 5 ตัว	นำหอย 2 ตัวมาลวกน้ำร้อน 2-3 นาทีเพื่อให้เปลือกหอย เปิดออก จากนั้นนำหอย ทั้งหมดใส่ภาตแช่น้ำ เล็กน้อย
19	แว่นขยาย 1 อัน	1.หอยทากแอฟริกัน 2.ทากบก 3.หอยขม	นำหอยใส่กล่องเลี้ยงใส แยกเลี้ยงดังนี้ หอยทากและทากบกใน กล่องเลี้ยงให้ใส่ดินและเศษ ใบไม้ หอยขมใส่น้ำและดินโคลน เล็กน้อย
20	แว่นขยาย 1 อัน	1.ไส้เดือนดอง 1 ตัว 2.ไส้เดือนดองผ่าเปิด ด้านหลัง เพื่อให้เห็น อวัยวะภายใน 1 ตัว	ใส่ภาตแช่น้ำตริงด้วยเข็ม หมุด
21	แว่นขยาย 1 อัน	1.กิ้งกือดอง 1 ตัว 2.ตะขาบดอง 1 ตัว	แยกใส่ภาตแช่น้ำจนท่วม ตัวอย่าง
22	แว่นขยาย 1 อัน	ตุ๊กแตนสตัฟ	-
23	1.แว่นขยาย 1 อัน 2.probe 1 อัน	กิ้งสด 4-5 ตัว	กิ้งขาว ใส่ภาตแช่น้ำ เล็กน้อย
24	1.probe 1 อัน 2.ปากคืบ 1 อัน	แมงดาทะเลดอง 1 ตัว	นำออกจากฟอรั่มาสีน ล้าง น้ำและแช่น้ำ 24 ชม. ย้าย ใส่ภาตแช่น้ำ

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
26	ปากคีบ 1 อัน	แผ่นทะเลดอง 2-3 ตัว	ใส่ถาดแช่น้ำจนท่วม ตัวอย่าง
27		1.ดาวทะเล 2.อีแปะทะเล	จัดแสดงเป็นตัวอย่างแห้ง
29และ31	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ Rotifer (สด)	หา Rotifer จากรากของต้น จอกแหนบริเวณที่อยู่ใกล้ โคลนหรือตะกอนดินอยู่ ที่ กำลังขยายภาพ 400 เท่า

ตารางที่ 11 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ :

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
1	1.กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2.โมเดลจำลองไฮดรา 3.แว่นขยาย 1 อัน	1.ไฮดรา เลี้ยงในโหลใส 2.สไลด์ถาวรไฮดรา	1.หาตัวอย่างไฮดรา ในธรรมชาติ ให้นำแช่น้ำเปิดใหญ่ หรือจอก ผักกาด หรือพืชลอยน้ำ ในอ่างน้ำ หรือสระน้ำ มาใส่บีกเกอร์ หรือ แก้วพลาสติกใส ที่มีน้ำอยู่ จากนั้น ส่องดูด้วยแว่นขยาย สังเกตไฮดรา (สีเขียว)จะเกาะอยู่ที่ราก 2.จากนั้นนำมาเลี้ยงและเพิ่ม จำนวน 3-7 วัน ในโหลใสให้มี ปริมาณมากด้วยการให้ไรแดงกิน เป็นอาหาร 3 วัน/ครั้ง
2	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร spicules	กำลังขยายภาพ 400 เท่า
3	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร spongin fibers	กำลังขยายภาพ 400 เท่า

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
4	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	1.สไลด์ถาวรฟองน้ำ 2.ฟองน้ำแห้ง	1.ตั้งที่กำลังขยายภาพ 40 เท่า 2.ฟองน้ำแห้งให้ปิดหมุด ชี้ แสดง Ostia และ Osculum
5	แว่นขยาย 1 อัน	แมงกะพรุนดอง 2 ตัว	เลือกตัวอย่างแมงกะพรุน ดองที่สมบูรณ์ใส่ถาดแช่น้ำ ตัวที่ 1 คว่ำลง ตัวที่ 2 หงายขึ้น ให้เห็นส่วนของ ปาก
10	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร <i>Opisthorchis viverrini</i>	กำลังขยายภาพ 40 เท่า
11	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร <i>Clonorchis sinensis</i>	กำลังขยายภาพ 40 เท่า
16	1.แว่นขยาย 1 อัน 2.probe 1 อัน	1.พยาธิตัวกลมเพศผู้ 2.พยาธิตัวกลมเพศเมีย	แช่น้ำในถาดตึงด้วยเข็ม หมุด กั้นลิ้นไหล
17	1.แว่นขยาย 1 อัน 2.probe 1 อัน	ปลาหมึกสดขนาด 15 ซม. 1 ตัว	ใส่ลงในถาด ผ่าเปิดลำตัว ออก แสดงอวัยวะภายใน

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
18	1.แว่นขยาย 1 อัน 2.probe 1 อัน	หอยลาย 5 ตัว	นำหอย 2 ตัว มาลวกน้ำร้อน 2-3 นาที เพื่อให้เปลือกหอยเปิดออก จากนั้นนำหอยทั้งหมดใส่ถาดแช่น้ำเล็กน้อย
19		1.หอยทากแอฟริกัน 2.ทากบก 3.หอยขม	นำหอยใส่กล่องเลี้ยงใส แยกเลี้ยงดังนี้ หอยทากและทากบกในกล่องเลี้ยงให้ใส่ดินและเศษใบไม้ หอยขมใส่น้ำและดินโคลนเล็กน้อย
20	แว่นขยาย 1 อัน	1.ไส้เดือนทอง 1 ตัว 2.ไส้เดือนทองผ่าเปิดด้านหลัง เพื่อให้เห็นอวัยวะภายใน 1 ตัว	ใส่ถาดแช่น้ำตรึงด้วยเข็มหมุด
21	1.probe 1 อัน 2.ปากคีบ 1 อัน	แมงดาทะเลทอง 1 ตัว	นำออกจากฟอร์มาสิน ล้างน้ำและแช่น้ำ 24 ชม. ย้ายใส่ถาดแช่น้ำ
22	1.probe 1 อัน 2.ปากคีบ 1 อัน	กุ้งสด 4-5 ตัว	กุ้งขาว ใส่ถาดแช่น้ำเล็กน้อย
23	แว่นขยาย 1 อัน	ตุ๊กแตนสตัฟ	
24	แว่นขยาย 1 อัน	1.กิ้งกือทอง 1 ตัว 2.ตะขาบทอง 1 ตัว	แยกใส่ถาดแช่น้ำจนท่วมตัวอย่าง
26		1.ดาวทะเล 2.อีแปะทะเล	จัดแสดงเป็นตัวอย่างแห้ง
27	ปากคีบ 1 อัน	แมงทะเลทอง	ใส่ถาดแช่น้ำจนท่วมตัวอย่าง
29และ31	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ Rotifer (สด)	หา Rotifer จากรากของต้นจอกเหวนบริเวณที่อยู่ใกล้โคลนหรือตะกอนดินอยู่ ที่กำลังขยายภาพ 400 เท่า

หมายเหตุ : การดองสัตว์

-แมงกะพรุนขนาดเล็กทำให้สลบหรือชา โดยโรยเกลือตเมนทอล ประมาณ 2-3 เกล็ดลงบนผิวหนัง คงสภาพโดยใช้สารละลาย 20% ฟอर्मาลิน แล้วย้ายมาเก็บรักษาใน 70% แอลกอฮอล์

-ไส้เดือน, กิ้งกือ, ตะขาบ คงสภาพด้วยสารละลาย 5% ฟอर्मาลิน และเก็บรักษาใน 70% แอลกอฮอล์

-แมงดาทะเล คงสภาพและเก็บรักษาด้วยสารละลาย 10% ฟอर्मาลิน หรือเก็บรักษาใน 70% แอลกอฮอล์



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสัตว์ : สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง อาณาจักรสัตว์: สัตว์มีกระดูกสันหลัง

ห้องปฏิบัติการ A				ห้องปฏิบัติการ B			
1 เตี้ย (ตอง)	2	3 เต่าตนุ (ตอง) เต่าทะเล (ตอง)	4	1 สีไม้	2 ปลิง ปลิง Amphioxus	3 สีไม้	4 ปลิง ปลิง Amphioxus
5	6 เต่าบก (ตอง)	7	8 เต่าบก (ตอง)	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10 Lamprey (ตอง)	11 Hagfish (ตอง)	12
13	14 งูสายฟ้าทอร์ (ตอง) สายฟ้าทอร์ งูเขียวพระอินทร์ (ตอง)	15	16 งูสามเหลี่ยม (ตอง)	13	14	15 ปลิง ปลิง Placoid scales	16 ปลาหมึก หมึก (ตอง)
17 Or code วิดีโอ เบียดแมลงวัน	18 Or code วิดีโอ นกฮัมมิงเบิร์ด (strike)	19 นกแก้วหัวดำ (ตอง)	20	17	18	19	20
21	22	23	24	ปลาหมอ (ตอง) 21 ปลิง ปลิง Ganoid scales	ปลากระเบน (ตอง) 22 ปลิง ปลิง Cycloid scales	Garpke (ตอง) 23 ปลิง ปลิง Ganoid scales	24
25	26 ค้างคาวกินแมลง (ตอง)	27 Or code วิดีโอ ค้างคาวคอกคอก	28 ค้างคาวกินผลไม้ (ตอง)	25	26	27	28
29 Or code วิดีโอ ลูกจิ้งจอก	30	31 Or code วิดีโอ แม่ Echidna	32	ลูกจิ้งจอก (ตอง) 29 ปลิง ปลิง Mammalian	30 เขียด (ตอง)	31 นกยาง (ตอง)	32 นกนา (ตอง)

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1, 3, 6, 8, 14, 16-19, 26-29, 31 วางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 2, 4-5, 7, 9-13, 15, 20-25, 30, 32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 2, 4, 15, 21-23, 29 วางกล่องจุลทรรศน์ และอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1, 3, 10, 11, 16, 30-32 วางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 5-9, 12-14, 17-20, 24-28 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ตารางที่ 12 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่องอาณาจักรสัตว์: สัตว์มีกระดูกสันหลัง
ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
1		เหยียดอง 1 ตัว	เช็ดทำความสะอาดและตั้งไว้ที่ โหลดอง
3	แว่นขยาย 1 อัน	1.เต่าตนุดอง 2 ตัว 2.เต่ากระดอง 2 ตัว	เนื่องจากตัวอย่างดองใน แอลกอฮอล์ ย้ายตัวอย่างแต่ละ ชนิดใส่ถาดแยกแช่น้ำจนท่วม
6		เต่าหกสตัฟ 1 ตัว	-
8		เต่านาดอง 1 ตัว	นำตัวอย่างออกมาล้างน้ำ แช่น้ำ เป็นเวลา 24 ชม.ใส่ถาดแช่น้ำจน ท่วมตัวอย่าง ปิดฝาและหุ้ม รอยต่อด้วยพลาสติกใสกันกลิ่น
14	สายวัดขนาด	1.งูแสงอาทิตย์ 1 ตัว 2.งูเขียวพระอินทร์ 1 ตัว	นำออกมาล้างน้ำ แช่น้ำเป็นเวลา 24 ชม.ใส่ถาดแช่น้ำเล็กน้อย
16	แว่นขยาย 1 อัน	งูทางมะพร้าวทอง 1 ตัว	เช็ดทำความสะอาดและตั้งไว้ที่ โหลดอง
17	แผ่นภาพ Qr code วิดีโอ เปิดแมนดาริน	-	-
18	แผ่นภาพ Qr code วิดีโอ นกอีเสือ (shrike)	-	-
19		นกแก้วแล้วธรรมดา สตัฟ 1 ตัว	ใส่กล่องใสสำหรับจัดแสดง
26	แว่นขยาย 1 อัน	ค่างคาวกินแมลงดอง 1 ตัว	เนื่องจากตัวอย่างดองใน แอลกอฮอล์ ย้ายตัวอย่างแต่ละ ชนิดใส่ถาดแยกแช่น้ำจนท่วม
27	แผ่นภาพ Qr code วิดีโอ ค่างคาวตลอดลูก	-	-

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
28	แว่นขยาย 1 อัน	ค้ำควากินผลไม้ดอง 1 ตัว	เนื่องจากตัวอย่างดองใน 70% แอลกอฮอล์ ย้ายตัวอย่างแต่ ละชนิดใส่ภาชนะแยกแช่แข็ง ท่วม
29	1.แผ่นภาพ Qr code วิดีโอ ลูกจิงโจ้	-	-
31	1.Qr codeวิดีโอ แม่ Echidna	-	-

หมายเหตุ : การดองซากสัตว์

-เหี้ยฉีดฟอร์มาลินเข้าไปในตัว เมื่อครบกำหนดจึงนำมาบรรจุใส่ขวดโหลที่มีแอลกอฮอล์ความเข้มข้น
70% จนท่วม

-เต่าตนุ, เต่ากระ, งูแสงอาทิตย์, งูเขียวพระอิน คงสภาพและเก็บรักษาด้วย 70% แอลกอฮอล์ ในขวดโหล

-ค้ำควากินแมลง, ค้ำควากินผลไม้ จัดท่าทางให้กางปีก คงสภาพและเก็บรักษาด้วย 70% แอลกอฮอล์

-เต่านา ฉีดฟอร์มาลินเข้าไปในตัว คงสภาพและเก็บรักษาใน 10% ฟอร์มาลิน

ตารางที่ 13 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่องอาณาจักรสัตว์: สัตว์มีกระดูกสันหลัง
ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
2 และ 4	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร Amphioxus	1.ใส่ocular micrometer 2.กำลังขยายภาพ 400 เท่า
1-3	1.สีไม้ 2.กบเหลาดินสอ 3.ตะกร้าขยะ	-	-
10	แว่นขยาย 1 อัน	Lamprey ดอง 3-4 ตัว	นำLamprey ออกมาล้างน้ำ แช่ น้ำเป็นเวลา 24 ชม.ใส่ถาดแช่ น้ำจนท่วมตัวอย่าง
11	แว่นขยาย 1 อัน	Hagfish ดอง 2 ตัว	นำHagfish ออกมาล้างน้ำ แช่ น้ำเป็นเวลา 24 ชม.ใส่ถาดแช่ น้ำจนท่วมตัวอย่าง
15	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ถาวร Placoid scales	-

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและ คำแนะนำ
16	แว่นขยาย 1 อัน	1.ฉลามดองเพศผู้ 1 ตัว 2.ฉลามดองเพศเมีย 1 ตัว	นำออกมาล้างน้ำ แช่น้ำ จนท่วมเป็นเวลา 24 ชม.ใส่ถาดแช่น้ำเล็กน้อย อาจมีกลิ่นแรง สามารถ จัดแสดงไว้นอก ห้องปฏิบัติการได้
21	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	1.สไลด์ถาวร Ctenoid scales 2.ปลาหมอดอง 1 ตัว	นำปลาหมอ ออกมา ล้างน้ำ แช่น้ำเป็นเวลา 24 ชม.ใส่ถาดแช่น้ำจน ท่วมตัวอย่าง

22	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	1.สไลด์ถาวร Cycloid scales 2.ปลาตะเพียนสด 1 ตัว (ถ้ามี)	1.ตั้งที่กำลังขยายภาพ 40 เท่า 2.หากไม่สามารถหาปลาตะเพียนสดได้ ให้ใช้รูปภาพแสดงแทน
23	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	1.สไลด์ถาวร Ganoid scales 2.ปลาGarpikedอง 1 ตัว	นำปลา Garpike ออกมาล้างน้ำ แช่น้ำ เป็นเวลา 24 ชม.ใส่กรด แชน้ำจันทวนตัวอย่าง
29	1.กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2.แว่นขยาย 1 อัน	1.สไลด์ถาวรผิวหนังกบ 2.ลูกอ๊อด 10-15 ตัว	หาลูกอ๊อดในระยะที่ยังมีหางอยู่ ใส่ในโหลใส
30	แว่นขยาย 1 อัน	เขียดดอง 1 ตัว	เนื่องจากตัวอย่างดองในแอลกอฮอล์ ย้ายตัวอย่างใส่กรดแชน้ำจันทวน
31	แว่นขยาย 1 อัน	กระตังดอง 1 ตัว	เช็ดทำความสะอาดและตั้งไว้ทิ้งโหลดอง
32	แว่นขยาย 1 อัน	กบนาดอง 1 ตัว	เช็ดทำความสะอาดและตั้งไว้ทิ้งโหลดอง

หมายเหตุ : การดองซากสัตว์

-ฉلامผ่าเปิดส่วนลำตัว ฉีดฟอร์มาลินเข้าไปในตัว คงสภาพและเก็บรักษาใน 10% ฟอร์มาลิน

-เขียดดู, กระตัง, คงสภาพและเก็บรักษาด้วย 70% แอลกอฮอล์ ในขวดโหล



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง อาณาจักรสัตว์: สัตว์มีกระดูกสันหลัง

แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่องสารเคมีของสิ่งมีชีวิตและการลำเลียงสารผ่านเซลล์

ห้องปฏิบัติการ A				ห้องปฏิบัติการ B			
1 	2 	3 	4 	1 	2 	3 	4 
5	6	7	8	5 	6 	7 	8 
9 	10 	11 	12 	9 	10 	11 	12 
13 	14 	15 	16 	13 	14 	15 	16 
17 	18 	19 	20 	17 	18 	19 	20 
21	22	23	24	21	22	23	24
25 	26 	27 	28 	25	26	27	28
29	30	31	32	29	30	31	32

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-4, 9-20, 25-28 วางกล้องจุลทรรศน์และอุปกรณ์/ตัวอย่าง/สารเคมี/Unknow

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 5, 21 วางอ่างควบคุมอุณหภูมิ

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 6-8, 22-24, 29-32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-20 วางกล้องจุลทรรศน์และอุปกรณ์/ตัวอย่าง/สารเคมี

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 21-32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ตารางที่ 14 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่องสารเคมีของสิ่งมีชีวิตและการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
โต๊ะเปิดอุปกรณ์ หน้าห้องปฏิบัติการ	ชุดทดลอง* มีดังนี้ 1.rack วางหลอดทดลอง 2.หลอดทดลองขนาด 10 มล. 1 หลอด 3.หลอดหยดสารพลาสติกขนาด 1 มล. 1 อัน 4.หลอดทดลองบรรจุสารUnknown ขนาด 10 มล. 1 หลอด 5.กระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม.ตัดครึ่งวงกลม 1แผ่น ใส่ซองซิปล	-	ชุดทดลอง เตรียมไว้หน้าห้องเรียนเท่ากับจำนวนกลุ่มในแต่ละวัน
1-4 9-12 13-16 17-20 25-28	1.กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2.ชุดสไลด์ 1 ชุด 3.สารละลาย I_2KI ในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 4.สารละลาย 10%NaOH ในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 5.สารละลาย 1%CuSO ₄ ในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 6.สารละลาย Sdan III. ในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด	สารUnknown ขนาด	นักศึกษาจะนำสารUnknown มาทดสอบเพื่อทราบชนิดสารชีวโมเลกุลใด ย้ำให้นักศึกษาระบุหมายเลขสารUnknown ลงในบันทึกผลการทดลอง
6และ21	1.อ่างควบคุมอุณหภูมิ 2.สารละลายเบนดิกทีในขวดฝาหยดขนาด 250 มล. 1 ขวด	-	คุมอุณหภูมิที่ 90-100 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 15 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่องสารเคมีของสิ่งมีชีวิตและการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
1-20	1.กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2.ชุดสไลด์ 1 ชุด 3.microtube ขนาด 1 มล. 3 หลอด 4.ใบมีดโกน 5.น้ำกลั่น ในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 6.สารละลาย 0.2 M Sucrose ในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 7.สารละลาย 0.4 M Sucrose ในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 8.ผง carmine red 9.สารละลายน้ำสบู่ 10% ในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด	ชิ้นส่วนใบว่าน กาบหอยยาว 5 ซม. 3 ชิ้น	เตรียมว่านกาบหอย โดยล้างน้ำให้สะอาด (ใส่ถุงมือป้องกันยาง ทำให้คัน) จากนั้นหั่นเป็นชิ้นยาว 5 ซม. แช่น้ำ ล้างยางด้วยน้ำเปล่า 2 รอบ ย้ายลงใส่จานแก้ว หรือบีกเกอร์ ขนาดเล็ก แช่น้ำจนท่วมชิ้นตัวอย่าง 1 ชุดต่อโต๊ะปฏิบัติการ

การเตรียมสารเคมี

บทที่ 6 สารเคมีของสิ่งมีชีวิตและการลำเลียงสารผ่านเซลล์

สารเคมี

สารละลายไอโอดีน : ละลาย Potassium iodide (KI) หนัก 10 กรัม ในน้ำกลั่นจำนวน 100 มล. เติมผลึกไอโอดีนหนัก 5 กรัม แล้วคนจนละลาย เก็บในขวดสีชาที่

สารละลาย 10%NaOH : ละลาย NaOH 40 กรัม ในน้ำกลั่น 200 มล. ปรับปริมาตรเป็น 400 มล.

สารละลาย 1%CuSO₄ : ละลาย CuSO₄ 20 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล. ปรับปริมาตรเป็น 200 มล.

สารละลาย Sudan III : อุ้่นสารละลาย 70% แอลกอฮอล์ให้อุ่นประมาณ 60 °C ค่อย ๆ เติมผลึก Sudan III จนได้สารละลายที่อิ่มตัว

สารละลายเบนดิกต์ : ละลาย Sodium citrate (หรือ Potassium citrate) 173 กรัม Na₂CO₃ 200 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 800 มล. ในบีกเกอร์ จากนั้นละลาย Copper sulfate 17.3 กรัมในน้ำกลั่น 100 มล. ในบีกเกอร์ ค่อย ๆ เทสารละลาย Copper sulfate ลงในสารละลาย citrate ผสมให้เข้ากันดีแล้ว จึงเติมน้ำกลั่นให้สารละลายทั้งหมดมีปริมาตร 1 ลิตร

สารละลายกรดอะมิโน : เตรียมกรดอะมิโน 0.4% (น.น./ปริมาตร) ใน 10% Propanol

สารละลายนินไฮดริน (สำหรับพ่นกรดอะมิโน) : เตรียมสารละลาย Ninhydrin 0.25% (น.น./ปริมาตร) โดยใช้อะซิโตน จำนวน 250 มล. เป็นตัวทำละลาย

เตรียมสารละลาย Unknown

สารละลายแป้ง : ละลายแป้งมันหนัก 1 กรัม ในน้ำกลั่นจำนวน 100 มล. โดยการต้มให้เดือดพร้อมกวนสารละลายตลอดเวลา โดยใช้แท่งแก้ว

สารละลายไข่ขาว:แยกไข่ขาวออกจากไข่แดง นำไข่ขาว (ประมาณ 125 มลต่อไข่ 1 ฟอง) ใส่ลงในบีกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่น 500 มล. เมื่อผสมให้เข้ากันดีแล้วจึง กรองโดยใช้ผ้าขาวบาง นำส่วนที่กรองผ่านผ้าขาวบางไปทำการทดลอง

สารละลายน้ำผึ้ง :ใช้น้ำผึ้ง 5 กรัม ต่อน้ำกลั่น 100 มล

กะทิ และเครื่องตีผสมกรดอะมิโน : ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด(โดยไม่แสดงเครื่องหมายการค้า)

สารละลาย 0.4 M Sucrose : ละลาย Sucrose 82.15 กรัมในน้ำกลั่น 300 มล. ปรับปริมาตรเป็น 600 มล.

สารละลาย 0.2 M Sucrose : เจือจาง 0.4 M Sucrose 200 มล. ด้วยน้ำกลั่น 200 มล.

สารละลายน้ำสบู่ 10% : ละลายสบู่ 40 กรัม ในน้ำกลั่น 200 มล. ปรับปริมาตรเป็น 400 มล.



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่องสารเคมีของสิ่งมีชีวิตและการลำเลียงสารผ่านเซลล์

แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจระดับเซลล์



หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-4 วางชุดการถ่ายทอดิเล็กตรอน

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 5-8, 21-24 วางโคมไฟ/อุปกรณ์


หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 10,11 วางชุดทดสอบอิทธิพลของแสงต่อการตรึงCO₂

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 12 วางอ่างควบคุมอุณหภูมิ

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 17-20 วางชุดทดสอบการเปลี่ยนแปลงก๊าซในระบบ

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 29-32 วางชุดทดสอบการหมักของยีสต์

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 9, 13-16, 25-28 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ห้องปฏิบัติการ B			
1 ชุดทดสอบ การถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์	2 ชุดทดสอบ การถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์	3 ชุดทดสอบ การถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์	4 ชุดทดสอบ การถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์
5  Rack	6  Rack	7  Rack	8  Rack
9 อ่างคุมอุณหภูมิ	10 ชุดทดสอบ คอไรทีลต่อ การรั่วสารเบน	11 ต้นหญ้าผสม	12
13	14	15	16
17 ชุดทดสอบ พอลิเมอร์เปลี่ยนสถานะ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	18 ชุดทดสอบ พอลิเมอร์เปลี่ยนสถานะ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	19 ชุดทดสอบ พอลิเมอร์เปลี่ยนสถานะ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	20 ชุดทดสอบ พอลิเมอร์เปลี่ยนสถานะ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
21  Rack	22  Rack	23  Rack	24  Rack
25	26	27	28
29 ชุดทดสอบการ การหมักของยีสต์	30 ชุดทดสอบการ การหมักของยีสต์	31 ชุดทดสอบการ การหมักของยีสต์	32 ชุดทดสอบการ การหมักของยีสต์

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-4 วางชุดการถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 5-8, 21-24 วางคอมพิวเตอร์/อุปกรณ์

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 10,11 วางชุดทดสอบประสิทธิภาพของแสงต่อการตรึงCO₂

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 9 วางอ่างควบคุมอุณหภูมิ

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 17-20 วางชุดทดสอบการเปลี่ยนแปลงก๊าซในระบบ

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 29-32 วางชุดทดสอบการหมักของยีสต์

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 12-16, 25-28 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ตารางที่ 16 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ
ระดับเซลล์ ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
โต๊ะเปิดอุปกรณ์ หน้าห้องปฏิบัติการ	ชุดทดลอง* มีดังนี้ 1.microtube ขนาด 1 มล. 7 หลอด 2.แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ 2 แผ่น 3.rack วางหลอดทดลอง 4.หลอดทดลองขนาด 10 มล. 3 หลอด	1.สารสกัดLiving chloroplast ตาม จำนวนกลุ่ม 2.ใบกระดุมทองสด ตามจำนวนกลุ่ม	1.ชุดทดลอง เตรียมไว้หน้า ห้องเรียนเท่ากับจำนวนกลุ่ม ในแต่ละวัน 2.สารสกัดLiving chloroplasts เตรียม ล่วงหน้าก่อนปฏิบัติการไม่ เกิน 2 ชั่วโมง ขั้นตอนการ สกัดแนะนำให้ใช้ Sucrose buffer ไปแช่เย็นก่อน เพื่อ ยืดอายุคลอโรพลาสต์ที่สกัด ได้ หลังสกัดเสร็จทันทีให้รีบ บรรจุใน microtube สีชา และแช่ตู้เย็นทันที 3. ตัดส่วนยอดกระดุมทอง ที่มีลักษณะสมบูรณ์และมี ขนาดใกล้เคียงกัน กลุ่มละ 1-2 ยอด (ในการทดลองใช้ 3 ใบ)
โต๊ะเปิดอุปกรณ์ หน้าห้องปฏิบัติการ	1.สารละลาย 1%TTC 100 มล. 5 ขวด 2.น้ำกลั่น 1 ขวด 3.ถุงซิปลง ขนาดเล็ก กลุ่มละ 2 ซอง 4.ซองที่บแสง กลุ่มละ 1 ซอง 5.ใบมีดโกน 5 อัน 6.ปากกาเคมีชนิดถาวร 7.จาน petri dish 5 คู่	เมล็ดข้าวโพด กลุ่ม ละ 1 เมล็ด	เลือกเมล็ดข้าวโพดที่ สมบูรณ์ ห่อกระดาษทึบชุบน้ำ น้ำใส่กล่อง ทิ้งไว้ 1 คืน

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
1-4	ชุดทดสอบการถ่ายทอด อิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้ 1.สารละลาย DCPIP ในขวดฝา หยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 2.น้ำกลั่นในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 3.สารละลาย Sucrose buffer ในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 4.สารละลาย 0.01 M KCl ใน ขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด	-	-
5-8	1.ปรับ ถาดหลุมเลี้ยงเซลล์ เป็น rack สำหรับวาง microtube 2.โคมไฟ		1.ตรวจสอบสภาพการใช้ งานของโคมไฟให้อยู่ใน สภาพใช้งานได้เสมอ
10		1.อาชีพสม 1-2 ต้น	ตามจำนวนกลุ่มนักศึกษา ใช้ (1ใบต่อกลุ่ม)
11	1.petri dish 10คู่ 2.ปากคีบ 10 อัน 3.สารละลาย I ₂ KI ในขวดสีชา พร้อมหลอดหยด ขนาด 20 มล. 2 ขวด		
12	1.อ่างน้ำคুমอุณหภูมิต่ำ 2.บีกเกอร์ 250 มล. 6 ใบ 3.ปากคีบ 10 อัน 4. 95% แอลกอฮอล์ 500 มล.		
20-17	hydrogencarbonate indicator 200 มล. 1 ขวด		ปรับค่า pH ให้เหมาะสมทุก ครั้งก่อนการทดลอง

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
21-24	1.ปรับ ถาดหลุมเลี้ยงเซลล์ เป็น rack สำหรับวาง microtube 2.โคมไฟ		1.ตรวจสอบสภาพการใช้งานของโคมไฟให้อยู่ในสภาพใช้งานได้เสมอ
29-32	1.สารละลายยีสต์ 200 มล. 2. 10% sucrose 100 มล. 3. 10% galactose 100 มล. 4.กระดาดชิวชู 5.ตะกร้าขยะ 6.ปิเปตต์ ขนาด 1 มล.สวมปลายด้วยท่ออย่าง 15 อัน 7.ลูกยางดูดปิเปตต์ 5 ชิ้น 8.หลอดหยดแก้วพร้อมลูกยาง 6 อัน		1.สารละลายยีสต์ ต้องเตรียมก่อนล่วงหน้าไม่เกิน 1 ชม เพื่อกระตุ้นยีสต์ ดังนี้ ยีสต์ 25 กรัม น้ำ 500 มล. เติมน้ำตาลทราย 10 กรัม คนให้เข้ากัน นำถาดมารอง กันฟองสั้นทิ้งไว้ 1 ชม. จนหมดฟองก๊าซ เทสารละลายยีสต์ลงขวด มีฝาปิด 2. หลอดหยดแก้วพร้อมลูกยาง อย่าง ต้องติดฉลาก ดังนี้ 1.น้ำกลั่น 2 อัน 2.sucrose 2 อัน 3.galactose 2 อัน

ตารางที่ 17 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจระดับเซลล์ ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
โต๊ะเบิก อุปกรณ์หน้า ห้องปฏิบัติการ	ชุดทดลอง* มีดังนี้ 1.microtube ขนาด 1 มล. 7 หลอด 2.แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ 2 แผ่น 3.rack วางหลอดทดลอง 4.หลอดทดลองขนาด 10 มล. 3 หลอด	1.สารสกัดLiving chloroplast ตามจำนวนกลุ่ม 2.ใบกระดุมทองสด ตามจำนวนกลุ่ม	1.ชุดทดลอง เตรียมไว้หน้าห้องเรียน เท่ากับจำนวนกลุ่มในแต่ละวัน 2.สารสกัดLiving chloroplast เตรียมล่วงหน้าก่อนปฏิบัติการไม่เกิน 2 ชั่วโมง ขั้นตอนการสกัดแนะนำให้ นำ Sucrose buffer ไปแช่เย็นก่อน เพื่อ ยืดอายุคลอโรพลาสต์ที่สกัดได้ หลังสกัดเสร็จทันทีให้รีบ บรรจุใน microtube สีฟ้าและแช่ตู้เย็นทันที 3. เด็ดส่วนยอดกระดุมทองที่มีลักษณะ สมบูรณ์และมีขนาดใกล้เคียงกัน กลุ่ม ละ 1-2 ยอด(ในการทดลองใช้ 3 ใบ)
โต๊ะเบิก อุปกรณ์หน้า ห้องปฏิบัติการ	1.สารละลาย 1%TTC 100 มล. 5 ขวด 2.น้ำกลั่น 1 ขวด 3.ถุงซิปลงขนาดเล็ก กลุ่มละ 2 ซอง 4.ซองที่บแสง กลุ่มละ 1 ซอง 5.ใบมีดโกน 5 อัน 6.ปากกาเคมีชนิดถาวร 7.จาน petri dish 5 คู่	เมล็ดข้าวโพด กลุ่ม ละ 1 เมล็ด	เลือกเมล็ดข้าวโพดที่สมบูรณ์ ห่อ กระดาษทึบชุบน้ำใส่กล่อง ทิ้งไว้ 1 คืน

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและ คำแนะนำ
1-4	ชุดทดสอบการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ดังนี้ 1.สารละลาย DCPIP ในขวดฝาหยด ขนาด 20 มล. 1 ขวด 2.น้ำกลั่นในขวดฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 3.สารละลาย Sucrose buffer ในขวด ฝาหยดขนาด 20 มล. 1 ขวด 4.สารละลาย 0.01 M KCl ในขวดฝา หยดขนาด 20 มล. 1 ขวด	-	-
5-8	1.ปรับ ถาดหลุมเลี้ยงเซลล์ เป็น rack สำหรับวาง microtube 2.คอมพิวเตอร์	-	ตรวจสอบสภาพการใช้ งานของคอมพิวเตอร์ให้อยู่ใน สภาพใช้งานได้เสมอ
9	1.อ่างน้ำคูลมอุณหภูมิ 2.บีกเกอร์ 250 มล. 6 ใบ 3.ปากคีบ10 อัน 4. 95% แอลกอฮอล์ 500 มล.		
10	1.petri dish 10คู่ 2.ปากคีบ10 อัน 3.สารละลาย I ₂ KI ในขวดสีชาพร้อม หลอดหยด ขนาด 20 มล. 2 ขวด		

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและ คำแนะนำ
11		1. ถาซีผสม 1-2 ตัน	ตามจำนวนกลุ่ม นักศึกษา ใช้ (1ใบต่อ กลุ่ม)
17-20	hydrogencarbonate indicator 200 มล. 1 ขวด		ปรับค่า pH ให้ เหมาะสมทุกครั้งก่อน การทดลอง
21-24	1.ปรับ ถาดหลุมเลี้ยงเซลล์ เป็น rack สำหรับวาง microtube 2. โคมไฟ	-	ตรวจสอบสภาพการใช้ งานของโคมไฟให้อยู่ใน สภาพใช้งานได้เสมอ
29-32	1. สารละลายยีสต์ 200 มล. 2. 10% sucrose 100 มล. 3. 10% galactose 100 มล. 4. กระจกทึบ 5. ตะกร้าขยะ 6. ปิเปตต์ ขนาด 1 มล. สวมปลายด้วย ท่อยาง 15 อัน 7. ลูกยางดูดปิเปตต์ 5 ชิ้น 8. หลอดหยดแก้วพร้อมลูกยาง 6 อัน	-	1. สารละลายยีสต์ ต้อง เตรียมก่อนล่วงหน้าไม่ เกิน 1 ชม เพื่อกระตุ้น ยีสต์ ดังนี้ ยีสต์ 25 กรัม น้ำ 500 มล. เติมน้ำตาลทราย 10 กรัม คนให้เข้ากัน นำถาดมา รอง กันฟองล้น ทิ้งไว้ 1 ชม. จนหมดฟองก๊าซ เทสารละลายยีสต์ลง ขวด มีฝาปิด 2. หลอดหยดแก้วผสม ตัวอย่าง ต้องติดฉลาก ดังนี้ 1. น้ำกลั่น 2 อัน 2. sucrose 2 อัน 3. galactose 2 อัน

การเตรียมสารเคมี

บทที่ 7 การสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจระดับเซลล์การเตรียมสารเคมี

สารเคมี

สารละลาย I_2KI : Potassium iodide (KI) 3 กรัม ในน้ำกลั่น 25 มล. แล้วเติมผลึก I_2 ลงไป 0.6 กรัม คนจนละลายหมด จึงปรับปริมาตรเป็น 200 มล. ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวดสีชา

สารละลาย hydrogencarbonate indicator : ส่วนที่ 1 ละลายผงสี tinymol blue 0.15 กรัม และผงสี cresol red 0.15 กรัม ใน ethanol 20 มล. ในบีกเกอร์ ส่วนที่ 2 ละลาย "Analar sodium hydrogencarbonate 0.84 กรัม ในน้ำกลั่น 900 มล. จากนั้นนำสารละลายในส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 มาผสมรวมกัน แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ก่อนใช้ให้เจือจางสารละลายที่ได้นี้ 10 เท่า โดยใช้ น้ำกลั่น แล้วพ่นอากาศด้วยเครื่อง airate ประมาณ 10 นาที เพื่อให้สารละลายอยู่ในสภาพสมดุลกับบรรยากาศ สีของสารละลายจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลแดง

สารละลาย dichlorophenolindophenol (DCPIP) : เตรียมสารละลาย DCPIP (2.5×10^{-4} M) โดยละลาย DCPIP 72.5 มล. ในน้ำกลั่น 500 มล. ละลายดีแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

สารละลาย sucrose buffer : Sucrose buffer ประกอบด้วย 0.4 M sucrose 0.11 M NaCl และ 0.02 M KH_2PO_4 ที่ pH 6.8 โดย ละลาย sucrose 144 กรัม NaCl 0.5 กรัม และ KH_2PO_4 2.72 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มล. แล้วปรับ pH ให้ได้ 6.8 ด้วย 1.0 M NaOH แล้วจึงปรับปริมาตร ให้เป็น 1 ลิตร

สารละลาย 0.01 M KCl : ละลาย KCl 0.0746 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

Living chloroplast : นำสารละลาย sucrose buffer แช่ไว้ในตู้เย็นก่อนล่วงหน้า แล้วนำไปตำลึงมาล้างให้สะอาดล้าง หรือซบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักให้ได้ 40 กรัม ใส่ใบตำลึงในเครื่องปั่นและเติม sucrose buffer ลงไป 200 มล. ปั่น ด้วยความเร็วต่ำก่อนแล้วจึงใช้ความเร็วสูง 15 วินาที นำมากรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้นที่ชุ่มด้วย sucrose buffer เย็น นำ chloroplast suspension ที่กรองได้มา Centrifuge ที่ 3,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แล้วเทสารละลาย sucrose buffer ที่ ส่วนบนทิ้งไป นำตะกอน chloroplast suspension ที่ได้มาเติมด้วย sucrose buffer ที่เย็น หลอดละ 15 มล. ค่อยๆ คนเบาๆ ด้วยแท่งแก้ว นำ chloroplast suspension ที่ได้ทั้งหมดมารวมกันไว้ในขวดสีชาและแช่เย็นไว้ และ ในช่วงที่นำมาทำการทดลองควรแช่ไว้ในภาชนะที่มีน้ำแข็ง ควรตรวจสอบคุณภาพของ chloroplast ที่ได้ว่าอยู่ใน สภาพที่ดีหรือไม่ โดยนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

สารละลายเตตระโซเลียม:ละลาย 2, 3, 5 triphenyl tetrazolium chloride (TTC) ในอัตราส่วนของสารหนัก 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่มีช่วงความเป็น กรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 6.5-7.5 ปริมาตร 100 มล.









































สารละลาย 10% sucrose : ละลาย sucrose 30 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 300 มล.

สารละลาย 10% galactose : ละลาย galactose 30 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 300 มล.



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจระดับเซลล์

แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่องพันธุศาสตร์บริสุทธ์: การแบ่งเซลล์

ห้องปฏิบัติการ A				ห้องปฏิบัติการ B			
1 	2 	3 	4 	1  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	2  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	3  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	4  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>
5 	6 	7 	8 	5  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	6  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	7  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	8  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>
9 	10 	11 	12 	9  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	10  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	11  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	12  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>
13 	14 	15 	16 	13  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	14  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	15  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	16  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>
17 	18 	19 	20 	17  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	18  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	19  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>	20  <small>ชุดย้อม ชุดไล่</small>
21	22	23	24	21	22	23	24
25	26	27	28	25	26	27	28
29	30	31	32	29	30	31	32

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-8 วางกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่าและสไลด์การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 9-20 วางกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่าและสไลด์การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 21-32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-20 วางกล้องจุลทรรศน์/ชุดย้อมสี/อุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 21-32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ตารางที่ 18 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่องพันธุศาสตร์บริสุทธิ์: การแบ่งเซลล์
ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
1และ5	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ปลายรากหอม ระยะ Prophase	กำลังขยาย 400 เท่า ติดป้ายห้ามเลื่อนสไลด์
2และ6	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ปลายรากหอม ระยะ Metaphase	กำลังขยาย 400 เท่า ติดป้ายห้ามเลื่อนสไลด์
3และ7	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ปลายรากหอม ระยะ Anaphase	กำลังขยาย 400 เท่า ติดป้ายห้ามเลื่อนสไลด์
4และ8	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ปลายรากหอม ระยะ Telophase	กำลังขยาย 400 เท่า ติดป้ายห้ามเลื่อนสไลด์
9-20	กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว	สไลด์ระยองเรณู ระยะการแบ่งเซลล์ แบบไมโอซิส	-ตั้งสไลด์ถาวร ระยะต่างๆ โดยสุ่ม หรือ เตรียมสไลด์สดจากดอกกุ้ยช่าย เลือกดอกที่ยังไม่บาน ใช้เข็มเขี่ยเปิด นำอับเรณูจากตำแหน่งดอกย่อยจาก ระดับกลางไปถึงล่าง มาผ่าครึ่งด้วย ใบมีดโกน แล้วคั้นเอาของเหลวออกมา เพื่อ มาย้อมสีตามคู่มือปฏิบัติการ วิธี ดังกล่าวจะทำให้ได้เพิ่มโอกาสพบเซลล์ ที่อยู่ในระยะการแบ่งเซลล์แบบไมโอ ซิสเพิ่มมากขึ้น หากนำมาดูใต้กล้อง จุลทรรศน์แล้วพบว่า เซลล์ส่วนใหญ่ไม่ อยู่ในระยะการแบ่งเซลล์ที่สนใจ ให้ เตรียมสไลด์ใหม่ โดยเลื่อนตำแหน่ง ของดอกย่อยที่ถัดตกลงมา ทำเช่นนี้ จนกว่าจะได้ระยะที่ต้องการ

ตารางที่ 19 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่องพันธุศาสตร์บริสุทธิ์: การแบ่งเซลล์
ห้องปฏิบัติการ B

เตรียมอุปกรณ์ สำหรับอาจารย์ประจำปฏิบัติการ

- กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว พร้อมชุดสำหรับส่งภาพใต้อุปกรณ์ไปยังคอมพิวเตอร์
- คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
- ชุดสำหรับสาธิตการเตรียมสไลด์และการย้อมสี เช่นเดียวกับนักศึกษา 1 ชุด

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
1-20	1.กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2.ชุดสไลด์ 1 ชุด 3.ย้อม aceto orcein สี 1 ขวด 4. 1N HCl 10 มล. 1 ขวด 5.กระดาษซับสีส่วนเกิน 6.ดินสอดำเป็นยางลบ 7.เข็มหมุด 8.ใบมีดโกน 9.ปากคีบ 1 อัน 10.น้ำกลั่น 11.petri dish 1 คู่	ปลายรากหอมแดง ที่แช่ ในแอลกอฮอล์ 70%	1.นำหอมแดงมาแช่น้ำหรือ ปักในทรายละเอียดเป็น เวลา 5-7 วันจนรากงอก 2.ควรตัดปลายรากหอมใน ช่วงเวลาที่เซลล์แบ่งตัว ได้แก่ 9.00 น. และ 13.00 น. 3.ตัดปลายรากให้มีความ ยาวประมาณ 1.5-2.0 ซม. เพื่อสะดวกและไม่ซ้ำให้ใช้ ปากคีบ 1 อันเคลื่อนย้ายไป ยังน้ำยาคงสภาพ (ประกอบด้วย absolute ethyl alcohol 3 ส่วน และ glacial acetic acid 1 ส่วน) 2.ควรคลุมพื้นโต๊ะบางส่วน ด้วยแผ่นพลาสติก ป้องกันสี ย้อมหกติดโต๊ะปฏิบัติการ

บทที่ 8 พันธุศาสตร์บริสุทธิ์: การแบ่งเซลล์

สี aceto-orcein สำหรับย้อมโครโมโซม : ชั่ง orcein 1 กรัม ต้ม glacial acetic acid 100 มล. ให้เดือดแล้วละลายสี orcein ลงไปในกรดที่กำลังเดือดและคนให้ละลายจนหมด ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 เพื่อเก็บเป็น stock solution แล้วเก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 - 10 °C เจือจางกรดก่อนนำมาใช้ให้ได้ความเข้มข้น 45% ด้วยน้ำกลั่น แล้วกรองด้วยกระดาษกรองอีกครั้ง

เตรียม 1N HCl นำสารละลาย HCl 100%w/w มา 18.25 ml และปรับปริมาตรให้เป็น 500 ml จะได้สารละลาย HCl ความเข้มข้น 1 N

เตรียมสไลด์การแบ่งเซลล์ปลายรากหอม :

1. นำปลายรากหอม 3-5 รากใส่ใน Microtube เติม 1N HCl จนท่วม ปิดฝา ทิ้งไว้ 3-5 นาที ดูด 1N HCl เติมทิ้ง เติมน้ำกลั่นแทนลงไป

2. นำปลายราก 1 ชิ้น มาวางบนกระจกสไลด์ซับน้ำออกด้วยกระดาษทิชชูซับปลายแหลมไว้แห้ง

3. หยดสี aceto-orcein จนท่วมปลายราก ทิ้งไว้ 5-10 นาที

4. ย้ายปลายรากเติมไปวางบนกระจกสไลด์แผ่นใหม่ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ คลุมทั้งสไลด์ด้วยทิชชูที่พับทบ 3-5 ชั้น (มีความหนาประมาณ 0.5 ซม) เพื่อซับสีส่วนเกินและกันกระแทก

5. ใช้ดินสอด้านปลายติดยางลบ เคาะลงกระจกสไลด์บริเวณปลายราก 2-3 ครั้ง เพื่อให้เซลล์กระจายตัวเป็นเซลล์เดี่ยวๆ ตรวจสอบด้วยการดูใต้กล้องจุลทรรศน์ (นำออกมาเคาะจนกว่าเซลล์กระจายตัวดีหรือพอใจ) จากนั้นทาน้ำยาเคลือบเล็บปิดโดยรอบกระจกปิดสไลด์เพื่อให้สไลด์คงสภาพใช้ได้นาน (เก็บไว้ใช้ได้ 1-2 วัน)



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่องพันธุศาสตร์ปรีสุทธี: การแบ่งเซลล์

แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่องพฤติกรรมสัตว์

ห้องปฏิบัติการ A				ห้องปฏิบัติการ B			
1 ชาวปล่อยแมลงหี	2 ชาวปล่อยแมลงหี	3 ชาวปล่อยแมลงหี	4 ชาวปล่อยแมลงหี	1 ชาวปล่อยแมลงหี	2 ชาวปล่อยแมลงหี	3 ชาวปล่อยแมลงหี	4 ชาวปล่อยแมลงหี
5	6	7	8	5	6	7	8
 9	 10	 11	 12	 9	 10	 11	 12
13	14	15	16	13	14	15	16
 17	 18	 19	 20	 17	 18	 19	 20
21	22	23	24	21	22	23	24
 25	 26	 27	 28	 25	 26	 27	 28
29	30	31	32	29	30	31	32

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-4 วางอุปกรณ์สำหรับปล่อยแมลงหี

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 9-12, 17-20, 25-28 วางคอมพิวเตอร์

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 5-8, 13-16, 21-24, 29-32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1-4 วางอุปกรณ์สำหรับปล่อยแมลงหี

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 9-12, 17-20, 25-28 วางคอมพิวเตอร์

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 5-8, 13-16, 21-24, 29-32 ไม่มีการจัดวางอุปกรณ์/ตัวอย่าง

ตารางที่ 20 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่องพฤติกรรมสัตว์ ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
โต๊ะเปิดอุปกรณ์ หน้าห้องปฏิบัติการ	<p>1.หลอดทดลองขนาด 15 ซม. บรรจุ ตัวอย่างดังนี้ (ชุด Chemotaxis)</p> <p>ชุดที่ 1 สำลีเปียก 1 หลอด สำลีแห้ง 1 หลอด แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>ชุดที่ 2 สำลีเปียก 1 หลอด มะละกอ 1 หลอด แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>ชุดที่ 3 สำลีเปียก 1 หลอด สับปะรด 1 หลอด แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>ชุดที่ 4 สำลีเปียก 1 หลอด กล้วยใหม่ 1 หลอด แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>ชุดที่ 5 กล้วยใหม่ 1 หลอด กล้วยเก่า 1 หลอด แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>2.ท่อแก้วรูปตัวที 1 ชิ้นต่อ 1 ชุดการ ทดลอง</p> <p>3.ท่อPVC ยาว 30 ซม.1 อันต่อกลุ่ม</p> <p>4.จุกยางอุดท่อ PVC 1 ชิ้นต่อกลุ่ม</p> <p>5.หลอดแก้วขนาดกลาง 2 หลอดต่อ กลุ่ม</p> <p>6.เทปใส</p>	แมลงหวี่อด อาหาร	<p>1.เลี้ยงแมลงหวี่ก่อนการทำ ปฏิบัติการ 3 สัปดาห์ เพื่อให้มีแมลงหวี่ที่แข็งแรง และปริมาณเพียงพอ</p> <p>2.ถ่ายแมลงหวี่ใส่หลอด เปล่าปิดด้วยแผ่นพารา ฟิล์ม เพื่ออดอาหาร 3 ซม. ก่อนนำมาทดลอง</p> <p>3.ขนาดสำลีและขนาดชิ้น ผลไม้ที่หันต้องมีขนาด ใกล้เคียงกัน ขณะใส่ผลไม้ พยายามอย่าใหญ่เกินไปข้าง หลอด ใช้กระดาษทิชชูเช็ด ทำความสะอาด พร้อมปิด ด้วยแผ่นพาราฟิล์ม</p> <p>4.เตรียมกล้วยเก่า โดยปอก กล้วยสุกใส่ภาชนะมีฝาปิด ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน</p> <p>5.จำนวนซ้ำของชุด Chemotaxis แต่ละชุด ขึ้นกับจำนวนกลุ่มของ นักศึกษา (4-5คนต่อ กลุ่ม)</p>

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
โต๊ะเบิกอุปกรณ์ หน้าห้องปฏิบัติการ	โหลใส ขนาด 8x10x25 ซม.	ปลากัดเพศผู้	เตรียมปลากัดเพศผู้ อย่างน้อย 10 ตัว
1-4	ขวดน้ำขนาด 600 มล. 5 ขวดสำหรับปล่อยแมลงหวี่		ล้างทำความสะอาดขวดแล้ว ผึ่งให้แห้ง ป้องกันแมลงหวี่ ติดน้ำในขวด
9-12 17-20 25-28	โคมไฟขนาด 60 วัตต์		เพื่อไม่ให้ความร้อนสูงเกินไป จะมีผลกระทบต่อพฤติกรรม แมลงหวี่

ตารางที่ 21 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่องพฤติกรรมสัตว์ ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
โต๊ะเปิดอุปกรณ์หน้าห้องปฏิบัติการ	<p>1.หลอดทดลองขนาด 15 ซม. บรรจุตัวอย่างดังนี้ (ชุด Chemotaxis)</p> <p>ชุดที่ 1</p> <p>สำลีเปียก 1 หลอด</p> <p>สำลีแห้ง 1 หลอด</p> <p>แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>ชุดที่ 2</p> <p>สำลีเปียก 1 หลอด</p> <p>มะละกอ 1 หลอด</p> <p>แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>ชุดที่ 3</p> <p>สำลีเปียก 1 หลอด</p> <p>สับปะรด 1 หลอด</p> <p>แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>ชุดที่ 4</p> <p>สำลีเปียก 1 หลอด</p> <p>กล้วยใหม่ 1 หลอด</p> <p>แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>ชุดที่ 5</p> <p>กล้วยใหม่ 1 หลอด</p> <p>กล้วยเก่า 1 หลอด</p> <p>แมลงหวี่ 10-15 ตัว 1 หลอด</p> <p>2.ท่อแก้วรูปตัวที 1 ขึ้นต่อ 1 ชุดการทดลอง</p> <p>3.ท่อPVC ยาว 30 ซม.1 อันต่อกลุ่ม</p> <p>4.จุกยางอุดท่อ PVC 1 ขึ้นต่อกลุ่ม</p> <p>5.หลอดแก้วขนาดกลาง 2 หลอดต่อกลุ่ม</p> <p>6.เทปใส</p>	<p>1.แมลงหวี่อดอาหาร</p>	<p>1.เลี้ยงแมลงหวี่ก่อนการทำปฏิบัติการ 3 สัปดาห์ เพื่อให้มีแมลงหวี่ที่แข็งแรงและปริมาณเพียงพอ</p> <p>2.ถ่ายแมลงหวี่ใส่หลอดเปล่าปิดด้วยแผ่นพาราฟิล์ม เพื่ออดอาหาร 3 ซม. ก่อนนำมาทดลอง</p> <p>3.ขนาดสำลีและขนาดชิ้นผลไม้ที่หันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน ขณะใส่ผลไม้พยายามอย่าให้ใหญ่เปื้อนข้างหลอด ใช้กระดาษทิชชูเช็ดทำความสะอาด พร้อมปิดด้วยแผ่นพาราฟิล์ม</p> <p>4.เตรียมกล้วยเก่า โดยปอกกล้วยสุกใส่ภาชนะมีฝาปิด ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน</p> <p>5.จำนวนซ้ำของชุด Chemotaxis แต่ละชุด ขึ้นกับจำนวนกลุ่มของนักศึกษา(4-5คนต่อกลุ่ม)</p>

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
โต๊ะเบิกอุปกรณ์หน้า ห้องปฏิบัติการ	โพลีใส ขนาด 8x10x25 ซม.	1.ปลากัดเพศผู้	เตรียมปลากัดเพศผู้ อย่างน้อย 10 ตัว
1-4	ขวดน้ำขนาด 600 มล. 5 ขวด สำหรับปล่อยแมลงหวี่		ล้างทำความสะอาดขวด แล้วผึ่งให้แห้ง ป้องกัน แมลงหวี่ติดน้ำในขวด
9-12 17-20 25-28	โคมไฟขนาด 60 วัตต์		เพื่อไม่ให้ความร้อนสูง เกินไปจะมีผลกระทบต่อ พฤติกรรมแมลงหวี่



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่องพฤติกรรมสัตว์

แผนผังการจัดวาง บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่องนิเวศวิทยา

ห้องปฏิบัติการ A				ห้องปฏิบัติการ B				
กระบอก ทราย	ชุดแปลงสุ่ม 1	2	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดแปลงสุ่ม 4	กระบอก ทราย
5	6	7	8	5	6	7	8	
กระบอก ทราย	ชุดแปลงสุ่ม 9	10	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดแปลงสุ่ม 12	กระบอก ทราย
13	14	15	16	13	14	15	16	
กระบอก ทราย	ชุดแปลงสุ่ม 17	18	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดแปลงสุ่ม 20	กระบอก ทราย
21	22	23	24	21	22	23	24	
กระบอก ทราย	ชุดแปลงสุ่ม 25	26	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดแปลงสุ่ม 28	กระบอก ทราย
กระบอก ทราย	ชุดแปลงสุ่ม 29	30	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ ไฮโดรเมเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ pH indicator	ชุดไลต์ 0.85%NaCl ปลา ไลเคน แพลงก์ตอน	ชุดแปลงสุ่ม 32	กระบอก ทราย

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1, 9, 17, 25, 29 วางกระบอกทราย/ชุดแปลงสุ่ม

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 3, 11, 19, 27, 31 วางกล้องจุลทรรศน์ 3 ตัวและอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 4, 12, 20, 28, 32 วางกล้องจุลทรรศน์ 1 ตัวและอุปกรณ์/อุปกรณ์/ตู้ปลา

ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 4, 12, 20, 28, 32 วางกระบอกทราย/ชุดแปลงสุ่ม

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 2, 10, 18, 26, 30 วางกล้องจุลทรรศน์ 3 ตัวและอุปกรณ์/ตัวอย่าง

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ 1, 9, 17, 25, 29 วางกล้องจุลทรรศน์ 1 ตัวและอุปกรณ์/อุปกรณ์/ตู้ปลา

ตารางที่ 22 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่องนิเวศวิทยาห้อง ปฏิบัติการ A

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและ คำแนะนำ
1,9,17,25และ 29	1. กระบะทรายขนาด 120x60 ซม. จำนวน 1 กระบะ 2. ถาดอะลูมิเนียม ขนาด 20x30 ซม. จำนวน 3 ถาด 3. แพลงส้อมขนาด 10x10 จำนวน 1 ชิ้น 4. ซ้อนตักทราย 1 คัน 5. แผ่นภาพแผ่นผังแปลงส้อม	1. ลูกเหล็กทรงกลม ขนาด เส้นผ่าน ศูนย์กลาง 5 มม. จำนวน 400 ลูก	1. กั้นกระบะทรายให้มี ขนาด 60x60 ซม. ด้วย แผ่นไม้ 2. เตรียมกระบะทราย ด้วยการเกลี่ยทรายให้ เสมอและกระจายลูก เหล็กให้ทั่วถาด
3, 11, 19, 27, 31	1. กล้องจุลทรรศน์ 3 ตัว 2. ชุดสไลด์ 1 ชุด 3. 0.85% NaCl 20 มล. 1 ขวด พร้อมหลอดหยด 4. เข็มหมุด 4 เล่ม	1. ปลวก 2. ไลเคน 3. แหนแดง	1. เลือกปลวกที่มีหัวสี ขาวท้องสีขาว 2. นำปลวกและซากไม้ จากรังปลวกมาใส่ใน petri dish สเปรย์น้ำ เล็กน้อย 3. ไลเคน ไซ้ใบมีดบางๆ เช่นใบมีดคัดเตอร์ ผานไลเคนออกจาก ต้นไม้ จากนั้นนำมาแช่ ในน้ำจนอ่อนตัว แล้ว แบ่งใส่ petri dish ปิด ฝา 4. ให้เลือกเอาเฉพาะ แหนแดงเท่านั้นมาใส่ใน petri dish เพราะอาจมี พืชน้ำอื่นๆปะปนจะทำ ให้นักศึกษาสับสน

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและ คำแนะนำ
4, 12, 20, 28, 32	1. กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2. ชุดสไลด์ 1 ชุด 3. ไฮโกรมิเตอร์ 4. เทอร์โมมิเตอร์ 5. กระดาษ pH indicator 6. น้ำกลั่น 7. ปิกเกอร์ขนาด 80 มล. 8. ตู้ปลาขนาด 30x50x40 ซม.	1. นำตัวอย่างที่มีแพลงก์ตอน สัตว์ขนาดเล็ก 2. ตัวอย่างพืชใส่ตู้ปลา - กกอินทรีย์ - บัว - กระจเม็ง - แหนเปิดเล็ก - แหนเปิดใหญ่ - แหนแดง - สาหร่ายพวงชะโด - สาหร่ายหางกระรอก 3. ตัวอย่างสัตว์ในตู้ปลา - กุ้ง - ปลาเข็ม - ปลาหางนกยูง - ปลากุรุม - ลูกปลานิล - ลูกปลาดุก - หอยขม	หลังปฏิบัติการแยก ปลาดุกออกจากตู้ ปลาทุกครั้ง

ตารางที่ 23 อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่องนิเวศวิทยาห้อง ห้องปฏิบัติการ B

หมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและคำแนะนำ
4, 12, 20, 28, 32	<ol style="list-style-type: none"> 1. กระบะทรายขนาด 60x120 ซม. จำนวน 1 กระบะ 2. ถาดอะลูมิเนียม ขนาด 20x30 ซม. จำนวน 3 ถาด 3. แพลงส้อมขนาด 10x10 จำนวน 1 ชิ้น 4. ซ้อนตักทราย 1 คัน 5. แผ่นภาพแผ่นผังแปลงส้อม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ลูกเหล็กทรงกลม ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. จำนวน 400 ลูก 	<ol style="list-style-type: none"> 1. กั้นกระบะทรายให้มีขนาด 60x60 ซม. ด้วยแผ่นไม้ 2. เตรียมกระบะทรายด้วยการเกลี่ยทรายให้เสมอและกระจายลูกเหล็กให้ทั่วถาด
2, 10, 18, 26, 30	<ol style="list-style-type: none"> 1. กล้องจุลทรรศน์ 3 ตัว 2. ชุดสไลด์ 1 ชุด 3. 0.85% NaCl 20 มล. 1 ขวด พร้อมหลอดหยด 4. เข็มหมุด 4 เล่ม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปลวก 2. ไลเคน 3. แหนแดง 	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกปลวกที่มีหัวสีขาวห้องสีขาว 2. นำปลวกและซากไม้จากรังปลวกมาใส่ใน petri dish สเปรย์น้ำเล็กน้อย ปิดฝา 3. ไลเคน ใช้ใบมีดบางๆ เช่น ใบมีดตัดเตอร์ ผานไลเคนออกจากต้นไม้ จากนั้นนำมาแช่ในน้ำจนอ่อนตัว แล้วแบ่งใส่ petri dish ปิดฝา 4. ให้เลือกเอาเฉพาะแหนแดงเท่านั้นมาใส่ใน petri dish เพราะอาจมีพีชีน้ำอื่นๆปะปน จะทำให้นักศึกษาสับสน

หมายเลขโต๊ะ ปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมี	ตัวอย่าง	ข้อควรระวังและ คำแนะนำ
1, 9, 17, 25, 29	1. กล้องจุลทรรศน์ 1 ตัว 2. ชุดสไลด์ 1 ชุด 3. ไฮโกรมิเตอร์ 4. เทอร์มิเตอร์ 5. กระดาษ pH indicator 6. น้ำกลั่น 7. บีกเกอร์ขนาด 80 มล. 8. ตู้ปลาขนาด 30x50x40 ซม.	1. น้ำตัวอย่างที่มีแพลงก์ ตอน สัตว์ขนาดเล็ก 2. ตัวอย่างพืชใต้น้ำตู้ปลา - กกอินเดีย - บัว - กระจเม็ง - แหนเป็ดเล็ก - แหนเป็ดใหญ่ - แหนแดง - สาหร่ายพวงชะโด - สาหร่ายหางกระรอก 3. ตัวอย่างสัตว์ในตู้ปลา - กุ้ง - ปลาเข็ม - ปลาหางนกยูง - ปลากริม - ลูกปลานิล - ลูกปลาดุก - หอยขม	หลังปฏิบัติการแยก ปลาดุกออกจากตู้ ปลาทุกครั้ง

หมายเหตุ : การเตรียม 0.85%NaCl

ละลาย NaCl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 200 มล.



สแกนเพื่อดูภาพประกอบ บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่องนิเวศวิทยา

3.การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

การประเมินผลการปฏิบัติงานการเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี ตัวอย่างพืชและสัตว์ สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103) ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ให้สอดคล้องหลักการปฏิบัติงาน PDCA เป็นการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน เพื่อนำผลการประเมินไปพิจารณาวางแผนพัฒนาการปฏิบัติงานต่อไป ดังที่ได้กล่าวไว้ ในบทที่ 3 ผู้เขียนจะทำการประเมินตนเองเมื่อแล้วเสร็จภาคการศึกษา โดยคาดหวังไว้ว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ควรประสบความสำเร็จ มากกว่า 80 %

ตารางที่ 24 ตารางติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

เป้าหมาย	คะแนน				
	5	4	3	2	1
	สำเร็จตามเป้าหมาย 100%	สำเร็จตามเป้าหมาย 80%	สำเร็จตามเป้าหมาย 60%	สำเร็จตามเป้าหมาย 40%	สำเร็จตามเป้าหมาย 20%
1.เตรียมปฏิบัติการเสร็จตามกำหนดการ					
2.เตรียมปฏิบัติการถูกต้องตามคู่มือปฏิบัติการ					
3.อุปกรณ์ สารเคมี ตัวอย่างเพียงพอต่อกลุ่มนักศึกษา					
4.การให้บริการและประสานงานกับผู้ประสานงานและอาจารย์คุมปฏิบัติการได้เป็นอย่างดี					
5.สามารถแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการเตรียมและการคุมปฏิบัติการได้เป็นอย่างดี					

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และการพัฒนางาน

เนื่องด้วยในรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512 103) เป็นวิชาปฏิบัติการที่เน้นให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ผ่านการลงมือทำ ได้เห็นและสัมผัสตัวอย่างจริง ทั้งพืชและสัตว์ ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญและท้าทายคือการเตรียมตัวอย่างสด หรือตัวอย่างสิ่งมีชีวิต ที่ต้องมีช่วงอายุที่เหมาะสมต่อการทำปฏิบัติการ หรือการค้นหาตัวอย่างจากแหล่งธรรมชาติซึ่งเตรียมขึ้นเองไม่ได้ มักมีปริมาณแปรผันไปตามฤดูกาล ไม่แน่นอน รวมถึงการจัดการดูแลตัวอย่างระหว่างการเปลี่ยนกลุ่มวันเรียนปฏิบัติการให้ทันเวลา การประสานงานเพื่อปรับเอกสารการสอน คู่มือปฏิบัติการ และบันทึกให้เป็นปัจจุบัน ด้วยปัจจัยเหล่านี้ สามารถส่งผลกระทบต่อ การเตรียมปฏิบัติการและการเรียนการสอนได้

5.1 ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน และการพัฒนางาน ดังนี้

ตารางที่ 25 ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน และการพัฒนางาน

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน
1.ประสานงานข้อมูลกับผู้ประสานงานรายวิชาและอาจารย์ประจำปฏิบัติการ	การอัปเดตข้อมูลคู่มือปฏิบัติการและบันทึกผลปฏิบัติการล่าช้า	ผู้ประสานงานรายวิชาสอบถามกับอาจารย์ประจำปฏิบัติการหากมีการอัปเดตข้อมูลดังกล่าวภายใน 2 สัปดาห์ก่อนเริ่มเรียนปฏิบัติการ
2.การจัดกลุ่มนักศึกษา	จำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียนจริงไม่ตรงกับรายชื่อในระบบทะเบียน(พบในช่วงเพิ่มถอนรายวิชาตามปฏิทินการศึกษา)	ผู้ประสานงานรายวิชาสอบถามกับอาจารย์ประจำปฏิบัติการหากมีการอัปเดตข้อมูลดังกล่าวภายใน 2 สัปดาห์ก่อนเริ่มเรียนปฏิบัติการ

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน
3.การเตรียมปฏิบัติการ	-ตัวอย่างสดทั้งพืชและสัตว์ หาได้ยาก หรือในธรรมชาติมี ปริมาณน้อย	<p>แนวทางการแก้ไขสำหรับปัญหานี้ ได้ถูก ระบุไว้ในบทที่ 4 หัวข้อที่ 2.วิธีการและ รายละเอียดการปฏิบัติงานแล้ว โดยมีแนว ทางการแก้ไขดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> -วางแผนการเพาะปลูกพืชหรือการเลี้ยง สัตว์ทดลองให้เหมาะสม -นำตัวอย่างจากแหล่งธรรมชาติมา เพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนใน ห้องปฏิบัติการ -หาชนิดตัวอย่างพืชสัตว์อื่นเพื่อทดแทน (ปรึกษาอาจารย์ประจำปฏิบัติการ) -ใช้รูปภาพหรือวิดีโอ จัดแสดงแทน (ปรึกษาอาจารย์ประจำปฏิบัติการ)
4.นักศึกษาทำปฏิบัติการ	นักศึกษาปฏิบัติไม่ถูกต้องและ ใช้เครื่องมือไม่ถูกต้อง	<p>-เนื่องจากนักศึกษายังไม่มีประสบการณ์ การใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์จึงต้อง คอยดูแลอย่างใกล้ชิด และประชาสัมพันธ์ข้อควรระวังในการใช้ งานให้กับนักศึกษา ย้ำให้นักศึกษายกมือ เพื่อแจ้งเมื่อมีข้อสงสัยหรือเกิดปัญหาขึ้น</p> <p>-ให้นักศึกษาทำโน้ตย่อเกี่ยวกับขั้นตอน การทำปฏิบัติการ เพื่อสะดวกในการ ค้นหาข้อมูลขณะทำปฏิบัติการ</p>

ขั้นตอน	ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน
<p>5.การจัดการ อุปกรณ์ตัวอย่าง หลังเรียน ปฏิบัติการ</p>	<p>-ตัวอย่างได้รับความ เสียหาย</p> <p>-อุปกรณ์ชำรุด</p>	<p>-ตัวอย่างพีช ท้ายคาบจะมีการประเมินสภาพหากใช้ไม่ได้ ให้ เปลี่ยนใหม่</p> <p>-ตัวอย่างสัตว์(มีชีวิต) เช่นไฮดรา ท้ายคาบประเมินสภาพ จำนวน และทดแทนด้วยชุดสำรอง</p> <p>-ตัวอย่างสัตว์ดอง เปลี่ยนน้ำสำหรับแช่ตัวอย่างใหม่ทุกครั้ง ก่อนเริ่มเรียนปฏิบัติการ หากพบตัวอย่างเสียหายให้เปลี่ยน ทันที</p> <p>-อุปกรณ์ไฟฟ้า (ตรวจสอบ-จดบันทึก) กล่องจูลทรศน์ ท้ายคาบทดสอบเปิด-ปิดไฟ ตรวจสอบ เลนส์ต่างๆ ช่วงเวลาเตรียมปฏิบัติการ หากพบปัญหาให้ เปลี่ยนใหม่ทันที</p> <p>โคมไฟ ท้ายคาบ ทดสอบ เปิด-ปิด หากพบชำรุด เปลี่ยน ใหม่ทันที</p> <p>-เครื่องแก้วและแว่นขยาย เติมชุดสไลด์ให้พร้อมทุกครั้งก่อนเรียนปฏิบัติการ เครื่องมือ ผ่าตัด ตรวจสอบว่านักศึกษาล้างทำความสะอาดดีหรือไม่ หาก อุปกรณ์ไม่ครบให้เพิ่มเติมและจดบันทึกเพื่อติดตามของหาย</p>
<p>6.ไม่สามารถ จัดการเรียนในชั้น เรียนปกติได้</p>	<p>-สถานการณ์โควิด 19 -ไฟฟ้าดับนาน ติดต่อกัน และไม่ สามารถหาเวลาเรียน ชดเชยได้</p>	<p>ให้ปรับเป็นการเรียนในระบบออนไลน์ ให้นักศึกษาเรียนอยู่ที่ บ้าน</p> <p>-จัดทำวิดีโออธิบายปฏิบัติการ</p> <p>-จัดทำวิดีโอแสดงตัวอย่างหรือวิธีการทดลองในปฏิบัติการ</p> <p>-แสดงผลการทดลองเป็นรูปถ่ายหรือวิดีโอพร้อมคำอธิบาย</p> <p>-บันทึกผลปรับให้อยู่ในรูปของ Google form พร้อมปรับ คำถามให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้</p>

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ปฏิบัติงานแทนควรรศึกษาคู่มือการเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป 1 (512103) ควบคู่กับคู่มือปฏิบัติการและบันทึกผลที่เป็นปัจจุบัน เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติ ที่รวดเร็วและลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน
2. ปฏิบัติการควรเพิ่มจำนวนพนักงานผลิตทดลองให้เพียงพอต่อการช่วยเตรียมปฏิบัติการ
3. ห้องปฏิบัติการควรเพิ่มป้ายประกาศเกี่ยวกับระเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อให้เกิดความเรียบร้อยในการเรียนและป้องกันการปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น
4. ก่อนเริ่มทำปฏิบัติการทุกครั้งควรมีการให้คำอธิบายชี้แนะหรือชี้แจงข้อควรระวังในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือโดยการเน้นย้ำถึงความปลอดภัยให้มากที่สุด
5. เนื่องจากห้องปฏิบัติการมีขนาดใหญ่และนักศึกษาเรียนจำนวนมากควรเพิ่มชุดปฐมพยาบาลและกล่องยาเบื้องต้น จากเดิมเป็นห้องละ 2 ชุด กระจายเป็นหน้าห้องและท้ายห้องและหมั่นตรวจสอบคุณภาพของยาและชุดปฐมพยาบาลอยู่เสมอ

บรรณานุกรม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2560). 45ปี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม: เพชรเกษมพริ้นติ้ง.

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2553). คู่มือปฏิบัติการ ชีววิทยาทั่วไป 1. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. คู่มือปฏิบัติการ ชีววิทยาทั่วไป 2. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.

มหาวิทยาลัยศิลปากร. คณะกรรมการจรรยาบรรณของมหาวิทยาลัยศิลปากร. (2553). คู่มือจรรยาบรรณของบุคลากรในมหาวิทยาลัยศิลปากร. ม.ป.ท.

มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2552). “ข้อบังคับมหาวิทยาลัยศิลปากร ว่าด้วยจรรยาบรรณของบุคลากร ในมหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2552.” 20 เมษายน.

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ข้อมูลคณะ(ออนไลน์). เข้าถึงได้ จาก: <https://www.su.ac.th/th/faculty-science.php>

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. แนะนำภาควิชา (ออนไลน์). เข้าถึงได้ จาก: <http://www.bio.sc.su.ac.th>

ศูนย์ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คู่มือความปลอดภัย ในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัย (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: <https://www.shecu.chula.ac.th>

จรัสศรี อ่างตันญา, วัชรภรณ์ ไตรพาณิชย์กุล, กรอร วงษ์กำแหง, เตือนใจ พันธุ์ธรร, สุจินต์ อินทร์ตัน, สุรสิทธิ์ อุตสาหะ. เทคนิคการเตรียมและเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์ทะเล (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: <https://www.dmcr.go.th/detailLib/605>

สถาบันพัฒนาการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (สพสว.) สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.). ประกาศ ระเบียบ กฎกระทรวง(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: <https://labanimals.nrct.go.th>

ภาคผนวก

การเตรียมฟอร์มาลิน

สารละลาย 40% ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) หรือ ชื่อทางการค้าคือ ฟอร์มาลิน (Formalin) ซึ่งเป็นสารประกอบของก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์ (HCHO) ในน้ำ เมื่อต้องการใช้ต้องเจือจางด้วยน้ำจืดหรือน้ำทะเล หากใช้น้ำทะเลจะดีกว่าเนื่องจากน้ำทะเลมีคุณสมบัติเป็นตัวปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (buffer) ในการคงสภาพตัวอย่างควรใช้ฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้น 10% (ใช้ 40% ฟอร์มาลดีไฮด์ 10 ส่วน เติมน้ำ 90 ส่วน)

หลักการคือ 40% ฟอร์มาลดีไฮด์ เท่ากับ 100% ฟอร์มาลิน

ถ้าต้องการเจือจางฟอร์มาลิน ควรคำนึงถึงสัดส่วนดังตัวอย่างต่อไปนี้ คือ

10% ฟอร์มาลิน เตรียม 10 ส่วน โดยปริมาตรของฟอร์มาลินที่ยังไม่ได้เจือจางผสมกับน้ำ 90 ส่วน โดยปริมาตร (หรือ 1 : 9)*

5% ฟอร์มาลิน เตรียม 5 ส่วน โดยปริมาตรของฟอร์มาลินที่ยังไม่ได้เจือจางผสมกับน้ำ 95 ส่วน โดยปริมาตร (หรือ 1 : 19)

ถ้าต้องการเจือจางโดยดูจากเนื้อสาร ฟอร์มาลดีไฮด์ ทำได้ดังนี้

10% ฟอร์มาลดีไฮด์ เตรียม 10 ส่วนโดยปริมาตรของฟอร์มาลินที่ยังไม่ได้เจือจางผสมกับน้ำ 30 ส่วนโดยปริมาตร (หรือ 1 : 3)

4% ฟอร์มาลดีไฮด์ เตรียม 4 ส่วนโดยปริมาตรของฟอร์มาลินที่ยังไม่ได้เจือจางผสมกับน้ำ 36 ส่วน โดยปริมาตร (หรือ 1 : 9)*

หมายเหตุ * แสดงให้เห็นว่า 10% ฟอร์มาลิน และ 4% ฟอร์มาลดีไฮด์ มีความเข้มข้นเท่ากัน ในสัดส่วน 1:9 โดยปริมาตร

ฟอร์มาลินมีกลิ่นเหม็นขณะทำงานและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยเฉพาะผิวหนัง ระบบหายใจ

และทำให้ระคายเคืองตา การกำจัดกลิ่นฟอร์มาลินอาจทำได้โดยการแช่ตัวอย่างในน้ำจืด หรือแช่ตัวอย่างที่มีส่วนผสมของโซเดียมไบซัลเฟต (NaHSO₃) 300 กรัม โซเดียมซัลไฟต์ (Na₂SO₃) 200 กรัม และน้ำ 5 ลิตร แช่ตัวอย่างไว้ประมาณ 2 นาที

อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

เครื่องมือสำหรับสังเกตตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก



แว่นขยาย



กล้องจุลทรรศน์

และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องสำหรับสังเกตตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก



ชุดสไลด์



สไลด์หลุม



Immersion oil



กระดาษเช็ดเลนส์



95% แอลกอฮอล์



ขวดน้ำกลั่น

สำหรับเช็ดเลนส์กล้องจุลทรรศน์

เครื่องมือเกี่ยวกับการวัดขนาดใต้กล้องจุลทรรศน์



Stage micrometer



Ocular micrometer

เครื่องมือผ่าตัดและจับหรือช่วยตรึงตัวอย่าง



ปากคีบปลายแหลม



ปากคีบปลายตะขอ



กรรไกรปลายแหลม



กรรไกรปลายมน



เข็มหมุด



ถาดตรึงตัวอย่าง

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ วัดความชื้นสัมพัทธ์ วัดค่าpH



เทอร์โมมิเตอร์



ไฮโกรมิเตอร์



กระดาษวัดค่า pH

เครื่องมือสำหรับกรอง-จับสิ่งมีชีวิตในน้ำ



ถุงลากลากแพลงค์ตอน



กระชอนตักปลา

หลอดทดลอง และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง



หลอดทดลองขนาดต่างๆ

18 ซม. 15 ซม. และ 10 ซม.



Microtube ใส่-สีชา



ท่อPVC สำหรับครอบ

หลอดทดลอง

ถาดใส่ตัวอย่าง



ถาดอะลูมิเนียม

ขนาด 20x30 ซม.



ถาดพลาสติก

ขนาด 20x30 ซม.



ถาดอะลูมิเนียม

ขนาด 60x120 ซม.

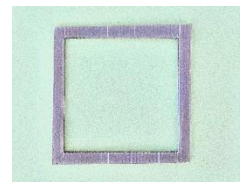
อุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง



สไลด์ตัวเลข-ตัวอักษร



สไลด์ขนแปรง



แปลงส้อมขนาด 10x10 ซม.



ท่อแก้ว3ทาง



ปิดแปด สวมปลายท่อยาง



ลูกยาง

ประวัติผู้เขียน

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-นามสกุล	นายพลเสรัส รมอิสรส
ที่อยู่	46/9 หมู่ 5 ตำบลทาสบเส้า อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน 51140
เบอร์โทรศัพท์	0614514423
อีเมลล์	romaitsarot_p@su.ac.th

ประวัติการศึกษา

พศ.2549	ปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศิลปากร
พศ. 2545	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิสุทธีรังสี จังหวัดกาญจนบุรี
พศ. 2539	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองไผ่ จังหวัดกาญจนบุรี

ประวัติการทำงาน

พศ.2549	ผู้ช่วยวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
พศ.2551-ปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

งานวิจัย/งานสร้างสรรค์

พ.ศ.2560	การประยุกต์ใช้คู่มือและรายงานปฏิบัติการในรูปแบบสื่อออนไลน์กูเกิ้ลฟอรัม ในรายวิชาปฏิบัติการ มิถุนวิทยา
----------	--