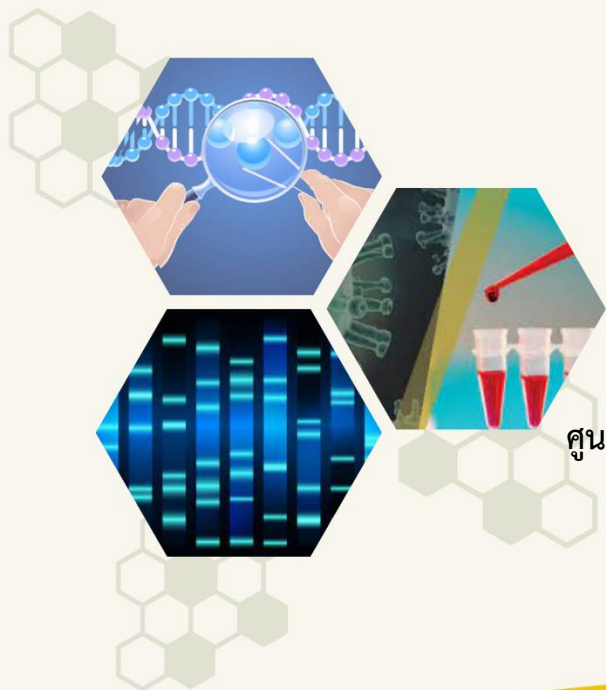




คู่มือปฏิบัติงาน

การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

นางวาสนา สงวนศิลป์
ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์



ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์



คู่มือปฏิบัติงาน

การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

นางวาสนา สงวนศิลป์
ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

คำนำ

คู่มือปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้เจ้าหน้าที่ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการประสานหรือดำเนินงานการให้บริการรายวิชาปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขอบเขตการปฏิบัติงานตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ ซึ่งในคู่มือมีทั้งขั้นตอนการปฏิบัติงาน ตัวอย่างเอกสารที่จำเป็นในการจัดเตรียมห้องปฏิบัติการ รวมทั้งได้รวบรวมปัญหาอุปสรรค แนวทางการแก้ไขปัญหา และข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนางาน ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานของผู้ที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี

นางวาสนา สวงวนศิลป์
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
29 กรกฎาคม 2565

สารบัญ

หน้า

คำนำ.....	(1)
สารบัญ	(2)
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ/ความจำเป็น (ภูมิหลัง).....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ของการศึกษา.....	3
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.5 คำนิยาม/คำจำกัดความ	4
บทที่ 2 หน้าที่ความรับผิดชอบและโครงสร้างการบริหารจัดการ	6
2.1 หน้าที่ความรับผิดชอบ	6
2.1.1 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	6
2.1.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ.....	6
2.2 โครงสร้างการบริหารจัดการ	10
2.2.1 โครงสร้างองค์กร	11
2.2.2 โครงสร้างการบริหาร.....	12
2.2.3 โครงสร้างปฏิบัติงาน.....	15
บทที่ 3 หลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข.....	19
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน.....	19
3.1.1 มาตรฐานหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ.....	19
3.1.2 ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560	20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.3 มาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand “ESPReL”).....	23
3.1.4 มาตรฐาน 5ส.....	25
3.1.5 ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	29
3.2 วิธีการปฏิบัติงาน	33
3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบหปฏิบัติการ	33
3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการบหปฏิบัติการ	36
3.2.3 ขั้นตอนการสรุปการให้บริการบหปฏิบัติการ.....	51
3.3 เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน	51
3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	59
บทที่ 4 เป้าหมายและเทคนิคในการปฏิบัติงานแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์	61
4.1 เป้าหมายในการปฏิบัติงาน (ตัวชี้วัดในการปฏิบัติงาน)	61
4.2 เทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน.....	66
4.3 เทคนิคในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน (FLOW CHART)	78
4.3.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....	79
4.3.2 รายละเอียดกระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน	88
4.3.2 ขั้นตอนการเตรียมบหปฏิบัติการ 12 บหปฏิบัติการ.....	96
4.4 เทคนิคการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน	127
4.5 เทคนิคการทำให้ผู้รับบริการพึงพอใจ	131
4.6 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน	133
บทที่ 5 ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข การพัฒนาและข้อเสนอแนะ.....	135
5.1 ปัญหาอุปสรรค แนวทางการแก้ไข	136
5.2 แนวทางการพัฒนางาน.....	143

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	145
บรรณานุกรม.....	146
ภาคผนวก	148
ภาคผนวก 1	149
ภาคผนวก 2	152
ภาคผนวก 3	155
ภาคผนวก 4	162
ประวัติผู้เขียน.....	184

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงอัตรากำลังฝ่ายงานต่าง ๆ ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.....	12
ตารางที่ 3.1 ผู้เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	24
ตารางที่ 3.2 แสดงวัตถุประสงค์และเป้าหมายการดำเนินงาน 5ส.....	26
ตารางที่ 3.3 แสดงคณะกรรมการด้านต่าง ๆ และบทบาทหน้าที่ของคณะกรรมการ	27
ตารางที่ 3.4 แสดงหลักเกณฑ์ปฏิบัติงานบทปฏิบัติการ 12 บทปฏิบัติการ.....	31
ตารางที่ 3.5 แสดงการแยกประเภทของของเสียชนิดของแข็ง (7 ประเภท) ชนิดของเหลวและของเสียอันตรายพิเศษ (23 ประเภท) ภายในห้องปฏิบัติการ	38
ตารางที่ 3.6 แสดงวิธีปฏิบัติงานและเงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน	52
ตารางที่ 4.1 แสดงเป้าหมายในการปฏิบัติงาน (ตัวชี้วัดในการปฏิบัติงาน)	62
ตารางที่ 4.2 แสดงเป้าหมายการปฏิบัติงาน แต่ละบทปฏิบัติการ.....	64
ตารางที่ 4.3 แสดงเทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน	67
ตารางที่ 4.4 แสดงเทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงานบทปฏิบัติการ 12 บทปฏิบัติการ	75
ตารางที่ 4.5 แสดงสัญลักษณ์การเขียนผังปฏิบัติงาน	79
ตารางที่ 4.6 แขนงผังการปฏิบัติงาน	81
ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดและวัตถุประสงค์บทปฏิบัติการ	97
ตารางที่ 4.8 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1	101
ตารางที่ 4.9 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2	103
ตารางที่ 4.10 แสดงการจัดการของเสียอันตรายในบทปฏิบัติการที่ 2.....	105
ตารางที่ 4.11 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3.....	106
ตารางที่ 4.12 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4.....	107
ตารางที่ 4.13 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5.....	110
ตารางที่ 4.14 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6.....	111
ตารางที่ 4.15 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8.....	113

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.16 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9	116
ตารางที่ 4.17 แสดงสารเคมีอันตราย และวิธีการป้องกันเบื้องต้นในบทปฏิบัติการที่ 9	117
ตารางที่ 4.18 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10	118
ตารางที่ 4.19 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11	120
ตารางที่ 4.20 แสดงสารเคมีอันตราย และวิธีการป้องกันเบื้องต้นในบทปฏิบัติการที่ 11	122
ตารางที่ 4.21 แสดงการจัดการของเสียอันตรายในบทปฏิบัติการที่ 11	124
ตารางที่ 4.22 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 12	125
ตารางที่ 4.23 แสดงเทคนิคการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน	128
ตารางที่ 4.24 แสดงเทคนิควิธีการปฏิบัติงานให้ผู้รับบริการมีความพึงพอใจ	132
ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรค แนวทางการแก้ไขปัญหาการปฏิบัติงานรายวิชาปฏิบัติการ พันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล	136
ตารางที่ 5.2 แสดงแนวทางการพัฒนางานบทปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล	143

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างองค์กร ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	13
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างบริหาร ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	14
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างปฏิบัติงานฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน.....	16
ภาพที่ 2.4 แผนผังโครงสร้างปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการชีววิทยา ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พื้นฐาน	17
ภาพที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบการดำเนินงานมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	23
ภาพที่ 3.2 แสดงระบบการบริหารจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ	25
ภาพที่ 3.3 แสดงมาตรฐานพื้นที่ 5ส ห้องปฏิบัติการ จำนวน 20 มาตรฐาน	28
ภาพที่ 3.4 แสดงข้อปฏิบัติการแต่งกายในห้องปฏิบัติการ	29
ภาพที่ 3.5 แสดงประกาศระเบียบการใช้บริการห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี.....	30
ภาพที่ 3.6 แสดงระบบการควบคุมงบประมาณของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี .	34
ภาพที่ 3.7 แสดงการเตรียมถังทิ้งของเสียชนิดของเหลวในบทปฏิบัติการ	35
ภาพที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการแยกประเภทของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการ	47
ภาพที่ 3.9 แสดงแผนผังขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ	48
ภาพที่ 4.1 แสดงวงจร PDCA ในการให้บริการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล	73
ภาพที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการแจ้งซ่อมครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ผ่านระบบออนไลน์ของศูนย์เครื่องมือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	89
ภาพที่ 4.3 แสดงวิธีการแจ้งความต้องการซื้อผ่านระบบควบคุมงบประมาณของศูนย์เครื่องมือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	90
ภาพที่ 4.4 แสดงขั้นตอนการค้นหารายวิชาเพื่อตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา.....	92
ภาพที่ 4.5 แสดงป้ายเอกสารสำหรับติดขวดสารเคมีที่เตรียมเสร็จแล้ว	101

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ/ความจำเป็น (ภูมิหลัง)

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เป็นหน่วยงานที่ให้บริการการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการแก่นักศึกษาทั้งด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา อีกทั้งสนับสนุนการให้บริการวิชาการแก่หน่วยงานทั้งภายในและภายนอก ด้วยห้องปฏิบัติการที่ได้รับมาตรฐานคุณภาพระดับสากล รวมทั้งเป็นห้องปฏิบัติการต้นแบบในด้านความปลอดภัย มีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ด้วยภารกิจการให้บริการห้องปฏิบัติการเป็นแบบการรวมบริการ ทั้งการเรียนการสอน งานวิจัย และการบริการวิชาการแก่หน่วยงานต่าง ๆ จึงส่งผลให้แต่ละปีมีผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการจำนวนมาก ทั้งนักศึกษาระดับปริญญาตรี บัณฑิตศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และผู้รับบริการจากหน่วยงานภายนอก โดยเฉพาะการให้บริการการเรียนการสอนปฏิบัติการระดับปริญญาตรีทั้งด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่เปิดให้บริการรายวิชาปฏิบัติการ จำนวน 503 รายวิชา จำนวน 142 ห้องปฏิบัติการ (ข้อมูลปีการศึกษา 2563)

นอกจากห้องปฏิบัติการที่มีคุณภาพ มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่มาใช้บริการห้องปฏิบัติการแล้ว นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นผู้ประสานรายวิชาที่มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในการเตรียมความพร้อมด้านวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ตลอดจนจนถึงการดำเนินงานและการสรุปผลการดำเนินงานการให้บริการห้องปฏิบัติการ เพื่อสนับสนุนให้นักศึกษาและผู้ใช้บริการสามารถเรียนรู้และใช้บริการห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ประสานรายวิชาจำเป็นต้องมีความรู้ ความเชี่ยวชาญในงาน ทั้งทางทฤษฎี ปฏิบัติการ ตลอดจนถึงการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สามารถให้คำแนะนำการใช้งานให้กับนักศึกษา และผู้มาใช้บริการห้องปฏิบัติการได้ เช่นเดียวกับรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล (Molecular Genetics Laboratory) ซึ่งเป็นรายวิชาปฏิบัติการบังคับของนักศึกษาระดับปริญญาตรีระดับชั้นปีที่ 3 สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 12 บทปฏิบัติการ แต่ละบทปฏิบัติการมีความหลากหลายทั้งเนื้อหาทฤษฎี วิธีการทำปฏิบัติการ รวมทั้งมีขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติที่มีความซับซ้อนทั้งครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี เนื่องจากเป็นรายวิชาที่ศึกษาในระดับโมเลกุลของสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยเน้นศึกษาโครงสร้าง การทำงานของยีน (gene) ดีเอ็นเอ (DNA) อาร์เอ็นเอ (RNA) และโปรตีน (Breaker & Joyce, 2014, p. 10559) โดยสารเคมีที่ใช้มีความเข้มข้นระดับนาโนกรัม และใช้ในปริมาณน้อย ๆ ระดับไมโครลิตร มีราคาแพง และที่สำคัญสารเคมีบางรายการไม่มีผลิตในประเทศไทย จึงต้องมีการวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบเพื่อจัดซื้อสารเคมีให้ทันเวลากับการเรียนปฏิบัติการ อีกทั้งสารเคมีบางชนิดมีความเป็นพิษต่อสุขภาพ เช่น เป็นสารก่อการกลายพันธุ์ เป็นต้น นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ปฏิบัติงานจึงต้องทราบวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกวิธีเพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อผู้ปฏิบัติงาน นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งหาแนวทางการจัดเก็บและการกำจัดสารอันตรายให้ถูกต้องตามระบบการจัดการของเสีย นอกจากนี้แต่ละบทปฏิบัติการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เฉพาะทางหลายชนิด เช่น เครื่องวัดปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอ เครื่องเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ เครื่องแยกขนาดดีเอ็นเอและโปรตีน เป็นต้น ซึ่งเป็นเครื่องมือขั้นสูงมีความซับซ้อนในการใช้งาน นักศึกษาที่ใช้งานต้องอยู่ภายใต้การดูแลของอาจารย์และนักวิทยาศาสตร์อย่างใกล้ชิด นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ประสานรายวิชาจึงต้องมีความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในการให้บริการการเรียนการสอนปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของคณาจารย์ ในการสอนปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทั้งงานวิจัยและงานวิชาการได้อย่างเหมาะสม เป็นบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถ และมีทักษะในการค้นคว้าวิจัยและการทำปฏิบัติการ เป็นบุคลากรทางการศึกษา นักวิชาการ และนักวิจัยที่มีคุณภาพทั้งภาครัฐและเอกชนที่ตอบสนองต่อนโยบายภาครัฐในการที่จะพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาประเทศต่อไป

ดังนั้นจากเหตุผลความสำคัญและความจำเป็นดังกล่าวข้างต้น จึงนำมาเขียนเป็นคู่มือการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เพื่อเป็นแนวทางให้กับเจ้าหน้าที่และผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง สามารถปฏิบัติงานแทนกันได้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้ให้นักศึกษา คณาจารย์และผู้รับบริการมีความพึงพอใจในการใช้บริการห้องปฏิบัติการ สร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อองค์กร จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อใช้เป็นคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

1.2.2 เพื่อเป็นแนวทางให้เพื่อนผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติงานแทนกันได้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

1.2.3 เพื่อให้นักศึกษา คณาจารย์และผู้ที่เกี่ยวข้องมีความพึงพอใจในการใช้บริการห้องปฏิบัติการ

1.3 ประโยชน์ของการศึกษา

1.3.1 ได้คู่มือปฏิบัติงานเพื่อใช้ในการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

1.3.2 ได้คู่มือปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องสามารถปฏิบัติงานแทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.3 ได้คู่มือปฏิบัติงานในการบริการห้องปฏิบัติการเพื่อให้นักศึกษา คณาจารย์ และผู้ที่เกี่ยวข้องมีความพึงพอใจในการใช้บริการห้องปฏิบัติการ

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

คู่มือปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นตามแนวทางการบริหารจัดการของรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (มคอ.) เพื่อจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการให้สอดคล้องและเป็นไปตามแผนของหลักสูตร ภายใต้การดำเนินงานของห้องปฏิบัติการของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีนักวิทยาศาสตร์ ผู้ประสานรายวิชาเป็นผู้ปฏิบัติงานให้บริการกับอาจารย์ผู้ประสานรายวิชาและนักศึกษาตามหลักห้องปฏิบัติการปลอดภัยภายใต้โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand “ESPreL”) เพื่อเป็นการปลูกฝังทักษะต่าง ๆ ด้านการปฏิบัติการ ตลอดจนคุณลักษณะอื่น ๆ ที่นักศึกษาจะได้รับการพัฒนาให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของรายวิชา ซึ่งการดำเนินงานเริ่มต้นตั้งแต่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รับแจ้งการเปิดรายวิชาจากอาจารย์ผู้ประสานรายวิชา จนสิ้นสุดการประเมินผลการให้บริการ โดยคู่มือฉบับนี้แบ่งขั้นตอนการปฏิบัติงานหลักออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

- (1) การเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ
- (2) ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ
- (3) ขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ

1.5 คำนิยาม/คำจำกัดความ

บทปฏิบัติการ หมายถึง เนื้อหาตอนหนึ่ง ๆ ที่มีเนื้อหาทฤษฎี และขั้นตอนการทำงานทดลอง เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี หรือเพื่อฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ

พลาสมิด (Plasmid) หมายถึง สารพันธุกรรมที่อยู่นอกโครโมโซมของแบคทีเรีย มีขนาดตั้งแต่ไม่กี่พันคู่เบสจนถึงมากกว่าแสนคู่เบส มีโครงสร้างเป็นวงแหวนเกลียวคู่ และบางกรณีจะอยู่ในรูปของวงกลม (สุรินทร์ ปิยโชคณากุล, 2536, น. 85)

อิเล็กโทรโฟรีซิส (Electrophoresis) หมายถึง เทคนิคที่ใช้แยก วิเคราะห์สารที่มีประจุไฟฟ้า เช่น กรดอะมิโน โปรตีน และ กรดนิวคลีอิก โดยอาศัยหลักการการเคลื่อนที่ของตัวอย่างผ่านตัวกลางโดยใช้สนามไฟฟ้า (Fritsch & Krause, 2003, p 2055)

ปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (Polymerase Chain Reaction) หมายถึง กระบวนการสังเคราะห์ชิ้นส่วนดีเอ็นเอในหลอดทดลอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่เลียนแบบกระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิต

เอนไซม์ตัดจำเพาะ (Restriction Enzyme) หมายถึง เอนไซม์ตัดดีเอ็นเอในตำแหน่งที่มีลำดับเบสจำเพาะ ทำให้ได้ปลายดีเอ็นเอ 2 แบบ คือ ปลายเหนียว (sticky end) ซึ่งเป็นปลายที่มีสายดีเอ็นเอสายหนึ่งยื่นออกมา และปลายเรียบ (blunt end) ซึ่งเป็นปลายที่ไม่มีการยื่นออกมาของสายดีเอ็นเอ เมื่อตัดดีเอ็นเอ 2 ตัวอย่างด้วยเอนไซม์ชนิดเดียวกัน ทำให้ดีเอ็นเอทั้งสองนั้นเชื่อมต่อกันได้พอดี ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในงานด้านพันธุวิศวกรรม (สุรินทร์ ปิยโชคณากุล, 2545, น. 42)

เอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส (DNA ligase) หมายถึง เอนไซม์ทำหน้าที่เชื่อมต่อปลายของดีเอ็นเอ 2 ตัวอย่างโดยสร้างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ ในงานด้านพันธุวิศวกรรมดีเอ็นเอไลเกสทำหน้าที่เชื่อมต่อปลายของดีเอ็นเอที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการกับดีเอ็นเอพาหะหลังจากถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ เพื่อให้ดีเอ็นเอนั้นสามารถแสดงออกในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต (Shuman, 2009, p. 17365)

การโคลน (Clone) หมายถึง การเพิ่มจำนวนเซลล์ให้มีปริมาณมากขึ้น โดยการแบ่งตัวจากเซลล์ตั้งต้นหนึ่งเซลล์ ทำให้ผลผลิตที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนเซลล์ตั้งต้น

SDS-polyacrylamide gel electrophoresis หมายถึง เทคนิคที่ใช้ศึกษาขนาดโมเลกุลของพอลิเปปไทด์สายเดี่ยว และดูความบริสุทธิ์ของโปรตีน

ปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสแบบย้อนกลับ (Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอที่ต้องการศึกษาอย่างจำเพาะและสามารถติดตามวัดปริมาณการเพิ่มจำนวนของดีเอ็นเอเป้าหมายได้ในทุก ๆ รอบของการเพิ่มจำนวนในขณะที่ปฏิกิริยากำลังดำเนินอยู่ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดปฏิกิริยา

โดยสรุปในบทที่ 1 เป็นการกล่าวถึงความเป็นมาของการเขียนคู่มือ เพื่อให้ผู้อ่านและผู้ปฏิบัติงานทราบถึงเหตุผลความจำเป็น วัตถุประสงค์ของการศึกษา ประโยชน์ของการศึกษา ขอบเขตของการศึกษา และนิยามคำศัพท์ของการเขียนคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการ รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีความเฉพาะเจาะจงในการเตรียมตัวอย่าง การใช้วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการ ขั้นตอนการให้บริการบทปฏิบัติการทั้ง 12 บทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการห้องปฏิบัติการ นักศึกษาและอาจารย์ผู้รับบริการมีความพึงพอใจ และสามารถฝึกทักษะปฏิบัติการเป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตร โดยมีนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการให้การสนับสนุนการใช้ห้องปฏิบัติการ ซึ่งหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างละเอียดของนักวิทยาศาสตร์ และโครงสร้างการบริหารงานของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะกล่าวถึงต่อไปในบทที่ 2

บทที่ 2

หน้าที่ความรับผิดชอบและโครงสร้างการบริหารจัดการ

2.1 หน้าที่ความรับผิดชอบ

2.1.1 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

ผู้ปฏิบัติงานตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งปฏิบัติการวิชาชีพและบริหารทั่วไป ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้น มีหน้าที่ในการให้บริการการเรียนการสอนและงานวิจัยในห้องปฏิบัติการ จัดทำมาตรฐานครุภัณฑ์การศึกษา จัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษา และงานปรับปรุงห้องปฏิบัติการ งานบริการวิชาการ และงานสนับสนุนอื่น ๆ ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ในการให้บริการนักเรียน นักศึกษา และสนับสนุนงานสายวิชาการ มีความเชี่ยวชาญ ความรู้ความเข้าใจในงานที่รับผิดชอบ และมีทักษะในการบริหารจัดการ ทั้งการประสานงาน การวางแผนดำเนินงาน การเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ และปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย ทั้งด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบของหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการ เพื่อให้สามารถให้บริการของห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความพึงพอใจต่อผู้รับบริการให้มากที่สุด และบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายขององค์กร

2.1.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

นักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มีภาระงานหลักในสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ ให้บริการห้องปฏิบัติการ เตรียมความพร้อมและดำเนินการการเรียนการสอนปฏิบัติการภายใต้ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ มาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ตามโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPREL) และมาตรฐานห้องปฏิบัติการตามหลัก 5ส นอกเหนือจากการเรียนการสอนแล้ว นักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานบทปฏิบัติการยังมีภาระงานอื่น ๆ อีกหลายด้าน เพื่อสนับสนุนงานการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องอาศัยทักษะ ประสบการณ์ในการทำงาน และความรับผิดชอบในงานที่ทำเป็นอย่างยิ่ง โดยสามารถแบ่งงานที่รับผิดชอบของตำแหน่งออกเป็นด้านต่าง ๆ ตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งปฏิบัติการวิชาชีพและบริหารทั่วไป ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

2.1.2.1 ด้านการเรียนการสอนปฏิบัติการ

- (1) ศึกษา วิเคราะห์ วางแผน และจัดระบบงานห้องปฏิบัติการ เพื่อเตรียมให้บริการห้องปฏิบัติการ โดยสำรวจความพร้อมของสถานที่ บุคลากร ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ระบบสาธารณูปโภค และสื่อสันทนาการ
- (2) ติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน รวมทั้งรายงานผลการปฏิบัติงาน ปัญหาหรือวิธีแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบงานของฝ่ายห้องปฏิบัติการ
- (3) จัดทำขั้นตอน และวิธีการใช้งาน พร้อมทั้งวิธีการดูแลรักษาเบื้องต้นของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งแจ้งซ่อมกรณีชำรุด หรือแจ้งแท่งจำหน่ายพัสดุกรณีที่เหมาะสมการใช้งาน หรือมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน
- (4) ควบคุมดูแลนักศึกษาขณะทำปฏิบัติการให้เป็นไปอย่างเรียบร้อยตามหลักความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
- (5) เตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการด้านต่าง ๆ เช่น ครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างต่าง ๆ เป็นต้น ตามรายละเอียดที่ปรากฏในบทปฏิบัติการ
- (6) ทดสอบบทปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ เพื่อให้ได้กระบวนการและข้อมูลที่เกี่ยวข้องก่อนนักศึกษาเรียนปฏิบัติการ
- (7) จัดเตรียมข้อมูลด้านการบริการห้องปฏิบัติการแก่นักศึกษา เช่น การจัดกลุ่มนักศึกษาในแต่ละห้องปฏิบัติการ และแจ้งตารางกำหนดการเรียนการสอน เป็นต้น
- (8) ควบคุมและตรวจสอบความพร้อมของครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ทั้งก่อนและหลังการให้บริการ
- (9) ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์สารเคมีที่เกี่ยวข้อง และตั้งงบประมาณสำหรับจัดซื้อครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ทดแทนครุภัณฑ์เดิมที่ชำรุด
- (10) จัดเตรียมใบงานให้พนักงานวิทยาศาสตร์ เพื่อจัดเตรียมสารเคมี วัสดุและอุปกรณ์
- (11) ให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง
- (12) สรุปการเข้าเรียนของนักศึกษา หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์สรุปผลการเข้าเรียนของนักศึกษาส่งให้อาจารย์ผู้ประสานรายวิชาเพื่อใช้พิจารณาในการให้คะแนนการมีส่วนร่วมการเข้าเรียนในห้องปฏิบัติการ
- (13) สรุปการใช้งานห้องปฏิบัติการ รายงานของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ
- (14) สรุปประเมินความพึงพอใจอาจารย์/นักศึกษา ในการใช้บริการห้องปฏิบัติการ

(15. สรุปต้นทุนรายวิชาปฏิบัติการทั้งต้นทุนครุภัณฑ์ ต้นทุนวัสดุไม่สิ้นเปลือง ต้นทุนวัสดุสิ้นเปลือง วัสดุชำรุดสูญหาย และปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน

2.1.2.2 ด้านการจัดทำมาตรฐานครุภัณฑ์การศึกษา วัสดุการศึกษา และงานปรับปรุงห้องปฏิบัติการ

(1) จัดทำมาตรฐานคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ (TOR) ของครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ทั้งด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์พื้นฐาน และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และงานปรับปรุงอาคารสถานที่ห้องปฏิบัติการ ตามจำนวนและงบประมาณที่ได้รับจัดสรรตามงบประมาณประจำปี

(2) รวบรวมเอกสารจากบริษัทต่าง ๆ และวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดทำคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์การศึกษา วัสดุการศึกษา และงานปรับปรุงห้องปฏิบัติการ รวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้องตามระเบียบพัสดุเพื่อประกอบการจัดซื้อ

(3) เป็นคณะกรรมการจัดทำคุณลักษณะเฉพาะ ราคากลาง จัดซื้อ/จ้าง ควบคุมงาน หรือตรวจรับพัสดุ/ตรวจการจ้าง

2.1.2.3 ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบร่วมกับหน่วยงานหรือโครงการเพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

2.1.2.4 ด้านการประสานงาน

(1) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกเพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้ เช่น สอบถามความต้องการใช้ และรายละเอียดของครุภัณฑ์การศึกษา วัสดุการศึกษา และงานปรับปรุงห้องปฏิบัติการจากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาปฏิบัติการและสำนักวิชา เป็นต้น

(2) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

2.1.2.5 ด้านบริการวิชาการ

(1) ประสานโรงเรียน/หน่วยงานภายนอก สรุปวันเวลา งบประมาณ เนื้อหาการให้บริการ จำนวนผู้รับบริการ และระดับการศึกษา เพื่อจัดทำโครงการเสนอหัวหน้าหน่วยงานอนุมัติการดำเนินโครงการ

(2) ประสานวิทยากร ผู้สอนเนื้อหาวิชาการในด้านต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ พื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์สุขภาพ และวิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น ตามที่ โรงเรียน/หน่วยงานภายนอกระบุขอรับบริการ

(3) ประสานวิทยากร เพื่อขอข้อมูลการสอนเนื้อหาวิชาการทั้งส่วนทฤษฎีและ ส่วนปฏิบัติการ เพื่อจัดทำคู่มือการสอนปฏิบัติการ

(4) จัดทำเอกสารประกอบการสอน เช่น วิดีโอ เอกสารการสอน Power point เป็นต้น และแบบวัดผลการเรียนเนื้อหาวิชาการ

(5) จัดเตรียมใบงานเพื่อเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ให้พร้อมต่อการใช้งาน และเพียงพอกับผู้รับบริการ

(6) ทดสอบปฏิบัติการก่อนให้บริการ เพื่อตรวจสอบสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ ให้สามารถใช้งานได้จริง ไม่มีข้อผิดพลาดในวันที่ให้บริการ

(7) ให้บริการ สอนให้ความรู้เน้นการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการตามวัน เวลาที่ระบุ ในโครงการ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียน/ผู้รับบริการได้ลงมือปฏิบัติจริง สามารถใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์ และสารเคมี ได้อย่างถูกต้องตามหลักความปลอดภัย

(8) วัดผลของผู้รับบริการ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทดสอบ การส่งรายงาน การนำเสนอหน้าชั้นเรียน การตอบคำถาม เป็นต้น

(9) ให้ผู้เข้ารับบริการ ทำแบบประเมินความพึงพอใจการรับบริการ เพื่อนำข้อติชม ข้อเสนอแนะ มาใช้พัฒนางานให้ดียิ่งขึ้น

(10) ประเมิน ให้คะแนนการวัดผล บันทึกคะแนน และส่งให้โรงเรียน/หน่วยงาน ภายนอก (กรณีที่โรงเรียน/หน่วยงานภายนอกจำเป็นต้องใช้คะแนนประเมินผล)

(11) สรุปผลประเมินการเรียนรู้ แบบประเมินความพึงพอใจ และสรุปผลการ ให้บริการ

2.1.2.6 ด้านจัดซื้อ/งานคลังพัสดุ

(1) สำนักรวบรวมความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างสำหรับการเรียน การสอนปฏิบัติการ เพื่อจัดซื้อให้ทันต่อการใช้งาน โดยวิธีการยืมเงินสดย่อยของหน่วยงาน

(2) จัดทำเอกสารแจ้งความต้องการซื้อ/จ้าง เพื่อขออนุมัติการซื้อวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างสำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการ

(3) ประสานบริษัท ขอใบเสนอราคาประกอบการจัดซื้อ

(4) ตรวจรับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี ในกรณีได้รับแต่งตั้งให้ เป็น กรรมการตรวจรับ

- (5) รายงานผลการจัดซื้อ
- (6) ตรวจสอบบัญชีประจำปี

2.1.2.7 ด้านอื่นๆ

- (1) ดำเนินงานด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงานให้ดีขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กร ด้วยกิจกรรม 5ส
- (2) ดำเนินงานด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ “โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPReL)” เพื่อยกระดับมาตรฐานคุณภาพความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย เพื่อให้บุคลากรที่ทำงานในห้องปฏิบัติการมีความปลอดภัยจากอุบัติเหตุ และการใช้สารเคมีอันตรายในห้องปฏิบัติการ
- (3) ร่วมประชุมรับรู้งานดำเนินงานขององค์กร เพื่อขับเคลื่อนองค์กรให้เป็นไปตามนโยบายหรือ KPI ของมหาวิทยาลัย
- (4) ร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ที่หน่วยงาน หรือมหาวิทยาลัยจัดขึ้น เช่น งานรับปริญญา งาน อพสธ. งานวลัยลักษณ์เด่น งานกีฬามหาวิทยาลัย เป็นต้น

2.2 โครงสร้างการบริหารจัดการ

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีโครงสร้างการบริหารงานภายใต้การกำกับดูแลของสภามหาวิทยาลัย อธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร ผู้อำนวยการ และรองผู้อำนวยการ ตามลำดับ อีกทั้งมีที่ปรึกษาเป็นตัวแทนจากสำนักวิชาต่าง ๆ และหน่วยงานสนับสนุนซึ่งเป็นผู้ให้ข้อเสนอแนะในการบริหารงาน และคณะกรรมการประจำศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อช่วยขับเคลื่อนนโยบาย กำหนดทิศทาง และสนับสนุนการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการบริหารจัดการ และพัฒนาวิชาการอย่างต่อเนื่อง ให้เป็นไปตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ขององค์กร

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีแนวทางการบริหารงานให้สอดคล้องกับนโยบายของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ที่ว่า “รวมบริการ ประสานภารกิจ” โดยมีวิสัยทัศน์ พลังกิจ ปรัชญา ปณิธาน และแผนการดำเนินงานของหน่วยงาน ดังนี้

วิสัยทัศน์ เป็นต้นแบบห้องปฏิบัติการแบบรวมบริการ พร้อมด้วยมาตรฐานงานวิเคราะห์ บ่มเพาะความรู้สู่ชุมชน รับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. เป็นต้นแบบห้องปฏิบัติการและที่ทำงานปลอดภัยรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม
2. ให้บริการการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์สุขภาพ และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบที่ได้มาตรฐานสากล ด้วยระบบห้องปฏิบัติการคุณภาพ
4. สนับสนุนงานวิจัยและการบริการวิชาการหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

ปรัชญา

ห้องปฏิบัติการดี บุคลากรเด่น เน้นบริการเป็นเยี่ยม

ปณิธาน

บริการดี มีมาตรฐาน ด้วยงานคุณภาพ

แผนการดำเนินงาน

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้นแบบห้องปฏิบัติการแบบรวมบริการ พร้อมด้วยมาตรฐานงานวิเคราะห์ บ่มเพาะความรู้สู่ชุมชน รับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยมีแผนปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ คือ การเรียนการสอน งานวิจัย งานบริการวิชาการ งานบริการวิเคราะห์ทดสอบ การพัฒนาและบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ และการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการระบบรวมบริการ

2.2.1 โครงสร้างองค์กร

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีโครงสร้างองค์กรที่มีการดำเนินงานภายใต้ นโยบายของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ มีการจัดแบ่งฝ่ายงานขององค์กรออกเป็น 7 ฝ่าย คือ ฝ่ายพัฒนาและบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ฝ่ายบริการและใช้ประโยชน์เครื่องมือ ฝ่ายบริหารทั่วไปและธุรการ ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สุขภาพ 1 ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สุขภาพ 2 และฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังภาพที่ 2.1

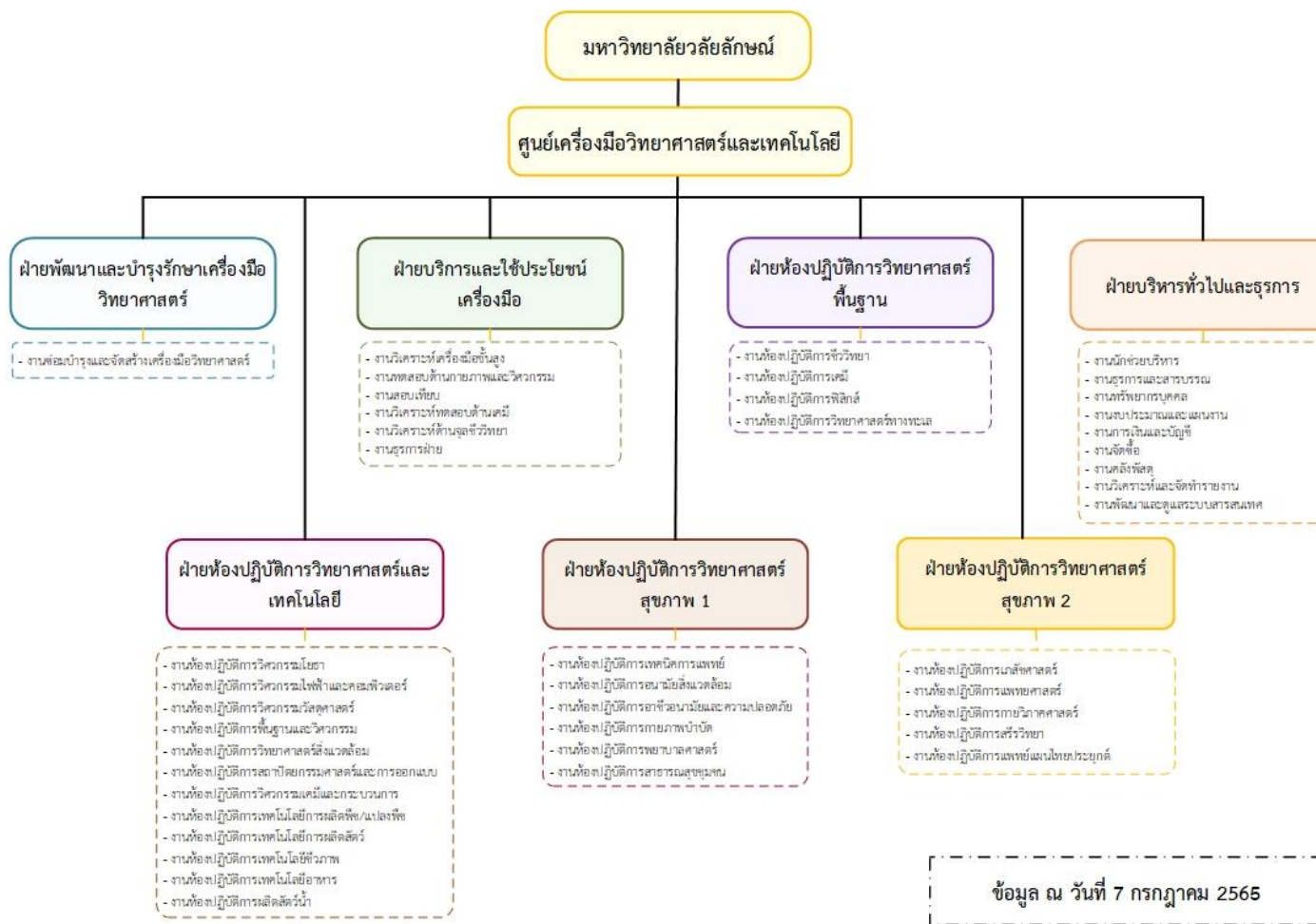
2.2.2 โครงสร้างการบริหาร

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีระบบโครงสร้างการบริหารภายใต้ นโยบายของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ โดยมีอธิการบดี และรองอธิการบดี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ กำกับดูแลการบริหารงาน ผ่านผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้เพื่อให้การบริหารและการดำเนินงานของหน่วยงานบรรลุผลสัมฤทธิ์ และสามารถบริหารงานได้อย่างครอบคลุมในทุก ๆ ด้าน มีความคล่องตัวในการบริหารจัดการ และมีการ พัฒนาวิชาการอย่างต่อเนื่อง จึงมีการแต่งตั้งหัวหน้าฝ่ายงานทั้ง 7 ฝ่ายงานเป็นคณะกรรมการ ดำเนินงานศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อขับเคลื่อนนโยบาย กำหนดทิศทาง สนับสนุนการดำเนินงานของหน่วยงานให้เป็นไปตามเป้าหมายของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

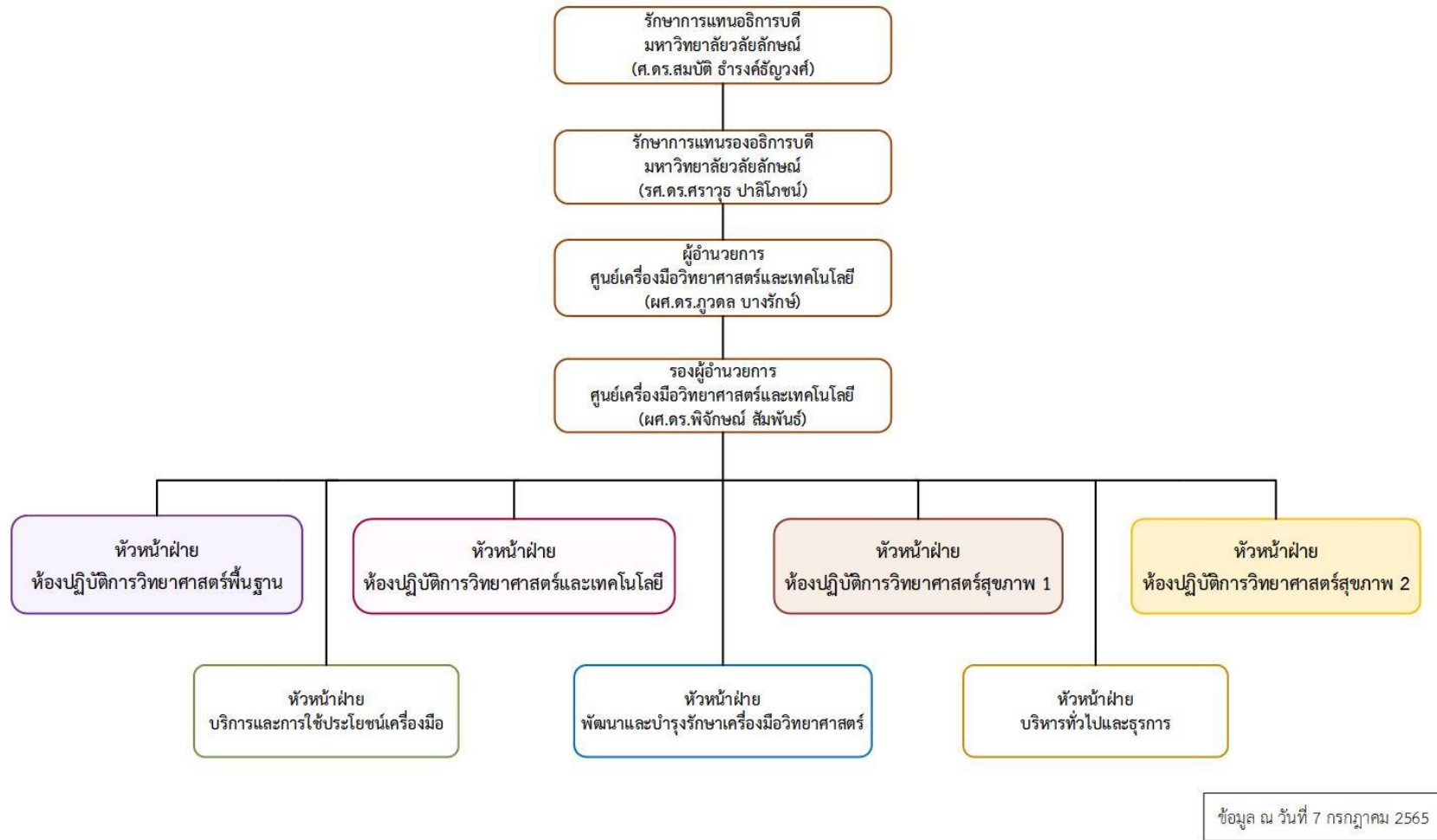
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอัตรากำลังบุคลากร จำนวน 101 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 7 กรกฎาคม 2565) โดยแบ่งเป็นฝ่ายงาน จำนวน 7 ฝ่าย แต่ละฝ่ายงานมีการแยก งานตามภาระหน้าที่ความรับผิดชอบที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.1 และภาพที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 แสดงอัตรากำลังฝ่ายงานต่าง ๆ ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ฝ่ายงานบริหารองค์กร	จำนวน (คน)
ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1
รองผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1
ฝ่ายพัฒนาและบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์	9
ฝ่ายบริการและใช้ประโยชน์เครื่องมือ	7
ฝ่ายบริหารทั่วไปและธุรการ	8
ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	21
ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สุขภาพ 1	19
ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สุขภาพ 2	14
ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	21
รวม	101



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างองค์กร ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างบริหาร ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

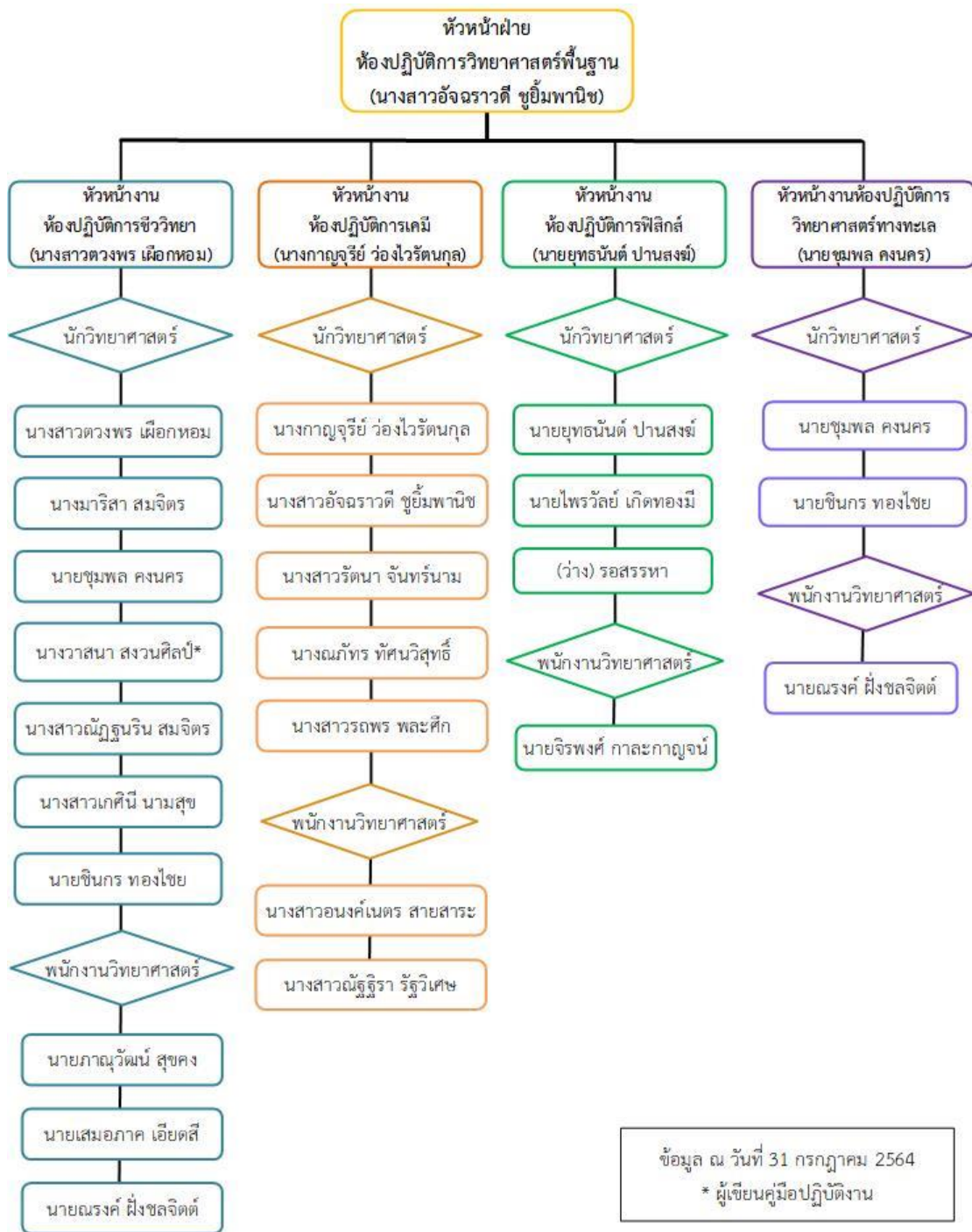
2.2.3 โครงสร้างปฏิบัติงาน

2.2.3.1 โครงสร้างปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

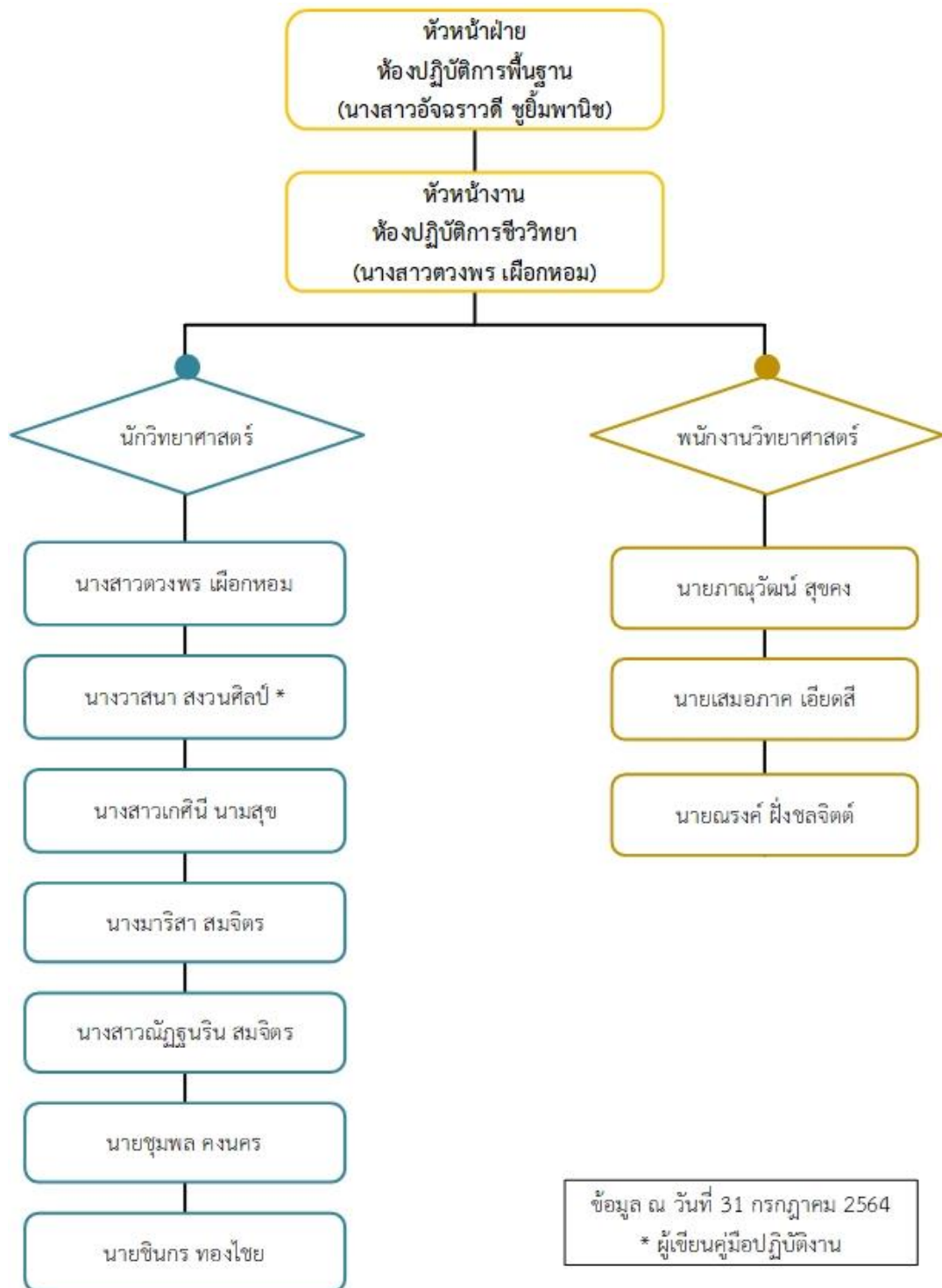
ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ สนับสนุนการบริหารงานของหน่วยงานในด้านต่าง ๆ ทั้งการวางแผน การประสานงาน และการปฏิบัติงานตามนโยบายของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ภายใต้การดำเนินงานของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะการให้บริการห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอน วิจัย และบริการวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ทั้งปฏิบัติการชีววิทยา ปฏิบัติการเคมี ปฏิบัติการฟิสิกส์ และปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางทะเล เพื่อมุ่งเน้นและเสริมสร้างทักษะพื้นฐานในการเรียนปฏิบัติการ เช่น การใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ เป็นต้น ให้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ มีประสิทธิภาพ และเป็นการกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ เห็นภาพจริงจากการลงมือปฏิบัติควบคู่กับการเรียนภาคบรรยาย ทำให้เกิดความเข้าใจเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้กระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ต่อไป โดยมีหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการพื้นฐานกำกับดูแลบุคลากรในฝ่ายให้ดำเนินงานตามทิศทางที่หน่วยงานกำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยบุคลากรฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐานมีจำนวน 21 คน ประกอบด้วยนักวิทยาศาสตร์จำนวน 15 คน และพนักงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 คน ดังภาพที่ 2.3

2.2.3.2 โครงสร้างปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการชีววิทยา

งานห้องปฏิบัติการชีววิทยา ประกอบด้วยบุคลากรจำนวน 10 คน แบ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์จำนวน 7 คน และพนักงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน ให้บริการการเรียนการสอนปฏิบัติการ บริการวิชาการ วิจัย และงานด้านอื่นๆ ด้านชีววิทยา จุลชีววิทยา และวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยประสานงานรายวิชาปฏิบัติและสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการ จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ รวมทั้งความพร้อมของห้องปฏิบัติการ ให้เพียงพอ และพร้อมต่อการเรียนปฏิบัติการทั้งขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนเรียนปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินงานบทปฏิบัติการ และขั้นตอนสรุปการให้บริการ โดยมีหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐานกำกับดูแลการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายและมีผลสัมฤทธิ์ตามนโยบายของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างปฏิบัติงานฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ภาพที่ 2.4 แผนผังโครงสร้างปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการชีววิทยา
ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

โดยสรุป ในบทที่ 2 ผู้เขียนได้กล่าวถึงบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของนักวิทยาศาสตร์ ทั้งหน้าที่รับผิดชอบประจำตำแหน่ง และลักษณะงานที่ปฏิบัติ ในด้านต่าง ๆ ตามที่กล่าวข้างต้น รวมถึงโครงสร้างองค์กร โครงสร้างบริหารของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ โครงสร้างปฏิบัติงานของฝ่ายห้องปฏิบัติการฝ่ายวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และงานห้องปฏิบัติการชีววิทยา ส่วนรายละเอียดความรับผิดชอบต่อการปฏิบัติงานรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ซึ่งเป็นภาระงานในการเขียนคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้จะกล่าวถึงโดยละเอียดในบทที่ 3 ต่อไป

บทที่ 3

หลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข

3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

คู่มือปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เป็นคู่มือปฏิบัติงานสำหรับนักวิทยาศาสตร์ในการจัดเตรียมการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการให้มีความพร้อมในทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ ในขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักศึกษาได้รับความรู้ สามารถฝึกทักษะปฏิบัติการครบถ้วนตามหลักสูตรวิชา และมีความปลอดภัยขณะเรียนในห้องปฏิบัติการ จึงจำเป็นต้องดำเนินการและปฏิบัติงานตามระเบียบ กฎเกณฑ์ และข้อกำหนดหลายด้าน ดังต่อไปนี้

3.1.1 มาตรฐานหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

คู่มือบทปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ให้บริการการเรียนการสอนปฏิบัติการตามมาตรฐานหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (มคอ.) ของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ มคอ. 3 รายละเอียดของรายวิชา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนปฏิบัติการให้สอดคล้องและเป็นไปตามแผนของหลักสูตร โดยการกำหนดวัตถุประสงค์และรายละเอียดของเนื้อหา แนวทางการปลูกฝังทักษะต่าง ๆ ให้นักศึกษาได้พัฒนาและเป็นไปตามวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของของรายวิชา ตลอดทั้งการกำหนดรายละเอียดระยะเวลาการเรียนของแต่ละบทปฏิบัติการ วิธีการเรียน และการประเมินผล ทั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล จึงจำเป็นต้องประสานกับอาจารย์ผู้สอนให้ชัดเจนก่อนให้บริการเพื่อจัดเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้พร้อมและเพียงพอต่อการเรียนการสอนปฏิบัติการ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

3.1.2 ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.

2560

การเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทยุทธศาสตร์รายวิชาพันธุศาสตร์โมเลกุล นักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานรายวิชาต้องสำรวจความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ ให้พร้อมและเพียงพอต่อการใช้งานระหว่างการเรียนรู้ปฏิบัติการ เนื่องจากปฏิบัติการ รายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เป็นการเรียนการสอนปฏิบัติการที่จำเป็นต้องใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นระดับไมโครกรัม ปริมาณระดับไมโครลิตร อีกทั้งสารเคมีที่ใช้สำหรับการเรียนปฏิบัติการมีราคา แพง หายอายุและเสียสภาพอย่างรวดเร็ว และบางชนิดต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีความ จำเป็นต้องดำเนินการจัดซื้อเป็นประจำทุกปี ไม่สามารถซื้อไว้เป็นจำนวนมากได้ นักวิทยาศาสตร์จึง จำเป็นต้องวางแผนการจัดซื้อจัดจ้างอย่างรอบคอบ เพื่อให้ทันต่อการใช้งาน ทั้งนี้ขั้นตอนการจัดซื้อจัด จ้างเป็นไปตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ซึ่งมีรายละเอียดหลายขั้นตอน มีความซับซ้อนในการดำเนินการ ในที่นี้ขอสรุปเฉพาะส่วนที่ เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.1.2.1 การดำเนินการด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

การดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ ตามระเบียบนี้ ด้วยวิธีการทาง อิเล็กทรอนิกส์ ให้หน่วยงานของรัฐ ดำเนินการในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลางผ่าน ทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e - GP) ตามวิธีการที่กรมบัญชีกลางกำหนด ให้หน่วยงานของรัฐใช้เอกสารที่จัดพิมพ์จากระบบจัดซื้อจัด จ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเอกสารประกอบการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้าง

3.1.2.2 การจัดทำแผนการจัดซื้อจัดจ้าง

- (1) เมื่อได้รับวงเงินงบประมาณที่ใช้ในการจัดซื้อจัดจ้าง ผู้ที่ได้รับมอบหมายต้อง ดำเนินการจัดทำแผนการจัดซื้อจัดจ้างประจำปีเสนอหัวหน้าหน่วยงานของรัฐเพื่อขอความเห็นชอบ
- (2) แผนการจัดซื้อจัดจ้างประจำปีประกอบด้วยรายการ ดังต่อไปนี้
 - ก) ชื่อโครงการที่จะจัดซื้อจัดจ้าง
 - ข) วงเงินที่จะจัดซื้อจัดจ้าง
 - ค) ระยะเวลาที่คาดว่าจะจัดซื้อจัดจ้าง
 - ง) รายการอื่น ๆ ตามที่กรมบัญชีกลางกำหนด
- (3) ประกาศเผยแพร่แผนการจัดซื้อจัดจ้างในระบบเครือข่ายระบบสารสนเทศ ของกรมบัญชีกลางหรือของหน่วยงานของรัฐตามวิธีที่กรมบัญชีกลางกำหนด

3.1.2.3 การตรวจสอบผู้มีผลประโยชน์ร่วมกัน

เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้มีการแข่งขันกันอย่างเป็นธรรม ให้ผู้มีหน้าที่ตรวจสอบคุณสมบัติดำเนินการตรวจสอบคุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอแต่ละรายว่าเป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันหรือไม่ หากปรากฏว่ามีผู้ยื่นข้อเสนอที่มีผลประโยชน์ร่วมกัน ให้ผู้มีหน้าที่ตรวจสอบคุณสมบัติตัดรายชื่อผู้ยื่นข้อเสนอดังกล่าวทุกรายการออกจากการเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น

3.1.2.4 กระบวนการซื้อหรือจ้าง

- (1) จัดทำร่างขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ
- (2) แสดงรายละเอียดของรายงานขอซื้อหรือจ้าง ดังนี้
 - ก) เหตุผลและความจำเป็นที่ต้องซื้อหรือจ้าง
 - ข) ขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ
 - ค) ราคากลางของพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง
 - ง) วงเงินที่จะซื้อหรือจ้าง โดยให้ระบุวงเงินงบประมาณ ถ้าไม่มีวงเงินดังกล่าวให้ระบุวงเงินที่ประมาณว่าจะซื้อหรือจ้างในครั้งนั้น
 - จ) กำหนดเวลาที่ต้องการใช้พัสดุนั้น
 - ฉ) วิธีซื้อหรือจ้างหรือเหตุผลที่ต้องซื้อหรือจ้างโดยวิธีนั้น
 - ช) หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ
 - ซ) ข้อเสนออื่น ๆ เช่น อนุมัติแต่งตั้งคณะกรรมการต่าง ๆ ที่จำเป็นในการซื้อหรือจ้าง เป็นต้น

3.1.2.5 คณะกรรมการซื้อหรือจ้าง

ในการดำเนินการซื้อหรือจ้างแต่ละครั้ง ให้หัวหน้าหน่วยงานของรัฐแต่งตั้งคณะกรรมการซื้อหรือจ้าง เพื่อปฏิบัติการตามระเบียบนี้ พร้อมกับกำหนดระยะเวลาในการพิจารณาของคณะกรรมการ และแต่กรณี คือ

- (1) คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดอิเล็กทรอนิกส์
- (2) คณะกรรมการพิจารณาผลการสอบราคา
- (3) คณะกรรมการซื้อหรือจ้างโดยวิธีคัดเลือก
- (4) คณะกรรมการซื้อหรือจ้างโดยวิธีเฉพาะเจาะจง
- (5) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

3.1.2.6 วิธีการซื้อหรือจ้าง

การซื้อหรือจ้างสามารถกระทำได้ 3 วิธี ดังนี้

(1) ประกาศเชิญชวนทั่วไป

ก) วิธีตลาดอิเล็กทรอนิกส์

เป็นการซื้อจ้างที่มีรายละเอียดลักษณะเฉพาะของพัสดุที่ไม่ซับซ้อนหรือเป็นสินค้าหรืองานบริการที่มีมาตรฐาน และได้กำหนดไว้ในระบบข้อมูลสินค้า (e-catalog) โดยให้ดำเนินการในระบบตลาดอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Market : e-market) ตามที่กรมบัญชีกลางกำหนด

ข) วิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์

เป็นการซื้อจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000 บาท และเป็นสินค้าหรืองานบริการที่ไม่ได้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุในระบบข้อมูลสินค้า สินค้า (e-catalog) โดยให้ดำเนินการในระบบประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Market : e-market) ตามที่กรมบัญชีกลางกำหนด

ค) วิธีสอบราคา

การซื้อการจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000 บาท แต่ไม่เกิน 5,000,000 บาท ให้กระทำได้ในกรณีที่หน่วยงานของรัฐนั้นตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในการใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ต ทำให้ไม่สามารถดำเนินการผ่านระบบตลาดอิเล็กทรอนิกส์หรือระบบประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ได้ ทั้งนี้ ให้เจ้าหน้าที่ระบุเหตุผลความจำเป็นที่ไม่อาจดำเนินการซื้อหรือจ้างด้วยวิธีตลาดอิเล็กทรอนิกส์หรือประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ในรายงานขอซื้อขอจ้าง

(2) วิธีคัดเลือก

จัดทำหนังสือเชิญชวนผู้ประกอบการที่มีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขที่หน่วยงานของรัฐกำหนดไม่น้อยกว่า 3 ราย ให้เข้ายื่นข้อเสนอ เว้นแต่ในงานนั้นมีผู้ประกอบการที่มีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนดน้อยกว่า 3 ราย โดยให้คำนึงถึงการไม่มีผลประโยชน์ร่วมกันของผู้ที่เข้ายื่นข้อเสนอ พร้อมจัดทำบัญชีรายชื่อผู้ประกอบการที่คณะกรรมการทำหนังสือเชิญชวน

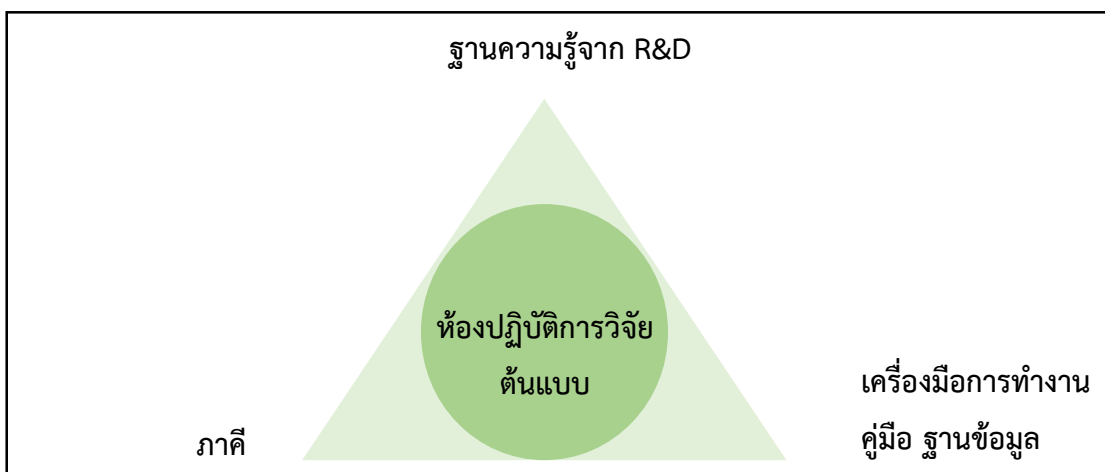
(3) วิธีเฉพาะเจาะจง

จัดทำหนังสือเชิญชวนผู้ประกอบการที่มีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขที่หน่วยงานของรัฐกำหนดรายใดรายหนึ่งให้เข้ายื่นข้อเสนอหรือให้เข้ามาเจรจาต่อรองราคา

3.1.3 มาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand “ESPreL”)

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักศึกษา อาจารย์ นักวิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้องในการใช้ห้องปฏิบัติการ หากทุกคนที่ใช้บริการรับทราบและตระหนักถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ และสามารถตอบโต้สภาวะฉุกเฉินที่เกิดขึ้นได้ ก็จะเป็นการลดความเสี่ยงและอันตรายที่เกิดขึ้นกับชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์โมเลกุล ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงเห็นความสำคัญของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และได้ดำเนินการตามหลักความปลอดภัยด้านต่าง ๆ ภายใต้โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand “ESPreL”, 2555)

โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย เป็นโครงการที่สร้างขึ้นจากการรวบรวมข้อมูล และทำการวิจัยโดยหน่วยงานภาคีเพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการวิจัยต้นแบบให้เป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนให้เกิดเป็นนโยบายสาธารณะเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัย (ภาพที่ 3.1) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและเสนอแนวปฏิบัติในการยกระดับมาตรฐานคุณภาพความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย



ภาพที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบการดำเนินงานมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
(ที่มา : โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย

Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand “ESPreL”, 2555)

3.1.3.1 ผู้เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

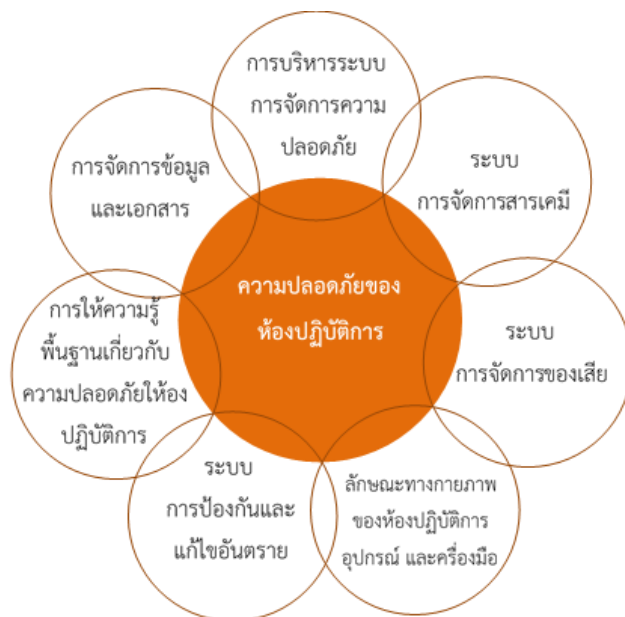
การดำเนินงานด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการนั้นมีผู้เกี่ยวข้องหลายด้าน ตั้งแต่การกำหนดนโยบาย บริหารความปลอดภัย การจัดการดำเนินงาน จนถึงผู้ปฏิบัติงานที่ต้องดำเนินการตามระเบียบและนโยบายที่กำหนดไว้ ซึ่งแต่ละด้านมีผู้รับผิดชอบตั้งแต่ระดับผู้บริหาร หน่วยงานจนถึงผู้ปฏิบัติงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผู้เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ผู้เกี่ยวข้อง	บทบาทหน้า
หัวหน้าองค์กร/สถาบัน	กำหนดและประกาศให้เป็นนโยบายขององค์กรและรับผิดชอบต่อความปลอดภัยในการทำงานของบุคลากรในองค์กรทุกคน
หัวหน้าหน่วยงาน/ผู้อำนวยการสำนักงาน	บริหารจัดการความปลอดภัย สนับสนุนส่งเสริมและกำกับดูแลการดำเนินการด้านต่าง ๆ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการมีความปลอดภัยในการทำงานและไม่ก่อให้เกิดพิษต่อสิ่งแวดล้อม
หัวหน้าห้องปฏิบัติการ (หัวหน้างาน/อาจารย์ประจำวิชา)	กำหนดแผนการดำเนินงานและควบคุมกำกับดูแลความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งแจ้งเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงปัจจัยเสี่ยงและข้อบังคับต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ
ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ (อาจารย์/เจ้าหน้าที่/พนักงาน/ภารโรง/นิสิต นักศึกษา)	ปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับและข้อกำหนดเกี่ยวกับความปลอดภัย รายงานการเกิดภัยอันตรายและความเสี่ยงที่พบ

3.1.3.2 ระบบการบริหารจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

เป้าหมายหลักของห้องปฏิบัติการคือความปลอดภัย จึงจำเป็นต้องมีการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีโครงสร้างการบริหารจัดการและผู้รับผิดชอบด้านต่าง ๆ ที่ชัดเจน มีการกำหนดนโยบายและทิศทางการทำงาน ให้สามารถดำเนินงานได้อย่างเป็นระบบ และรวดเร็ว ดังนั้นจึงแบ่งงานตามลักษณะของงานออกเป็น 7 ด้าน คือ การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัย ระบบการจัดการสารเคมี ระบบการจัดการของเสีย ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือ การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และการจัดการข้อมูล และเอกสาร ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดงระบบการบริหารจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

(ที่มา : โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย

Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand “ESPreL”, 2555)

3.1.4 มาตรฐาน 5ส

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินงานตามมาตรฐาน 5ส ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ฉบับปรับปรุงประจำปี 2563 (คณะกรรมการกลาง 5ส มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2563) เพื่อให้บุคลากร นักศึกษา และหน่วยงานมีความรู้ความเข้าใจและมีแนวทางในการพัฒนาหน่วยงานให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยโดยการสะอาด สะดวก สร้างมาตรฐานและสร้างนิสัย รวมทั้งการใส่ใจสิ่งแวดล้อมและสร้างวัฒนธรรมองค์กรเพื่อเป็นพื้นฐานในการก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสมรรถนะสูง ดังนั้น 5ส จึงเป็นกลไก และเครื่องมือที่สำคัญในการขับเคลื่อนและบริหารจัดการหน่วยงานทุกระดับของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ให้มีสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่ดีในการทำงาน เพื่อส่งเสริมให้มีการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล รวมทั้งมีผลต่อสุขภาพที่ดีของบุคลากรในการปฏิบัติงาน

3.1.4.1 วัตถุประสงค์และเป้าหมายการดำเนินงาน 5ส

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินงานระบบ 5ส ภายใต้ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยสมรรถนะสูง และการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวแห่งความสุขเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม บุคลากรมีความสุขกับการปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่สะอาด เป็นระเบียบ มีความปลอดภัย และมี

สภาวะที่ดี เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ดังนั้นเพื่อให้หน่วยงานดำเนินงานได้ตามเป้าหมาย และบรรลุวัตถุประสงค์ของมหาวิทยาลัยจึงจำเป็นต้องปฏิบัติตามกรอบมาตรฐาน 5ส ที่กำหนด โดยมี วัตถุประสงค์ และเป้าหมายการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงวัตถุประสงค์และเป้าหมายการดำเนินงาน 5ส

วัตถุประสงค์	เป้าหมายการดำเนินงาน
1. เพื่อให้มีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดี มีสิ่งแวดล้อมที่ดี มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย และมีความสะอาด	1. ไม่มีอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่เหมาะสม
	2. บุคลากรและนักศึกษามีคะแนนความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมของหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย สะอาด และมีสิ่งแวดล้อมที่ดี ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน เพื่อเป็นพื้นฐานของการก้าวไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยที่มีสมรรถนะสูง	1. คะแนนประเมิน 5ส ของทุกหน่วยงานในมหาวิทยาลัยมีคะแนนประเมินตั้งแต่ 4.0 ขึ้นไป
	2. การส่งเข้าประกวดรางวัล 5ส ระดับประเทศอย่างน้อย 3 หน่วยงาน
3. เพื่อให้มีการดำเนินงาน 5ส เป็นกิจกรรมพื้นฐานในการปฏิบัติงานในทุกระดับ จนกลายเป็นวัฒนธรรมองค์กร	1. ทุกหน่วยงานมีการประเมินตนเองเป็นประจำทุก 2 เดือน
	2. หน่วยงานมีการพัฒนา 5ส อย่างต่อเนื่องในมาตรฐานที่ยังไม่ผ่านการประเมินรอบก่อนจากคณะกรรมการ
	3. ทุกหน่วยงานมีวิทยากร 5ส ประจำหน่วยงานอย่างน้อย 1 คน
	4. บุคลากรทุกคนต้องได้รับการอบรมเรื่องความรู้พื้นฐาน 5ส ร้อยละ 100

ที่มา : ข้อมูลนโยบาย 5 ส มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

3.1.4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 5ส

ขั้นตอนการดำเนินงาน 5ส ยึดถือการดำเนินงานตามแนวทางการประกันคุณภาพการศึกษาในระบบ “PDCA” เป็นหลักพื้นฐานในการดำเนินงาน ดังนี้

(1) P (Plan) การกำหนดวิสัยทัศน์และนโยบายจากผู้บริหาร การจัดตั้งคณะกรรมการ จัดทำแผนการดำเนินงาน จัดทำมาตรฐาน 5ส กำหนดพื้นที่ตรวจสอบและแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อการตรวจสอบ

(2) D (Do) การอบรมความรู้ด้าน 5ส ขององค์กร การปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานที่ตั้งไว้ และการจัดทำตรวจสอบ 5ส

(3) C (Check) การตรวจสอบพื้นที่ 5ส การแก้ไขปรับปรุง และการประเมินผล

(4) A (Action) ปรับปรุงพื้นที่ 5ส ทบทวนมาตรฐาน 5ส เพื่อการตรวจสอบ การมอบรางวัลพื้นที่ 5ส ดีเด่น และการสรุปผลเพื่อนำเสนอต่อผู้บริหาร

3.1.4.3 คณะกรรมการ 5ส และบทบาทหน้าที่

การดำเนินงานมาตรฐาน 5ส ให้มีประสิทธิภาพ และบรรลุเป้าหมายขององค์กร ได้นั้น คณะกรรมการหรือคณะทำงานด้านต่าง ๆ จึงมีความสำคัญ เพื่อรับผิดชอบในการขับเคลื่อน กิจกรรม คิดรูปแบบ กำหนดมาตรฐานทั้งส่วนที่เป็นสำนักงาน และมาตรฐานพื้นที่ ประเมินการ ปฏิบัติงาน และการประชาสัมพันธ์ให้บุคลากรในองค์กรหรือหน่วยงานรับทราบและสามารถ ดำเนินงานไปในทิศทางเดียวกัน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงคณะทำงานด้านต่าง ๆ และบทบาทหน้าที่ของคณะทำงาน

คณะกรรมการ	บทบาทหน้าที่
ด้านวิชาการ	1. จัดทำ พัฒนา ปรับปรุงคู่มือ 5ส มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
	2. จัดฝึกอบรม 5ส ให้กับบุคลากรมหาวิทยาลัย
	3. พัฒนาศูนย์การเรียนรู้ให้ได้รับการขึ้นทะเบียนฝึกอบรม 5ส
	4. ประเมินผลการดำเนินงานตามเป้าหมาย
ด้านมาตรฐาน	1. พัฒนา ทวนสอบ ปรับปรุงมาตรฐานกลาง 5ส ของพื้นที่ต่าง ๆ ให้สอดคล้อง และเหมาะสม
	2. ประสานงานให้คำปรึกษา หน่วยงานต่าง ๆ เรื่องมาตรฐานกลาง 5ส และ มาตรฐานพื้นที่ของแต่ละหน่วยงาน
ด้านประเมิน	1. จัดทำแบบฟอร์มและแนวทางการตรวจประเมิน
	2. กำหนดพื้นที่การตรวจประเมิน
	3. กำหนดชุดคณะกรรมการตรวจประเมินในพื้นที่ต่าง ๆ ตามกำหนดเวลา
	4. สรุปผลการตรวจและรายงานผลการตรวจประเมิน 5ส ต่อคณะกรรมการ 5ส

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

คณะกรรมการ	บทบาทหน้าที่
ด้านประชาสัมพันธ์	1. สื่อสารการดำเนินงาน 5ส อย่างต่อเนื่องในหลากหลายรูปแบบ เพื่อให้เข้าถึงบุคลากร และการขับเคลื่อนผ่านเว็บไซต์ 5ส
	2. ประชาสัมพันธ์ จูงใจ เชิญชวนให้บุคลากรทุกหน่วยงานมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน 5ส
	3. ดำเนินการด้านพิธีการต่าง ๆ ของการจัดกิจกรรม 5ส
	4. หน้าที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประชาสัมพันธ์

ที่มา : ข้อมูลนโยบาย 5 ส มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

3.1.4.4 มาตรฐานพื้นที่ห้องปฏิบัติการ 5ส

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ดำเนินงาน 5ส ระดับหน่วยงานตามมาตรฐานพื้นที่ห้องปฏิบัติการฉบับปรับปรุง 16 มิถุนายน พ.ศ. 2563 ประกอบด้วยมาตรฐานพื้นที่ จำนวน 20 มาตรฐาน ดังภาพที่ 3.3

<p>มาตรฐานพื้นที่ห้องปฏิบัติการ 5ส Green (ฉบับ ๑๖ มิถุนายน ๒๕๖๓)</p> <p>มาตรฐานพื้นที่ห้องปฏิบัติการ 5ส Green (ฉบับ ๑๖ มิถุนายน ๒๕๖๓) มีจำนวน ๒๐ มาตรฐาน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ๑. มาตรฐานกลาง บอร์ด 5ส ประจำหน่วยงาน ๒. มาตรฐานกลาง บ้ายปงที่ ๓. มาตรฐานกลาง ตู้เก็บเอกสาร ๔. มาตรฐานกลาง แฟ้มเอกสาร ๕. มาตรฐานกลาง คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ๖. มาตรฐานกลาง อุปกรณ์สำนักงาน (โทรศัพท์/โทรสาร/พริ้นเตอร์/เครื่องถ่ายเอกสาร) ๗. มาตรฐานกลาง แฉงสวิทช์ไฟ ๘. มาตรฐานกลาง เครื่องปรับอากาศ ๙. มาตรฐานกลาง ห้องควบคุมระบบไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ และระบบเครือข่าย ๑๐. มาตรฐานกลาง การดูแลถังดับเพลิง ๑๑. มาตรฐานกลาง ตู้น้ำดื่ม ๑๒. มาตรฐานกลาง บริเวณพื้นที่โดยรอบอาคาร ๑๓. มาตรฐานกลาง การประหยัดพลังงาน ๑๔. มาตรฐานพื้นที่ ห้องปฏิบัติการ ๑๕. มาตรฐานพื้นที่ วัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องแก้ว/ผลิตภัณฑ์/ชิ้นงาน/ตัวอย่าง ๑๖. มาตรฐานพื้นที่ สถานที่เก็บ/ตู้เก็บ/ชั้นวาง สารเคมี ๑๗. มาตรฐานพื้นที่ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์/ครุภัณฑ์ทางการแพทย์ ๑๘. มาตรฐานพื้นที่ การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ (Waste) ๑๙. มาตรฐานพื้นที่ ถังขยะ ๒๐. มาตรฐานพื้นที่ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (ถ้ามี)

ภาพที่ 3.3 แสดงมาตรฐานพื้นที่ 5ส ห้องปฏิบัติการ จำนวน 20 มาตรฐาน (ที่มา: คณะกรรมการกลาง 5ส มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2563)

3.1.5 ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ให้บริการห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการสำหรับคณาจารย์และนักศึกษา ทั้งด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่เปิดให้บริการรายวิชาปฏิบัติการ จำนวน 503 รายวิชา จำนวน 142 ห้องปฏิบัติการ (ข้อมูลปีการศึกษา 2563) ดังนั้นเพื่อให้นักศึกษามีแนวทางการปฏิบัติในทิศทางเดียวกันทั้งการแต่งกาย การใช้ห้องปฏิบัติการ และการใช้อุปกรณ์เพื่อฝึกทักษะปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงมีข้อปฏิบัติสำหรับการแต่งกายที่ถูกต้องเมื่ออยู่ในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาและผู้ให้บริการปฏิบัติตามได้อย่างเหมาะสม (ภาพที่ 3.4) และประกาศระเบียบการใช้บริการห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 3.5) ทั้งนี้เพื่อความ เป็นระเบียบในการบริหารจัดการ และผู้รับบริการมีความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 3.4 แสดงข้อปฏิบัติการแต่งกายในห้องปฏิบัติการ



ระเบียบการใช้บริการห้องปฏิบัติการ
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

๑. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ให้บริการสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเท่านั้น
๒. นักศึกษาควรแต่งกายตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ว่าด้วยเครื่องแต่งกายนักศึกษา พ.ศ. ๒๕๔๐ และสวมชุดปฏิบัติการทุกครั้ง ยกเว้นบางรายวิชาที่ให้อินเทอร์เน็ตกับคุณูปการของอาจารย์ผู้สอน และห้ามสวมกางเกงขาสั้น ห้ามใส่รองเท้าแตะหรือรองเท้าเปิดหน้า ห้ามสวมใส่เครื่องประดับที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ สำหรับเจ้าหน้าที่ พนักงานห้องทดลอง อาจารย์ นักวิจัย ผู้ช่วยวิจัย และผู้เยี่ยมชม ให้แต่งกายด้วยชุดสุภาพ
๓. ผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการ (ยกเว้นผู้เยี่ยมชม) ต้องผ่านการอบรมหลักสูตรความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
๔. ผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการต้องปฏิบัติตามข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด
๕. นักศึกษารายงานตัวเข้าห้องปฏิบัติการตามวิธีการที่ห้องปฏิบัติการจัดไว้ให้ เช่น ต้องลงชื่อในแบบบันทึกการเข้าทำปฏิบัติการ หรือสแกน QR CODE พร้อมรับกุญแจปฏิบัติการ เมื่อทำปฏิบัติการเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คืนกุญแจ (ถ้ามี) พร้อมลงชื่อออกจากห้องปฏิบัติการทุกครั้ง หากทำกุญแจหายต้องเสียค่าปรับครั้งละ ๓๐๐ บาท
๖. ให้ตรวจเช็คจำนวนและความเรียบร้อยของวัสดุอุปกรณ์ตามแบบแสดงรายการที่ได้รับ ทั้งก่อนและหลังทำปฏิบัติการทุกครั้ง ถ้าหากวัสดุ อุปกรณ์ ชำรุดหรือสูญหาย ต้องรับผิดชอบค่าเสียหายเต็มจำนวนตามราคาที่แจ้งไว้ กรณีที่ไม่สามารถหาผู้รับผิดชอบได้ ให้ทุกคนในกลุ่มหรือในห้องที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ชุดเดียวกันร่วมกันรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเต็มจำนวน ตามราคาที่แจ้งไว้ สำหรับนักศึกษาจะหักเงินจากค่าประกันของเสียหาย
๗. หากเกิดอุบัติเหตุหรือมีข้อผิดพลาดขณะทำปฏิบัติการ ต้องแจ้งให้อาจารย์ผู้สอนหรือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทราบทันที
๘. การจัดการของเสีย เช่น สารเคมี อาหารเลี้ยงเชื้อ ตัวอย่างพืชหรือสัตว์ หลังจากทำปฏิบัติการเสร็จสิ้น ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำหรือแนวปฏิบัติเรื่องการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด
๙. เมื่อใช้ห้องปฏิบัติการเสร็จทุกครั้ง ต้องทำความสะอาดวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์รวมทั้งบริเวณที่ทำการทดลอง นักศึกษาต้องช่วยกันดูแลรักษาความสะอาดของห้องปฏิบัติการและจัดให้เป็นระเบียบและสะอาดอยู่เสมอ
๑๐. ผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการต้องนำวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทำความสะอาดและอุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคลมาเอง ได้แก่ ผ้าเช็ดมือ กระดาษชำระ หนักรักษาอนามัย แวนตาป้องกันสารเคมี เสื้อกาวน์
๑๑. ห้ามเคลื่อนย้าย เครื่องมือฯ อุปกรณ์ และสารเคมี ก่อนได้รับอนุญาต
๑๒. ห้ามนำหรือรับประทานอาหารและเครื่องดื่มทุกประเภทในห้องปฏิบัติการ
๑๓. ให้เก็บของมีค่าไว้กับตัวขณะใช้บริการห้องปฏิบัติการ หากสูญหายทางห้องปฏิบัติการจะไม่รับผิดชอบใดๆ ทั้งสิ้น
๑๔. ห้ามสูบบุหรี่บริเวณภายในห้องปฏิบัติการและบริเวณโดยรอบอาคารปฏิบัติการ
๑๕. ห้ามพาสัตว์เลี้ยงเข้ามาในห้องปฏิบัติการ
๑๖. ไม่ทำกิจกรรมอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการ

ทั้งนี้ตั้งแต่วันที่ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๕ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูวศล บางรักษ์)

ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาพที่ 3.5 แสดงประกาศระเบียบการใช้บริการห้องปฏิบัติการ
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อย่างไรก็ตาม นอกจากหลักเกณฑ์การปฏิบัติงานดังกล่าวข้างต้นที่ต้องยึดถือปฏิบัติ เพื่อให้การดำเนินงานทั้ง 3 ขั้นตอนสำเร็จตามเป้าหมาย และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้แล้ว หลักเกณฑ์การปฏิบัติงานแต่ละบทปฏิบัติการทั้ง 12 บทปฏิบัติการก็มีความสำคัญเช่นกัน เพื่อให้นักศึกษาและผู้ให้บริการห้องปฏิบัติการปฏิบัติในทิศทางเดียวกัน สร้างมาตรฐานห้องปฏิบัติการให้มีระเบียบ และเกิดความปลอดภัยระหว่างการเรียนการสอนปฏิบัติการ ซึ่งหลักเกณฑ์ปฏิบัติงานที่ต้องยึดถือและปฏิบัติร่วมกันในการเรียนการสอนบทปฏิบัติการทั้ง 12 บทปฏิบัติการ แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงหลักเกณฑ์ปฏิบัติงานบทปฏิบัติการ 12 บทปฏิบัติการ

หลักเกณฑ์ปฏิบัติงาน 12 บทปฏิบัติการ	รายละเอียด
1. การใช้ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ประกาศ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การใช้ห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดเวลาการใช้ห้องปฏิบัติการเฉพาะในเวลาทำการปกติเท่านั้น ยกเว้นประกาศจากมหาวิทยาลัยให้มีการสอนชดเชย ทั้งนี้หากผู้ให้บริการมีความประสงค์ใช้ห้องปฏิบัติการนอกเวลาทำการ ให้ผู้ให้บริการรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้น
2. ข้อกำหนดการแต่งกายในห้องปฏิบัติการ	นักศึกษาที่เข้าเรียนปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ทั้ง 12 บทปฏิบัติการจะต้องแต่งกายตามข้อปฏิบัติการแต่งกายภายในห้องปฏิบัติการสำหรับห้องปฏิบัติการทั่วไป ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังแสดงในภาพที่ 3.4
3. ระเบียบการใช้บริการห้องปฏิบัติการ	นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องที่ใช้บริการห้องปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการ ต้องปฏิบัติตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามประกาศซึ่งแสดงในภาพที่ 3.5
4. ขั้นตอนการเข้าเรียนบทปฏิบัติการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบรายชื่อหน้าห้องปฏิบัติการ เก็บสัมภาระในล็อกเกอร์ที่ทางห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้ 2. ลงชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการ 3. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์ ประจำบทปฏิบัติการ 4. ทดสอบย่อยของแต่ละบทปฏิบัติการ 5. ฟังคำอธิบายขั้นตอนการทำปฏิบัติ 6. ทำปฏิบัติการ ภายใต้การแนะนำของอาจารย์ผู้สอน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

หลักเกณฑ์ปฏิบัติงาน 12 บทปฏิบัติการ	รายละเอียด
	7. ล้างทำความสะอาด วัสดุ อุปกรณ์ โต๊ะปฏิบัติการ หลังเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการ 8. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์ จัดเก็บ/ส่งคืน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ 9. จัดทำรายงานปฏิบัติการ และส่งตามเวลาที่กำหนด 10. ลงชื่อออกจากห้องปฏิบัติการ พร้อมปิดไฟ ปิดพัดลม
5. การจัดการของเสีย	การจัดการของเสียให้เป็นไปตามระบบการจัดการของเสียของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยแบ่งเป็นของเสียประเภทของแข็ง 7 ประเภท ประเภทของเหลวและของเสียอันตราย 23 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 3.5
6. มาตรการป้องกันการแพร่กระจายไวรัส COVID-19	นักศึกษา และผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการต้องปฏิบัติตามมาตรการป้องกันการแพร่กระจายไวรัส COVID-19 ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. สวมหน้ากากอนามัย ตลอดระยะเวลาในการเรียนปฏิบัติการ 2. ล้างมือด้วยน้ำและสบู่ ให้สะอาดทุกครั้งก่อน-หลัง เรียนปฏิบัติการ 3. ล้างมือด้วยเจล หรือสเปรย์แอลกอฮอล์ กรณีที่ไม่สะดวกล้างมือด้วยน้ำ หรือสบู่ 4. เช็ดทำความสะอาดพื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อทุกครั้งหลังการใช้ห้องปฏิบัติการ 5. ทิ้งหน้ากากอนามัย หรือหน้ากากผ้า ในถังขยะติดเชื้อ “Label S06” 6. งดเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ เมื่อมีอาการไข้ ไอ จาม เจ็บคอ มีน้ำมูก และควรปรึกษาแพทย์
7. การลาปฏิบัติการ	กรณีที่นักศึกษาไม่สามารถเข้าเรียนปฏิบัติการในบทปฏิบัติการใดปฏิบัติการหนึ่งได้ ให้ศึกษาลาปฏิบัติการในระบบการลาของศูนย์บริการการศึกษา เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนอนุมัติการลา

3.2 วิธีการปฏิบัติงาน

วิธีการปฏิบัติงานสำหรับการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการ บทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ 12 บทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ

เป็นขั้นตอนการเตรียมความพร้อมรายวิชาล่วงหน้าให้ครอบคลุมทั้ง 12 บทปฏิบัติการ ตั้งแต่การจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี การประสานอาจารย์ผู้ประสานรายวิชาถึงรายละเอียดของเนื้อหาบทปฏิบัติการ และการเตรียมห้องปฏิบัติการปลอดภัย โดยมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.1.1 นักวิทยาศาสตร์รับเอกสารการเปิดรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลจากหัวหน้าฝ่ายวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

3.2.1.2 จัดทำแผนการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ทั้งห้องปฏิบัติการ บุคลากร วัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ หากไม่มีความพร้อมในด้านใดด้านหนึ่งให้รีบดำเนินการแก้ไข

3.2.1.3 ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี กรณีมีไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอนปฏิบัติการ โดยดำเนินการตามวิธีการจัดซื้อตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ทั้งนี้ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับมอบอำนาจให้สามารถดำเนินการจัดซื้อได้เองผ่านระบบการจัดซื้อของหน่วยงานตามวงเงินที่ได้รับจัดสรร โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานรายวิชาสามารถดำเนินการได้ดังนี้

(1) แจ้งความต้องการความต้องการการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีประจำห้องปฏิบัติการผ่านระบบออนไลน์ระบบการควบคุมงบประมาณของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ภาพที่ 3.6) ซึ่งแยกประเภทการจัดออกเป็น 6 ประเภท คือ

- ก) แจ้งความต้องการขอซื้อจ้าง
- ข) แจ้งความต้องการขอซื้อจ้าง (กรณีเร่งด่วน)
- ค) แจ้งความต้องการยืมเงินตรง (ขอซื้อขอจ้าง)
- ง) แจ้งความต้องการยืมเงินตรง (ปฏิบัติงานนอกพื้นที่)
- จ) แจ้งความต้องการเงินสดย่อย (ขอซื้อขอจ้าง)
- ฉ) แจ้งความต้องการเงินสดย่อย (ปฏิบัติงานนอกพื้นที่)

ระบบควบคุมงบประมาณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Username :

Password :

Login

ระบบควบคุมงบประมาณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประเภท	แจ้งความต้องการ	คู่มือการใช้งานระบบ	ออกจากระบบ	เลือกงบประมาณ	ค้นหา			
งบประมาณรวม	แจ้งความต้องการซื้อ/จ้าง (งบซื้อ/จ้าง)			0.00 บาท	ทุกไตรมาส	22,254,878.86 บาท	คงเหลือ	-22,254,878.86 บาท
งบประมาณฝ่ายวิทยาศาสตร์	แจ้งความต้องการเงินยืมตรง (งบยืม/จ้าง)	คู่มือการใช้งานระบบ		0.00 บาท	ทุกไตรมาส	5,824,346.90 บาท	คงเหลือ	-5,824,346.90 บาท
งบประมาณโลจิสติกส์	แจ้งความต้องการเงินยืมตรง (งบยืม/จ้าง)			0.00 บาท	ทุกไตรมาส	0.00 บาท	คงเหลือ	0.00 บาท
งบประมาณให้	แจ้งความต้องการเงินอุดหนุน			0.00 บาท	ทุกไตรมาส	0.00 บาท	คงเหลือ	0.00 บาท
งบประมาณบุตร	แจ้งความต้องการเงินอุดหนุน (งบยืม/จ้าง)			0.00 บาท	ทุกไตรมาส	0.00 บาท	คงเหลือ	0.00 บาท
งบประมาณเพื่อ	แจ้งความต้องการเงินอุดหนุน (งบยืม/จ้าง)			0.00 บาท	ทุกไตรมาส	0.00 บาท	คงเหลือ	0.00 บาท
งบประมาณพัฒนาสถานศึกษา	แจ้งความต้องการเงินอุดหนุน			0.00 บาท	ทุกไตรมาส	0.00 บาท	คงเหลือ	0.00 บาท
งบประมาณจ่ายสวัสดิการ	แจ้งความต้องการเงินอุดหนุน			0.00 บาท	ทุกไตรมาส	0.00 บาท	คงเหลือ	0.00 บาท
งบประมาณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช	แจ้งความต้องการเงินอุดหนุน			0.00 บาท	ทุกไตรมาส	249,200.00 บาท	คงเหลือ	-249,200.00 บาท
งบประมาณปฏิบัติงานนอกพื้นที่	แจ้งความต้องการเงินอุดหนุน			0.00 บาท	ทุกไตรมาส	12,580.00 บาท	คงเหลือ	-12,580.00 บาท

ภาพที่ 3.6 แสดงระบบการควบคุมงบประมาณของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2) จัดเตรียมเอกสารสำหรับแนบการขอซื้อขอจ้าง ดังนี้

ก) ใบแจ้งความต้องการซื้อประเภทต่าง ๆ ที่พิมพ์จากระบบควบคุมงบประมาณของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยระบุจำนวน ปริมาณ ราคา วันที่ต้องการใช้งานและรายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์ หรือสารเคมี ที่ต้องการซื้อจ้าง พร้อมทั้งแต่งตั้งคณะกรรมการการตรวจรับสินค้า

ข) ใบเสนอราคาสินค้าที่ต้องการซื้อจ้าง อย่างน้อย 3 บริษัท

ค) แบบฟอร์มตารางแสดงราคากลาง

ง) เอกสารรายงานการขอซื้อขอจ้าง และขอแต่งตั้งคณะกรรมการตรวจรับ

(3) นักวิทยาศาสตร์ลงนามผู้ซื้อขอจ้าง และส่งให้หัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และหัวหน้าหน่วยงานลงนามอนุมัติการจัดซื้อจัดจ้าง

3.2.1.4 ประสานอาจารย์ผู้ประสานรายวิชาขอรับ มคอ.3 เพื่อทราบรายละเอียดของแต่ละบทปฏิบัติการ วันเวลาที่เรียน และจัดทำตารางการเรียนการสอนปฏิบัติการ รวมทั้งเตรียมความ

พร้อมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้เพียงพอต่อนักศึกษาและเป็นตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

3.2.1.5 ตรวจสอบจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการจากศูนย์บริการ การศึกษาจัดทำรายชื่อและแบ่งกลุ่มนักศึกษา

3.2.1.6 เตรียมห้องปฏิบัติการตามแนวทางโครงการ ESPReL ดังนี้

(1) สำรองความพร้อมการใช้งานของอุปกรณ์ป้องกันภัยอันตรายฉุกเฉิน เช่น ถังดับเพลิง ฝักบัวฉุกเฉิน ขวดล้างตา และชุดปฐมพยาบาล เป็นต้น

(2) จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการแยกของเสียประเภทต่าง ๆ ทั้งชนิดที่เป็นของเหลว และของแข็ง โดยอุปกรณ์ในการจัดเก็บของเสียมีการติดฉลาก รายละเอียดอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน หรือนักศึกษาสามารถทิ้งของเสียในแต่ละบทปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 3.7

(3) จัดเตรียม Safety Data Shee (SDS) ของสารเคมีที่ใช้ในรายวิชา ปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลให้พร้อม กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินสามารถเตรียมแผนตอบโต้ภาวะเหตุ ฉุกเฉินได้ทันที



ภาพที่ 3.7 แสดงการเตรียมถังทิ้งของเสียชนิดของเหลวในบทปฏิบัติการ

3.2.1.7 เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการให้เป็นตามมาตรฐาน 5ส โดยใช้มาตรฐานพื้นที่ห้องปฏิบัติการ ดังนี้

(1) จัดทำผังห้องปฏิบัติการระบุตำแหน่งสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งแสดงเส้นทางหนีไฟ

(2) จัดทำป้ายระบุสถานะการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งติดตั้งคู่มือการใช้งาน หรือ QR code แสดงขั้นตอนการใช้งาน พร้อมทั้งระบุชื่อ และเบอร์โทรศัพท์ผู้รับผิดชอบ

(3) จัดทำป้ายเตือนต่าง ๆ เช่น ระวังความร้อน ระวังพื้นต่างระดับ ระวังศีรษะ ระวังของหล่น ระวังพื้นเปียก เป็นต้น เพื่อเป็นการเตือนให้เกิดความระวังและลดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ

เป็นขั้นตอนการจัดเตรียมความพร้อม การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการขณะมีการเรียนการสอน และจัดเก็บห้องปฏิบัติการหลังเสร็จสิ้นในแต่ละบทปฏิบัติการทั้ง 12 บทปฏิบัติการ ซึ่งขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการมีความแตกต่างกันทั้งการใช้วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และการจัดวางตัวอย่าง นักวิทยาศาสตร์ที่รับผิดชอบจึงต้องจัดทำรายละเอียดของแต่ละบทปฏิบัติการ (ใบงานบทปฏิบัติการ) ให้กับพนักงานวิทยาศาสตร์และพนักงานห้องทดลองเพื่อช่วยจัดเตรียม และจัดวางให้ถูกต้องตามรายละเอียดของแต่ละบทปฏิบัติการ ทั้งนี้รายละเอียดของใบงานแต่ละบทปฏิบัติการได้แสดงในภาคผนวก 4 และขั้นตอนการดำเนินการในแต่ละบทปฏิบัติการได้เขียนอย่างละเอียดในบทที่ 4

อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการในภาพรวมทั้ง 12 บทปฏิบัติการซึ่งนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานรายวิชาต้องดำเนินการตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดบทปฏิบัติการมีรายละเอียดดังนี้

3.2.2.1 ประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานบทปฏิบัติการ เพื่อทราบข้อมูลการจัดการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ เช่น ตัวอย่าง ความเข้มข้นของสารเคมี ปริมาณวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเรียนปฏิบัติการ เป็นต้น

3.2.2.2 เตรียมใบงานสำหรับจัดเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ตามบทปฏิบัติการที่แสดงใน มคอ.3 ให้เพียงพอต่อการเรียนของนักศึกษา

3.2.2.3 ทดสอบบทปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ

3.2.2.4 จัดเตรียมกระดาษคำตอบ สำหรับบทปฏิบัติการที่มีการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนปฏิบัติการ

3.2.2.5 เป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ และให้คำแนะนำนักศึกษาในการใช้ครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์

3.2.2.6 ให้คำแนะนำนักศึกษาในการแยกประเภทของเสียที่เกิดจากตัวอย่าง สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการตามประเภทของเสียที่เป็นของแข็ง ของเหลว และของเสีย อันตรายพิเศษ ดังตาราง 3.5 และภาพที่ 3.8 และการส่งกำจัดตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน เรื่อง การ จำแนกของเสียภายในห้องปฏิบัติการ ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย วลัยลักษณ์ (ภาพที่ 3.9)

3.2.2.7 ตรวจสอบและบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษา

3.2.2.8 เก็บรวบรวมกระดาษคำตอบ หรือรายงานบทปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้สอนบท ปฏิบัติการ

3.2.2.9 หลังเสร็จสิ้นการเรียนบทปฏิบัติการ จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อบรรจุส่งกำจัดตามระบบการ จัดการของเสียตามระบบของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตารางที่ 3.5 แสดงการแยกประเภทของของเสียชนิดของแข็ง (7 ประเภท) ชนิดของเหลวและของเสียอันตรายพิเศษ (23 ประเภท) ภายในห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของแข็ง	การจัดเก็บ	การบำบัด/การกำจัด
S01	ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว ขวดเปล่าที่เคยบรรจุสารเคมีทั้งชนิดทั้งขวดแก้วและขวดพลาสติก ทั้งของเหลวและของแข็ง	จัดแยกเป็นประเภทขวดแก้ว และขวด พลาสติก	ส่งบริษัทกำจัด
S02	เครื่องแก้วและขวดสารเคมีที่แตก 1. เครื่องแก้ว ขวดแก้วที่แตก หักชำรุด หลอดทดลองที่แตกหัก ชำรุด 2. ขวดแก้ว เครื่องแก้วหรืออุปกรณ์ที่ทำจากแก้วที่แตก หักชำรุด	บรรจุใส่ถังพลาสติก PE ขนาด 50 ลิตร พร้อมฝาปิด โดยมีถุงดำอย่างน้อย 2 ชั้น และรองกันถุงดำด้วยกระดาษหนังสือ พิมพ์สวมคลุมถึงก้นทั้งของเสีย	ส่งบริษัทกำจัด
S03	Toxic waste 1. สารพิษ สารเคมีอันตราย สารก่อมะเร็ง 2. สารเคมีหมดอายุ สารเคมีที่เสื่อมคุณภาพ สารเคมีที่เป็นอันตราย ต่อสุขภาพ	ติดฉลากระบุชนิดอันตรายสวมคลุมถึง ก้นทั้งของเสีย	ส่งบริษัทกำจัด

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของแข็ง	การจัดเก็บ	การบำบัด/การกำจัด
S04	Organic waste ของเสียชนิดของแข็งที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อน หรือมีเชื้อก่อโรคปนเปื้อน รวมทั้งอาหารเลี้ยงเชื้อ	ไม่ต้องจัดเก็บ	ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี autoclave ที่ 121°C ความดัน 15 psi เวลา 30 นาที
S05	ขยะปนเปื้อนสารเคมี ขยะหรือบรรจุภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนสารเคมี เช่น ทิชชู ถุงมือ เศษผ้า หน้ากาก เป็นต้น	บรรจุใส่ถังพลาสติก PE ขนาด 50 ลิตรพร้อมฝาปิด โดยนำถุงดำอย่างน้อย 2 ชั้น และติดฉลากระบุชนิดอันตรายสวมคลุมถังก่อนทิ้งของเสีย	ส่งบริษัทกำจัด
S06	ขยะติดเชื้อ 1. ขยะ/ของเสีย ที่มีเหตุสงสัยว่ามี หรืออาจมีเชื้อโรค ซาก หรือชิ้นส่วนสิ่งมีชีวิต วัสดุที่ใช้บริการทางการแพทย์ 2. ซาก ชิ้นส่วนสิ่งมีชีวิต สำลี ผ้ากอส เข็มฉีดยา หรือสิ่งสัมผัสกับเลือด	บรรจุใส่ถุงสีแดง และจัดเก็บในถัง ซึ่งมีฝาปิดนำไปวางจุดวางรวม	ส่งกำจัดโดยการเผาด้วยเตาเผาของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
S07	แบตเตอรี่และถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ และถ่านไฟฉายที่ใช้งานหมดแล้ว หรือเสื่อมสภาพแล้ว	บรรจุใส่ถังพลาสติก PE ขนาด 50 ลิตรพร้อมฝาปิด โดยนำถุงดำอย่างน้อย 2 ชั้นและติดฉลากระบุชนิดอันตรายสวมคลุมถังก่อนทิ้งของเสีย	ส่งบริษัทกำจัด

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของเหลว	การจัดเก็บ	การบำบัด/การกำจัด
L01	ของเสียที่เป็นกรด 1. ของเสียที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 และมีกรดแร่ปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% 2. กรดซัลฟูริก กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ทำให้เป็นกลางกลางทิ้งลงท่อ ถ้ามีตะกอนให้กรองน้ำทิ้ง ตะกอนส่งบริษัทกำจัด
L02	ของเสียที่เป็นเบส 1. ของเสียที่มีค่า pH สูงกว่า 7 และมีเบสปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% 2. แอมโมเนีย คาร์บอนेट ไฮดรอกไซด์	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ทำให้เป็นกลางกลางทิ้งลงท่อ ถ้ามีตะกอนให้กรองน้ำทิ้ง ตะกอนส่งบริษัทกำจัด
L03	ของเสียที่เป็นเกลือ 1. ของเสียที่มีคุณสมบัติเป็นเกลือ หรือของเสียที่เป็นผลผลิตจากการทำปฏิกิริยาของกรดกับเบส 2. โซเดียมคลอไรด์ แอมโมเนียมไนเตรทซึ่งมีค่าของเกลือเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด
L04	ของเสียที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์ 1. ของเสียที่เป็นของเหลวที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์ 2. กรดไฮโดรฟลูออริก สารประกอบฟลูออไรด์ ซิลิคอนฟลูออไรด์	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ทำให้อยู่ในรูปของตะกอน แคลเซียม/ส่งบริษัทกำจัด

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของเหลว	การจัดเก็บ	การบำบัด/การกำจัด
L05	ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์อินทรีย์ 1. ของเสียที่มีไซเดียมไซยาไนด์เป็นส่วนประกอบ ซึ่งจัดเป็นของเสียอันตราย 2. ไซเดียมไซยาไนด์	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ออกซิเดชันด้วยไซเดียมไฮโปคลอไรท์ในสภาวะเบส/ส่งบริษัทกำจัด
L06	ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์อินทรีย์ 1. ของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์ หรือ ไซยาโนคอมเพล็กซ์ 2. $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด
L07	ของเสียที่ประกอบด้วยโครเมียม 1. ของเสียที่มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบ 2. สารประกอบ Cr^{6+} กรดโครมิกจากการวิเคราะห์หาคลอไรด์	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	วิธีรีดักชันและทำให้เป็นกลาง/ส่งบริษัทกำจัด
L08	ของเสียที่เป็นสารปรอทอินทรีย์ 1. ของเสียชนิดที่มีปรอทอินทรีย์ 2. เมอคิวรี (II) คลอไรด์ ของเสียจากการวิเคราะห์ COD อัลคิลเมอร์คิวรี	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของเหลว	การจัดเก็บ	การบำบัด/การกำจัด
L09	ของเสียที่เป็นสารปรอทอินทรีย์ 1. ของเสียชนิดที่มีปรอทอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ 2. อัลคิลเมอร์คิวรี	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด
L10	ของเสียที่เป็นสารอาร์เซนิก 1. ของเสียชนิดที่มีอาร์เซนิกเป็นองค์ประกอบ 2. อาร์เซนิกออกไซด์, อาร์เซนิกคลอไรด์	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ถ้าเป็น As^{3+} ให้ใช้วิธีตกตะกอนร่วม Fe^{3+} /ส่งบริษัทรับกำจัด
L11	ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนักอื่นๆ 1. ของเสียที่มีไอออนของโลหะหนักอื่นๆ ซึ่งไม่ใช่โครเมียม อาร์เซนิกไซยาไนด์ และปรอทเป็นส่วนผสม 2. แบริยม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โคบอล ฯลฯ 3. ของเสียจากการวิเคราะห์ TKN (มี $CuSO_4$ เป็นส่วนประกอบ) ของเสียจากการทดลอง BOD และ DO	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ทำให้เป็นกลางและตกตะกอน/ดูดซับด้วยซีเลตติงเรซิน/ส่งบริษัทกำจัด
L12	ของเสียประเภทออกซิไดซ์ซิงเจเนต 1. ของเสียที่มีคุณสมบัติในการที่ให้อิเล็กตรอนซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดการระเบิดได้ 2. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เปอร์แมงกานेट ไฮโปคลอไรท์	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ออกซิเดชัน/ทำให้เป็นกลาง/ส่งบริษัทกำจัด

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของเหลว	การจัดเก็บ	การบำบัด/การกำจัด
L13	<p>ของเสียประเภทรีดิทิวซ์ซิงเอเจนต์</p> <p>1. ของเสียที่มีคุณสมบัติในการรับอิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิด ปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดการระเบิดได้</p> <p>2. กรดซัลฟิวรัส กรดไฮโอซัลฟูริก ไฮดรอกซีไฮดรอกซิลเอมีน</p>	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	รีดักชัน/ทำให้เป็นกลาง/ส่งบริษัทกำจัด
L14	<p>ของเสียที่สามารถเผาไหม้ได้</p> <p>1. ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่สามารถเผาไหม้ได้</p> <p>2. ตัวทำละลายอินทรีย์ พวกลอกโซล เอสเทอร์ อัลดีไฮด์ คีโตนกรดอินทรีย์ (กรดอะซิติก) และสารอินทรีย์พวกไนโตรเจน หรือกัมมะถัน เช่น เอมีน เอไมด์ ไพริมิดีน คิวโนลิน รวมทั้งน้ำยาจากการล้างรูป (developer) เป็นต้น</p>	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด
L15	<p>ของเสียที่เป็นน้ำมัน</p> <p>1. ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ประเภทไขมันที่ได้จากพืช และสัตว์</p> <p>2. กรดไขมัน น้ำมันพืช และสัตว์ น้ำมันปิโตรเลียม และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเครื่อง น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น</p>	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด/นำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทน

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของเหลว	การจัดเก็บ	การบำบัด/การกำจัด
L16	<p>ของเสียที่เป็นสารฮาโลเจน</p> <p>1. ของเสียที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ของธาตุฮาโลเจน</p> <p>2. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl₄) คลอโรเบนซีน (C₆H₅Cl) คลอโรเอทิลีน โบรมีน ผสมตัวทำละลายอินทรีย์</p>	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด
L17	<p>ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ</p> <p>1. ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่มีน้ำผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 5</p> <p>2. น้ำมันผสมน้ำ สารที่เผาไหม้ได้ผสมน้ำ เช่น อัลกอฮอล์ผสมน้ำ ฟีนอลผสมน้ำ กรดอินทรีย์ผสมน้ำ เอมีน หรืออัลดีไฮด์ผสมน้ำ เป็นต้น</p>	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด
L18	<p>ของเสียที่เป็นสารไวไฟ</p> <p>1. ของเสียที่สามารถลุกติดไฟได้ง่าย ซึ่งต้องแยกเก็บให้ห่างจากแหล่งกำเนิดไฟ พวกความร้อน ปฏิกริยาเคมี เปลวไฟ เครื่องไฟฟ้า ปลั๊กไฟ</p> <p>2. อะซิโตน เบนซีน คาร์บอนไดซัลไฟด์ ไซโคลเฮกเซน ไดเอทิลอีเทอร์ เอทานอล เมทานอล เมธิลอะซีเตท โทลูอิน ไซลีน ปีโตรเลียมสปิริต</p>	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด

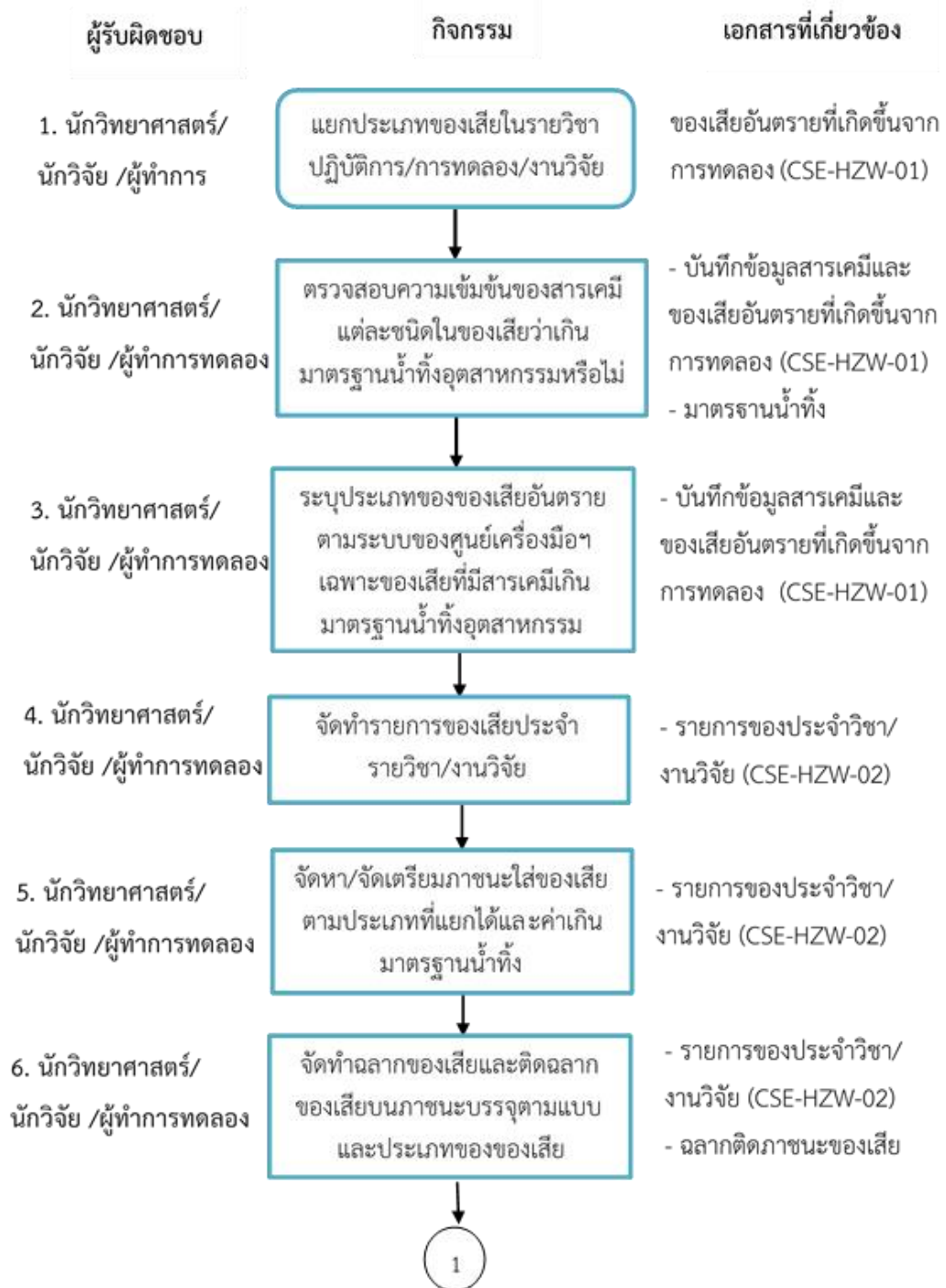
ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของเหลว	การจัดเก็บ	การบำบัด/การกำจัด
L19	<p>ของเสียที่มีสารที่ทำให้ภาพคงตัว</p> <p>1. ของเสียที่เป็นพวกน้ำยาล้างรูป ซึ่งประกอบไปด้วยสารเคมีอันตรายและสารอินทรีย์</p> <p>2. ของเสียจากห้องมืด (Dark room) ซึ่งประกอบด้วยโลหะเงินและของเหลวอินทรีย์</p>	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด
L20	<p>ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้</p> <p>1. ของเสียที่เป็นสารหรือสารประกอบที่เมื่อได้รับความร้อน การเสียดสี แรงกระแทก หรือความดันสูง ๆ จะสามารถระเบิดได้</p> <p>2. พวกไนเตรต ไนตรามีน คลอเรต ไนโตรเปอร์คลอเรต พิเกรท โพรเมตเอไซด์ ไดเอโซ เปอร์ออกไซด์ อะเซติไลด์</p>	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด
L21	<p>ของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสี</p> <p>1. สารที่ไม่เสถียร สามารถแผ่รังสี ทำให้เกิดอันตรายต่อทั้งสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม</p> <p>2. S^{35}, P^{32}, I^{125}</p>	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งกำจัด ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติภาพ

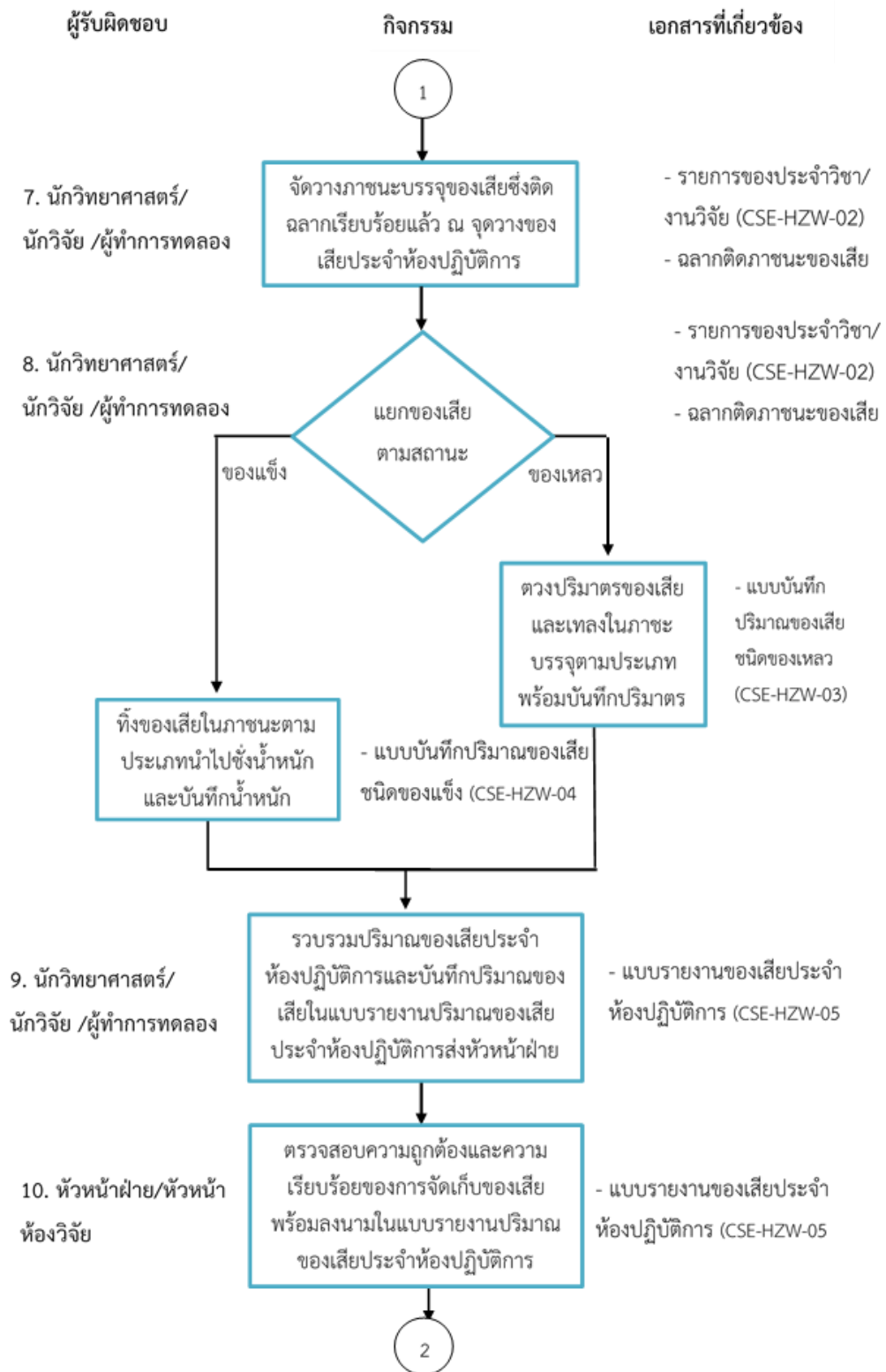
ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของเหลว	การจัดเก็บ	การกำจัด
L22	<p>ของเสียที่มีจุลินทรีย์</p> <p>1. ของเสียที่มีสารประกอบของสารจุลินทรีย์ที่อาจมีอันตรายหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ</p> <p>2. ของเสียที่ได้จากกิจกรรมการเลี้ยงเชื้อ แยกเชื้อ หรือบ่มเพาะจุลินทรีย์ รา หรือ ยีสต์ ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงการเลี้ยงเชื้อในถังหมัก</p>	<p>ไม่ต้องจัดเก็บให้ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนก่อนทิ้งเป็นขยะชุมชน</p>	<p>ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี autoclave ที่ 121 °C, 15 psi , 30 นาที</p>
L23	<p>ของเสีย EtBr (Ethidium bromine)</p> <p>1. ของเสียอันตรายทั้งของเหลวและของแข็งที่มีการปนเปื้อนหรือมีส่วนประกอบของ EtBr</p> <p>2. EtBr buffer solution, EtBr Gel ทิชชูหรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อน EtBr</p>	<p>จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดีใช้ green bag kit หรือ charcoal filtration สำหรับ EtBr buffer solution</p>	<p>EtBr Gel ขยะปนเปื้อน EtBr จัดเก็บในถังเก็บของเสียพิเศษและส่งกำจัด</p>

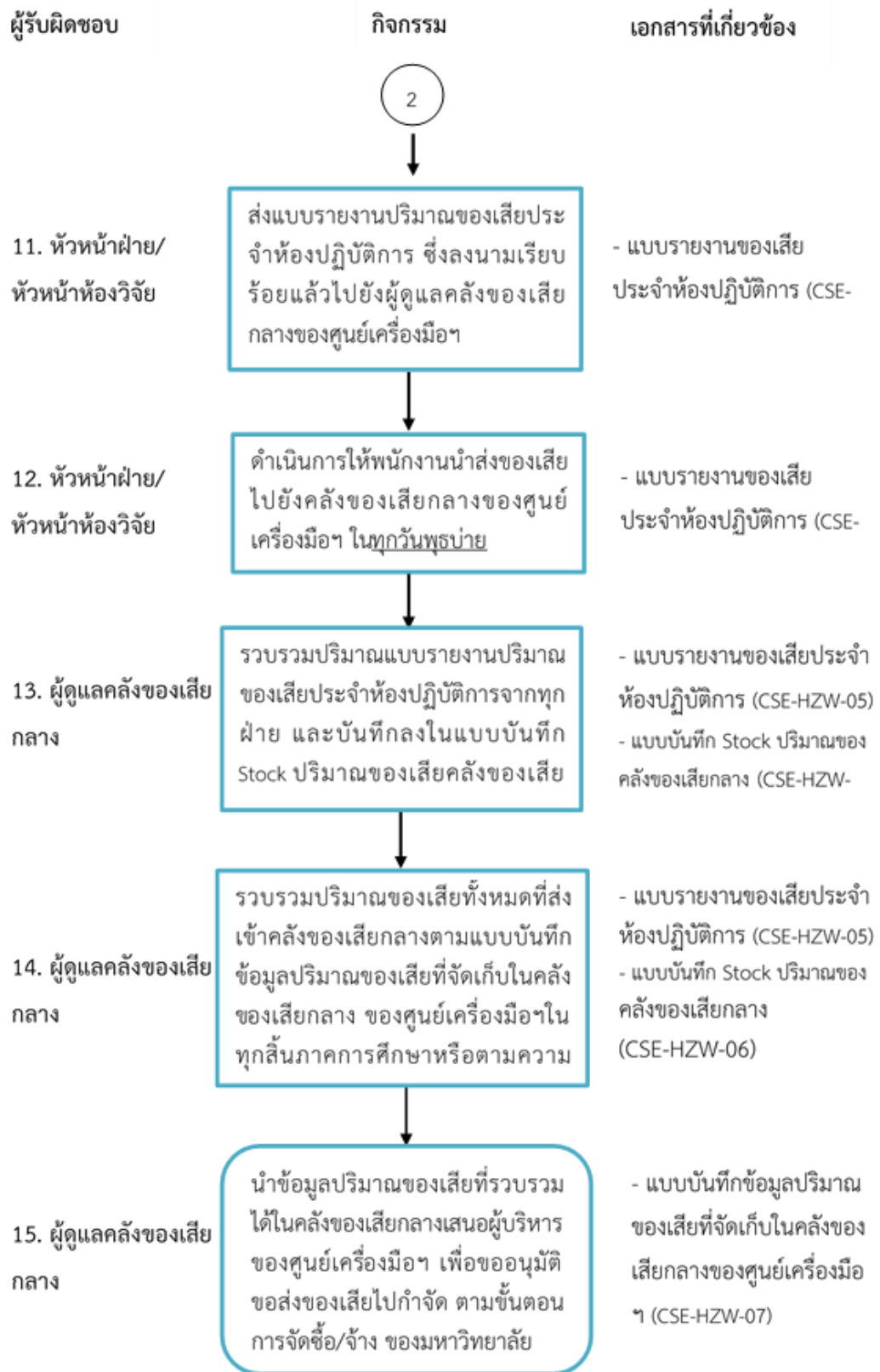
แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน
เรื่อง การจัดการของเสียภายในห้องปฏิบัติการ
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์



ภาพที่ 3.9 แสดงแผนผังขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 3.9 (ต่อ)



ภาพที่ 3.9 (ต่อ)

3.2.3 ขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ

เป็นขั้นตอนการสรุปการให้บริการการเรียนการสอนห้องปฏิบัติการสำหรับรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลในภาพรวมหลังเสร็จสิ้นการเรียนปฏิบัติการทั้ง 12 บทปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดการปฏิบัติงานดังนี้

3.2.3.1 สรุปการเข้าเรียนของนักศึกษา และรวบรวมคะแนนการสอบก่อนและหลังเรียนปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้ประสานรายวิชาปฏิบัติการ

3.2.3.2 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจการให้บริการห้องปฏิบัติการของนักศึกษาและอาจารย์ส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

3.2.3.3 สรุปต้นทุนครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ สารเคมี และวัสดุชำรุด รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

3.2.3.4 สรุปปริมาณของเสีย พร้อมทั้งแยกประเภทของเสียส่งคลังของเสียของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อรอการกำจัดตามระบบต่อไป

3.3 เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน

การให้บริการการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลแก่นักศึกษาให้มีประสิทธิภาพนั้น นักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ หรือผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายด้านทั้งด้านบุคลากร วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ความพร้อมของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งกฎเกณฑ์และระเบียบปฏิบัติการที่ต้องปฏิบัติตามตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ ดังตารางที่ 3.6 เพื่อให้สามารถให้บริการได้อย่างรวดเร็ว ทันสมัย มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล นักศึกษาและคณาจารย์มีความปลอดภัย และมีความพึงพอใจในการรับบริการ สามารถเรียนรู้ทักษะ เทคนิคการปฏิบัติได้อย่างถูกต้องสามารถนำไปพัฒนา และบูรณาการกับการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นต่อไปได้

ตารางที่ 3.6 แสดงวิธีปฏิบัติงานและเงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน
1. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ	
1.1 การรับรายวิชาจากหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	รับข้อมูลรายวิชาจากหัวหน้าฝ่าย และติดตามการเปิดรายวิชาจากศูนย์บริการการศึกษา เพื่อเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ล่วงหน้า อย่างน้อย 1 ภาคการศึกษา
1.2 สํารวจ และจัดทำแผนการเตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการบุคลากร วัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์	<p>นักวิทยาศาสตร์ต้องสำรวจความพร้อมด้านบุคลากร วัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และจัดทำแผนเตรียมความพร้อมส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการพื้นฐานก่อนเปิดภาคการศึกษาอย่างน้อย 1 เดือน</p> <p>1. ด้านบุคลากร</p> <ul style="list-style-type: none"> - ในภาคการศึกษาที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ หากมีนักศึกษาจำนวนมากกว่า 40 คน ตามหลักการความปลอดภัย และการดูแลนักศึกษาได้อย่างทั่วถึง จำเป็นต้องเปิดห้องปฏิบัติการ มากกว่า 1 ห้อง ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ที่มาช่วยสอนหรือดูแลนักศึกษาต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นด้วย จึงต้องติดต่อประสานนักวิทยาศาสตร์ที่จะมาช่วยล่วงหน้า <p>2. ด้านวัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีตามวิธีการจัดซื้อตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ล่วงหน้าอย่างน้อย 3 เดือน เนื่องจากสารเคมีบางรายการต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ใช้เวลาในการขนส่งอย่างน้อย 60-90 วัน - ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ไม่สามารถจัดซื้อจัดจ้างระหว่างปีงบประมาณได้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ต้องสำรวจ และขอตั้งงบประมาณในการจัดซื้อประจำปีงบประมาณ

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน
	<p>- กรณีที่มีวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีไม่เพียงพอ หรือเกิดความล่าช้าจากการจัดซื้อ ต้องรีบดำเนินการยืมจากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ มาใช้งานก่อน</p>
<p>1.3 การจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี กรณีมีไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอนปฏิบัติการ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ดำเนินการตามขั้นตอนตามวิธีการจัดซื้อตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 2. เตรียมเอกสารสำหรับการจัดซื้อให้ครบถ้วน ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ใบแจ้งความต้องการซื้อประเภทต่าง ๆ ที่พิมพ์จากระบบควบคุมงบประมาณของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยระบุจำนวน ปริมาณ ราคา วันที่ต้องการใช้งานและรายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์ หรือสารเคมี ที่ต้องการซื้อจ้าง พร้อมทั้งแต่งตั้งคณะกรรมการตรวจรับสินค้า - ใบเสนอราคาสินค้าที่ต้องการซื้อจ้าง อย่างน้อย 3 บริษัท - แบบฟอร์มตารางแสดงราคากลาง - เอกสารรายงานการขอซื้อขอจ้าง และขอแต่งตั้งคณะกรรมการตรวจรับ 3. สารเคมีบางรายการมีผู้จำหน่ายเพียง 1 บริษัท จะต้องขออนุมัติจัดซื้อกรณีพิเศษ โดยการเขียนเหตุผลและความจำเป็นแนบเอกสารจัดซื้อ 4. สารเคมีบางรายการมีราคาแพง ดังนั้นควรเพิ่มอาจารย์ผู้ประสานรายวิชาเป็นกรรมการตรวจรับ เพื่อพิจารณาการจัดซื้อ หรือหาแนวทางเปลี่ยนแปลงบทปฏิบัติการหรือชนิดของสารเคมี เพื่อลดค่าใช้จ่าย

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน
1.4 การศึกษารายละเอียดบทปฏิบัติการจาก มคอ.3	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำความเข้าใจบทปฏิบัติการทุก ๆ บทให้ละเอียด เพื่อทราบถึงวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้งาน 2. บางบทปฏิบัติการที่ต้องเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และทดสอบปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ จึงจะมีผลหรือตัวอย่างให้นักศึกษาเรียน เช่น บทปฏิบัติการการสกัดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย เป็นต้น นักวิทยาศาสตร์ต้องวางแผนการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย การเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย เพื่อให้มีเชื้อแบคทีเรียให้นักศึกษาเรียนและฝึกปฏิบัติในชั่วโมงการเรียนการสอนปฏิบัติการ
1.5 การตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาและจัดทำรายชื่อ แบ่งกลุ่มนักศึกษา	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการจากศูนย์บริการการศึกษา มาจัดทำรายชื่อ และแบ่งกลุ่มนักศึกษา ก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 1 สัปดาห์ 2. กรณีที่นักศึกษาลงทะเบียนล่าช้า ไม่มีรายชื่อในข้อมูลลงทะเบียน นักวิทยาศาสตร์ก็ต้องรอ และจัดทำรายชื่อ และแบ่งกลุ่มนักศึกษาอีกครั้ง 3. การแบ่งกลุ่มนักศึกษา ปรีกษาและประสานกับอาจารย์ผู้ประสานรายวิชา ที่จะให้ดำเนินการจัดแบ่งจำนวนที่คนต่อกลุ่ม
1.6 เตรียมห้องปฏิบัติการตามแนวทางโครงการ ESPReL	<ol style="list-style-type: none"> 1. สำนวความพร้อมของอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุฉุกเฉินให้มีความพร้อม เช่น ถังดับเพลิง ฝักบัวนิรภัย อ่างล้างตาฉุกเฉิน เป็นต้น หากชำรุดรีบดำเนินการแจ้งซ่อมให้ทันก่อนเปิดภาคการศึกษา 2. จัดเตรียมภาชนะสำหรับการทิ้งของเสียทั้งประเภทของแข็งและของเหลวแต่ละบทปฏิบัติการ 3. ทำความเข้าใจการจัดเก็บ การทิ้ง และการกำจัดของเสียแต่ละประเภทให้ละเอียด เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน นักศึกษา และสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน
1.7 เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการให้เป็นตามมาตรฐานพื้นที่ 5ส	<ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมห้องปฏิบัติการ ให้ถูกต้องตามหลักมาตรฐานพื้นที่ 5ส ของหน่วยงาน 2. จัดทำแผนผังห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าตำแหน่งของต่าง ๆ ภายในห้องอยู่บริเวณใด มีการกำหนดเส้นทางหนีไฟ และประตูทางออกฉุกเฉิน กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ 3. จัดทำป้ายชี้บ่งสถานะ ผู้รับผิดชอบ เบอร์โทรติดต่อวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ภายในห้องปฏิบัติการ 4. จัดทำคู่มือการใช้งานเบื้องต้นของครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้นักศึกษาหรือผู้ใช้งานสามารถใช้งานเบื้องต้นได้ด้วยตัวเอง
2. ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ	
2.1 ประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานบทปฏิบัติการ เพื่อทราบข้อมูลการจัดการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานรายวิชาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ 2. ปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีบทปฏิบัติการจำนวน 12 ปฏิบัติการ มีอาจารย์สอนบทปฏิบัติการแตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานต้องตรวจสอบให้ชัดเจนว่าบทปฏิบัติการใด อาจารย์ท่านใดเป็นผู้สอน
2.2 เตรียมใบงานสำหรับจัดเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ตามบทปฏิบัติการที่แสดงใน มคอ.3 ให้เพียงพอต่อการเรียนของนักศึกษา	<ol style="list-style-type: none"> 1. จัดทำใบงานให้พนักงานวิทยาศาสตร์ล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อจัดเตรียม วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ 2. กรณีวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ นักวิทยาศาสตร์ต้องรีบดำเนินการยืมจากห้องปฏิบัติการอื่น

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน
	<p>3. ตรวจสอบความถูกต้องในทุกขั้นตอน เช่น ความเข้มข้นของสารเคมี ปริมาณที่เตรียม จำนวนเพียงพอต่อการใช้งานของนักศึกษา เป็นต้น</p> <p>4. ทดสอบครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ก่อนการใช้งานทุกครั้ง</p>
2.3 ทดสอบบทปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ	ทดสอบบทปฏิบัติการก่อนการเรียนการสอนปฏิบัติการทุกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและผลปฏิบัติการ รวมทั้งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมี หรือสารละลายบัฟเฟอร์ก่อนให้นักศึกษาใช้เรียนปฏิบัติการ
2.4 จัดเตรียมกระดาษคำตอบ สำหรับบทปฏิบัติการที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนปฏิบัติการ	กรณีที่อาจารย์ผู้สอนมีทดสอบก่อนและหลังเรียนปฏิบัติการ และประสงค์ที่จะใช้กระดาษเปล่าเป็นกระดาษคำตอบ นักวิทยาศาสตร์จัดเตรียมให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา ทั้งนี้สามารถใช้กระดาษรีไซเคิลได้
2.5 เป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ และให้คำแนะนำนักศึกษาในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์	<p>1. นักวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจในบทปฏิบัติการเป็นอย่างดีในเรื่องเทคนิค และขั้นตอนการทำปฏิบัติการ</p> <p>2. ระหว่างการเรียนปฏิบัติการมีสารเคมีบางชนิดที่เป็นอันตราย เช่น เป็นสารก่อการกลายพันธุ์ เป็นต้น ต้องคอยให้คำแนะนำและสังเกตการใช้งานของนักศึกษาอย่างใกล้ชิด</p> <p>3. แนะนำการใช้งานเครื่องมือ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาระหว่างการเรียนปฏิบัติการ ตลอดถึงการดูแลบำรุงรักษาเบื้องต้น</p> <p>4. แนะนำให้นักศึกษาใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอย่างถูกวิธี เช่น เสื้อกาวน์ ถุงมือ แวนตานิรภัย เป็นต้น</p>

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน
2.6 ให้คำแนะนำนักศึกษาในการแยกของเสียที่เกิดจากตัวอย่าง หรือสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. คำนึงถึงการจัดเก็บของเสียให้ถูกประเภท เนื่องจากของเสียบางประเภทไม่สามารถจัดเก็บด้วยกันได้ 2. ของเสียบางประเภทในบทปฏิบัติการพันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ ต้องมีการแยกการจัดเก็บให้ถูกต้อง ไม่ทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม
2.7 ตรวจสอบและบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษา	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาทุกบทปฏิบัติการ จัดเก็บเอกสารการลาของนักศึกษา กรณีนักศึกษาลาเรียนปฏิบัติการ 2. ชี้แจงให้นักศึกษารับผิดชอบในการลงลายมือชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการ 3. แจ้งให้นักศึกษาและอาจารย์ประเมินการใช้บริการห้องปฏิบัติการ
2.8 เก็บรวบรวมกระดาษคำตอบ หรือรายงานบทปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบจำนวนกระดาษคำตอบให้ครบตามจำนวนนักศึกษาที่ลงชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการ 2. รวบรวมกระดาษคำตอบ และรายงานส่งให้อาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการให้ตรงเวลา
2.9 จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อรอการส่งกำจัดตามระบบการจัดการของเสียของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ทุก ๆ บทปฏิบัติการ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทั้งผู้ปฏิบัติงาน ผู้เรียน ผู้ที่เกี่ยวข้อง ตลอดถึงสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจำเป็นต้องจัดเก็บและจัดการกับสารเคมี หรือของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละปฏิบัติการให้ถูกวิธีตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการปลอดภัย

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน
3. ขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ	
3.1 สรุปการเข้าเรียนของนักศึกษา และรวบรวมคะแนนการสอบก่อนและหลังเรียนปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้ประสานรายวิชาปฏิบัติการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. จัดทำคะแนนทดสอบก่อนและหลังปฏิบัติการให้ถูกต้องตามบทปฏิบัติการ และจำนวนของนักศึกษาที่เข้าเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการ โดยการใช้ข้อมูลจากใบลงลายมือชื่อ 2. จัดส่งคะแนนให้อาจารย์ผู้ประสานรายวิชาให้ทันกับการตัดเกรดนักศึกษา
3.2 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจการให้บริการห้องปฏิบัติการของนักศึกษาและอาจารย์ส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. สรุปผลประเมินความพึงพอใจในการรับบริการห้องปฏิบัติการส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการพื้นฐานภายใน 2 สัปดาห์ หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการ 2. เป้าหมายคะแนนความพึงพอใจ จากการให้บริการของห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ ร้อยละ 90
3.3 สรุปต้นทุนครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ สารเคมี และวัสดุชำรุด รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. สรุปต้นทุนของตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ ชนิดสิ้นเปลือง ไม่สิ้นเปลือง ต้นทุนของครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ตามแบบฟอร์ม ส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการพื้นฐานภายใน 2 สัปดาห์ หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการ 2. สรุปรายการวัสดุชำรุดเสียหายของนักศึกษาเป็นรายบุคคล เพื่อนำส่งส่วนการเงินและบัญชี เพื่อหักค่าประกันเสียหายของนักศึกษาตามแบบฟอร์ม ส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการพื้นฐานภายใน 2 สัปดาห์ หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการ รวมทั้งปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการให้บริการ
3.4 สรุปปริมาณของเสีย พร้อมทั้งแยกประเภทของเสียส่งคลังของเสียของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อรอการกำจัดตามระบบต่อไป	<ol style="list-style-type: none"> 1. กรอกข้อมูลของเสียแต่ละชนิดลงแบบฟอร์มบันทึกของเสียเพื่อนำส่งคลังจัดเก็บของเสีย 2. ในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายของเสียต้องเป็นไปตามมาตรฐานการดำเนินงานของระบบ ESPReL ตามองค์ประกอบที่ 3 ระบบการจัดการของเสีย

3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลเป็นการศึกษาโครงสร้าง และการทำงานของยีน (gene) ดีเอ็นเอ (DNA) อาร์เอ็นเอ (RNA) และโปรตีน ของสิ่งมีชีวิต โดยนักศึกษาจะได้เรียนรู้และทำปฏิบัติการที่หลากหลายตั้งแต่การสกัดดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และพลาสมิด เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีน การตัดต่อยีน หรือดีเอ็นเอที่ต้องการศึกษาด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ และเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอพาหะจนได้เป็นรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ แล้วถ่ายโอนเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน เช่น แบคทีเรีย เป็นต้น เพื่อให้มีการเพิ่มจำนวน หรือที่เรียกว่า โคลน และนำโคลนไปศึกษาการแสดงออกของยีนที่สนใจ ซึ่งปัจจุบันมหาวิทยาลัยทั้งในและต่างประเทศ ได้นำความรู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมาเป็นเนื้อหาการเรียนรู้อย่างกว้างขวางทั้งในและต่างประเทศ ได้นำความรู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมาเป็นเรื่องของการเรียนรู้ทั้งทางด้านภาคทฤษฎี และปฏิบัติการ เนื่องจากมีความสำคัญต่อการพัฒนางานทางด้านวิทยาศาสตร์ ทางด้านเกษตรกรรมอุตสาหกรรม และทางด้านทางการแพทย์ เช่น การนำเทคนิคทางด้านพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมาใช้ศึกษาหาความหลากหลายทางพันธุกรรมของสัตว์น้ำ เพื่อการเพาะเลี้ยงและอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ เป็นต้น เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการจับสัตว์น้ำเกินความจำเป็น มีภาวะมลพิษทางน้ำ อันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลให้ปริมาณสัตว์น้ำลดลง และความหลากหลายทางพันธุกรรมของสัตว์น้ำก็ลดลงด้วย ดังนั้นจึงมีการนำความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เช่น RFLP RAPD AFLP Microsatellite และเทคนิคทางด้าน PCR เป็นต้น มาช่วยในการศึกษาความผันแปรและความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลา เพื่อใช้ในการจัดการด้านการรักษาพันธุกรรมและอนุรักษ์พันธุกรรมสัตว์น้ำที่ใกล้จะสูญพันธุ์ (สุนัดดา โยมญาติ, 2558, น. 3) (Maqsoo & Ahmad, 2017, p. 27) นอกจากนี้ยังมีการนำความรู้ทางด้าน Molecular marker เช่น RAPD RFLP ISSR และ Micro satellite เป็นต้น มาศึกษาจีโนมของพืชเพื่อพัฒนาการปรับปรุงสายพันธุ์ของพืชในกลุ่ม cereal และ legume ให้สามารถทนทานต่อโรคได้ดี มีผลผลิตมากขึ้น (Mishra & Tomar, 2014, p. 4012)

ทางด้านทางการแพทย์ สถานการณ์ปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา-19 อย่างกว้างขวางทั่วโลก ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อทางด้านเศรษฐกิจ ชีวิต และทรัพย์สินอย่างมาก นานาประเทศต่างพยายามคิดค้นวิธีการรักษาโดยวิธีการผลิตวัคซีน ในขณะที่เดียวกันก็มีการพยายามหาวิธีการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อ และคัดกรองผู้ป่วยติดเชื้อด้วยความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล นั่นคือมีการนำสารคัดหลั่งจากผู้ป่วยมาตรวจสอบด้วยเทคนิค Real-time PCR ในห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจสอบและยืนยันผลการติดเชื้อของผู้ป่วย ทั้งนี้วิธีการดังกล่าวให้ผลการตรวจสอบที่แม่นยำเชื่อถือได้ (Corman, et al., 2020, p. 23-30) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาจีโนมของมนุษย์เพื่อช่วยให้ทราบถึงกลไกและการแสดงออกของโปรตีนหรือยีนที่เปลี่ยนแปลงไปของเซลล์มะเร็งปอดได้ ทำให้สามารถตรวจสอบและเข้าใจกลไกการเกิดก้อนเนื้อ อีกทั้งยังทราบถึงกลไก

การทำงานของเอนไซม์บางชนิดที่สามารถยับยั้งการเกิดเซลล์มะเร็งปอด ส่งผลให้สามารถวินิจฉัยโรค และคิดค้นแนวทางการรักษาได้ตรงจุดและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Sekido, et al., 2003, p. 73-87)

จากการศึกษาด้านต่าง ๆ เห็นได้ว่าพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลเข้ามามีบทบาทในทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ด้าน ทั้งทางการแพทย์ เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม รวมถึงการศึกษาก่อนุรักษ์ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตอีกด้วย ดังนั้นการเรียนปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลจึงมีประโยชน์ต่อการศึกษา วิจัย เพื่อช่วยในการคิดค้นและพัฒนางานในวิทยาศาสตร์ต่อไปในอนาคต

โดยสรุปบทที่ 3 ผู้เขียนได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์การปฏิบัติงานในการให้บริการปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล โดยการให้บริการปฏิบัติการเป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนและฝึกปฏิบัติตรงตามหลักสูตรการศึกษา มีการบริหารจัดการจัดซื้อจัดจ้างภายใต้ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 การจัดการห้องปฏิบัติการปลอดภัยตามโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand (“ESPreL”) การจัดการความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานพื้นที่ห้องปฏิบัติการ 5ส รวมทั้งข้อกำหนดการแต่งกายและระเบียบการใช้บริการห้องปฏิบัติการ

นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้กล่าวถึงวิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไขข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถปฏิบัติแทนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอะไรบ้างที่เป็นสิ่งที่ควรพึงระวังและต้องคำนึงถึงในการปฏิบัติงานเพื่อเกิดความปลอดภัยและงานสำเร็จทันเวลาที่กำหนด

สุดท้ายผู้เขียนได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือความสำคัญของการนำความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลไปใช้ในการพัฒนางานวิจัยเพื่อใช้ในการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านเกษตรกรรมอุตสาหกรรม ด้านเทคโนโลยี และด้านสาธารณสุข

ในส่วนขั้นตอนการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดผู้เขียนจะขอกว่าถึงในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4

เป้าหมายและเทคนิคในการปฏิบัติงานแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์

เนื้อหาในบทที่ 4 เป้าหมายและเทคนิคในการปฏิบัติงานแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์ ประกอบด้วย เป้าหมายในการปฏิบัติงาน (ตัวชี้วัดในการปฏิบัติงาน) เทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน เทคนิคในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน (flow chart) เทคนิคการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน เทคนิคการทำให้ผู้รับบริการพึงพอใจ จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน และรายละเอียดของกระบวนการการปฏิบัติงานที่แสดงให้เห็นถึงความชัดเจนของขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ จนถึงขั้นตอนสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการของการเรียนการสอนปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

4.1 เป้าหมายในการปฏิบัติงาน (ตัวชี้วัดในการปฏิบัติงาน)

การให้บริการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เป็นไปตามภารกิจหลักของการบริหารงานของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการให้บริการการเรียนการสอนปฏิบัติการ โดยมีนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานรายวิชาปฏิบัติการสนับสนุนการให้บริการในด้านต่าง ๆ แก่นักศึกษา และคณาจารย์ผู้สอน เช่น ข้อมูลกฎระเบียบข้อปฏิบัติการใช้ห้องปฏิบัติการ การใช้เครื่องมือครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกวิธี การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษา อาจารย์ และผู้ที่เกี่ยวข้องมีความปลอดภัย มีทักษะ สามารถเรียนรู้และใช้บริการห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้ปฏิบัติงานมีผลสัมฤทธิ์เป็นไปตามเป้าหมายของหน่วยงานทั้งขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องดำเนินงานตามวิธีที่เหมาะสม เพื่อให้หน่วยงานบรรลุตามเป้าหมาย และตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน และมีผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายของหน่วยงานและมหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงเป้าหมายในการปฏิบัติงาน (ตัวชี้วัดในการปฏิบัติงาน)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เป้าหมายการดำเนินงาน	ตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน
1. การเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ	1. ห้องปฏิบัติการมีความพร้อมในการให้บริการ	ร้อยละ 100
	2. จัดซื้อจัดจ้างวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ทันตามเวลาที่กำหนด	ร้อยละ 100
	3. เอกสารจัดซื้อจัดจ้างวัสดุ ครบถ้วนถูกต้องตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560	ไม่ถูกต้องตามระเบียบเท่ากับ 0 ฉบับ
	4. ความพร้อมของข้อมูลนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน	ร้อยละ 100
2. ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการจำนวน 12 บทปฏิบัติการ	1. นักศึกษาปฏิบัติตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ	ไม่ถูกต้องตามระเบียบเท่ากับ 0
	2. ห้องปฏิบัติการมีความพร้อมให้บริการการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ ตามแผนการสอนของ มคอ.3	ร้อยละ 100
	3. เครื่องมือครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์มีความพร้อมและมีประสิทธิภาพในการใช้งาน	ร้อยละ 100
	4. นักวิทยาศาสตร์สนับสนุนการเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา	ร้อยละ 100
	5. นักศึกษาและผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการระหว่างเรียนบทปฏิบัติการมีความปลอดภัย	การเกิดอุบัติเหตุเท่ากับ 0
	6. การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการตามข้อกำหนดของโครงการ ESPReL	ร้อยละ 90
	7. การประหยัดพลังงาน	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เป้าหมายการดำเนินงาน	ตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน
3. ขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ	1. นักศึกษา และอาจารย์มีความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องปฏิบัติการ	ร้อยละ 90
	2. ต้นทุนการบริการห้องปฏิบัติการเฉลี่ยการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี	<15,000 บาท/ห้องปฏิบัติการ/ปีการศึกษา (ต้นทุนเฉลี่ยไม่รวมค่าดำเนินการ)

การให้บริการการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มีเป้าหมายในการสนับสนุนการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้คณาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาใช้บริการห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ นอกจากเป้าหมายการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการแล้ว เป้าหมายการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเรียนรู้และฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของแต่ละบทปฏิบัติการและเกิดผลสัมฤทธิ์ตามเนื้อหาที่หลักสูตรกำหนด ซึ่งทั้ง 12 บทปฏิบัติการ ผู้ประสานรายวิชาและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจะต้องจัดให้มีความพร้อมในทุก ๆ ด้าน ทั้งความพร้อมของห้องปฏิบัติการ บุคลากร วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักศึกษา อาจารย์และผู้ที่เกี่ยวข้องใช้ห้องปฏิบัติการได้อย่างมีความปลอดภัย และมีความพึงพอใจในการใช้บริการห้องปฏิบัติการ

อย่างไรก็ตาม แต่ละบทปฏิบัติการมีเนื้อหา ขั้นตอนการปฏิบัติการ ตลอดทั้งวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ยากง่าย ซับซ้อนแตกต่างกัน ดังนั้นเป้าหมายในการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการจึงมีความแตกต่างกันด้วย ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงเป้าหมายการปฏิบัติงาน แต่ละบทปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการ	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การเตรียม สารละลายและการ เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	1. มีความพร้อมของห้องปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ 2. นักศึกษาสามารถเตรียมสารละลายและ อาหารเลี้ยงเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ ครบทุกรายการตามที่กำหนด	เตรียมสารละลาย และ อาหารเลี้ยงเชื้อได้ครบ 100 เปอร์เซ็นต์
บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การสกัด พลาสมิดดีเอ็นเอจาก แบคทีเรีย	1. มีความพร้อมของตัวอย่างแบคทีเรียที่ใช้ สกัดพลาสมิดดีเอ็นเอ 2. มีความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับสกัด พลาสมิดดีเอ็นเอด้วยวิธีต่าง ๆ 3. นักศึกษาเข้าใจการกำจัดของเสีย และ สามารถกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นอย่างถูกวิธี	คุณภาพของพลาสมิดดี เอ็นเอจากแบคทีเรียที่ สกัดได้มีค่า OD _{260/280} อยู่ในช่วง 1.8-2.0
บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อิเล็กโทรโฟรีซิส	1. มีความพร้อมของเครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิส (Electrophoresis) และเครื่องถ่ายภาพเจล (Gel documentation) 2. มีความพร้อมของสารเคมี เช่น DNA marker เป็นต้น สำหรับการทำให้เจลอิเล็กโทร โฟรีซิส	นักศึกษาทุกคน/ทุกกลุ่ม ได้เห็นแถบดีเอ็นเอที่ได้ จากการศึกษาด้วยวิธีเล็ก โโทรโฟรีซิส
บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่โพลี เมอเรส	1. มีความพร้อมของเครื่องเพิ่มปริมาณสาร พันธุกรรม 2. นักศึกษาใช้งานเครื่องไมโครปิเปตเพื่อดูด ถ่ายสารละลายได้อย่างถูกวิธี 3. นักศึกษาเข้าใจหลักการการทำงาน และ สามารถใช้เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมได้ อย่างถูกวิธี	นักศึกษาได้ผลผลิตจาก ปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การทำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสให้บริสุทธิ์	มีความพร้อมชุด kit สำหรับทำให้ชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสให้บริสุทธิ์ ให้นักศึกษาอย่างเพียงพอ	ชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส มีความบริสุทธิ์ สามารถนำไปใช้ในบทปฏิบัติการต่อไปได้
บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง การตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ	1. ห้องปฏิบัติการมีเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme digestion) ถูกต้องตามที่บทปฏิบัติการกำหนด 2. ห้องปฏิบัติการมีเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme digestion) ที่มีประสิทธิภาพ ไม่หมดอายุการใช้งาน (Expired date)	ดีเอ็นเอที่ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ นำไปใช้ในบทปฏิบัติการต่อไปได้
บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง การเชื่อมดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส	ห้องปฏิบัติการมี เอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส (DNA ligase) ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการเรียนปฏิบัติการ	พลาสมิดดีเอ็นเอลูกผสม (recombinant plasmid) ที่ได้จากการเชื่อมต่อด้วยเอนไซม์ไลเกส
บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรียและการตรวจสอบโคลน	1. มีความพร้อมของ competent cell สำหรับการย้ายพลาสมิดดีเอ็นเอลูกผสม 2. มีความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการคัดเลือกโคลนด้วยวิธี blue-white selection และวิธี Colony PCR	1. ได้โคลนสีขาว จากการคัดเลือกโคลนด้วยวิธี blue-white selection 2. ได้ผลผลิตจากวิธี Colony PCR
บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง การผลิตโปรตีนลูกผสมในเซลล์แบคทีเรียและการตรวจสอบขนาดโปรตีนด้วย	1. มีความพร้อมใช้งานของเครื่องแยกขนาดโปรตีน ด้วยวิธี SDS polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) 2. มีความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการเตรียม SDS-PAGE	แถบโปรตีนที่ได้จากการผลิตโปรตีนลูกผสมในเซลล์แบคทีเรีย ด้วยการแยกด้วยวิธี SDS-polyacrylamide gel electrophoresis

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนลูกผสมด้วยวิธีการย้ายโปรตีนลงสู่เมมเบรน	1. มีความพร้อมใช้งานของเครื่อง Western blot 2. มีความพร้อมของวัสดุ และสารเคมี สำหรับตรวจสอบโปรตีนลูกผสม (recombinant protein) ด้วยวิธี Western blotting analysis	แถบโปรตีนบนแผ่นเมมเบรน
บทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง การสกัดอาร์เอ็นเอรวม	มีความพร้อมใช้วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และตัวอย่าง สำหรับการสกัดอาร์เอ็นเอ	คุณภาพของอาร์เอ็นเอที่สกัด ได้มีค่า OD _{260/280} มีค่ามากกว่า 2.0
บทปฏิบัติการ 12 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบย้อนกลับ	1. มีความพร้อมใช้งานของเครื่อง reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) 2. มีความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอด้วยเทคนิค RT-PCR	ผลผลิต ที่ได้จากการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนยีนด้วย RT-PCR

4.2 เทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน

การให้บริการห้องปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เป็นการให้บริการการเรียนการสอนปฏิบัติการที่ดำเนินงานภายใต้เป้าหมาย และตัวชี้วัดของหน่วยงาน เพื่อให้ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีห้องปฏิบัติการที่เป็นต้นแบบในการให้บริการ มีความปลอดภัย รับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งมีมาตรฐานในการให้บริการทั้งด้านบุคลากร ครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ วัสดุอุปกรณ์ ให้บริการอย่างรวดเร็วทันเวลา และประหยัดงบประมาณ ดังนั้นเพื่อให้ห้องปฏิบัติการสามารถให้บริการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ และบรรจุเป้าหมายการดำเนินงานได้ตามที่กำหนดไว้ การวางแผนการดำเนินงาน หรือการวางแผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน จึงมีความสำคัญในการขับเคลื่อนกิจกรรมทุกขั้นตอนให้สำเร็จตามเป้าหมาย ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงเทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เป้าหมายการดำเนินงาน	ตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน	แผนกลยุทธ์การปฏิบัติงาน
1. การเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ	1. ห้องปฏิบัติการมีความพร้อมในการให้บริการ	ร้อยละ 100	1. จัดทำแผนเตรียมความพร้อมก่อนเปิดให้บริการห้องปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 เดือน ในด้านต่าง ๆ เช่น ความพร้อมของห้องปฏิบัติการ คู่มือปฏิบัติการ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี บุคลากร เป็นต้น 2. เตรียมห้องปฏิบัติการปลอดภัยตามโครงการ ESPReL 3. จัดทำห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานพื้นที่ 5สของห้องปฏิบัติการ
	2. จัดซื้อจัดจ้างวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ทันตามเวลาที่กำหนด	ร้อยละ 100	1. สำรองวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ประจำบทปฏิบัติการล่วงหน้า 1 ภาคการศึกษา 2. วางแผนการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ภาคการศึกษา

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เป้าหมายการดำเนินงาน	ตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน	แผนกลยุทธ์การปฏิบัติงาน
	<p>3. เอกสารจัดซื้อจัดจ้างวัสดุ ครบถ้วน ถูกต้องตามระเบียบกระทรวงการคลัง ว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560</p>	<p>ไม่ถูกต้องตามระเบียบ เท่ากับ 0 ฉบับ</p>	<p>1. อบรมศึกษาระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ให้เข้าใจ</p> <p>2. ตรวจสอบข้อมูลเอกสารสำคัญที่ใช้ประกอบการจัดซื้อให้ ครบถ้วนก่อนส่งใบสั่งซื้อ</p> <p>2. เอกสารประกอบการจัดซื้อ มีดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใบแจ้งความต้องการซื้อประเภทต่าง ๆ ที่พิมพ์จากระบบควบคุมงบประมาณของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยระบุจำนวน ปริมาณ ราคา วันที่ต้องการใช้งานและรายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์ หรือสารเคมี ที่ต้องการซื้อจ้าง พร้อมทั้งแต่งตั้งคณะกรรมการตรวจรับสินค้า - ใบเสนอราคาสินค้าที่ต้องการซื้อจ้าง อย่างน้อย 3 บริษัท - แบบฟอร์มตารางแสดงราคากลาง - เอกสารรายงานการขอซื้อขอจ้าง และขอแต่งตั้งคณะกรรมการตรวจรับ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เป้าหมายการดำเนินงาน	ตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน	แผนกลยุทธ์การปฏิบัติงาน
	4. ความพร้อมของข้อมูลนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน	ร้อยละ 100	ตรวจสอบข้อมูลลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาจากศูนย์บริการการศึกษา จัดทำใบรายชื่อ และแบ่งกลุ่มให้นักศึกษา
2. ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ	1. นักศึกษาปฏิบัติตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ	ไม่ถูกต้องตามระเบียบเท่ากับ 0	แจ้งกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการให้นักศึกษาทราบก่อนการเรียนปฏิบัติการ เช่น การแต่งกาย การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล การลา การมาสาย ข้อห้าม และข้อควรระวังระหว่างใช้บริการห้องปฏิบัติการ เป็นต้น
	2. ห้องปฏิบัติการมีความพร้อมให้บริการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ ตามแผนการสอนของ มคอ.3	ร้อยละ 100	1. ประสานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการเพื่อสอบถามรายละเอียดการใช้ตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์ของแต่ละบทปฏิบัติการ 2. จัดเตรียมใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ 3. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์บทปฏิบัติการในปริมาณ และจำนวนเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เป้าหมายการดำเนินงาน	ตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน	แผนกลยุทธ์การปฏิบัติงาน
			4. ทดสอบปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อให้มีผลปฏิบัติการที่ถูกต้องก่อนให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติ
	3. เครื่องมือครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์มีความพร้อม และมีประสิทธิภาพในการใช้งาน	ร้อยละ 100	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องมือ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ก่อนให้นักศึกษาเรียนปฏิบัติการ 2. แจกซ่อมกรณีครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ชำรุด 3. จัดทำขั้นตอนการใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่มีความเฉพาะในการใช้งาน 4. ระบุผู้รับผิดชอบพร้อมเบอร์โทรติดต่อ
	4. นักวิทยาศาสตร์สนับสนุนการเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา	ร้อยละ 100	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักวิทยาศาสตร์สนับสนุนอาจารย์ผู้สอนในการช่วยคุมปฏิบัติการ และให้คำแนะนำในการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์แก่นักศึกษา 2. จัดหาบุคลากรเพิ่มเติม กรณีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนมากกว่า 40 คน/ห้อง 3. นักวิทยาศาสตร์ อบรม สัมมนาหาความรู้เพิ่มเติมอย่างต่อเนื่องในด้านพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เป้าหมายการดำเนินงาน	ตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน	แผนกลยุทธ์การปฏิบัติงาน
			4. วิเคราะห์ทรัพยากรบุคคล เพื่อเตรียมความพร้อมหรือขออนุมัติอัตรากำลังกรณี มีบุคลากรใกล้เคียง
	5. นักศึกษาและผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการระหว่างเรียนบทปฏิบัติการมีความปลอดภัย	การเกิดอุบัติเหตุเท่ากับ 0	1. แจ้งเตือนนักศึกษาถึงระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ การใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง 2. มีแนวทางข้อควรระวังในการใช้สารเคมีอันตราย และการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในแต่ละบทปฏิบัติการ ผ่านโปสเตอร์ (poster) หรืออินโฟกราฟฟิก (Infographic) 3. ให้ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการกับนักศึกษา ก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการ
	6. การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการตามข้อกำหนดของโครงการ ESPReL	ร้อยละ 90	1. มีจุดทิ้งขยะของเสียประจำห้องปฏิบัติการทุกห้อง และมีระบบกำจัดของเสียตามระบบการจัดการของเสียของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2. แนะนำการแยกประเภทของเสียอย่างถูกวิธีทั้งประเภทของเหลว และของแข็งให้นักศึกษาทราบ
	7. การประหยัดพลังงาน	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10	1. มีแนวทางแนวทางประหยัดพลังงาน ดังนี้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เป้าหมายการดำเนินงาน	ตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน	แผนกลยุทธ์การปฏิบัติงาน
			<ul style="list-style-type: none"> - ปิดไฟฟ้าหลังเลิกใช้งาน - ปิดเครื่องปรับอากาศเวลา 11.30 - 12.30 น. และเวลาไม่ใช้งาน 2. จัดทำป้ายรณรงค์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า
3. ขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ	1. นักศึกษา และอาจารย์มีความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องปฏิบัติการ	ร้อยละ 90	1. จัดเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ให้ครบถ้วนทั้งห้องปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และบุคลากร 2. ให้บริการด้วยใจบริการ
	2. ต้นทุนการบริการห้องปฏิบัติการเฉลี่ยการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี	<15,000 บาท/ห้องปฏิบัติการ/ปีการศึกษา (ต้นทุนเฉลี่ย ไม่รวมค่าดำเนินการ)	จัดทำต้นทุนด้านต่าง ๆ ทั้งค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าวัสดุไม่สิ้นเปลือง ค่าครุภัณฑ์ ค่า OT พนักงาน ค่า OT พนักงานห้องทดลอง เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนที่ใช้ต่อนักศึกษา

นอกจากการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนแล้ว นักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานรายวิชาจะต้องมีการวางแผนการปฏิบัติงาน ดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบการปฏิบัติการ และแก้ไขปรับปรุงตามวงจร PDCA (วีระพล บดีรัฐ, 2543, น. 57) เพื่อให้การปฏิบัติงานมีการพัฒนาต่อเนื่อง สามารถปรับปรุงงานให้ทันสมัย ทันทักับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นกับการให้บริการห้องปฏิบัติการ ดังนั้นผู้เขียนจึงนำวงจร PDCA มาใช้เป็นกลยุทธ์ในการให้บริการปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงวงจร PDCA ในการให้บริการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล

P = Plan วางแผนการทำงานทุกขั้นตอนทั้งระบบของรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ดังนี้

1. วางแผนการให้บริการรายวิชาล่วงหน้าอย่างน้อย 2-3 เดือน ในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการต่าง ๆ โดยการจัดทำแผนการเตรียมความพร้อม
2. มีแผนสำรองในกรณีที่ไม่สามารถให้บริการการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการได้ เช่น การถ่ายทำวิดีโอ ให้นักศึกษาเรียนออนไลน์ เป็นต้น

D = Do ปฏิบัติตามขั้นตอนในแผนงานที่เขียนไว้ได้อย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง ดังนี้

1. จัดทำข้อมูลนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาปฏิบัติการ เพื่อจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ให้เพียงพอต่อการใช้เรียนปฏิบัติการ โดยการทำแบบฟอร์มการลงทะเบียนเรียนบทปฏิบัติการ

2. ดำเนินการจัดซื้อ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ตามกระบวนการจัดซื้อจัดจ้าง

3. เตรียมบทปฏิบัติการให้พร้อมทั้ง สถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยการจัดทำใบงานและทดสอบบทปฏิบัติการล่วงหน้า เพื่อทดสอบตัวอย่างและประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับนักศึกษาเปรียบเทียบกับของนักศึกษาที่ฝึกปฏิบัติ

4. สนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้สอน รวมทั้งการให้คำแนะนำแก่นักศึกษาในการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น

5. จัดทำสื่อวิดีโอ กรณีที่นักศึกษาจำเป็นต้องเรียนออนไลน์

C = Check การตรวจสอบผลการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนหรือในแต่ละบทปฏิบัติการ ดังนี้

1. ประเมินการจัดซื้อจัดจ้างตั้งแต่กระบวนการจัดซื้อจนถึงกระบวนการตรวจรับ ว่าได้รับรายการสั่งซื้อทันเวลากับการใช้เรียนบทปฏิบัติการหรือไม่ หากเกิดความล่าช้าต้องมีการปรับเวลาในการจัดซื้อให้มากขึ้นในปีการศึกษาต่อไป

2. ตรวจสอบสารเคมีอันตรายที่ใช้ในบทปฏิบัติการว่าสามารถใช้สารชนิดใดทดแทนได้บ้าง แต่ยังคงให้ผลและประสิทธิภาพที่ดีเช่นเดิม เช่น การใช้สารย้อมดีเอ็นเอทดแทนเอธิเดียมโบรไมด์ ซึ่งเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ โดยการทดสอบซ้ำ ๆ และบันทึกผลที่ได้เปรียบเทียบกับกัน เป็นต้น

3. ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์บางชนิด นักศึกษาต้องใช้ทุกบทปฏิบัติการ และจำเป็นต้องใช้นอกเวลาการเรียน ดังนั้นเพื่อให้ นักศึกษาสามารถใช้งานได้เองอย่างถูกวิธี นักวิทยาศาสตร์ผู้รับผิดชอบควรมีการจัดทำขั้นตอนการใช้งานอย่างย่อในรูปแบบ QR code หรือ infographic อย่างง่ายให้นักศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองได้

A = Action ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่มีปัญหาต่าง ๆ ให้สำเร็จ รวมทั้งแนะนำแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติงานและเตรียมงานในปีถัดไป ดังนี้

1. การจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์สารเคมีล่วงหน้า โดยใช้ระยะเวลาให้มากขึ้นเพื่อให้ได้รายการสั่งซื้อมาทันการใช้เรียนบทปฏิบัติการ

2. นำคำแนะนำ ทิชช จากผลการประเมินการให้บริการห้องปฏิบัติการมาปรับใช้ในครั้งต่อไป

นอกจากเทคนิคในการวางแผนหรือกลยุทธ์การปฏิบัติงานในขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้ง 3 ขั้นตอนจะมีความสำคัญแล้ว การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการทั้ง 12 บทปฏิบัติการก็มีความสำคัญเช่นกัน เนื่องจากการเตรียมความพร้อมหลาย ๆ ด้าน แตกต่างกันไป เช่น การเตรียมตัวอย่าง การเตรียมสารเคมี การเตรียมครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถปฏิบัติงานแทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลาและงบประมาณในการจัดเตรียมความพร้อมในแต่ละบทปฏิบัติการ จึงขอแสดงเทคนิคในการวางแผนหรือกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน ที่จำเป็นและสำคัญในแต่ละบทปฏิบัติการ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงเทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงานบทปฏิบัติการ 12 บทปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการ	เทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์
บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การเตรียมสารละลาย และการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบความพร้อมสารเคมีที่ใช้ในบทปฏิบัติการทั้งปริมาณ สารคงเหลือ วันหมดอายุ และจัดซื้อ ล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ภาคการศึกษา 2. จัดเตรียมสารเคมี และวัสดุอุปกรณ์ ให้นักศึกษาเลือกใช้เองตามความเหมาะสม 3. การเตรียมสารละลาย EDTA, pH 8.0 สารจะไม่ละลายถ้า pH ยังไม่ถึง 8.0 4. ในการปรับ pH สารละลาย ด้วย NaOH บางครั้งใช้ NaOH ชนิดของแข็งดีกว่าของเหลว
บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การสกัดพลาสติกดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย	<ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเชื้อแบคทีเรียตั้งต้นล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบความสามารถในการใช้งานได้ของเชื้อ 2. เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียให้เกินจากที่ต้องใช้จริง เนื่องจากบางครั้ง นักศึกษามีความผิดพลาดในการทดลอง จำเป็นต้องทำการทดลองซ้ำ 3. ตรวจสอบชุดสกัดพลาสติกดีเอ็นเอสำเร็จรูป (Kit) ให้เพียงพอต่อการเรียนปฏิบัติการ และยังสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่หมดอายุ 4. ทดสอบบทปฏิบัติการล่วงหน้า เพื่อตรวจสอบการใช้งานได้ของสารเคมี และตัวอย่างเชื้อ

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	เทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์
บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อิเล็กโทรโพรเซส	เตรียมวุ้น Agarose ให้นักศึกษาฝึกหัดตัวอย่างทดลอง ก่อนปฏิบัติกับตัวอย่างจริง
บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทดสอบชุดน้ำยา/สารเคมี สำหรับการทำปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสล่วงหน้า เพื่อตรวจสอบการใช้งานได้ของชุดน้ำยา/สารเคมี 2. ชุดน้ำยา/สารเคมี สำหรับปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส เสียสภาพได้ง่ายต้องเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส 3. ชุดน้ำยา/สารเคมี สำหรับปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส บางรายการต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ต้องวางแผนสั่งซื้อล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ภาคการศึกษา 4. ตรวจสอบการใช้งานเครื่องเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอ (PCR machine) กรณีชำรุดให้ดำเนินการแจ้งซ่อมผ่านระบบของศูนย์เครื่องมือฯ
บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การทำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสให้บริสุทธิ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบชุด kit สำหรับการทำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสให้บริสุทธิ์ 2. จัดซื้อล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ภาคการศึกษา 3. น้ำยาสำหรับชุด kit บางรายการ เช่น PD1 เป็นต้น หลังเติมเอนไซม์ RNase แล้วต้องเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเสียสภาพ
บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง การตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ประสานอาจารย์ผู้สอนอย่างน้อย 1 ภาคการศึกษาเพื่อขอข้อมูลเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ใช้สำหรับบทปฏิบัติการ 2. กรณีห้องปฏิบัติการไม่มีเอนไซม์ตัดจำเพาะใช้สำหรับปฏิบัติการให้วางแผนสั่งซื้อล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ภาคการศึกษา 3. กรณีเอนไซม์ตัดจำเพาะที่สั่งซื้อมาไม่ทันต่อการใช้งาน ให้ประสานขอยืมจากห้องปฏิบัติการอื่น หรือปรึกษาอาจารย์ผู้สอนเพื่อปรับเปลี่ยนชนิดของเอนไซม์

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	เทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์
บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง การเชื่อมดีเอ็นเอด้วย เอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส	1. ตรวจสอบเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส ให้มีเพียงพอจำนวนนักศึกษา 2. ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส ล่วงหน้าอย่างน้อย 1 เดือน เพื่อเตรียมแก้ไขปัญหากรณีเอนไซม์ ไม่ทำงาน
บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่ แบคทีเรียและการตรวจสอบ โคลน	1. วางแผนเตรียม competent cell ล่วงหน้า เนื่องจากใช้เวลา ในการเตรียมอย่างน้อย 3-5 วัน 2. เก็บรักษาสภาพ competent cell ที่อุณหภูมิ -80 องศา เซลเซียส 2. ตรวจสอบสารเคมีที่จำเป็นสำหรับการย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่ แบคทีเรียและการตรวจสอบโคลน เช่น x-gal, IPTG เป็นต้น ให้ พร้อมสำหรับการใช้งาน สอบถามอาจารย์ผู้สอนถึงความเข้มข้นที่ ต้องเตรียมเพื่อให้นักศึกษาใช้ล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์
บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง การผลิตโปรตีนลูกผสม ในเซลล์แบคทีเรียและการ ตรวจสอบขนาดโปรตีนด้วย วิธี SDS-polyacrylamide gel electrophoresis	1. ทำความเข้าใจการเตรียม SDS-polyacrylamide gel electrophoresis เนื่องจากมีสารเคมี รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ หลาย ชนิดที่ใช้ประกอบกัน 2. สอบถามอาจารย์ผู้สอน ถึงความเข้มข้นของ SDS-poly acrylamide gel ที่ต้องเตรียม อย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อเตรียม สารเคมีให้เพียงพอ
บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีน ลูกผสมด้วยวิธีการย้ายโปรตีน ลงสู่เมมเบรน	1. ตรวจสอบสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้ มีความพร้อมสำหรับการเรียนปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ภาค การศึกษา 2. ขั้นตอนการทำปฏิบัติการในบทปฏิบัติการนี้มีหลายขั้นตอน ผู้ ประสานรายวิชาต้องวางแผนการเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ล่วงหน้า รวมทั้งทบทวนการใช้เครื่อง ย้ายโปรตีนลงสู่เมมเบรนให้เข้าใจ

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	เทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์
บทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง การสกัดอาร์เอ็นเอรวม	1. วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ต้องผ่านน้ำฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว 15 นาที 2. ประสานอาจารย์ผู้สอน เพื่อขอข้อมูลตัวอย่างที่ใช้สำหรับเรียนปฏิบัติการอย่างน้อย 2 สัปดาห์ 3. ทดสอบตัวอย่างล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์
บทปฏิบัติการ 12 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอไรเซชันแบบย้อนกลับ	1. สอบถามอาจารย์ผู้สอนล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ภาคการศึกษา ถึงรูปแบบการสอนว่าเป็นแบบสาธิต หรือให้นักศึกษาทำปฏิบัติการ เนื่องจากน้ำยา/สารเคมีสำหรับบทปฏิบัติการนี้มีราคาแพง และต้องใช้เวลาในการสั่งซื้อ 2. เครื่อง RT-PCR เป็นเครื่องมือขั้นสูง ผู้ประสานรายวิชาหรือนักวิทยาศาสตร์ต้องผ่านการอบรมการใช้งานเบื้องต้น

4.3 เทคนิคในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน (flow chart)

ขั้นตอนการปฏิบัติงานรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล จะเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ ทั้งนี้เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความเข้าใจตรงกันในการใช้ตัวอย่างสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สามารถเตรียมห้องปฏิบัติการ การจัดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน จนถึงให้บริการการเรียนการสอนจนเสร็จสิ้น และประเมินความพึงพอใจการใช้บริการห้องปฏิบัติการ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ที่เกี่ยวข้องจึงต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยละเอียด ทั้งนี้ผู้เขียนจึงนำสัญลักษณ์การเขียนผังปฏิบัติงาน (Flow chart) ดังตารางที่ 4.5 (รุ่งโรจน์ ศิริพันธุ์, 2562) มาใช้ในการเขียนขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงาน และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 แสดงสัญลักษณ์การเขียนผังปฏิบัติงาน

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	ความหมาย
	จุดเริ่มต้น/สิ้นสุด (Terminator)	แทนจุดเริ่มต้นและลงท้ายของผังงาน
	การปฏิบัติงาน (Process)	แทนจุดที่มีการปฏิบัติงานหรือประมวลผลงาน แต่ไม่มีการตัดสินใจ
	ตัดสินใจ (Decision)	แทนจุดที่ต้องเลือก การตัดสินใจปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง
	ทิศทาง (Flow line)	แทนทิศทางของขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งจะปฏิบัติต่อเนืองกันตามหัวลูกศรชี้
	จุดเชื่อม (Connector)	จุดเชื่อมต่อเริ่มต้นและสิ้นสุดแต่ละหน้า ตามจำนวนเลขที่แสดงในสัญลักษณ์

4.3.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

4.3.1.1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ

- (1) รับรายวิชาจากหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
- (2) สํารวจ และจัดทำแผนการเตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการ ทั้งด้านบุคลากร วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์
- (3) จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี กรณีมีไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอนปฏิบัติการ
- (4) เตรียมห้องปฏิบัติการตามแนวทางโครงการ ESPReL
- (5) เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการให้เป็นตามมาตรฐานพื้นที่ห้องปฏิบัติการ 5ส
- (6) ประสานอาจารย์ผู้ประสานรายวิชา เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการจาก มคอ.3
- (7) ตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา และจัดทำรายชื่อ แบ่งกลุ่มนักศึกษา

4.3.1.2 ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ


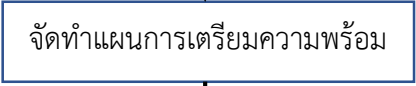


- (1) ประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานบทปฏิบัติการ เพื่อทราบข้อมูลการจัดการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ

- (2) เตรียมใบงานสำหรับจัดเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ ตามบทปฏิบัติการที่แสดงใน มคอ.3 ให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องปฏิบัติการ เพื่อจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี
- (3) ทดสอบบทปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ
- (4) จัดวางตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีตามที่ได้ทดสอบแล้ว รวมทั้งครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา
- (5) จัดเตรียมกระดาษคำตอบ สำหรับบทปฏิบัติการที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนปฏิบัติการ
- (6) เป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ สนับสนุนการเรียนปฏิบัติการ และให้คำแนะนำ นักศึกษาในการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์
- (7) ให้คำแนะนำนักศึกษาในการแยกของเสียที่เกิดจากตัวอย่าง หรือ สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการ
- (8) ตรวจสอบและบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษา
- (9) เก็บรวบรวมกระดาษคำตอบ หรือรายงานบทปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ
- (10) จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อรอการส่งกำจัดตามระบบการจัดการของเสียของระบบ ESPReL ต่อไป

4.3.1.3 ขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ

- (1) สรุปการเข้าเรียนของนักศึกษา และรวบรวมคะแนนการสอบก่อนและหลังเรียนปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้ประสานรายวิชาปฏิบัติการ
- (2) สรุปผลการประเมินความพึงพอใจการให้บริการห้องปฏิบัติการของนักศึกษาและอาจารย์ส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
- (3) สรุปต้นทุนครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ สารเคมี และวัสดุชำรุด รวมทั้งปัญหาอุปสรรครายวิชาปฏิบัติการพื้นฐานระดับโมเลกุลส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
- (4) สรุปปริมาณของเสีย พร้อมทั้งแยกประเภทของเสียส่งคลังของเสียของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อรอการกำจัดตามระบบต่อไป

ตารางที่ 4.6 แผนผังการปฏิบัติงาน

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม
	ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ			
	รับข้อมูลรายวิชาจากหัวหน้าฝ่าย ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ - หัวหน้าฝ่ายฯ 	อย่างน้อย 1 เดือน ก่อนการเรียนการสอน ปฏิบัติกร	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลรายวิชา ปฏิบัติการจาก หัวหน้าฝ่ายฯ
	สํารวจ และจัดทำแผนการเตรียมความ พร้อมห้องปฏิบัติการบุคลากร วัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ 	อย่างน้อย 1 เดือน ก่อนการเรียนการสอน ปฏิบัติกร	<ul style="list-style-type: none"> - แผนการเตรียม ความพร้อม
	จัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี กรณีมี ไม่เพียงพอการเรียนการสอนปฏิบัติกร	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ - หัวหน้าฝ่ายฯ - เจ้าหน้าที่คลังพัสดุ - หัวหน้าหน่วยงาน 	1 ภาคการศึกษา ก่อนการเรียนการสอน ปฏิบัติกร	<ol style="list-style-type: none"> 1. ใบขออนุมัติจัดซื้อ 2. ใบแจ้งความ ต้องการซื้อ 3. ใบเสนอราคา
				

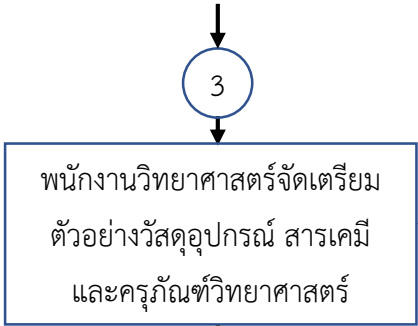

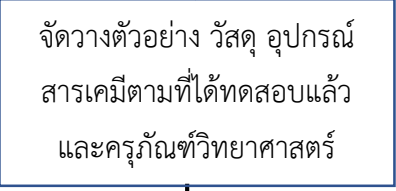

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม
↓ 1				
↓ เตรียมห้องปฏิบัติการตามแนวทาง โครงการ ESPReL	เตรียมห้องปฏิบัติการตามแนวทาง โครงการ ESPReL	- นักวิทยาศาสตร์ - พนักงานวิทยาศาสตร์ - พนักงานห้องทดลอง	4 สัปดาห์ก่อน เปิดเรียน	- check list ห้องปฏิบัติการ ปลอดภัยตาม มาตรฐาน ESPReL
↓ เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการ ให้เป็นตามมาตรฐาน 5ส	เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการให้เป็น ตามมาตรฐานพื้นที่ 5ส โดยใช้มาตรฐาน พื้นที่ 5ส สำหรับห้องปฏิบัติการ	- นักวิทยาศาสตร์ - พนักงานวิทยาศาสตร์ - พนักงานห้องทดลอง	4 สัปดาห์ก่อน เปิดเรียน	- มาตรฐานพื้นที่ 5ส ห้องปฏิบัติการ
↓ ศึกษารายละเอียดบทปฏิบัติการ จาก มคอ.3	ประสานอาจารย์ผู้ประสานรายวิชา ปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เพื่อ ศึกษารายละเอียดบทปฏิบัติการจาก มคอ.3	- นักวิทยาศาสตร์	2 สัปดาห์ก่อน เปิดเรียน	- มคอ 3. รายวิชา ปฏิบัติการพันธุ ศาสตร์ระดับโมเลกุล
↓ 2				

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม
<p>2</p> <p>ตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา และ จัดทำรายชื่อ แบ่งกลุ่มนักศึกษา</p>	ตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาจาก ศูนย์บริการการศึกษา และจัดทำ รายชื่อ แบ่งกลุ่มนักศึกษา	- นักวิทยาศาสตร์	1 สัปดาห์ก่อน เปิดเรียน	- รายชื่อลงทะเบียนจาก ศูนย์บริการการศึกษา - แบบฟอร์มใบลง ลายมือชื่อนักศึกษา
ขั้นตอนการดำเนินการบทปฏิบัติการ				
<p>ประสานงานกับอาจารย์ผู้ ประสานบทปฏิบัติการ</p>	ประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานบท ปฏิบัติการ เพื่อทราบข้อมูลการจัดการ เรียนการสอนบทปฏิบัติการ	- อาจารย์สอน ปฏิบัติการ - นักวิทยาศาสตร์	1 สัปดาห์ก่อน การเรียนการสอน ปฏิบัติการแต่ละ บทปฏิบัติการ	- คู่มือบทปฏิบัติการ
<p>เตรียมใบงานสำหรับจัดเตรียม สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ ตามบทปฏิบัติการ</p>	เตรียมใบงานสำหรับจัดเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ ตามบทปฏิบัติการที่แสดง ใน มคอ.3 ให้พนักงานวิทยาศาสตร์	- นักวิทยาศาสตร์ - พนักงานวิทยาศาสตร์ - พนักงานห้องทดลอง	1 สัปดาห์ก่อน การเรียนการสอน ปฏิบัติการแต่ละ บทปฏิบัติการ	- ใบงานประจำบท ปฏิบัติการ
<p>3</p>				

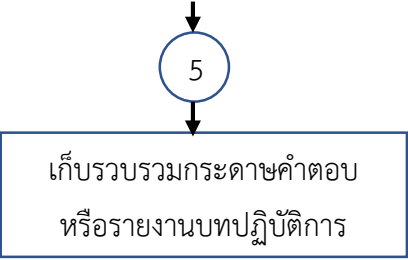
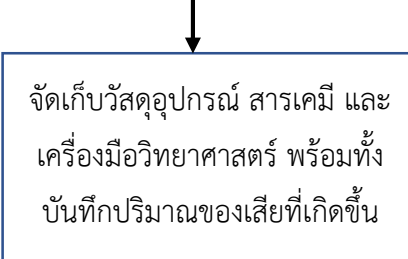
ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม
 <p>3</p> <p>พนักงานวิทยศาสตร์จัดเตรียมตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยศาสตร์</p>	<p>พนักงานวิทยศาสตร์จัดเตรียมตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยศาสตร์ ตามใบงานที่ได้รับมอบหมาย</p>	<ul style="list-style-type: none"> - พนักงานวิทยศาสตร์ - พนักงานห้องทดลอง 	<p>1 สัปดาห์ก่อนการเรียนการสอน</p> <p>ปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ใบงานประจำบทปฏิบัติการ
 <p>ทดสอบบทปฏิบัติการ</p>	<p>ทดสอบบทปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - อาจารย์สอนบทปฏิบัติการ - นักวิทยศาสตร์ 	<p>2-3 วันก่อนการเรียนการสอน</p> <p>ปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - คู่มือบทปฏิบัติการ
 <p>4</p> <p>จัดวางตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีตามที่ได้ทดสอบแล้ว และครุภัณฑ์วิทยศาสตร์</p>	<p>จัดวางตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีตามที่ได้ทดสอบแล้ว และครุภัณฑ์วิทยศาสตร์ให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยศาสตร์ - พนักงานวิทยศาสตร์ - พนักงานห้องทดลอง 	<p>อย่างน้อย 1 วันก่อนการเรียนบทปฏิบัติการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ใบงาน
 <p>4</p>				

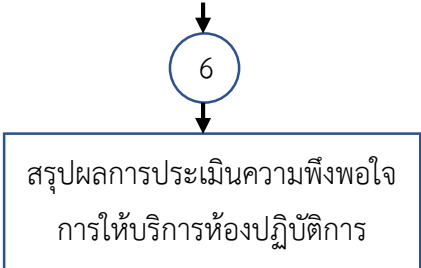
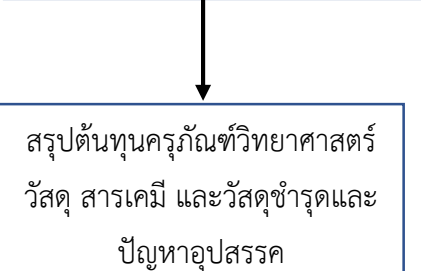
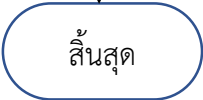
ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม
<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">จัดเตรียมกระดาษคำตอบ สำหรับบทปฏิบัติการ</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	จัดเตรียมกระดาษคำตอบ สำหรับบทปฏิบัติการที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ - พนักงานวิทยาศาสตร์ - พนักงานห้องทดลอง 	อย่างน้อย 1 วัน ก่อนการเรียนบทปฏิบัติการ	-
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">เป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	เป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ และให้คำแนะนำนักศึกษาในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ 	ระหว่างให้บริการ บทปฏิบัติการ	- คู่มือปฏิบัติการ
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">ให้คำแนะนำนักศึกษาในการแยกของเสีย</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	ให้คำแนะนำนักศึกษาในการแยกของเสียที่เกิดจากตัวอย่าง หรือสารเคมี วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ 	ระหว่างให้บริการ บทปฏิบัติการ	- แบบฟอร์มการบันทึกของเสียในห้องปฏิบัติการ
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">ตรวจสอบและบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษา</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">5</p>	ตรวจสอบและบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ 	ระหว่างให้บริการ บทปฏิบัติการ	- แบบฟอร์มใบลงลายมือชื่อ

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม
	เก็บรวบรวมกระดาษคำตอบ หรือรายงาน บทปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ - พนักงานวิทยาศาสตร์ - พนักงานห้องทดลอง 	ระหว่าง ให้บริการบทปฏิบัติการ	-
	จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อรอการส่งคลังของเสีย และ กำจัดตามระบบมาตรฐานความปลอดภัย	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ - พนักงานวิทยาศาสตร์ - พนักงานห้องทดลอง 	หลังเสร็จสิ้นแต่ ละบทปฏิบัติการ	- แบบฟอร์มบันทึก ปริมาณของเสีย
ขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ				
	สรุปการเข้าเรียนของนักศึกษา และรวบรวม คะแนนการสอบก่อนและหลังเรียน ปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้ประสานรายวิชา ปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ 	หลังเสร็จสิ้นการ เรียนการสอน ประจำภาคการศึกษา	- แบบฟอร์มสรุปการ เข้าชั้นเรียน
				

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม
	สรุปผลการประเมินความพึงพอใจการให้บริการห้องปฏิบัติการของนักศึกษาและอาจารย์ส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์พื้นฐาน	- นักวิทยาศาสตร์	หลังเสร็จสิ้นการเรียนปฏิบัติการ 1-2 สัปดาห์	- แบบสรุปผลประเมินความพึงพอใจห้องปฏิบัติการของนักศึกษาและอาจารย์
	สรุปต้นทุนครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ สารเคมี วัสดุชำรุด และรายงานปัญหาอุปสรรค รายงานปฏิบัติการพันธุศาสตร์ ระดับโมเลกุลส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์พื้นฐาน	- นักวิทยาศาสตร์	หลังเสร็จสิ้นการเรียนปฏิบัติการ 1-2 สัปดาห์	- แบบฟอร์มสรุปต้นทุนรายวิชา - แบบฟอร์มสรุปปัญหาอุปสรรค
	สรุปปริมาณของเสีย พร้อมทั้งแยกประเภทของเสียส่งคลังของเสียของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อรอการกำจัดตามระบบต่อไป	- นักวิทยาศาสตร์	หลังเสร็จสิ้นการเรียนปฏิบัติการ 1-2 สัปดาห์	- แบบรายงานของเสียในห้องปฏิบัติการ
				

4.3.2 รายละเอียดกระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน

จากตารางที่ 4.6 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจและดำเนินการตามขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ผู้เขียนขออธิบายรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

4.3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบพปฏิบัติการ

(1) รับรายวิชาจากหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 4 สัปดาห์ นักวิทยาศาสตร์รับข้อมูลการเปิดเรียนรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล (ภาคผนวก 1) จากหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในด้านต่าง ๆ เช่น จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียน วันเวลาที่เรียน ห้องเรียน จำนวนกลุ่มของนักศึกษา อาจารย์ผู้ประสานรายวิชา เป็นต้น เพื่อให้ให้นักวิทยาศาสตร์เตรียมตัวในการจัดการความพร้อมของห้องปฏิบัติการด้านต่าง ๆ ทั้งสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์

(2) สํารวจ และจัดทำแผนการเตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการบุคลากร วัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์จัดทำรายงานแผนเตรียมความพร้อม (ภาคผนวก 1) รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ด้านต่าง ๆ ทั้งบุคลากร สถานที่ คู่มือปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ให้หัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน อย่างน้อย 4 สัปดาห์ ก่อนเปิดภาคการศึกษา เพื่อเสนอต่อผู้บังคับบัญชาทราบถึงความพร้อมของการให้บริการห้องปฏิบัติการในภาพรวมของฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หากไม่มีความพร้อมในด้านใดด้านหนึ่ง ให้รีบดำเนินการแก้ไขทันที เช่น สํารวจความพร้อมของครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น หากพบครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่มีการชำรุด หรือเสียหาย ให้ดำเนินการแจ้งซ่อมกับฝ่ายบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านระบบออนไลน์ (<https://cse.wu.ac.th>) และขออนุมัติจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ที่ยังไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

(3) จัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี กรณีมีไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอน ปฏิบัติการ

หลังจากสำรวจความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี และพบว่ารายการใดมีไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอนปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการขออนุมัติจัดซื้อผ่านระบบของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือส่วนพัสดุ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ โดยนักวิทยาศาสตร์จะต้องเตรียมเอกสารเพื่อดำเนินการจัดซื้อ ดังนี้

ก) บันทึกข้อความขอซื้อ ขอจ้าง (ภาคผนวก 2) เพื่อขออนุมัติการจัดซื้อจากผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข) ใบแจ้งความต้องการซื้อ (ภาคผนวก 2) โดยเข้าไปแจ้งความต้องการซื้อผ่านระบบงบประมาณของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (<https://cse.wu.ac.th/>) ดังภาพที่ 4.3

The screenshot displays the CSE website interface. At the top, there is a navigation menu with items like 'หน้าหลัก', 'เกี่ยวกับหน่วยงาน', 'บริการของศูนย์', 'ระเบียบปฏิบัติ', 'แบบฟอร์ม', 'ระบบสารเคมี', and 'SA Green'. The 'ระบบสารเคมี' menu item is circled in red. Below the navigation menu is a large image of a building complex. To the right of the image is a list of services, with 'ระบบควบคุมงบประมาณ' circled in red. At the bottom of the page, there is a login form titled 'ระบบควบคุมงบประมาณ' with a 'ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี' header. The login form has fields for 'User name' (username) and 'Password' (*****), and a 'Login' button. The 'User name' and 'Password' fields are circled in red.

ภาพที่ 4.3 แสดงวิธีการแจ้งความต้องการซื้อผ่านระบบควบคุมงบประมาณของ
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ค) ใบเสนอราคาของสินค้า และบริษัทที่ต้องการ 2-3 บริษัท

จากนั้นส่งข้อมูลให้หัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ลงนาม และส่งต่อให้เจ้าหน้าที่ฝ่ายพัสดุของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการติดต่อ ประสานจัดซื้อต่อไป

(4) เตรียมห้องปฏิบัติการตามแนวทางห้องปฏิบัติการปลอดภัย ตาม โครงการ ESPReL

นักวิทยาศาสตร์จัดเตรียมห้องปฏิบัติการให้มีปลอดภัยตามหลัก มาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (ESPREL) โดยเฉพาะข้อมูลการจัดการของเสียใน ห้องปฏิบัติการสำหรับรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล โดยจัดให้มีอุปกรณ์ และขั้นตอนสำหรับการ ทิ้งของเสียชนิดของแข็ง และของเหลว วิธีการแยกและวิธีการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ สํารวจความพร้อมการใช้งานของอุปกรณ์ป้องกันภัย เช่น ฝักบัวฉุกเฉิน ถังดับเพลิง ชุด spill kit ทางออกฉุกเฉิน เป็นต้น ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน สามารถใช้งานได้อย่างทันท่วงที มีความ ปลอดภัยต่อนักศึกษา อาจารย์ และผู้ปฏิบัติงาน

(5) เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการให้เป็นตามมาตรฐานพื้นที่ 5ส

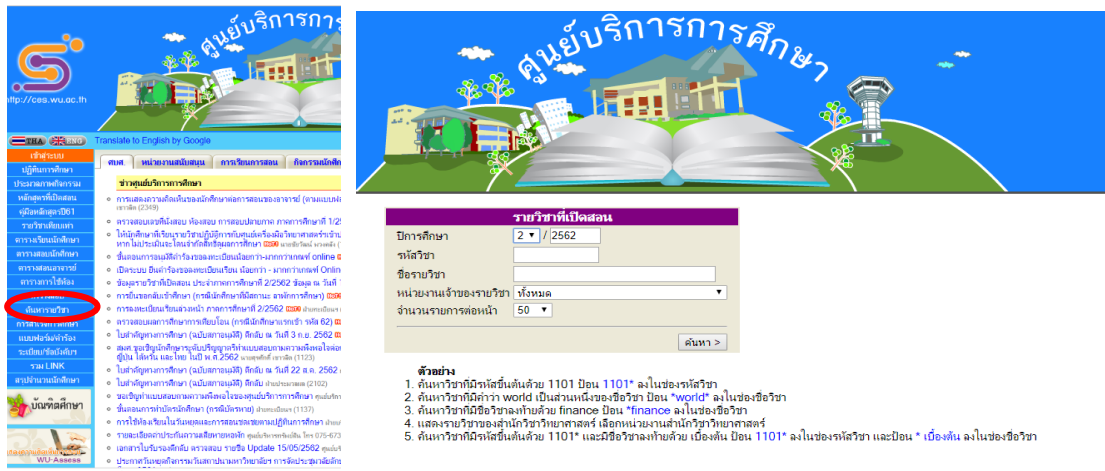
นอกจากห้องปฏิบัติการมีความปลอดภัยต่อนักศึกษา และผู้ปฏิบัติงาน แล้ว ความเป็นระเบียบเรียบร้อย และความสะอาดของห้องปฏิบัติการก็มีความสำคัญในการเสริมสร้าง บรรยากาศการเรียนให้กับผู้เรียน โดยนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการจัดห้องปฏิบัติการ ตามหลัก 5ส โดยใช้มาตรฐานพื้นที่ห้องปฏิบัติการ 5ส มีการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี อย่าง เป็นระเบียบ มีป้ายบ่งชี้สถานะการใช้งาน และขั้นตอนการใช้งานเบื้องต้นของเครื่องมือหรือครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักศึกษาสามารถใช้งานได้เบื้องต้นได้

(6) การศึกษารายละเอียดบทปฏิบัติการจาก มคอ.3

นักวิทยาศาสตร์ประสานอาจารย์ผู้ประสานรายวิชาปฏิบัติการพันธุ ศาสตร์ระดับโมเลกุล เพื่อตรวจสอบข้อมูลการเปิดเรียนของรายวิชาจาก มคอ.3 เช่น จำนวนนักศึกษา ที่เปิดรับ วันเวลาเรียน และสถานที่เรียน เป็นต้น นอกจากนี้เพื่อสอบถามการดำเนินการจัดทำคู่มือว่า ทางคณาจารย์ยังคงใช้คู่มือปฏิบัติการเล่มเดิม หรือมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อจัดทำคู่มือปฏิบัติการใหม่ มี การเพิ่มเติมเนื้อหาหรือเปลี่ยนแปลงปฏิบัติการหรือไม่ ทั้งนี้หากมีการเปลี่ยนแปลงจะด้สามารถจัดซื้อ วัสดุ สารเคมี เพื่อรองรับการเรียนการสอนให้ทันเวลา

(7) การตรวจสอบรายชื่อและจัดทำรายชื่อ แบ่งกลุ่มนักศึกษา

นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบรายชื่อ และจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล รวมทั้งวัน เวลา และสถานที่ เรียนปฏิบัติการ โดยการ ค้นหารายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล จากศูนย์บริการการศึกษา <https://ces.wu.ac.th/>



ภาพที่ 4.4 แสดงขั้นตอนการค้นหาวิชาเพื่อตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา

หลังจากได้ข้อมูลของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล แล้วนักวิทยาศาสตร์ จัดทำรายชื่อ แบ่งกลุ่มให้นักศึกษา และติดประกาศ วันเวลา และห้องปฏิบัติการ ที่เรียนให้นักศึกษาทราบไว้ที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา

4.3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการบทยปฏิบัติการ

(1) ประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานบทยปฏิบัติการ เพื่อทราบข้อมูล การจัดการเรียนการสอนบทยปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์ติดต่อประสานอาจารย์ผู้สอนบทยปฏิบัติการ เพื่อ สอบถามรายละเอียดของบทยปฏิบัติการ เช่น ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา ปริมาณสารและความเข้มข้นที่ อาจารย์ใช้ในการเรียนปฏิบัติการ เป็นต้น เพื่อเตรียมใบงานให้กับพนักงานวิทยาศาสตร์ประจำ ห้องปฏิบัติการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์

(2) เตรียมใบงานสำหรับจัดเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ ตามบทยปฏิบัติการที่แสดงใน มคอ.3 ให้พนักงานวิทยาศาสตร์

หลังจากประสานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการและมีข้อสรุปบทปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการแล้ว นักวิทยาศาสตร์เตรียมใบงานประจำบทปฏิบัติการ ทั้งหมด 12 บทปฏิบัติการ ให้กับพนักงานวิทยาศาสตร์/พนักงานห้องทดลอง เพื่อจัดเตรียม วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

(3) ทดสอบบทปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการของรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลบางบทปฏิบัติการมีความจำเป็นต้องทดสอบผลการศึกษาก่อนให้นักศึกษาเรียนปฏิบัติการ เช่น บทปฏิบัติการการสกัดดีเอ็นเอ หรือปฏิบัติการการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพรเมอร์ส เป็นต้น เพื่อตรวจสอบผลการศึกษาที่ได้ อีกทั้งยังเป็นการทดสอบน้ำยา สารเคมี ว่ายังมีประสิทธิภาพในการทำงานหรือไม่ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์มีหน้าที่ในการทำการทดสอบปฏิบัติการดังกล่าว ก่อนจะมีการจัดเตรียม/จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีให้นักศึกษาได้ใช้งาน

หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทดสอบปฏิบัติการผ่านแล้ว ก็สามารถแจ้งให้พนักงานวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการชีววิทยา จัดเตรียมสารเคมีให้กับนักศึกษาตามใบงาน พร้อมกับให้พนักงานห้องทดลองช่วยจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ที่นักศึกษาต้องใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการ

(4) จัดวางตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีตามที่ได้ทดสอบแล้ว และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา

นักวิทยาศาสตร์ พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง ช่วยกันจัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้ตรงตามใบงานแต่ละบทปฏิบัติการ โดยก่อนการเรียนการสอนปฏิบัติการอย่างน้อย 1 วัน อาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการอาจจะมาตรวจความเรียบร้อย และความพร้อมของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ที่จำเป็นต่อการเรียนปฏิบัติการ หรือนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ตรวจดูความเรียบร้อยด้วยตนเอง หากมีส่วนไหนที่ไม่เรียบร้อย จะแก้ไขให้ถูกต้องและพร้อมสำหรับการเรียนมากที่สุด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือเพิ่มเติมสามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างทันท่วงที

(5) จัดเตรียมกระดาษคำตอบ สำหรับบทปฏิบัติการที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์เตรียมกระดาษเปล่าสำหรับใช้เป็นกระดาษคำตอบ กรณีที่อาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการมีการทดสอบนักศึกษา ก่อนและหลังเรียนปฏิบัติการ เพื่อเป็นการเก็บคะแนนปฏิบัติการของนักศึกษา ทั้งนี้กระดาษที่ใช้ อาจจะเป็นกระดาษใช้แล้ว (Reuse) หน้าเดียว ครั้งหน้าต่อนักศึกษาหนึ่งคน

(6) เป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ และให้คำแนะนำนักศึกษาในการใช้ครุภัณฑ์

วิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ เช่น การคุมปฏิบัติการ การคุมสอบ การสาธิตการทำปฏิบัติการ และการให้คำแนะนำการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

นอกจากนี้ในแต่ละบทปฏิบัติการนักวิทยาศาสตร์ต้องแจ้งถึงความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการให้นักศึกษาทราบ เช่น ข้อควรระวังในการใช้สารเคมี การใช้เชื้อสำหรับปฏิบัติการ การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล รวมทั้งการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

พนักงานวิทยาศาสตร์และพนักงานห้องทดลองคอยอำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สารเคมี เพิ่มเติม ในกรณีที่การใช้งานไม่เพียงพอ หรือมีการปรับเปลี่ยนวัสดุ อุปกรณ์บางรายการ

(7) ให้คำแนะนำนักศึกษาในการแยกของเสียที่เกิดจากตัวอย่าง หรือสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการบางบทมีการใช้สารเคมีอันตราย และใช้เชื้อแบคทีเรียในการเรียนการสอนปฏิบัติการ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ต้องเคร่งครัดในการให้ข้อมูลแก่นักศึกษาในการทำงาน และการกำจัด เช่น หลังจากใช้เชื้อแบคทีเรียเสร็จแล้วให้กำจัดโดยการนิ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอที่ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ก่อนที่จะทิ้งเป็นขยะทั่วไป เป็นต้น

(8) ตรวจสอบและบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษา

ตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาที่ลงชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการทุกครั้ง เพื่อบันทึกเป็นข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษา หากนักศึกษาคนใดไม่สามารถเข้าเรียนได้ นักศึกษาต้องยื่นใบลาให้กับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการในสัปดาห์ถัดไป เพื่อเก็บเป็นหลักฐานส่งให้อาจารย์ผู้ประสานรายวิชาตอนเสร็จสิ้นภาคการศึกษา

(9) เก็บรวบรวมกระดาษคำตอบ หรือรายงานบทปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ

กรณีที่มีการทดสอบ หรือการทำรายงานในห้องปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์จัดเก็บ พร้อมทั้งตรวจสอบจำนวนตามรายชื่อนักศึกษาที่ลงชื่อเข้าเรียน แล้วส่งให้อาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ

(10) จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อรอการส่งกำจัดตามระบบการจัดการของเสีย

หลังเสร็จสิ้นการเรียนบทปฏิบัติการเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ทำความสะอาดห้องปฏิบัติการ ล้างวัสดุ อุปกรณ์เครื่องแก้ว รวมทั้งบันทึกข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนบทปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อมูลสรุปตอนสิ้นภาคการศึกษา และส่งกำจัดตามระบบความปลอดภัยต่อไป

4.3.2.3 ขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ

(1) สรุปการเข้าเรียนของนักศึกษา และรวบรวมคะแนนการสอบก่อนและหลังเรียนปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้ประสานรายวิชา

หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล นักวิทยาศาสตร์จัดทำสรุปรายชื่อการเข้าเรียนของนักศึกษาให้อาจารย์ผู้ประสานรายวิชา พร้อมคะแนนปฏิบัติการ (ถ้ามี)

(2) สรุปผลการประเมินความพึงพอใจการให้บริการห้องปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์ สรุปผลประเมินความพึงพอใจห้องปฏิบัติการ ของนักศึกษา/อาจารย์ ให้กับหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการ 2 สัปดาห์ ซึ่งนักศึกษา และอาจารย์จะต้องประเมินความพึงพอใจการให้บริการห้องปฏิบัติการออนไลน์ตามแบบฟอร์มที่กำหนด (ภาคผนวก 3) เพื่อผู้ให้บริการจะได้นำไปปรับปรุงพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

(3) สรุปต้นทุนครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ สารเคมี และวัสดุชำรุดรวมทั้งปัญหาอุปสรรค รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล

นักวิทยาศาสตร์สรุปต้นทุนรายวิชา ทั้งต้นทุนครุภัณฑ์ ต้นทุนวัสดุสิ้นเปลือง และวัสดุชำรุด สูญหาย (ภาคผนวก 3) ให้กับหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการ 2 สัปดาห์ เพื่อส่งต่อให้ผู้บังคับบัญชาทราบถึงความคุ้มค่าในการเปิดรายวิชานั้น ๆ รวมทั้งรายงานปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการให้บริการห้องปฏิบัติการ (ภาคผนวก 3)

(4) สรุปรปริมาณของเสีย พร้อมทั้งแยกประเภทของเสีย

นักวิทยาศาสตร์สรุปรปริมาณของเสีย (ภาคผนวก 3) ของรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลที่เกิดขึ้น ทั้งชนิดของแข็งและของเหลว ส่งคลังของเสียของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อรอการกำจัดตามระบบต่อไป

4.3.2 ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการ 12 บทปฏิบัติการ

รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานข้างต้นเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานในภาพรวม ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินบทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการ ทั้งนี้บทปฏิบัติการของรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีจำนวน 12 บทปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละบทปฏิบัติการมีวิธีการปฏิบัติ และขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่แตกต่างกันทั้งด้านวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ตัวอย่างศึกษา และครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถจัดเตรียมบทปฏิบัติการได้อย่างถูกต้องครบถ้วน นักศึกษาสามารถเรียนปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เขียนจึงขออธิบายการเตรียมบทปฏิบัติการทั้ง 12 บทปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วย

1. บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การเตรียมสารละลายและการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ
2. บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย
3. บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อิเล็กโทรโฟรีซิส
4. บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส
5. บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การทำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสให้บริสุทธิ์
6. บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง การตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ
7. บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง การเชื่อมดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส
8. บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรียและการตรวจสอบโคลน
9. บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง การผลิตโปรตีนลูกผสมในเซลล์แบคทีเรียและการตรวจสอบขนาดโปรตีนด้วยวิธี SDS-polyacrylamide gel electrophoresis
10. บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนลูกผสมด้วยวิธีการย้ายโปรตีนลงสู่เมมเบรน
11. บทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง การสกัดอาร์เอ็นเอรวม
12. บทปฏิบัติการที่ 12 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบย้อนกลับ

ทั้งนี้บทปฏิบัติการทั้ง 12 บทปฏิบัติการมีเนื้อหาการเรียน และวิธีการฝึกทักษะปฏิบัติการในด้านต่าง ๆ และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดและวัตถุประสงค์บทปฏิบัติการ

บทปฏิบัติ	รายละเอียด	วัตถุประสงค์การเรียน
บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การเตรียมสารละลายและการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	1. ชี้แจงข้อตกลงเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการ 2. การเตรียมอุปกรณ์และการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ในการทำปฏิบัติการ 3. การเตรียมสารละลาย 4. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	1. เพื่อฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานอย่างถูกวิธี 2. เพื่อฝึกการคำนวณความเข้มข้นของสารเคมีในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ
บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย	1. การสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย (plasmid DND Isolation) ด้วยวิธี Boiling lysis method 2. การสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรียด้วยชุดสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอ (Plasmid DNA extraction kit) 3. การสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย (plasmid DND Isolation) ด้วยวิธี Alkaline lysis method 4. วิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของพลาสมิดดีเอ็นเอ	1. เพื่อศึกษาการสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสกัดดีเอ็นเอจากแบคทีเรียด้วยวิธีการต่าง ๆ 3. เพื่อศึกษาคุณภาพของดีเอ็นเอด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสง
บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อิเล็กโทรโฟรีซิส	การศึกษาคุณภาพดีเอ็นเอ โดยการแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส (Agarose gel electrophoresis)	เพื่อศึกษาวิธีการเตรียม Agarose gel electrophoresis และการวิเคราะห์คุณภาพดีเอ็นเอ
บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส	1. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (Polymerase chain reaction)	เพื่อศึกษากระบวนการเพิ่มขึ้นส่วนของดีเอ็นเอที่สนใจด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	รายละเอียด	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
	2. การแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส (Agarose gel electrophoresis)	
บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การทำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยา ลูกลิโพลิเมอร์ให้บริสุทธิ์	การทำบริสุทธิ์ผลิตภัณฑ์ปฏิกิริยา ลูกลิโพลิเมอร์ (PCR product purification)	เพื่อศึกษากระบวนการการทำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยา ลูกลิโพลิเมอร์ให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี
บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง การตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ	1. การตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme digestion) 2. การแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส (Agarose gel electrophoresis) 3. การทำบริสุทธิ์ชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ	เพื่อศึกษากระบวนการตัดผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา ลูกลิโพลิเมอร์และดีเอ็นเอพาหะที่ใช้ในการโคลน
บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง การเชื่อมดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส	การเชื่อมต่อชิ้นส่วนดีเอ็นเอ ด้วยเอนไซม์ไลเกส (DNA ligation)	เพื่อศึกษากระบวนการเชื่อมดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส
บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรียและการตรวจสอบโคลน	1. การย้ายพลาสมิดดีเอ็นเอลูกผสม (recombinant plasmid) เข้าสู่แบคทีเรีย (transformation) 2. การวิเคราะห์ผลการย้ายพลาสมิดดีเอ็นเอลูกผสมเข้าสู่เซลล์แบคทีเรีย 3. การคัดเลือกย้ายพลาสมิดดีเอ็นเอลูกผสมด้วยวิธี colony PCR	1. เพื่อศึกษากระบวนการเตรียม competent cell 2. เพื่อศึกษากระบวนการย้ายพลาสมิดดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรีย 3. เพื่อศึกษาการคัดเลือกโคลนด้วยวิธี blue-white

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	รายละเอียด	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
	4. การแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส (Agarose gel electrophoresis)	selection และ colony PCR
บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง การผลิตโปรตีน ลูกลมในเซลล์แบคทีเรีย และการตรวจสอบขนาด โปรตีนด้วยวิธี SDS- polyacrylamide gel electrophoresis	1. การชักนำการแสดงออกของโปรตีน ลูกลมในแบคทีเรีย 2. การแยกขนาดโปรตีนลูกลมโดยวิธี SDS polyacrylamide gelelectro phoresis (SDS-PAGE)	1. เพื่อเรียนรู้หลักการการ เพิ่มปริมาณโปรตีนในเซลล์ แบคทีเรีย 2. เพื่อเรียนรู้กระบวนการ ตรวจสอบขนาดโปรตีนโดย วิธี SDS polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)
บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีน ลูกลมด้วยวิธีการย้าย โปรตีนลงสู่เมมเบรน	การตรวจสอบโปรตีนลูกลม (recombinant protein) ด้วยวิธี Western blotting analysis	1. เพื่อศึกษาวิธีการย้าย โปรตีนลงสู่เมมเบรนด้วย วิธีการย้ายแบบกึ่งแห้ง (semi-dry transfer) 2. เพื่อตรวจสอบและ ติดตามผลการผลิตโปรตีน ลูกลมจากแบคทีเรียโดย การบ่มด้วยแอนติบอดีแบบ ขั้นตอนเดียวและ ตรวจสอบการเกิดสี (colorimetric detection)
บทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง การสกัดอาร์เอ็นเอรวม	1. การสกัดอาร์เอ็นเอจากเซลล์ยูคาริโอต	เพื่อศึกษาวิธีการสกัดอาร์เอ็นเอรวม (total RNA)

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

บทปฏิบัติ	รายละเอียด	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
	2. การวิเคราะห์ปริมาณและคุณภาพอาร์เอ็นเอ	จากตัวอย่างพืช
บทปฏิบัติการ 12 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอไรเซชันแบบย้อนกลับ	1. การสังเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยวิธี reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) 2. การแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส	เพื่อศึกษาการเพิ่มปริมาณขึ้นยีนด้วยปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอไรเซชันแบบย้อนกลับสองขั้นตอน (two-step RT-PCR)

4.3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การเตรียมสารละลายและการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

(1) ประสานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการเพื่อทราบรายละเอียดข้อมูลบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลสารเคมีที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ และมีข้อมูลใดบ้างที่มีการเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงจากคู่มือการเรียนปฏิบัติการหรือไม่ เช่น ชนิดของสารละลาย ความเข้มข้น ปริมาตร เป็นต้น

(2) นักวิทยาศาสตร์จัดทำใบงานบทปฏิบัติการที่ 1 ให้กับพนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลองเพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษา (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 1 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) จัดวางวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์ ตามใบงาน ล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(4) นักศึกษาเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ตามความเหมาะสมของโจทย์ที่ได้รับในการเตรียมสารละลายแต่ละชนิด ซึ่งขั้นตอนและวิธีการเตรียมสารละลายตามเอกสารการเรียนการสอนบทปฏิบัติการที่ 1 และเมื่อนักศึกษาเตรียมสารละลายแต่ละชนิดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ระบุชื่อสารเคมี ความเข้มข้น ปริมาตร วันเดือนปี และชื่อผู้เตรียม ตามป้ายเอกสารสำหรับสารเคมีที่ทางห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้ ดังภาพที่ 4.5

สารเคมีสำหรับปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล	
ชื่อสาร.....	
ความเข้มข้น.....	ปริมาตร.....
วัน/เดือน/ปี ที่เตรียม.....	
ชื่อผู้เตรียม.....	

ภาพที่ 4.5 แสดงป้ายเอกสารสำหรับติดขวดสารเคมีที่เตรียมเสร็จแล้ว

(5) ระหว่างที่นักศึกษาฝึกปฏิบัติการเตรียมสารละลาย นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำการใช้สารเคมี และการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำถึงความปลอดภัยตามหลักความปลอดภัย เช่น การใช้ Fume Hood ในการเตรียมสารละลายที่มีไอระเหย การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม เป็นต้น

(6) การใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์พื้นฐานบทปฏิบัติการที่ 1 ในบทปฏิบัติการนี้นักศึกษาจะได้ฝึกการใช้เครื่องมือครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมสารละลายหลายชนิด โดยแต่ละชนิดมีวัตถุประสงค์ และวิธีการใช้งานที่แตกต่างกันดังอธิบายในตารางที่ 4.8 ทั้งนี้อาจารย์และนักวิทยาศาสตร์จะสอนวิธีการใช้งานเบื้องต้น พร้อมทั้งแนะนำการใช้งานอย่างปลอดภัยให้กับนักศึกษา

(7) การจัดการของเสียอันตรายบทปฏิบัติการที่ 1 สำหรับการเตรียมสารละลาย และอาหารเลี้ยงเชื้อ ยังไม่มีของเสียเกิดขึ้น ดังนั้นในบทปฏิบัติการนี้หลังจากเตรียมสารละลายเสร็จแล้ว ก็เก็บไว้เพื่อใช้ในบทปฏิบัติการต่อไป

ตารางที่ 4.8 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (2 digit balance)		เป็นเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ ใช้สำหรับชั่งสารเคมี หรือสิ่งที่ต้องการชั่งน้ำหนัก เช่น สารเคมี ภาชนะที่บรรจุ เป็นต้น

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องกวนสารละลาย (Hot plate with stirrer)		ใช้ให้ความร้อนสารละลาย และคนสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน
เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)		ใช้วัดค่าความเป็นกรดต่างสารละลาย
เครื่องนึ่งความดันไอ (Autoclave)		ใช้นึ่งฆ่าเชื้อสารละลายที่เตรียมเสร็จแล้ว หรือวัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องการใช้งานแบบปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อ
เครื่องดูดไอสารเคมี (Flume Hood)		ใช้สำหรับเตรียมสารละลายที่มีการระเหยของไอสารเคมี

4.3.2.2 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 2 การสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย

(1) ประสานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์เพื่อทราบข้อมูลการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ ดังนี้

ก) ชนิดของแบคทีเรียที่ใช้ในการสกัดพลาสมิด

ข) สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในการเลี้ยงเซลล์แบคทีเรียที่จะนำมาใช้ในการสกัดพลาสมิด

ค) วิธีการที่ใช้ในการสกัดพลาสมิด

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้นักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียล่วงหน้าให้นักศึกษาใช้ในบทปฏิบัติการ (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 2 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) นักวิทยาศาสตร์เลี้ยงเซลล์แบคทีเรียที่จะใช้สำหรับการสกัดพลาสมิดล่วงหน้าอย่างน้อย 1-2 วัน (ขั้นตอนการเลี้ยงเซลล์แบคทีเรียในสภาวะที่เหมาะสมตามคู่มือปฏิบัติการ)

(4) ทดสอบการสกัดพลาสมิดจากแบคทีเรียด้วยวิธีต่าง ๆ ตามคู่มือปฏิบัติการ เพื่อทดสอบสารเคมีที่เตรียม และน้ำยาต่าง ๆ ที่ใช้ในการสกัดพลาสมิดว่ามีประสิทธิภาพในการใช้งานหรือไม่ ล่วงหน้าอย่างน้อย 1-2 วัน

(5) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(6) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำ ด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งในบทปฏิบัติการนี้ วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาจะได้ใช้ในการฝึกทักษะมีหลายชนิด ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร
เครื่องปั่นเหวี่ยง (Microcentrifuge)		เป็นเครื่องมือใช้แยกตัวอย่างของเหลวออกจากของแข็งอนุภาคขนาดเล็ก โดยอาศัยหลักการเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้น ภายใต้สนามของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Nano drop spectrophotometer)		ใช้สำหรับวัดปริมาณความเข้มข้นสารพันธุกรรม เช่น plasmid DNA RNA และสารจำพวกโปรตีน ช่วงความยาวคลื่น 190 นาโนเมตร ถึง 840 นาโนเมตร สามารถวัดสารตัวอย่างที่ปริมาณ 1-2 ไมโครลิตรได้ เป็นต้น

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
อ่างน้ำร้อน (Water bath)		ใช้สำหรับการให้ความร้อนสารละลาย หรือ ตัวอย่างแบบร้อนเปียก
เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer)		ใช้สำหรับเขย่าสารละลายหรือตัวอย่างในหลอดทดลองให้เป็นเนื้อเดียวกัน

(7) นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำในการใช้สารเคมี และความปลอดภัยในการทำงานกับเชื้อแบคทีเรียระหว่างเรียนปฏิบัติการ ดังนี้

ก) สารเคมีที่ใช้ในการสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอบางชนิด เช่น PD3 buffer และ W1 buffer เป็นต้น มีความเป็นพิษอาจทำให้เกิดอาการแพ้ หากมีการสัมผัส ดังนั้นระหว่างที่มีการทำปฏิบัติการควรใส่เสื้อคลุมปฏิบัติการ สวมถุงมือ และใส่หน้ากากป้องกันเสมอ

ข) เชื้อแบคทีเรีย อาจก่อให้เกิดโรคได้ นักศึกษาต้องสวมถุงมือตลอดเวลาขณะทำปฏิบัติการ

ค) ทิ้งขยะติดเชื้อ หรือสารปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในภาชนะหรือน้ำยาฆ่าเชื้อที่ทางห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้อย่างเคร่งครัด

(8) การกำจัดขยะติดเชื้อหรือสิ่งปนเปื้อนจากบทปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งในบทปฏิบัติการนี้มีเฉพาะของเสียที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยเศษเซลล์แบคทีเรีย วัสดุอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์หรือเจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดการของเสียดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงการจัดการของเสียอันตรายในบทปฏิบัติการที่ 2

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของเหลว	การจัดเก็บ	การกำจัด
L22	<p>ของเสียที่มีจุลินทรีย์</p> <p>1. ของเสียที่มีสารประกอบของสารจุลินทรีย์ที่อาจมีอันตรายหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ</p> <p>2. ของเสียที่ได้จากกิจกรรมการเลี้ยงเชื้อ แยกเชื้อ หรือบ่มเพาะจุลินทรีย์ รา หรือยีสต์ ในห้องปฏิบัติการ รวมถึงการเลี้ยงเชื้อในถังหมัก</p>	<p>ไม่ต้องจัดเก็บให้ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนก่อนทิ้งเป็นขยะชุมชน</p>	<p>ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี autoclave ที่ความดันไอน้ำ 121 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที</p>

4.3.2.3 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อิเล็กโตรโฟรีซิส

(1) ประสานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการอิเล็กโตรโฟรีซิส ดังนี้

ก) ตัวอย่าง และจำนวนตัวอย่างที่ใช้

ข) ขนาดของชุดอิเล็กโตรโฟรีซิสที่ใช้

ค) การเตรียมชุดอิเล็กโตรโฟรีซิส จะต้องเตรียมไว้ล่วงหน้าเพื่อสำรอง หรือให้นักศึกษาเตรียมขณะเรียนปฏิบัติการ

ง) ความเข้มข้นของวุ้น (Agarose) ที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 3 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) ทดสอบการแยกขนาดดีเอ็นเอหรือพลาสมิดดีเอ็นเอตัวอย่าง ด้วยชุดอิเล็กโตรโฟรีซิส ล่วงหน้าอย่างน้อย 1-2 วัน ถ่ายภาพเก็บไว้ในกรณีที่นักศึกษาปฏิบัติแล้วไม่ได้ผลการทดลอง จะได้นำมาอภิปรายร่วมกันได้

(4) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(5) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งในบทปฏิบัติการนี้ วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาจะได้ใช้ในการฝึกทักษะในบทปฏิบัติการนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร
เครื่องแยกสารพันธุกรรมในแนวนอน (Horizontal Electrophoresis)		เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับแยก DNA RNA และโปรตีน ตามขนาดบนแผ่นเจล โดยใช้กระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า อ่างบัฟเฟอร์ และชุดอุปกรณ์สำหรับเตรียมเจล
เครื่องถ่ายรูปเจล (Gel Documentation)		เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกภาพและตำแหน่งแถบของ DNA, RNA และ single strand protein จากการทำ gel electrophoresis แถบตัวอย่าง DNA ที่ศึกษาและแยกได้สามารถดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต และแสงในช่วงที่มองเห็น เพื่อสังเกตการปรากฏของแถบของ DNA ที่แยกได้บนแผ่นเจล

(6) บทปฏิบัติการนี้ไม่มีของเสียอันตราย สำหรับแผ่นเจลที่ใช้งานเสร็จแล้วสามารถทิ้งลงขยะทั่วไปได้ เนื่องจากไม่ใช้สารอันตรายในการย้อมแผ่นเจล และบัฟเฟอร์ที่ใช้ สามารถเก็บไว้และนำกลับมาใช้ซ้ำได้

4.3.2.4 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส

(1) ประสานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส ดังนี้

ก) จำนวนและตัวอย่างดีเอ็นเอ (DNA template) หรือยีนที่สนใจในการเพิ่มปริมาณ

ข) ไพรเมอร์ ที่อาจารย์ใช้ในการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนยีนที่สนใจ

ค) ปริมาตรที่จะให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติในแต่ละหลอดทดลอง

ง) สภาพที่เหมาะสมในการตั้งค่าเครื่องเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนยีนที่สนใจ

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 4 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) ทดสอบบทปฏิบัติการปฏิกริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสล่วงหน้าอย่างน้อย 1-2 วัน ตามสภาพที่เหมาะสมขององค์ประกอบบัพเพอร์ที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนยีนที่สนใจ เช่น Taq DNA polymerase, primer, dNTP และสารละลายบัพเพอร์ เป็นต้น จากนั้นตรวจสอบผลการทดลองที่ได้ด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส ว่าได้ชิ้นยีนที่เราสนใจหรือไม่ เปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน

(4) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(5) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งในบทปฏิบัติการนี้ วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาจะได้ใช้ในการฝึกทักษะในบทปฏิบัติการนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องแยกสารพันธุกรรมในแนวนอน (Horizontal Electrophoresis)		เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับแยก DNA RNA และโปรตีน ตามขนาดบนแผ่นเจล โดยใช้กระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า อ่างบัฟเฟอร์ และชุดอุปกรณ์สำหรับเตรียมเจล
เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม (PCR Thermo Cycler)		เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม สามารถปรับเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นขั้นตอน หมุนเวียนกันหลาย ๆ รอบตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ได้ ระยะเวลาที่ตั้งในแต่ละขั้น คือ denaturing annealing และ extension
เครื่องถ่ายภาพเจล (Gel Documentation)		เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกภาพและตำแหน่งแถบของ DNA, RNA และ single strand protein จากการทำ gel electrophoresis โดยแถบของ DNA ที่ศึกษาสามารถดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต และแสงในช่วงที่มองเห็น และปรากฏแถบของ DNA ที่ให้เห็นจากโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์
เครื่องปั่นตกตะกอน (spin down centrifuge)		เครื่องปั่นตกตะกอนขนาดเล็ก ใช้สำหรับปั่นเหวี่ยงให้สารละลายที่ติดข้างหลอดทดลองตกลงมารวมกัน หรือใช้ปั่นตกตะกอนตัวอย่างที่ใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางไม่เกิน 6,000 รอบต่อนาที

(6) บทปฏิบัติการนี้ไม่มีของเสียที่เกิดจากการทำปฏิบัติการ ผลที่ได้จากการศึกษาหลังจากตรวจสอบด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสแล้ว นำไปใช้ศึกษาต่อในบทปฏิบัติการที่ 5 ต่อไป

7. ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

ก) การทำปฏิบัติการนี้เป็นการเพิ่มปริมาณชิ้นยีนที่สนใจในหลอดทดลอง ซึ่งใช้สารเคมี หรือน้ำยาต่าง ๆ ในปริมาณที่น้อยมาก ๆ ในหน่วยไมโครลิตร ดังนั้นนักศึกษาต้องระวังและสังเกตว่าได้ดูดสารมาตามปริมาตรที่ต้องการหรือไม่

ข) สารที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณชิ้นยีนที่สนใจมีความไวต่อความร้อน ทำให้เสื่อมสภาพได้ง่าย ดังนั้นในการปฏิบัติงานนักศึกษาต้องวางตัวอย่างและสารที่ใช้ในปฏิบัติการบนน้ำแข็งตลอดเวลาการทำปฏิบัติการ

ค) นักศึกษาต้องสวมถุงมือตลอดเวลาในการทำปฏิบัติการเพื่อป้องกันสารพันธุกรรมอื่น ๆ จะปนเปื้อนลงในหลอดทดลอง

ง) วัสดุ อุปกรณ์ ทุกอย่างที่ใช้ในการทดลอง เช่น หลอดทดลอง ทิปสำหรับไมโครปิเปต และน้ำ เป็นต้น ต้องล้างด้วยเครื่องล้างด้วยความดันไอที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที และอบให้แห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารพันธุกรรมอื่น

4.3.2.5 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การทำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสให้บริสุทธิ์

(1) ประสานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการการทำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสให้บริสุทธิ์

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 5 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(4) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งในบทปฏิบัติการนี้ วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาจะได้ใช้ในการฝึกทักษะในบทปฏิบัติการนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทยปฏิบัติการที่ 5

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร
เครื่องปั่นเหวี่ยง (Microcentrifuge)		เป็นเครื่องมือใช้แยกตัวอย่างของเหลวออกจากของแข็งอนุภาคขนาดเล็ก โดยอาศัยหลักการเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้นภายใต้สนามของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Nano drop spectrophotometer)		ใช้สำหรับวัดปริมาณความเข้มข้นสารพันธุกรรม เช่น plasmid DNA RNA และสารจำพวกโปรตีน ช่วงความยาวคลื่น 190 นาโนเมตร ถึง 840 นาโนเมตร สามารถวัดสารตัวอย่างที่ปริมาณ 1-2 ไมโครลิตรได้ เป็นต้น
เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer)		ใช้สำหรับเขย่าสารละลายหรือตัวอย่างในหลอดทดลองให้เป็นเนื้อเดียวกัน

(5) บทยปฏิบัติการนี้ไม่มีของเสียอันตรายจากการทำปฏิบัติการ ผลการทดลองที่ได้นำไปใช้ในบทยปฏิบัติการที่ 6 ต่อไป

4.3.2.6 การเตรียมบทยปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง การตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ

(1) ประธานอาจารย์ผู้สอนบทยปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทยปฏิบัติการการตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ดังนี้

- ก) ชนิดของเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ใช้ในบทยปฏิบัติการ
- ข) จำนวนเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ชนิด
- ค) ชนิดของดีเอ็นเอพาหะที่ใช้ในบทยปฏิบัติการ

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 6 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล้วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(4) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งในบทปฏิบัติการนี้ วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาจะได้ใช้ในการฝึกทักษะในบทปฏิบัติการนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร
เครื่องปั่นเหวี่ยง (Microcentrifuge)		เป็นเครื่องมือใช้แยกตัวอย่างของเหลวออกจากของแข็งอนุภาคขนาดเล็ก โดยอาศัยหลักการเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้นภายใต้สนามของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
อ่างน้ำร้อน (Water bath)		ใช้สำหรับการให้ความร้อนสารละลาย หรือตัวอย่างแบบร้อนเปียก
เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer)		ใช้สำหรับเขย่าสารละลายหรือตัวอย่างในหลอดทดลองให้เป็นเนื้อเดียวกัน

(5) บทปฏิบัติการนี้ไม่มีของเสียอันตรายจากการทำปฏิบัติการ ผลการทดลองที่ได้นำไปใช้ในบทปฏิบัติการที่ 7 ต่อไป

4.3.2.7 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง การเชื่อมดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส

(1) ประธานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการการเชื่อมดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 7 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(4) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งบทปฏิบัติการนี้ใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เหมือนกับบทปฏิบัติการที่ 6

(5) บทปฏิบัติการนี้ไม่มีของเสียอันตรายจากการทำปฏิบัติการ ผลการทดลองที่ได้นำไปใช้ในบทปฏิบัติการที่ 8 ต่อไป

4.3.2.8 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรียและการตรวจสอบโคลน

(1) ประธานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการการย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรียและการตรวจสอบโคลน ดังนี้

ก) มีการเตรียม competent cell (เซลล์ที่สามารถรับและนำดีเอ็นเอเข้าสู่เซลล์ได้) เพิ่มเติมหรือไม่

ข) วิธีการตรวจโคลนที่ได้จากการย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรียด้วยกระบวนการทรานสเฟอร์เมชัน จะเป็นวิธีการ Blue-white selection หรือ colony PCR

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษารวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ สารเคมีสำหรับเตรียมปฏิบัติการล่วงหน้า (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 8 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) กรณีที่ต้องเตรียม competent cell นักวิทยาศาสตร์ต้องเตรียมล่วงหน้าก่อนเรียนปฏิบัติการอย่างน้อย 4-5 วัน เนื่องจากการเตรียม competent cell มีหลายขั้นตอน และใช้เวลานาน

(4) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้า
อย่างน้อย 1 วัน

(5) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำ
ด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้แสดง
ดังตารางที่ 4.15 ซึ่งบทปฏิบัติการนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน คือ

ก) ตอนที่ 1 การย้าย plasmid DNA เข้าสู่ competent cell
(transformation)

ข) ตอนที่ 2 การคัดเลือกโคลน (transformants)

- วิธี blue white selection

- วิธี colony PCR

ตารางที่ 4.15 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่ กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุ ศาสตร์ระดับโมเลกุลมีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร
เครื่องปั่นเหวี่ยง (Microcentrifuge)		เป็นเครื่องมือใช้แยกตัวอย่างของเหลวออก จากของแข็งอนุภาคขนาดเล็ก โดยอาศัย หลักการเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้น ภายใต้สนามของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
เครื่องเพิ่มปริมาณสาร พันธุกรรม (PCR Thermo Cycler)		เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม สามารถ ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นขั้นตอน หมุนเวียน กันหลาย ๆ รอบตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ได้ ระยะเวลาที่ตั้งในแต่ละขั้น คือ denaturing annealing และ extension

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
อ่างน้ำร้อน (Water bath)		ใช้สำหรับการให้ความร้อนสารละลาย หรือ ตัวอย่างแบบร้อนเปียก
เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer)		ใช้สำหรับเขย่าสารละลายหรือตัวอย่างในหลอดทดลองให้เป็นเนื้อเดียวกัน
ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)		ใช้สำหรับบ่มเชื้อจุลินทรีย์ให้เจริญเติบโตในสภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสม
ตู้ปลอดเชื้อ (Biosafety cabinet)		ใช้สำหรับการเขี่ยเชื้อ หรือถ่ายเชื้อจุลินทรีย์ ป้องกันจากปนเปื้อนของเชื้อสู่สิ่งแวดล้อม และขณะเดียวกันป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจากสิ่งแวดล้อมสู่จุลินทรีย์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการ
เครื่องแยกสารพันธุกรรมในแนวนอน (Horizontal Electrophoresis)		เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับแยก DNA RNA และ โปรตีน ตามขนาดบนแผ่นเจล โดยใช้กระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า อ่างบัฟเฟอร์ และชุดอุปกรณ์สำหรับเตรียมเจล
เครื่องถ่ายภาพเจล (Gel Documentation)		เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกภาพและตำแหน่งแถบของ DNA, RNA และ single strand protein จากการทำ gel electrophoresis แถบของ DNA ที่ศึกษา และแยกได้สามารถดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต และแสงในช่วงที่มองเห็น เพื่อสังเกตการปรากฏของแถบของ DNA ที่แยกได้บนแผ่นเจล

(6) วัสดุที่ใช้ในการทดลองทั้งหลอดทดลอง ทิปสำหรับไมโครปิเปต หรือจานเพาะเชื้อที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นของเสียรหัส L22 ให้ทำการนิ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ก่อนทิ้งเป็นขยะทั่วไป

4.3.2.9 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง การผลิตโปรตีนลูกผสมในเซลล์แบคทีเรียและการตรวจสอบขนาดโปรตีนด้วยวิธี SDS-polyacrylamide gel electrophoresis

(1) ประธานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการการผลิตโปรตีนลูกผสมในเซลล์แบคทีเรียและการตรวจสอบขนาดโปรตีนด้วยวิธี SDS-polyacrylamide gel electrophoresis ดังนี้

ก) จำนวน SDS-PAGE ที่ต้องเตรียมเพื่อใช้ในบทปฏิบัติการ

ข) ความเข้มข้นของโพลีอะครีลาไมด์ที่ใช้ในการแยกขนาดของโปรตีน

ค) ขั้นตอนการย้อมแถบโปรตีน

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ สารเคมีสำหรับเตรียมปฏิบัติการล่วงหน้า (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 9 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) นักวิทยาศาสตร์เตรียมโปรตีนลูกผสมในเซลล์แบคทีเรีย ล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อนำตัวอย่างโปรตีนมาใช้ในการตรวจสอบขนาดโปรตีนด้วยวิธี SDS-PAGE

(4) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(5) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้แสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร
เครื่องปั่นเหวี่ยง (Microcentrifuge)		เป็นเครื่องมือใช้แยกตัวอย่างของเหลวออกจากของแข็งอนุภาคขนาดเล็ก โดยอาศัยหลักการเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้น ภายใต้สนามของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
เครื่องแยกสารพันธุกรรมในแนวตั้ง (Horizontal Electrophoresis)		เป็นเครื่องแยกโปรตีนในแนวตั้ง สามารถใช้ตรวจวิเคราะห์หาสารพันธุกรรม และโปรตีน โดยอาศัยน้ำหนักของโปรตีนผ่านสนามไฟฟ้า ซึ่งมี polyacrylamide gel เป็นตัวกลาง จากขั้วลบไปยังขั้วบวก ประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับเตรียมเจล อ่างบัฟเฟอร์ และเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า
เครื่องเขย่าแนวราบ (Orbital shaker)		เป็นเครื่องเขย่าในแนวราบ ใช้สำหรับเขย่าสารละลาย หรือบัฟเฟอร์ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน หรือใช้สำหรับล้างแผ่นเจลที่ได้จากการแยกขนาดของโปรตีน
อ่างน้ำร้อน (Water bath)		ใช้สำหรับการให้ความร้อนสารละลาย หรือตัวอย่างแบบร้อนเปียก

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer)		ใช้สำหรับเขย่าสารละลายหรือตัวอย่างในหลอดทดลองให้เป็นเนื้อเดียวกัน

(6) บทปฏิบัติการนี้มีสารเคมีอันตรายที่นักวิทยาศาสตร์ต้องให้ข้อมูลความปลอดภัยแก่นักศึกษาดังนี้

ก) อะคริลาไมด์ในสถานะที่เป็นของเหลวมีความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อ หากมีการสัมผัส ดังแสดงข้อมูลอันตรายในตารางที่ 4.17 ส่วนอะคริลาไมด์ที่แข็งตัวแล้วสามารถทิ้งเป็นขยะทั่วไปได้

ข) ขณะทำปฏิบัติการแนะนำให้ให้นักศึกษาสวมถุงมือ เพื่อป้องกันการสัมผัสสารเคมีโดยตรง

ตารางที่ 4.17 แสดงสารเคมีอันตราย และวิธีการป้องกันเบื้องต้นในบทปฏิบัติการที่ 9

ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์อันตราย	ผลกระทบต่อร่างกาย	การปฐมพยาบาลเบื้องต้น	การป้องกัน
อะคริลาไมด์ (Acrylamide)		- อาจทำให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง - อาจเกิดความผิดปกติต่อพันธุกรรม	<u>สัมผัสผิวหนัง</u> : ล้างด้วยสบู่และน้ำปริมาณมาก	- สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ เสื้อกาวน์
รหัสของเสีย (L23)		- อาจก่อให้เกิดมะเร็ง - มีข้อสงสัยว่าอาจเกิดอันตรายต่อการเจริญพันธุ์	<u>เข้าดวงตา</u> : ล้างด้วยน้ำเป็นเวลาหลาย ๆ นาที	- แวนตา เป็นต้น

ที่มา : ข้อมูลความปลอดภัย (SDS: Safety Data Sheet) ของสารเคมีอะคริลาไมด์ (Acrylamide)

4.3.2.10 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนลูกผสมด้วยวิธีการย้ายโปรตีนลงสู่เมมเบรน

(1) ประธานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการการตรวจสอบโปรตีนลูกผสมด้วยวิธีการย้ายโปรตีนลงสู่เมมเบรน ดังนี้

ก) รูปแบบการย้ายโปรตีนจากแผ่นเจลสู่เมมเบรน จะเป็นแบบเปียก แบบกึ่งแห้ง หรือแบบแห้ง

ข) สารหรือบัฟเฟอร์ที่จะใช้สำหรับการป้องกันการจับของโปรตีนอื่น ๆ กับแผ่นเมมเบรน (blocking)

ค) การตรวจสอบและติดตามผล จะใช้วิธีการตรวจสอบการเกิดสีการเรืองแสงด้วยปฏิกิริยาเคมี หรือ สารกัมมันตรังสี

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 10 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) นักวิทยาศาสตร์เตรียมการแยกโปรตีนด้วยเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส เพื่อนำมาใช้ในการเรียนปฏิบัติการการย้ายโปรตีนจากแผ่นเจลสู่เมมเบรน

(4) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(5) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้แสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องปั่นเหวี่ยง (Microcentrifuge)		เป็นเครื่องมือใช้แยกตัวอย่างของเหลวออกจากของแข็งอนุภาคขนาดเล็ก โดยอาศัยหลักการเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้นภายใต้สนามของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
เครื่องแยกสาร พันธุกรรมในแนวตั้ง (Horizontal Electrophoresis)		เป็นเครื่องแยกโปรตีนในแนวตั้ง สามารถใช้ตรวจวิเคราะห์หาสารพันธุกรรม และโปรตีน โดยอาศัยน้ำหนักของโปรตีนผ่านสนามไฟฟ้า ซึ่งมี polyacrylamide gel เป็นตัวกลาง จากขั้วลบไปยังขั้วบวก ประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับเตรียมเจล อ่างบัฟเฟอร์ และเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า
เครื่องย้ายโปรตีนจาก เจลสู่เมมเบรน (semi-dry electrophoretic transfer cell)		ใช้สำหรับย้ายโปรตีนที่ได้จากการแยกขนาดด้วยวิธี SDS-PAGE ลงสู่เมมเบรนด้วยกระแสไฟฟ้า
เครื่องเขย่าแนวราบ (Orbital shaker)		เป็นเครื่องเขย่าในแนวราบ ใช้สำหรับเขย่าสารละลาย หรือบัฟเฟอร์ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน หรือใช้สำหรับล้างแผ่นเจลที่ได้จากการแยกขนาดของโปรตีน
อ่างน้ำร้อน (Water bath)		ใช้สำหรับการให้ความร้อนสารละลาย หรือตัวอย่างแบบร้อนเปียก

(6) บทปฏิบัติการนี้มีสารเคมี และวัสดุอุปกรณ์เหมือนกับบทปฏิบัติการที่ 9 ดังนั้นในส่วนของคุณสมบัติความปลอดภัยและการจัดการของเสียจึงสามารถดำเนินการตามบทปฏิบัติการที่ 9

4.3.2.11 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง การสกัดอาร์เอ็นเอรวม

(1) ประธานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการการสกัดอาร์เอ็นเอรวม ดังนี้

ก) วิธีการสกัดอาร์เอ็นเอที่จะใช้ในบทปฏิบัติการ

ข) ตัวอย่างสำหรับใช้สกัดอาร์เอ็นเอ ตัวอย่างพืชหรือตัวอย่างสัตว์

ค) ความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่จะใช้ในการแยกขนาดอาร์เอ็นเอ ด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 11 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

4) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำ ด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้แสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร
เครื่องปั่นเหวี่ยง (Microcentrifuge)		เป็นเครื่องมือใช้แยกตัวอย่างของเหลวออกจากของแข็งอนุภาคขนาดเล็ก โดยอาศัยหลักการเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้นภายใต้สนามของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องแยกสาร พันธุกรรมในแนวนอน (Horizontal Electrophoresis)		เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับแยก DNA RNA และโปรตีน ตามขนาดบนแผ่นเจล โดยใช้กระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า อ่างบัฟเฟอร์ และชุดอุปกรณ์สำหรับเตรียมเจล
เครื่องถ่ายภาพเจล (Gel Documentation)		เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกภาพและตำแหน่งแถบของ DNA RNA และ single strand protein จากการทำ gel electrophoresis โดยแถบของ DNA สามารถดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต และแสงในช่วงที่มองเห็น เพื่อสังเกตการปรากฏของแถบของ DNA ที่แยกได้บนแผ่นเจล
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Nano drop spectrophotometer)		ใช้สำหรับวัดปริมาณความเข้มข้นสารพันธุกรรม เช่น plasmid DNA RNA และสารจำพวกโปรตีน ช่วงความยาวคลื่น 190 นาโนเมตร ถึง 840 นาโนเมตร สามารถวัดสารตัวอย่างที่ปริมาณ 1-2 ไมโครลิตรได้ เป็นต้น

(6) บทปฏิบัติการนี้มีสารเคมีอันตรายที่ใช้ในการสกัดอาร์เอ็นเอหลายชนิด ที่นักวิทยาศาสตร์ต้องให้ข้อมูลความปลอดภัยแก่นักศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 แสดงสารเคมีอันตราย และวิธีการป้องกันเบื้องต้นในบพปฏิบัติการที่ 11

สารเคมี	สัญลักษณ์อันตราย	ผลกระทบต่อร่างกาย	การปฐมพยาบาลเบื้องต้น	การป้องกัน
<p>คลอโรฟอร์ม (Chloroform)</p> <p>รหัสของเสีย (L14)</p>	 	<p>คลอโรฟอร์มทำให้เกิดอันตรายที่ตับและไต โดยทำลายเซลล์ที่อวัยวะทั้งสองนี้ และเนื่องจากคุณสมบัติการละลายตัวได้ดีในไขมันทำให้สามารถแพร่ผ่านรกเข้าสู่ตัวอ่อน จึงอาจเป็นพิษต่อตัวอ่อนในครรภ์ จากการทดลองในสัตว์ทดลองพบว่าคลอโรฟอร์มทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของไขและสเปิร์ม</p>	<p>สัมผัสผิวหนัง: ให้นำผู้ป่วยออกจากบริเวณที่มีคลอโรฟอร์ม ล้างร่างกายที่สัมผัสคลอโรฟอร์มให้สะอาดและล้างด้วยสบู่และน้ำ</p> <p>ดวงตา: ล้างตาด้วยน้ำจำนวนมากอย่างน้อย 15 นาที</p> <p>สูดดม: ให้นำผู้ป่วยไปยังที่ที่อากาศบริสุทธิ์ หากผู้ป่วยหยุดหายใจให้ผายปอดช่วย</p>	<p>- สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ เสื้อกาวน์ แวนตา เป็นต้น</p> <p>- ควรปฏิบัติใน fume hood</p>
<p>ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (Isoamyl alcohol)</p> <p>รหัสของเสีย (L18)</p>	 	<p>หากมีการสัมผัสหรือสูดดม จะทำให้มีอาการผิวหนังอักเสบ เวียนศีรษะ หมดสติ คลื่นไส้ อาเจียน ง่วงซึม มีการสูญเสียน้ำเกิดการระคายเคืองไอ หายใจเร็ว</p>	<p>สูดดม: ให้รับอากาศบริสุทธิ์ถ้าหยุดหายใจให้ทำการผายปอดหรือใช้เครื่องช่วยหายใจ แล้วรีบปรึกษาแพทย์ทันที</p>	<p>- สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ เสื้อกาวน์ แวนตา เป็นต้น</p>

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

สารเคมี	สัญลักษณ์อันตราย	ผลกระทบต่อร่างกาย	การปฐมพยาบาลเบื้องต้น	การป้องกัน
			<p>สัมผัสผิวหนัง: ล้างผิวหนังด้วยน้ำ ฟอกบัว</p> <p><u>เข้าตา:</u> ล้างออกด้วย น้ำปริมาณมาก ๆ ถอดคอนแทคเลนส์</p> <p><u>กลืนกิน:</u> ระงับการ อาเจียน การสำลัก โทรตามแพทย์ทันที</p>	
<p>ไตรซอล (Trizol Reagent)</p> <p>รหัสของเสีย (L14)</p>		<p>ทำให้ผิวหนังเกิดแผล ไหม้อย่างรุนแรงและ ทำลายดวงตา</p> <p>ระคายเคืองต่อระบบ หายใจ</p> <p>สงสัยว่าอาจทำให้เกิด ความบกพร่องทาง พันธุกรรม</p>	<p><u>กลืนกิน:</u> ห้ามกระตุ้นให้ อาเจียน</p> <p><u>สัมผัสผิวหนัง:</u> ล้าง ผิวหนังด้วยน้ำที่ไหล จากก๊อก/ฟอกบัว</p> <p><u>สูดดม:</u> ให้เคลื่อนย้าย ผู้ป่วยไปยังบริเวณที่มี อากาศบริสุทธิ์ และให้ นอนพักในท่าที่หายใจ ได้สะดวก</p> <p><u>เข้าตา:</u> ล้างด้วยน้ำที่ไหลจาก ก๊อกเป็นเวลาหลาย ๆ นาที</p>	<p>- สวมใส่อุปกรณ์ ป้องกันส่วน บุคคล เช่น ถุงมือ เสื้อกาวน์ แวนตา เป็นต้น</p> <p>- ควรปฏิบัติใน fume hood</p>

ที่มา : ข้อมูลความปลอดภัย (SDS: Safety Data Sheet)

(7) สารเคมีที่ใช้ในการสกัดอาร์เอ็นเอ นอกจากการให้ข้อมูลความปลอดภัยแก่นักศึกษาแล้ว นักวิทยาศาสตร์ต้องคอยแนะนำการทิ้งสารให้ถูกวิธีตามหลักการแยกของเสียประเภทต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.21 โดยให้นักศึกษาทิ้งสารเคมีที่ใช้ในบทปฏิบัติการในภาชนะที่ทางห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้ได้อย่างเคร่งครัด เพื่อรอส่งคลังกำจัดของเสียต่อไป

ตารางที่ 4.21 แสดงการจัดการของเสียอันตรายในบทปฏิบัติการที่ 11

รหัสของเสีย	ประเภทของของเสียที่เป็นของเหลว	การจัดเก็บ	การกำจัด
L14	ของเสียที่สามารถเผาไหม้ได้ 1. คลอโรฟอร์ม (Chloroform) 2. ไตรโซล (Trizol Reagent)	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด
L18	ของเสียที่เป็นสารไวไฟ ของเสียที่สามารถลุกติดไฟได้ง่าย ซึ่งต้องแยกเก็บให้ห่างจากแหล่งกำเนิดไฟ ความร้อน ปฏิกิริยาเคมี เปลวไฟ ปลั๊กไฟ ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (Isoamyl alcohol)	จัดเก็บในภาชนะพลาสติก PP หรือ PE มีฝาปิดมิดชิด อยู่ในสภาพดี	ส่งบริษัทกำจัด

(8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

ก) นักศึกษาต้องสวมถุงมือตลอดเวลา เพื่อป้องกันการสัมผัสสารเคมีโดยตรง และป้องกันสารปนเปื้อนอื่น ๆ จะปนเปื้อนลงในหลอดทดลอง

ข) วัสดุ อุปกรณ์ ทุกอย่างที่ใช้ในการทดลอง เช่น หลอดทดลอง ทิปสำหรับไมโครปิเปต และน้ำ เป็นต้น ต้องล้างด้วยเครื่องล้างด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที และอบให้แห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารปนเปื้อนอื่น ๆ

ค) การใช้สารคลอโรฟอร์ม (Chloroform) และไตรโซล (Trizol Reagent) ควรปฏิบัติในตู้ดูดไอระเหย (fume hood) เพื่อป้องกันการสูดดมไอระเหยของสารเคมี

ง) อาร์เอ็นเอที่สกัดได้นำไปใช้ต่อในบทปฏิบัติการถัดไป

4.3.2.12 การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 12 เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบย้อนกลับ

(1) ประธานอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อขอทราบรายละเอียดบทปฏิบัติการปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบย้อนกลับ ดังนี้

ก) รูปแบบปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบย้อนกลับ เป็นแบบขั้นตอนเดียว (one-step RT-PCR) หรือ แบบสองขั้นตอน (two-step RT-PCR)

ข) ชนิดของไพรเมอร์ ที่อาจารย์ใช้ในบทปฏิบัติการ

ค) ปริมาตรที่จะให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติในแต่ละหลอดทดลอง

ง) สภาพที่เหมาะสมในการตั้งค่าเครื่องเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนยีนที่สนใจ

สนใจ

(2) จัดทำใบงานบทปฏิบัติการให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และพนักงานห้องทดลอง เพื่อให้จัดเตรียมสารเคมี ตะกร้าวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา (ตัวอย่างใบงานบทปฏิบัติการที่ 12 ข้อมูลปีการศึกษา 1/2563 : ภาคผนวก 4)

(3) ทดสอบบทปฏิบัติการปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสล่วงหน้าอย่างน้อย 1-2 วัน ตามสภาพที่เหมาะสมขององค์ประกอบบัพเพอร์ที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนยีนที่สนใจ เช่น Taq DNA polymerase, primer, dNTP และสารละลายบัพเพอร์ เป็นต้น จากนั้นตรวจสอบผลการทดลองที่ได้ด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส ว่าได้ชิ้นยีนที่เราสนใจหรือไม่ เปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน

(4) จัดวาง วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน

(5) ระหว่างนักศึกษาเรียนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์คอยให้คำแนะนำด้านการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งในบทปฏิบัติการนี้ วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาจะได้ใช้ในการฝึกทักษะในบทปฏิบัติการนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงรายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์สำหรับบทปฏิบัติการที่ 12

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Micropipette with tip)		ใช้สำหรับดูดจ่ายสารละลายในปริมาณน้อย ๆ สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการดูดได้ ซึ่งใช้คู่กับ tip มีหลายขนาด ในห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีตั้งแต่ขนาด 2, 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน
เครื่องแยกสารพันธุกรรมในแนวนอน (Horizontal Electrophoresis)		เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับแยก DNA RNA และ โปรตีน ตามขนาดบนแผ่นเจล โดยใช้กระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า อ่างบัฟเฟอร์ และชุดอุปกรณ์สำหรับเตรียมเจล
เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในสภาพจริง (RT-PCR Thermo Cycler)		เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม สามารถปรับเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นขั้นตอน หมุนเวียนกันหลาย ๆ รอบตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ได้ ระยะเวลาที่ตั้งในแต่ละขั้น คือ denaturing annealing และ extension
เครื่องถ่ายรูปเจล (Gel Documentation)		เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกภาพและตำแหน่งแถบของ DNA, RNA และ single strand protein จากการทำ gel electrophoresis โดยแถบของ DNA ที่ศึกษาสามารถดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต และแสงในช่วงที่มองเห็น และปรากฏแถบของ DNA ที่ให้เห็นจากโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์
เครื่องปั่นตกตะกอน (spin down centrifuge)		เครื่องปั่นตกตะกอนขนาดเล็ก ใช้สำหรับปั่นเหวี่ยงให้สารละลายที่ติดข้างหลอดทดลองตกลงมารวมกัน หรือใช้ปั่นตกตะกอนตัวอย่างที่ใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางไม่เกิน 6,000 รอบต่อนาที

(6) บทปฏิบัติการนี้ไม่มีของเสียที่เกิดจากการทำปฏิบัติการ

(7) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

ก) การทำปฏิบัติการนี้เป็นการเพิ่มปริมาณชิ้นยีนที่สนใจในหลอดทดลอง ซึ่งใช้สารเคมี หรือน้ำยาต่าง ๆ ในปริมาณที่น้อย ๆ ในหน่วยไมโครลิตร ดังนั้นนักศึกษาต้องระวังและสังเกตว่าได้ดูดสารได้ตามปริมาตรที่ต้องการหรือไม่

ข) สารที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณชิ้นยีนที่สนใจมีความไวต่อความร้อน ทำให้เสื่อมสภาพได้ง่าย ดังนั้นในการปฏิบัติงานนักศึกษาต้องวางตัวอย่างและสารที่ใช้ในปฏิบัติการบนน้ำแข็งตลอดเวลาการทำปฏิบัติการ

ค) นักศึกษาต้องสวมถุงมือตลอดเวลาในการทำปฏิบัติการเพื่อป้องกันสารพันธุกรรมอื่นปนเปื้อนลงในหลอดทดลอง

ง) วัสดุ อุปกรณ์ ทุกอย่างที่ใช้ในการทดลอง เช่น หลอดทดลอง ทิปสำหรับไมโครปิเปต และน้ำ เป็นต้น ต้องล้างด้วยเครื่องล้างด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และอบให้แห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารพันธุกรรมอื่น

4.4 เทคนิคการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

การให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มีการวางแผนการให้บริการอย่างชัดเจนตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการให้บริการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ เพื่อให้แต่ละขั้นตอนสามารถปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง ให้บริการได้อย่างสมบูรณ์มีประสิทธิภาพ และสามารถแก้ไขปรับปรุงได้ทันที่ หากมีข้อผิดพลาดในการดำเนินงาน ดังนั้นการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานจึงเป็นกลไกและเครื่องมือที่สำคัญในการปรับปรุงและพัฒนางานให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้เขียนได้ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ ในการให้บริการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลดังแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 แสดงเทคนิคการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงาน	หัวข้อติดตาม	เทคนิควิธีการ
<p>การติดตามการปฏิบัติงาน</p> <p>- ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทยุติการ</p> <p>- ระหว่างการให้บริการห้องปฏิบัติการ/บทยุติการ 12 บทยุติการ</p>	<p>1. กระตุ้นการปฏิบัติงาน</p>	<p>1. ติดตามการปฏิบัติงานทุกขั้นตอนให้สามารถดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้ทั้งขั้นตอนการเตรียมให้บริการปฏิบัติการ ขั้นตอนการให้บริการบทยุติการ และขั้นตอนการสรุปการให้บริการ</p> <p>2. ขั้นตอนใดไม่สามารถให้บริการตามแผนที่วางไว้ได้ ให้มีการบันทึก และหาทางแก้ไขปัญหา โดยปรึกษาหัวหน้างาน หัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หรือผู้ที่มีประสบการณ์การปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ หรือปฏิบัติการตามวงจร PDCA</p> <p>3. ติดตามการจัดเตรียมตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์และตรวจสอบความถูกต้องของความเข้มข้นสารเคมีที่เตรียมอย่างเคร่งครัด ตามใบงานการเตรียมบทยุติการทั้ง 12 บทยุติการ (ภาคผนวก 4)</p> <p>4. ติดตามการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่าง ๆ ว่ามีคุณภาพ และบรรลุตามแผนที่กำหนดไว้ อาทิ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี ได้รับรายการทันเวลาต่อการใช้เรียนปฏิบัติการ - การเตรียมอุปกรณ์ และสารเคมี มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลต่อการใช้ในการฝึกทักษะปฏิบัติการของนักศึกษา
	<p>2. เรียนรู้การปฏิบัติงาน</p>	<p>1. ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการให้บริการรายวิชาปฏิบัติการ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไม่สามารถให้บริการการเรียนบทยุติการในห้องปฏิบัติการได้ เนื่องจากการระบาดของ Covid-19 ต้องจัดทำสื่อการเรียนการสอนออนไลน์เพื่อให้นักศึกษาเรียนออนไลน์

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

การปฏิบัติงาน	หัวข้อติดตาม	เทคนิควิธีการ
		<p>- กรณีมีความล่าช้าในการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี ที่ได้จัดซื้อจัดจ้าง หาทางแก้ไขโดยการสอบถาม และยืมจากห้องปฏิบัติการอื่น หรือปรึกษาอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการเพื่อสลับบทปฏิบัติการ</p> <p>2. จัดบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละบทปฏิบัติการ เนื่องจากอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงบทปฏิบัติการในแต่ละปีการศึกษา เช่น ตัวอย่างที่ใช้ ผลปฏิบัติการที่ได้ เป็นต้น การจดบันทึกการเปลี่ยนแปลงบทปฏิบัติการจึงมีความสำคัญเพื่อเป็นข้อมูลในการเรียนบทปฏิบัติการในปีถัดไป</p>
	3. ปรับปรุงการปฏิบัติงาน	<p>1. ปรับแผนปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้น ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ให้บริการห้องปฏิบัติการออนไลน์แทนการเรียนในห้องปฏิบัติการ - สลับบทปฏิบัติการ กรณีที่เกิดความล่าช้าในการขนส่งรายการจัดซื้อจัดจ้าง <p>2. ปรับปรุงการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปรึกษาอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการเพื่อหาสารเคมีชนิดอื่นที่สามารถให้ผลการทดลองที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน - ยืมวัสดุ อุปกรณ์ หรือสารเคมี จากห้องปฏิบัติการอื่น แล้วค่อยจัดซื้อคืนภายหลัง
การประเมินผลการปฏิบัติงาน - หลังเสร็จสิ้นการให้บริการห้องปฏิบัติการ	1. วิเคราะห์การปฏิบัติงาน	ขั้นตอนการเตรียมให้บริการบทปฏิบัติการมีความครบถ้วนหรือไม่ <ul style="list-style-type: none"> - ด้านวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการ และบุคลากร

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

การปฏิบัติงาน	หัวข้อติดตาม	เทคนิควิธีการ
		<p>- ด้านการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี กรณีที่ไม่ทันเวลาต่อการใช้งานเนื่องจากใช้เวลาในการจัดซื้อ กระชั้นชิดกับการเปิดให้บริการการเรียนปฏิบัติการ ควรปรับการจัดซื้อจัดจ้างให้เร็วขึ้น</p> <p>2. ขั้นตอนการให้บริการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ</p> <p>- สามารถให้บริการบทปฏิบัติการเป็นไปตามแผนทุกบทปฏิบัติการ หากไม่เป็นไปตามแผนมีปัจจัยใดบ้างที่เป็นปัญหาอุปสรรค หรือข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน</p> <p>- ปัจจัยที่ทำให้เกิดผลสำเร็จ และบรรลุผลตามแผนที่กำหนดไว้</p> <p>3. ขั้นตอนการสรุปการให้บริการรายวิชาปฏิบัติการ</p> <p>- ต้นทุนด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเหมาะสมกับการให้บริการห้องปฏิบัติการหรือไม่</p> <p>- ปริมาณของเสียที่เกิดจากการเรียนบทปฏิบัติการ กรณีที่มีปริมาณมากเกินไป สามารถที่จะลดปริมาณของเสียได้อย่างไรบ้าง เช่น การใช้สารย้อมดีเอ็นเอที่ปลอดภัย ทดแทนสารย้อมเอธิเดียมโบรไมด์ ที่เป็นสารก่อการกลายพันธุ์ เป็นต้น</p> <p>- ผลการประเมิน และข้อเสนอแนะการให้บริการห้องปฏิบัติการจากนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอน</p>
	2. การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงาน	1. จากการวิเคราะห์การประเมินการปฏิบัติงาน หากจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการปฏิบัติงานในครั้งต่อไปจะต้องดำเนินการอย่างไร

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

การปฏิบัติงาน	หัวข้อติดตาม	เทคนิควิธีการ
		<p>2. หากใช้สารปลอดภัยทดแทนสารอันตรายแล้ว ผลปฏิบัติการไม่สามารถให้ผลการศึกษาที่มีประสิทธิภาพเช่นเดิม จะต้องปฏิบัติการอย่างไร เช่น การขออนุญาตใช้สารอันตราย การจัดการของเสียอันตราย การบำบัดขอเสียอันตราย และการให้ความรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานกับสารอันตราย เป็นต้น</p> <p>3. กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงบทปฏิบัติการ ต้องดำเนินการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีใดเพิ่มเติมบ้าง และต้องดำเนินการจัดซื้อจ้างอย่างไรให้ทันต่อการใช้งาน</p>

4.5 เทคนิคการทำให้ผู้รับบริการพึงพอใจ

การให้บริการการเรียนการสอนบทปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นภารกิจหนึ่งตามนโยบายของหน่วยงานในฐานะหน่วยงานที่มีหน้าที่ให้บริการ โดยมีเป้าหมายในการให้บริการ คือ ผู้รับบริการมีความพึงพอใจร้อยละ 90 ดังนั้นในการให้บริการการเรียนการสอนบทปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล นักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจึงต้องดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ให้บรรลุเป้าหมาย เพื่อให้ผู้รับบริการทั้งนักศึกษาและคณาจารย์มีความพึงพอใจ ซึ่งแนวทางของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่จะให้ผู้รับบริการมีความพึงพอใจ เบื้องต้นได้ดำเนินการตาม “ปรัชญา” และ “ปณิธาน” ของหน่วยงานที่ตั้งไว้ คือ

ปรัชญา: ห้องปฏิบัติการดี บุคลากรเด่น เน้นบริการเป็นเยี่ยม

ปณิธาน: บริการดี มีมาตรฐาน ด้วยงานคุณภาพ

นอกจากปรัชญา และปณิธานของหน่วยงานในการสร้างความประทับใจและความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายด้านที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้รับบริการมีความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังแสดงในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 แสดงเทคนิควิธีการปฏิบัติงานให้ผู้รับบริการมีความพึงพอใจ

การบริการ	เทคนิคการปฏิบัติงาน
ความพร้อมห้องปฏิบัติการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการให้มีบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอนปฏิบัติการ โดยการจัดห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน 5 ส เพื่อให้มีความเป็นระเบียบ เรียบร้อย สะอาด 2. จัดห้องปฏิบัติการให้มีความปลอดภัย ตามหลักความปลอดภัย ทั้งเรื่องอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล อุปกรณ์ป้องกันภัยฉุกเฉิน การจัดการสารเคมี เพื่อให้ผู้รับบริการมีความมั่นใจในความปลอดภัยเมื่ออยู่ในห้องปฏิบัติการ
ความพร้อมด้านวัสดุ อุปกรณ์สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีให้เพียงพอ และพร้อมต่อการใช้งานของนักศึกษา 2. มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ในการจัดเตรียมความพร้อม เช่น ความเข้มข้นและปริมาณสารเคมี ที่เตรียมให้นักศึกษาเรียนปฏิบัติการ เป็นต้น เพื่อลดความผิดพลาดของผลการทดลอง 3. ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ มีการตรวจสอบสภาพการใช้งาน และบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง สามารถใช้งานได้ตลอดการเรียนบทปฏิบัติการ ลดปัญหาครุภัณฑ์เสียหรือชำรุดระหว่างการเรียนบทปฏิบัติการ
ความพร้อมด้านบุคลากร	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีทัศนคติที่ดีต่องานที่ปฏิบัติ 2. มีความรู้ในงานที่รับผิดชอบเป็นอย่างดี สามารถให้คำแนะนำ หรือข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับบทปฏิบัติกับนักศึกษา 3. มีความกระตือรือร้นในการให้ความช่วยเหลือนักศึกษา ในการเรียนบทปฏิบัติการ 4. มีสติในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ หากเกิดปัญหาอุปสรรคในการเรียนบทปฏิบัติการ
ด้านการบริการที่ดี	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้บริการด้วยความเต็มใจ มีใจบริการ (service mind) ในการให้คำแนะนำนักศึกษาด้วยน้ำเสียงไพเราะ สันถายิ้มแย้ม 2. ให้บริการด้วยความรวดเร็ว ทันเวลา

4.6 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน

คู่มือปฏิบัติงานบทบาทปฏิบัติกรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เป็นการให้บริการการเรียนการสอนปฏิบัติการแก่นักศึกษา และสนับสนุนการปฏิบัติงานของอาจารย์ผู้สอน ในทุก ๆ ด้าน เพื่อให้การเรียนการสอนปฏิบัติการบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นบุคลากรขององค์กรที่ทำหน้าที่ปฏิบัติงาน นอกจากจะมีความรู้ทางด้านทฤษฎี และด้านปฏิบัติการเป็นอย่างดีแล้ว ยังต้องมีความรับผิดชอบ คุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณในการปฏิบัติงานอีกด้วย เพื่อใช้เป็นแนวทางพื้นฐาน หรือกรอบในการปฏิบัติงานที่พึงามในการพัฒนางานด้วยจิตสำนึกที่ดี ส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กร หน่วยงาน และสังคม (สินี เจริญพจน์, 2540, น. 28) เนื่องจากบุคลากรในหน่วยงานเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาองค์กรให้มีประสิทธิภาพ ผู้รับบริการมีความพึงพอใจ (เครือวัลย์ ลิ้มปิยะศรีสกุล, 2530, น. 1)

ดังนั้นในการกำหนดพฤติกรรมหรือกรอบการปฏิบัติงานในแนวทางที่ดีของบุคลากรมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ได้ออกข้อบังคับฯ ว่าด้วยประมวลจริยธรรมและธรรมาภิบาลนายกสภามหาวิทยาลัย กรรมการสภามหาวิทยาลัย ผู้บริหาร บุคลากร และผู้เรียนของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ พ.ศ. 2565 โดยจรรยาบรรณบุคลากรมหาวิทยาลัย คือ “**บุคลากรมหาวิทยาลัยพึงยึดมั่นในหลักจรรยาวิชาชีพของตนในการปฏิบัติงาน**” และมีมาตรฐานจริยธรรมอันเป็นค่านิยมหลักเจ้าหน้าที่ของรัฐ ที่บุคลากรของมหาวิทยาลัยทุกคนในฐานะเจ้าหน้าที่ของรัฐพึงปฏิบัติ ประกอบด้วย 9 ประการ ดังนี้

1. การยึดมั่นในคุณธรรมและจริยธรรม
2. การมีจิตสำนึกที่ดี ซื่อสัตย์ และรับผิดชอบต่อ
3. การยึดถือประโยชน์ของประเทศชาติเหนือกว่าประโยชน์ส่วนตน และไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน
4. การยืนหยัดในสิ่งที่ถูกต้อง เป็นธรรม และถูกกฎหมาย
5. การให้บริการแก่ประชาชนด้วยความรวดเร็ว มีอัธยาศัย และไม่เลือกปฏิบัติ
6. การให้ข้อมูลข่าวสารแก่ประชาชนอย่างครบถ้วน ถูกต้อง และไม่บิดเบือนข้อเท็จจริง
7. การมุ่งผลสัมฤทธิ์ของงาน รักษามาตรฐาน มีคุณภาพ โปร่งใส และตรวจสอบได้
8. การยึดมั่นในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
9. การยึดมั่นในหลักจรรยาวิชาชีพของตนและขององค์กร

นอกจากมาตรฐานจริยธรรมและจรรยาบรรณของบุคลากร ที่จะต้องปฏิบัติตามแล้ว ในการให้บริการบทปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เป็นการเรียนการสอนปฏิบัติการที่เน้นการสกัดดีเอ็นเอ พลาสมิดจากแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่อาจจะเป็นเชื้อก่อโรค เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน และมีการใช้สารเคมีทั้งที่ปลอดภัยและมีอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเพื่อเป็นการรับผิดชอบต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีจิตสำนึกที่ดี มีจริยธรรม และคุณธรรมในการดำเนินการ โดยการจัดเก็บและกำจัดสิ่งปนเปื้อนอย่างถูกวิธี ไม่ทิ้งโดยตรงสู่แหล่งน้ำ หรือสิ่งแวดล้อมภายนอก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนสู่ธรรมชาติ

จรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นอีกส่วนหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ปฏิบัติงานทางด้านชีววิทยาวิทยาามีความเกี่ยวข้อง ในการนำสัตว์ เนื้อเยื่อ หรือชิ้นส่วนของสัตว์ มาใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการ จึงจำเป็นต้องมีใบอนุญาตการใช้งานสัตว์เพื่องานทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยต้องผ่านการอบรมและสอบวัดความรู้เพื่อขอรับใบอนุญาตการใช้งานสัตว์ในห้องทดลองเพื่อการเรียนการสอน

โดยสรุปในบทที่ 4 ของคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ผู้เขียนได้กล่าวถึงเป้าหมายและเทคนิคการปฏิบัติงานแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์อย่างละเอียด ทั้งเป้าหมายในการปฏิบัติงาน (ตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน) เทคนิคในการวางแผน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน เทคนิคในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน (flow chart) เทคนิคการทำให้ผู้รับบริการพึงพอใจ และจรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะในส่วนของกรปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนผู้เขียนได้กล่าวถึงแต่ละขั้นตอนของแต่ละบทปฏิบัติการอย่างละเอียดผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง หรือผู้ปฏิบัติงานใหม่ที่ปฏิบัติงานแทนสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ผู้เขียนจะขอกกล่าวถึงในบทที่ 5 ต่อไป

บทที่ 5

ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข การพัฒนาและข้อเสนอแนะ

จากบทที่ 4 ผู้เขียนได้กล่าวถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างละเอียดสำหรับการให้บริการ รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ซึ่งจะเห็นว่าขั้นตอนการให้บริการ หรือการเตรียม ปฏิบัติการหลายขั้นตอน ดังนั้นเพื่อให้สามารถให้บริการการเรียนการสอนแก่นักศึกษาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ นักวิทยาศาสตร์หรือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องมีความละเอียด รอบคอบ วาง แผนการทำงานล่วงหน้า ทั้งการประสานอาจารย์ผู้สอน การจัดซื้อ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ หากมีการผิดพลาดในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อปฏิบัติการ ทั้งหมดได้ ดังนั้นในบทที่ 5 นี้ ผู้เขียนจะกล่าวถึงปัญหาอุปสรรค ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ขั้นตอนการ เตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการให้บริการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บท ปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ ตลอดถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การพัฒนางานต่อไป

รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เป็นการเรียนปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาสาขา ชีววิทยาระดับชั้นปีที่ 3 ขึ้นไป มีเนื้อหาวิชาเฉพาะทางมากขึ้น และมีการเตรียมปฏิบัติการ การใช้ สารเคมี และการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้น นักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการ เรียนการสอนปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล มีหน้าที่ตรวจสอบความพร้อมของสถานที่ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี รวมทั้งระเบียบที่เกี่ยวข้อง เช่น ระเบียบการจัดซื้อ/จัด จ้าง ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น จะต้องทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแนะนำแก่ผู้รับบริการ อีกทั้ง ยังมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษาวัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ การเบิกจ่ายเพื่อจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลือง สารเคมี และความพร้อมทุก ๆ ด้าน นอกจากนี้ยังต้องสนับสนุน การเรียนการสอนปฏิบัติการตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอน การให้บริการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ และขั้นตอนการสรุปผลการให้บริการบท ปฏิบัติการ ทั้งนี้ในบางขั้นตอนของการปฏิบัติงานอาจจะมีอุปสรรคในการทำงานได้ และเพื่อให้ สามารถพัฒนางานให้ทันสมัยและมีข้อผิดพลาดในงานเกิดขึ้นน้อยที่สุด จึงขอสรุปปัญหาอุปสรรคและ แนวทางการแก้ไขเป็นประเด็นดังนี้

5.1 ปัญหาอุปสรรค แนวทางการแก้ไข

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรค แนวทางการแก้ไขปัญหาการปฏิบัติงานรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล

ขั้นตอนปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
1. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ		
1.1 รับรายวิชาจากหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ได้รับแจ้งการเปิดรายวิชาล่าช้า 2. รายละเอียดการเปิดรายวิชาไม่สมบูรณ์ เช่น ไม่ระบุวันเวลา และสถานที่สำหรับการเรียนปฏิบัติการ เป็นต้น 	<ol style="list-style-type: none"> 1. สอบถามอาจารย์ผู้ประสานรายวิชาโดยตรงถึงข้อมูลที่ชัดเจน 2. ศึกษารายละเอียดรายวิชาจากข้อมูลปีที่ผ่านมา เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเตรียมให้บริการ
1.2 สสำรวจ และจัดทำแผนการเตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการ บุคลากร วัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> 1. วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี ไม่เพียงพอ 2. มีการเปลี่ยนแปลงบทปฏิบัติการ ไม่มีความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี 3. มีการใช้เทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้ในการสอนปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์หรือบุคลากรผู้ที่เกี่ยวข้องขาดความรู้ในวิทยาการใหม่ ๆ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. วางแผนการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี 2. กรณีมีการเปลี่ยนแปลงบทปฏิบัติการอย่างกะทันหัน ต้องปรึกษาอาจารย์ผู้สอนเพื่อชี้แจงข้อจำกัดของห้องปฏิบัติการ หรือสอบถามห้องปฏิบัติการอื่น เพื่อสอบถามและยืมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี 3. นักวิทยาศาสตร์ หาคำความรู้เพิ่มเติม โดยการอบรมหาความรู้เพิ่มเติมในวิทยาการใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน
1.3 จัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี กรณีไม่มีเพียงพอต่อการเรียนการสอนปฏิบัติการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี บางรายการต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น เอนไซม์ ชุด kit เป็นต้น ต้องใช้เวลานานในการสั่งซื้อ บางครั้งไม่ทันกับการใช้งาน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. วางแผนสำรวจวัสดุ อุปกรณ์ล่วงหน้าในระยะยาว และดำเนินการจัดซื้อให้เร็วขึ้น

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ขั้นตอนปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
	<p>2. สารเคมีสำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลบางรายการใช้ในปริมาณน้อย แต่มีราคาแพง</p> <p>3. ครุภัณฑ์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ รายการที่ขอตั้งงบประมาณในการจัดซื้อ ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณ</p> <p>4. มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ ขั้นตอนและวิธีการจัดซื้อ</p>	<p>2. ปรึกษาอาจารย์ผู้สอนเพื่อปรับเปลี่ยนใช้สารเคมีอื่นที่มีราคาถูกกว่า แต่ให้ประสิทธิภาพเท่าเดิม</p> <p>3. ใช้รูปแบบสาริต 1 ชุดต่อห้องปฏิบัติการ เพื่อลดปริมาณสารเคมีที่ใช้</p> <p>4. ยืมครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์บางรายการจากห้องปฏิบัติการอื่น</p> <p>5. วางแผนตั้งงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ประจำปีอย่างต่อเนื่อง</p> <p>6. ก่อนจัดทำการจัดซื้อสอบถามรูปแบบ และแบบฟอร์มการจัดซื้อจากเจ้าหน้าที่พัสดุ เพื่อความชัดเจน และเตรียมเอกสารได้ถูกต้องครบถ้วน</p>
<p>1.4 ศึกษารายละเอียดบทปฏิบัติการ จาก มคอ.3</p>	<p>การกำหนดแผนการเรียนปฏิบัติการใน มคอ. เป็นการวางแผนล่วงหน้า แต่สำหรับการเรียนปฏิบัติการปรับเปลี่ยนเวลาเรียนปฏิบัติการตามสถานการณ์จริง</p>	<p>ปรึกษารื้อกับอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ หากมีการปรับเปลี่ยนตารางเรียน เพื่อให้สามารถเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และตัวอย่างสำหรับการเรียนปฏิบัติการได้ทันเวลา</p>
<p>1.5 ตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา และจัดทำรายชื่อ แบ่งกลุ่มนักศึกษา</p>	<p>1. นักศึกษาไม่ได้ลงทะเบียนในช่วงเวลาที่ทางศูนย์บริการการศึกษาเปิดให้ลงทะเบียน</p>	<p>1. จัดทำแบบฟอร์มรายชื่อนักศึกษาไว้ล่วงหน้า</p>

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ขั้นตอนปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
	2. ไม่สามารถเตรียมรายชื่อ นักศึกษาล่วงหน้าได้ ต้องรอจนกว่าจะเปิดภาคการศึกษา	2. รอนักศึกษาลงทะเบียนจนครบตามจำนวน แล้วค่อยดาวน์โหลดรายชื่อมาใส่ในแบบฟอร์มที่เตรียมไว้
1.6 เตรียมห้องปฏิบัติการตาม แนวทางโครงการ ESPReL	ความพร้อมของห้องปฏิบัติการไม่ครบถ้วนตาม แนวทางความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ	ตรวจเช็คข้อมูลจาก ESPReL Checklist เพื่อให้สามารถเตรียม ห้องปฏิบัติการตามหลักความปลอดภัยให้ครบถ้วน
1.7 เตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการ ให้เป็นตามมาตรฐานพื้นที่ 5ส	มาตรฐานพื้นที่ห้องปฏิบัติ 5ส บางมาตรฐานไม่ สามารถทำได้ด้วยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เช่น การตรวจโครงสร้างอาคาร เป็นต้น	ประสานงานให้ฝ่ายงานวิศวกรรมอาคารตรวจสอบ
2. ขั้นตอนการให้บริการบทปฏิบัติการ จำนวน 12 บทปฏิบัติการ		
2.1 ประสานงานกับอาจารย์ผู้ ประสานบทปฏิบัติการ เพื่อทราบ ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนบท ปฏิบัติการ	1. ติดต่อประสานอาจารย์สอนปฏิบัติการล่วงหน้า 2. ข้อมูลการเตรียมบทปฏิบัติการไม่ครบถ้วน	1. ประสานอาจารย์สอนปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ 2. บันทึกข้อมูลทั้งหมดให้ครบถ้วน หรือทำรายการ (checklist) ประจำบทปฏิบัติการ ก่อนที่จะประสานอาจารย์สอนปฏิบัติการ เพื่อสอบถามรายละเอียดการเตรียมปฏิบัติการ
2.2 เตรียมใบงานสำหรับจัดเตรียม สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์	1. เตรียมใบงานให้พนักงานวิทยาศาสตร์ และ พนักงานห้องทดลองล่วงหน้า 2. รายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในใบ งานไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา	1. เตรียมใบงานล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ 2. ศึกษา และตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี จากคู่มือ ปฏิบัติการให้ละเอียดครบถ้วนก่อนจัดทำใบงาน

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ขั้นตอนปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
2.3 การทดสอบบทปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ	1. ผลการทดสอบปฏิบัติการไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง	1. วิเคราะห์หาสาเหตุของข้อผิดพลาด เช่น ประสิทธิภาพของสารเคมี ปริมาณ ความเข้มข้น วิธีการปฏิบัติ เป็นต้น 2. เปรียบเทียบกับผลทดสอบกับปีที่ผ่านมา
	2. มีสารเคมีอันตรายในการใช้ทดสอบ และเรียนปฏิบัติการ	1. ปรับเปลี่ยนสารเคมีอันตรายเป็นสารเคมีที่ปลอดภัยแต่ให้ผลการทดสอบที่ได้ประสิทธิผลเหมือนเดิม 2. กรณีที่จำเป็นต้องใช้สารเคมีอันตราย ให้มีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล และขอแนะนำในการใช้งาน
2.4 การคุมปฏิบัติการ และให้คำแนะนำนักศึกษาในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์	1. ครูภัณฑ์วิทยาศาสตร์บางชนิดสำหรับรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เป็นเครื่องมือชั้นสูง นักศึกษาไม่มีความชำนาญในการใช้งาน 2. บทปฏิบัติการบางบทมีความซับซ้อนใช้เวลาทำปฏิบัตินานไม่สามารถเสร็จทันในเวลาเรียน นักศึกษาต้องหามาศึกษาและปฏิบัติเพิ่มเติม	1. จัดทำขั้นตอนการใช้งานเบื้องต้นประจำครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการ โดยจัดทำเป็นเอกสารหรือ QR code เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และใช้งานด้วยตนเองได้ 2. แนะนำและสาธิตการใช้งาน พร้อมทั้งวิธีการดูแลบำรุงรักษาเบื้องต้นให้นักศึกษาทราบ 3. หากมีอาจารย์ผู้สอนให้ปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำปฏิบัติการหรือปรับเปลี่ยนเนื้อหาให้สามารถทำเสร็จทันเวลา

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ขั้นตอนปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
2.5 การแยกของเสียที่เกิดจากตัวอย่าง หรือสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการ	นักศึกษาไม่ทราบขั้นตอนการจำแนก และการทิ้งของเสียเกิดขึ้นในบทยปฏิบัติการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. จัดทำขั้นตอน และการจำแนกสารเคมีอันตรายและของเสียที่เกิดจากการทำปฏิบัติการ 2. อธิบายขั้นตอน และวิธีการทิ้งของเสียที่เกิดจากบทยปฏิบัติให้นักศึกษาเข้าใจ และชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการจำแนกของเสียในห้องปฏิบัติการ
2.6 การตรวจสอบและบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษา	นักศึกษาลืมลงลายมือชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบการลงลายมือชื่อของนักศึกษาทุกครั้งที่มีการเรียนปฏิบัติการ 2. แจ้งให้นักศึกษาทราบถึงความสำคัญของการลงลายมือชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการ เพื่อใช้ประกอบในการคิดคะแนนการมีส่วนร่วม 3. จัดทำฟอร์มลงทะเบียนออนไลน์ส่งให้นักศึกษาลงทะเบียนกรณีที่เข้าเรียนปฏิบัติการแต่ลืมลงลายมือชื่อ
2.7 การเก็บรวบรวมกระดาษคำตอบหรือรายงานบทยปฏิบัติการให้อาจารย์ผู้สอนบทยปฏิบัติการ	จำนวนกระดาษคำตอบไม่ตรงกับจำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียนปฏิบัติการ	ตรวจนับกระดาษคำตอบ เปรียบเทียบกับใบลงลายมือชื่อนักศึกษา เพื่อให้ได้จำนวนที่ถูกต้อง

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ขั้นตอนปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
3. ขั้นตอนการสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ		
<p>3.1 การสรุปผลการประเมินความพึงพอใจการให้บริการห้องปฏิบัติการของนักศึกษาและอาจารย์ส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน</p>	<p>1. ผลประเมินความพึงพอใจจากนักศึกษาและอาจารย์ไม่เป็นไปตามตัวชี้วัดที่กำหนดไว้</p> <p>2. นักศึกษา และอาจารย์ ไม่ประเมินความพึงพอใจในการรับบริการห้องปฏิบัติการ</p>	<p>1. วิเคราะห์ผลประเมินว่าส่วนไหนที่ยังไม่ประทับใจในการให้บริการ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาให้ตรงกับความต้องการของผู้รับบริการ</p> <p>2. ย้ำเตือนให้นักศึกษาตอบแบบประเมินความพึงพอใจ</p> <p>3. แจ้งให้นักศึกษาทราบถึงผลของการไม่ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ นั่นคือนักศึกษาไม่สามารถเข้าดูผลการเรียนได้ ต้องติดต่อเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ</p> <p>4. สำหรับคณาจารย์หากลืมนประเมินการให้บริการห้องปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ที่ประสานรายวิชาส่งลิงค์แบบประเมินให้อาจารย์ทางอีเมล</p>
<p>3.2 การสรุปต้นทุนครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ สารเคมี และวัสดุชำรุด รายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลส่งหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน</p>	<p>1. ต้นทุนวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีสูงเกินตัวชี้วัดที่กำหนดไว้</p> <p>2. ส่งสรุปต้นทุนครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ สารเคมี และวัสดุชำรุด ไม่ทันตามเวลาที่หัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐานกำหนดไว้</p>	<p>1. ปรึกษาอาจารย์ผู้สอนเพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการทดลอง หรือปรับเปลี่ยนและลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในบทปฏิบัติการ เพื่อเป็นการลดต้นทุน</p> <p>2. จัดกลุ่มนักศึกษาให้ทำฝึกปฏิบัติด้วยกัน แทนการทำปฏิบัติการทุกคน</p>

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ขั้นตอนปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
		3. จัดทำแผนการปฏิบัติงานให้ชัดเจน และปฏิบัติตามแผนปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด
3.3 สรุปปริมาณของเสีย พร้อมทั้งแยกประเภทของเสียส่งคลังของเสียของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ของเสียบางประเภทมีปริมาณน้อย	รวมกับของเสียที่เป็นประเภทเดียวกันในรายวิชาอื่น เพื่อส่งกำจัด

5.2 แนวทางการพัฒนางาน

การให้บริการห้องปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล เป็นการให้บริการ การเรียนการสอนปฏิบัติการแก่นักศึกษา และสนับสนุนการสอนปฏิบัติการของคณาจารย์ โดยการ เตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ที่จำเป็นต่อ การเรียนและการฝึกปฏิบัติการของนักศึกษา เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเรียนรู้ภาคปฏิบัติโดยการลงมือ ทำด้วยตนเองควบคู่กับการเรียนภาคบรรยาย เพื่อส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชา มากขึ้น ซึ่งความพร้อมของห้องปฏิบัติการในทุก ๆ ด้านส่งผลให้การปฏิบัติงานบรรลุตามวัตถุประสงค์ และ สำเร็จตามเป้าหมายและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องต้องมีการพัฒนา งานในการให้บริการห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ นักศึกษา อาจารย์ หรือผู้รับบริการมีความพึง พอใจ และมีความปลอดภัยในการใช้บริการห้องปฏิบัติการ ซึ่งแนวทางการพัฒนางานในการให้บริการ รายวิชาบทปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลมีหลายด้าน ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงแนวทางการพัฒนางานบทปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล

หัวข้อ	แนวทางการพัฒนางาน
ด้านการปฏิบัติงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. จัดทำแผนการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือบทปฏิบัติการ 2. กำหนดเป้าหมาย จุดเริ่มต้น จุดสุดท้าย และตัวชี้วัดของขั้นตอนการปฏิบัติงาน 3. จัดลำดับความสำคัญก่อนหลังในการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ ว่าใคร ทำอะไร เมื่อไหร่ และอย่างไร 4. ปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ <ul style="list-style-type: none"> - หากผลการปฏิบัติงานไม่เป็นไปตามแผนให้ปรับเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงานหรือตั้งแผนใหม่เพื่อให้สามารถบรรลุตามตัวชี้วัดที่กำหนด - หากผลปฏิบัติงานเป็นไปตามแผน ให้จัดทำมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานเพื่อนำไปใช้กับการให้บริการในปีถัดไป 5. บันทึกการปฏิบัติงานทุกขั้นตอน ติดตามและประเมินผล
ด้านบุคลากร	<ol style="list-style-type: none"> 1. อบรมเพิ่มความรู้วิชาการใหม่ ๆ ในงานที่ปฏิบัติ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทักษะและความสามารถการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - การใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เฉพาะทางที่เกี่ยวข้องกับการเรียนปฏิบัติการ

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

หัวข้อ	แนวทางการพัฒนางาน
	<p>- ด้านภาษาอังกฤษ เนื่องจากในปัจจุบันมีนักศึกษานานาชาติเริ่มเข้ามาเรียนปฏิบัติการ และใช้บริการห้องปฏิบัติการมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถสื่อสารและให้บริการห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เจ้าหน้าที่หรือนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องต้องมีทักษะในการสื่อสารเบื้องต้นได้</p> <p>2. ดูงานนอกสถานที่ เพื่อสร้างแรงบันดาลใจในการปรับปรุงงานที่ปฏิบัติ เกิดความสร้างสรรค์มากขึ้น</p> <p>3. สอนงาน เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งเป็นการสร้างตัวแทนในการปฏิบัติงานให้สามารถปฏิบัติงานแทนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อจำเป็นที่ต้องใช้บุคลากรเพิ่มขึ้น</p>
ด้านครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์	<p>1. จัดทำ QR code ขึ้นตอนการใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เบื้องต้น ให้ นักศึกษาสามารถดาวน์โหลด และเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งในและนอกเวลาเรียน เพื่อลดการใช้บุคลากรในห้องปฏิบัติการอธิบายวิธีการใช้งานซ้ำ ๆ</p> <p>2. จัดทำ QR code การลงลายมือชื่อการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เพื่อลดการใช้กระดาษ</p>
ด้านสารเคมี	<p>1. ใช้สารเคมีปลอดภัยทดแทนสารเคมีอันตราย แต่ยังคงให้ผลการศึกษา และมีประสิทธิภาพเหมือนเดิม เพื่อ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ และลดงบประมาณในการกำจัดของเสียอันตราย - ลดอันตรายจากสารเคมีอันตรายที่อาจจะส่งต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม <p>2. ลดปริมาณการใช้สารเคมีที่มีราคาแพงเพื่อประหยัดต้นทุน และงบประมาณในรายวิชา โดยการให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการเป็นกลุ่มแทนการทำปฏิบัติการทุกคน</p>
ด้านสถานที่ (ห้องปฏิบัติการ)	<p>1. จัดทำขั้นตอนระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ ในรูปแบบ infographic เพื่อความสะดวกในการเรียนรู้และสามารถปฏิบัติตามได้</p> <p>2. จัดทำ QR code ให้นักศึกษาลงลายมือชื่อ เข้า-ออก ห้องปฏิบัติการ เพื่อประหยัดงบประมาณ และลดการใช้กระดาษ</p>

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เปิดโอกาสให้นักศึกษาเตรียมปฏิบัติการ เช่น สารเคมี ที่จำเป็นด้วยตัวเอง ในบทปฏิบัติการที่ไม่ซับซ้อน เป็นต้น

5.3.2 บางบทปฏิบัติการที่มีความซับซ้อนของขั้นตอนการทำปฏิบัติการ ให้จัดทำเป็นปฏิบัติการสาธิต เพื่อลดเวลา และต้นทุนการทำปฏิบัติการ

5.3.3 ให้ความสำคัญกับการจัดซื้อครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการพื้นฐานเป็นอันดับต้น ๆ ของการจัดซื้อ เพื่อให้มีเครื่องมือครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพียงพอกับการใช้งานในห้องปฏิบัติการ

5.3.4 การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นบางครั้งจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือกันหลายฝ่าย ทั้งผู้รับบริการ ผู้ให้บริการห้องปฏิบัติการ และผู้บริหาร เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันงานก็จะสามารถพัฒนาไปในทิศทางตามเป้าหมายที่วางไว้ได้

กล่าวโดยสรุปสำหรับบทที่ 5 ผู้เขียนได้อธิบายถึงปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงาน การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ที่ผู้เขียนได้ประสบระหว่างการให้บริการตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมบทปฏิบัติการ จนถึงขั้นตอนการสรุปการให้บริการ ทั้งปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง และปัญหาที่ต้องให้ผู้มีประสบการณ์และเชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ช่วยเหลือ อีกทั้งผู้เขียนได้แนะนำแนวทางแก้ไข เทคนิคพัฒนางาน และข้อเสนอแนะในด้านต่าง ๆ เพื่อให้การบริการบทปฏิบัติการสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ และผ่านตัวชี้วัดที่ทางหน่วยงานและมหาวิทยาลัยกำหนด



บรรณานุกรม

- เคลือวัลย์ ลิมปิยะศรีสกุล. (2530). *มนุษย์สัมพันธ์ในการทำงานของบุคลากร ในการบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพมหานคร สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน
- สินี เจริญพจน์. (2540). *สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน บทบาท และการพัฒนาสู่อนาคต “ใน สู่ บ้านใหม่”*. กรุงเทพมหานคร: บริษัทประชาชน.
- สุนัดดา โยมญาติ. (2558). *สื่อการสอนเรื่องพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลและพันธุวิศวกรรมศาสตร์ การโคลนยีน โดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุรินทร์ ปิยะโชคนากุล. (2536). *เวกเตอร์ ในพันธุวิศวกรรมเบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรินทร์ ปิยะโชคนากุล. (2545). *เอนไซม์ที่ใช้ในการโคลนยีน ในพันธุวิศวกรรมเบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งโรจน์ ศิริพันธุ์. (2562) *การจัดประชุมคณะกรรมการประจำสถาบันภาษา มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย*. ค้นจาก <https://central.mcu.ac.th/wp-content/uploads/.pdf>.
- วีระพล บดีรัฐ. (2543). *PDCA วงจรสู่ความสำเร็จ*, กรุงเทพมหานคร: บริษัท อินโนกราฟฟิกส์.
- Corman, V. M., Landt, O., Kaiser, M., Molenkamp, R., Meijer, A., Chu, D. K., Bleicker, T., Brünink, S., ... Drosten, C. (2020). Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 25(3), 23-30.
- Fritsch, R.J. & Krause, I. (2003). *Electrophoresis*. Academic Press, 2055-2062.
- Maqsood, H.M. & Ahmad, S.M. (2007). Advances in Molecular Markers and Their Applications in Aquaculture and Fisheries. *Genetics of Aquatic Organism*, 1, 27-41.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Mishra, R. & Tomar, R. S. (2014). Molecular Markers and their Application in Genetic Mapping. *European Academic Research*, 2, 4012-4040.

Ronald, R. B. & Gerald, F. J. (2014). The Expanding View of RNA and DNA Function. *Chemistry and Biology*, 21(9), 1059-1065.

Sekido Y, Fong KM & Minna JD. (2003). Molecular genetics of lung cancer. *Annu Rev Med*, 54, 73-87.

Stewart, S. (2009). DNA Ligases: Progress and Prospects. *Biological of chemistry*, 284(26), 17365-17369


ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

เอกสารเกี่ยวข้องกับการเปิดรายวิชาปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล

รายวิชาปฏิบัติการ เทอม 1/2563										
ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน										
หมายเหตุ ข้อมูลจากเอกสาร มคอ2 ของแต่ละหลักสูตร										
ลำดับ	รายวิชาปฏิบัติการ		หน่วยกิต	นักศึกษา/ชั้นปี	จำนวนนักศึกษา			ผู้ประสานงานรายวิชา		หมายเหตุ
	รหัสวิชา	ชื่อวิชา			ตามแผน	ปัจจุบัน	รวม	นักวิทยาศาสตร์	พนักงานวิทยาศาสตร์	
1	BIO61-212D	ปฏิบัติการจุลชีววิทยา Microbiology Laboratory	1(0-3-2)	วิทยาศาสตร์(เอกชีววิทยา) ปี2 (รหัส 62) วิทยาศาสตร์ทางทะเล ป 2 (รหัส 62)	33		33	มารีสา สมจิตร	เสมอภาค เอียดสี	เรียนร่วมกัน
2	BIO61-214D	ปฏิบัติการจุลชีววิทยา Microbiology Laboratory	1(0-3-1)	วิทยาศาสตร์อาหารและนวัตกรรม ป 2 (รหัส 62)			13	มารีสา สมจิตร	เสมอภาค เอียดสี	
3	BIO61-324D	พันธุศาสตร์โมเลกุล Molecular Genetics		วิทยาศาสตร์คำนวณ(ชีววิทยา) ปี 3 (รหัส 61)			4	วาสนา สงวนศิลป์	ภาณุวัฒน์ สุขคง	
4	CRM60-322	ปฏิบัติการสมุทรศาสตร์เคมี Chemical Oceanography Laboratory	1(0-3-2)	เทคโนโลยีการจัดการทรัพยากรฯ ปี 3 (รหัส 61)			6	รศพร พละศึก	ณรงค์ ฝั่งชลจิตร	
5	CRM60-351	ชีววิทยาปลา Fish Biology	4(3-3-8)	เทคโนโลยีการจัดการทรัพยากรฯ ปี 3 (รหัส 61)			6	ชุมพล คงนคร	ณรงค์ ฝั่งชลจิตร	
6	CRM60-411	ปัญหาพิเศษ Special Problem	4(0-12-6)	เทคโนโลยีการจัดการทรัพยากรฯ ปี 4 (รหัส 60)			7	ชุมพล คงนคร	ณรงค์ ฝั่งชลจิตร	
7	CRM60-451	การจัดการท่องเที่ยวทางนันทนาการ Marine Protected Areas Management	2(1-2-3)	เทคโนโลยีการจัดการทรัพยากรฯ ปี 4 (รหัส 60)			7	ชุมพล คงนคร	ณรงค์ ฝั่งชลจิตร	

ภาพผนวกที่ 1.1 ข้อมูลการเปิดรายวิชา (ข้อมูล ปีการศึกษา1/2563)


 รายงานการเตรียมความพร้อม ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี						
รหัสวิชา:BIO61-324.....ชื่อวิชา.....พันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล.....สำนักวิชา.....วิทยาศาสตร์.....						
ภาคการศึกษาที่1..... ปีการศึกษา 2563..... ห้องปฏิบัติการ.....ชีววิทยา4.....						
จำนวน Section.....1.....วัน.....พฤหัสบดี.....เวลา.....13.00-16.00 น.....						
ผู้ประสานรายวิชา : อาจารย์.....ดร.พิชญ์พัชร์ วัฒนชัย..... วิศวกร/นักวิทยาศาสตร์.....นางวาสนา สงวนศิลป์.....						
ลำดับ	รายการ	ผลการตรวจสอบ		สาเหตุ (ระบุรายละเอียด)	กำหนดแล้วเสร็จ	หมายเหตุ
		พร้อม	ไม่พร้อม			
1	ห้องปฏิบัติการ	/				
2	คู่มือปฏิบัติการ	/				
3	ครุภัณฑ์	/				
4	วัสดุ / อุปกรณ์	/				
5	สารเคมี		/	เตรียมจัดซื้อสารเคมีเฉพาะปฏิบัติการ บางรายการ	7/1/2020	
6	บุคลากร	/				
				ผู้ตรวจสอบ ..วาสนา สงวนศิลป์.. (.นางวาสนา สงวนศิลป์.....) วันที่ ..29.....เดือน ..พฤษภาคม.....พ.ศ. 2563.....		
สำหรับหัวหน้าฝ่ายห้องปฏิบัติการ						
ผลการเตรียมความพร้อม						
<input type="checkbox"/> เปิดให้บริการได้						
<input type="checkbox"/> ไม่สามารถเปิดให้บริการได้ เนื่องจาก.....						
ลงชื่อ.....อัจฉรวรรตี.....(.....นางสาวอัจฉรวรรตี ชูยิ้มพานิช.....) น/ด/ป.....						

ภาพผนวกที่ 1.2 แผนการเตรียมความพร้อม (ข้อมูล ปีการศึกษา 1/2563)

ภาคผนวก 2

เอกสารสำหรับประกอบการจัดซื้อจัดจ้าง

Print Form



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน.....ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....โทร. ๓๒๘๘๘๕๓.....

ที่.....อ.ว.๓๕.....วันที่.....

เรื่อง.....รายงานขอซื้อ/ขอจ้างรายการ.....กรพึ่งเงินตามที่ได้รับมอบอำนาจจากอธิการ.ราคาไม่เกิน ๓๐๐,๐๐๐ บาท.....


เรียน ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ด้วย.....ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....มีความประสงค์จะซื้อหรือจ้างรายการ.....จำนวน.....รายการ/งาน..... ซึ่งมีรายละเอียดของการขอซื้อ/ขอจ้างตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ ข้อ ๒๒ ดังต่อไปนี้


๑. เหตุผลและความจำเป็นที่ต้องซื้อหรือจ้าง.....
๒. ขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุหรือแบบรูปรายการงานก่อสร้างที่จะซื้อหรือจ้าง แล้วแต่กรณี ตามเอกสารแนบ จำนวน.....แผ่น.....
๓. ราคาของพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง.....บาท (.....)
๔. วงเงินที่จะซื้อหรือจ้าง.....บาท (.....)
๕. กำหนดเวลาที่ต้องการใช้พัสดุนั้นหรือให้งานนั้นแล้วเสร็จ.....
๖. วิธีซื้อหรือจ้างตามมาตรา ๕๖ วรรคหนึ่ง (๑) (ค)/ระเบียบฯข้อ ๓๙ ระบุ วิธีเฉพาะเจาะจง ตามมาตรา ๕๖ วรรคหนึ่ง (๒) (ข) และมาตรา ๔๖ วรรคสอง
๗. ขอให้ผู้มีรายบวมดังต่อไปนี้เป็นคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ
 ๑. ประธานกรรมการ
 ๒. กรรมการ
 ๓. กรรมการ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความเห็นชอบรายงานขอซื้อหรือขอจ้างดังกล่าวข้างต้น

ลงชื่อ.....ลงชื่อ.....
(.....)(.....)
เจ้าหน้าที่พัสดุ โทรศัพท์.....หัวหน้าหน่วยงาน
...../...../.....



ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
๒๒๒ ต.ไทยบุรี อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช ๘๐๑๖๓ โทรศัพท์ : ๐๗๕-๖๗๓๒๔๘-๕๓
<http://cse.wu.ac.th>



ภาพผนวกที่ 2.1 บันทึกข้อความขอซื้อ/จ้าง

ภาคผนวก 3

เอกสารสรุปการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล

สรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้ห้องปฏิบัติการ (สำหรับนักศึกษา)									
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี									
รายวิชา BIO61-324 ปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล									
ห้อง									
ข้อ	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ					คะแนนเฉลี่ย	Percent	หมายเหตุ
		5	4	3	2	1			
1	เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ								
	*ความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงาน						0	0	
	*การให้ข้อมูลเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ						0	0	
	*อริยาคติและการบริการ						0	0	
	*ความสะอาดในการติดต่อเจ้าหน้าที่						0	0	
2	ห้องปฏิบัติการ								
	*ความพร้อมของครุภัณฑ์						0	0	
	*ความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี						0	0	
	*ความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อย						0	0	
3	การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ								
	*การให้ข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัย						0	0	
	*ความพร้อมของอุปกรณ์ความปลอดภัย						0	0	
	*การจัดการสารเคมี ของเสีย และขยะ						0	0	
4	คุณภาพโดยรวม								
	*ท่านมีความพึงพอใจในการใช้บริการระดับใด						0	0	
ค่าเฉลี่ย							0	0	
หมายเหตุ : จำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบประเมิน 0 คน									
จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนทั้งหมด 4 คน คิดเป็น 0.00 %									
ข้อเสนอแนะ									
ลำดับที่	เกี่ยวกับระบบสาธารณูปโภค เช่น ระบบไฟฟ้า น้ำประปา น้ำดื่ม ฯลฯ	ข้อเสนอแนะ							

ภาพผนวกที่ 3.1 แบบฟอร์มประเมินออนไลน์ (นักศึกษา)

สรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้ห้องปฏิบัติการ (สำหรับอาจารย์)									
ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี									
รายวิชา BIO61-324 ปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล									
ห้อง									
ข้อ	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ					คะแนนเฉลี่ย	Percent	หมายเหตุ
		5	4	3	2	1			
1	เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ								
	*ความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงาน						0	0	
	*การให้ข้อมูลเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ						0	0	
	*การวางแผนและการประสานงาน						0	0	
	*อริยาคติและการบริการ						0	0	
	*ความสะอาดในการติดต่อเจ้าหน้าที่						0	0	
2	ห้องปฏิบัติการ								
	*ความพร้อมของครุภัณฑ์						0	0	
	*ความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี						0	0	
	*ความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อย						0	0	
3	การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ								
	*การให้ข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัย						0	0	
	*ความพร้อมของอุปกรณ์ความปลอดภัย						0	0	
	*การจัดการสารเคมี ของเสีย และขยะ						0	0	
4	คุณภาพโดยรวม								
	*ท่านมีความพึงพอใจในการใช้บริการระดับใด						0	0	
ค่าเฉลี่ย							0	0	
หมายเหตุ : จำนวนอาจารย์ที่ตอบแบบประเมิน 0 คน									
ข้อเสนอแนะ									
ลำดับที่	เกี่ยวกับระบบสาธารณูปโภค เช่น ระบบไฟฟ้า น้ำประปา น้ำดื่ม ฯลฯ	ข้อเสนอแนะ							

ภาพผนวกที่ 3.2 แบบฟอร์มประเมินออนไลน์ (อาจารย์)

การคิดราคาค่าต้นทุนของแต่ละรายวิชาสำหรับการลงทุนทางครุภัณฑ์							
ราคาค่าต้นทุนต่อรายวิชาพื้นฐานอุตสาหกรรมระดับโมเลกุล หลักสูตร- ภาควิชาเคมี 1/2563 ผู้บันทึกวราสนา สรงนศิลป์							
จำนวนนักศึกษา	4	คน				นักศึกษาหลักสูตร วิทยาศาสตร์เชิงคำนวณ ชั้นปีที่ 3 สำนักวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 คน	
เวลาเรียนต่อภาคการศึกษา	36	มว/ภาคการศึกษา					
ค่าเสื่อมราคา	5	ปี					
ระยะเวลาที่คิดค่าเสื่อมราคาต่อปี	365	วัน					
ระยะเวลาที่คิดค่าเสื่อมราคาต่อวัน	24	ชม					
	1	2	3	4	5	6	7
รายการครุภัณฑ์	ราคา/หน่วย (บาท/เครื่อง)	จำนวนที่ใช้ (อัน/เครื่อง)	ราคารวม (บาท)	ราคาที่ใช้/ชม. (บาท/ชม)	จำนวนชม. ที่ใช้/เทอม	ราคา/ภาคการศึกษา (บาท/เทอม)	ราคา/ภาคการศึกษา/คน (บาท/เทอม/คน)
27.ตู้ถือเคอร์ 18 ช่อง	8,278.00	1	8,278.00	0.19	36.00	6.80	0.85
28.ตู้เย็น	24,761.00	2	49,522.00	1.13	36.00	40.70	5.09
29.ตู้เก็บเอกสาร	2,601.77	1	2,601.77	0.06	36.00	2.14	0.53
30.เครื่องรับโทรศัพท์สีขาว	1,000.00	1	1,000.00	0.02	36.00	0.82	0.21
31.รถเข็นสแตนด์แบบ 3 ชั้น	6,420.15	2	12,840.30	0.29	36.00	10.55	2.64
32.พัดลมดูดอากาศ	1,500.00	4	6,000.00	0.14	36.00	4.93	1.23
33. TransbotnSD semi dry electrophoresis	80,000.00	1	80,000.00	1.83	3.00	5.48	1.37
รวมราคาครุภัณฑ์	3,592,546.26	60	3,856,840.54	88.06		2,099.06	218.57
<p>ราคาต่อหน่วย (คอลัมน์ที่ 2) เป็นราคาที่ update ที่สุดเท่าที่หาได้</p> <p>จำนวนที่ใช้ (คอลัมน์ที่ 3) เป็นจำนวนตามที่จริงในรายวิชานั้น</p> <p>ราคารวม (คอลัมน์ที่ 4) = (คอลัมน์ที่ 2) * (คอลัมน์ที่ 3)</p> <p>ราคาที่ใช้รวม (คอลัมน์ที่ 5) = (คอลัมน์ที่ 4) / (5*365*24)</p> <p>จำนวนชม. ที่ใช้/เทอม (คอลัมน์ที่ 6) เป็นจำนวนตามที่จริงในรายวิชานั้น</p> <p>ราคา/ภาคการศึกษา (คอลัมน์ที่ 7) = (คอลัมน์ที่ 5) * (คอลัมน์ที่ 6)</p> <p>ราคา/ภาคการศึกษา/คน (คอลัมน์ที่ 8) = (คอลัมน์ที่ 7) / จำนวนนักศึกษา</p>							

ภาพผนวกที่ 3.3 แบบฟอร์มสรุปต้นทุนครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ (ข้อมูล ปีการศึกษา 1/2563)

การคิดราคาต้นทุนของแต่ละรายวิชาสำหรับวัสดุไม่สิ้นเปลือง										
ราคาต้นทุนต่อรายวิชาพื้นฐานศาสตร์ระดับโมเลกุล หลักสูตร- ภาคการศึกษาที่ 1/2563 ผู้บันทึกวาสนา สงวนศิลป์										
จำนวนนักศึกษา				4 คน						
เวลาเรียนต่อภาคการศึกษา				36 ชั่วโมง/ภาคการศึกษา						
ค่าเสื่อมราคา				5 ปี						
ระยะเวลาที่คิดค่าเสื่อมราคาต่อปี				365 วัน						
ระยะเวลาที่คิดค่าเสื่อมราคาต่อวัน				24 ชม						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รายการวัสดุอุปกรณ์ไม่สิ้นเปลือง	ราคา/pack (บาท/pack)	จน./pack (หน่วย/pack)	ราคา/หน่วย (บาท/เครื่อง)	จำนวนที่ใช้ (อัน/เครื่อง)	ราคารวม (บาท)	ราคาที่ใช้/ชม. (บาท/ชม)	จำนวนชม. ที่ใช้/เทอม	ราคา/ภาคการศึกษา (บาท/เทอม)	ราคา/ภาคการศึกษา/คน (บาท/เทอม/คน)	
1.Duran bottle 100 ml	80	1	80.00	10	800.00	0.02	36.00	0.66	0.16	
2.Duran bottle 250 ml	80	1	80.00	10	800.00	0.02	36.00	0.66	0.16	
3.Duran bottle 500 ml	110	1	110.00	5	550.00	0.01	36.00	0.45	0.11	
4.Duran bottle 1,000 ml	160	1	160.00	5	800.00	0.02	36.00	0.66	0.16	
5.Erlenmeyer flask 125 ml	85.00	1	85.00	3	255.00	0.01	36.00	0.21	0.05	
6.Erlenmeyer flask 250 ml	98.00	1	98.00	3	294.00	0.01	36.00	0.24	0.06	
7.Erlenmeyer flask 500 ml	110.00	1	110.00	2	220.00	0.01	36.00	0.18	0.05	
8.Beaker 50 ml	57.00	1	57.00	8	456.00	0.01	36.00	0.37	0.09	
9.Beaker 100 ml	72.00	1	72.00	8	576.00	0.01	36.00	0.47	0.12	
10.Beaker 250 ml	90.00	1	90.00	12	1,080.00	0.02	36.00	0.89	0.22	
11.Beaker 600 ml	108.00	1	108.00	2	216.00	0.00	36.00	0.18	0.04	
12.Beaker 1000 ml	110.00	1	110.00	2	220.00	0.01	36.00	0.18	0.05	
13.Measuring Cylinders 25 ml	110.00	1	110.00	2	220.00	0.01	6.00	0.03	0.01	
14.Measuring Cylinders 50 ml	120.00	1	120.00	5	600.00	0.01	6.00	0.08	0.02	
15.Measuring Cylinders 100 ml	130.00	1	130.00	3	390.00	0.01	6.00	0.05	0.01	

ภาพผนวกที่ 3.4 แบบฟอร์มสรุปต้นทุนวัสดุไม่สิ้นเปลือง (ข้อมูล ปีการศึกษา 1/2563)

การคิดราคาต้นทุนของแต่ละรายวิชาสำหรับค่าใช้จ่ายวัสดุอุปกรณ์ชำรุด						
ราคาต้นทุนต่อรายวิชาพื้นฐานศาสตร์ระดับโมเลกุล หลักสูตร- ภาคการศึกษาที่ 1/2563 ผู้บันทึก วาสนา สงวนศิลป์						
จำนวนนักศึกษา				4 คน		
เวลาเรียนต่อภาคการศึกษา				36 ชั่วโมง/ภาคการศึกษา		
	1	2	3	4	5	6
รายการวัสดุอุปกรณ์ชำรุด	ราคา/pack (บาท/pack)	จน./pack (หน่วย/pack)	ราคา/หน่วย (บาท/หน่วย)	จำนวนที่ชำรุด (หน่วย)	ราคารวม (บาท)	ราคารวม/คน (บาท/คน)
ไม่มีรายการชำรุดเสียหาย	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
รวมราคาวัสดุอุปกรณ์ชำรุด				0	0	-

หมายเหตุ ในกรณีที่สืบตามราคาต่อหน่วย(คอลัมน์ที่ 4) จากคุณเจนจิรา ก็ไม่ต้องกรอกข้อมูลในคอลัมน์ที่ 2 และ 3 ก็ได้ (หรือจะกรอกก็ได้)

ราคาต่อหน่วย (คอลัมน์ที่ 4) เป็นราคาที่ update ที่สุดเท่าที่หาได้ = (คอลัมน์ที่ 2)/(คอลัมน์ที่ 3)

จำนวนที่ชำรุด (คอลัมน์ที่ 5) เป็นจำนวนที่ชำรุดจริงในรายวิชานั้น

ราคารวม (คอลัมน์ที่ 6) = (คอลัมน์ที่ 4)*(คอลัมน์ที่ 5)

ราคารวม/คน (คอลัมน์ที่ 7) = (คอลัมน์ที่ 6)/จน นักศึกษา

ภาพผนวกที่ 3.5 แบบฟอร์มสรุปต้นทุนวัสดุอุปกรณ์ชำรุด (ข้อมูล ปีการศึกษา 1/2563)

การคิดราคาค่าต้นทุนของแต่ละรายวิชาสำหรับค่าใช้จ่ายวัสดุ/อุปกรณ์สิ้นเปลือง สารเคมี							
ราคาค่าต้นทุนต่อรายวิชาพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล หลักสูตร- ภาควิชาการศึกษาที่ 1/2563 ผู้บันทึก วาสนา สงวนศิลป์							
จำนวนนักศึกษา			4	คน	นักศึกษาหลักสูตร วิทยาศาสตร์เชิงคำนวณ		
เวลาเรียนต่อภาคการศึกษา			36			ชั่วโมง/ภาคการศึกษา	
	1	2	3	4	5	6	7
รายการวัสดุ/อุปกรณ์สิ้นเปลือง	ราคา/pack (บาท/pack)	จน./pack (หน่วย/pack)	ราคา/หน่วย (บาท/หน่วย)	จำนวนที่ใช้ (หน่วย)	ราคารวม (บาท)	ราคารวม/คน (บาท/คน)	
กระดาษทิชชู 12 ม้วน/แพ็ค	47.00	1	47.00	1	47.00	11.75	
ปากกาไวท์บอร์ด	15.00	1	15.00	0	-	-	
Aluminium foil	15.00	1	15.00	1	15.00	3.75	
ถุงมือผ้าดี๊ ขนาด s	160.00	100	1.60	20	32.00	8.00	
ถุงมือผ้าดี๊ ขนาด m	160.00	100	1.60	20	32.00	8.00	
ถุงมือผ้าดี๊ ขนาด l	160.00	100	1.60	10	16.00	4.00	
ถุงขยะสีดำ 18x20"	36.00	1	36.00	1	36.00	9.00	
high speed plasmid mini kit	2568.00	100	25.68	12	308.16	77.04	
PCR purification kit	2782.00	100	27.82	12	333.84	83.46	
RNA Extraction kit	3000.00	100	30.00	5	150.00	37.50	
tip ใช้กับ micropipette ขนาด 1,000 µl	0.50	1	0.50	500	250.00	62.50	
tip ใช้กับ micropipette ขนาด 200 µl	0.50	1	0.50	600	300.00	75.00	
tip ใช้กับ micropipette ขนาด 2-10 µl	0.50	1	0.50	200	100.00	25.00	
ependrop tubenขนาด 1.5 µl	0.90	1	0.90	500	450.00	112.50	
ependrop tubenขนาด 0.2 µl	0.90	1	0.90	50	45.00	11.25	
Agarose gel	3000.00	500	6.00	15	90.00	22.50	
Ampicillin	50.00	1	50.00	1	50.00	12.50	
Ammonium persulfate	4500.00	10	450.00	1	450.00	112.50	
Bactotryptone	16.00	1	16.00	6	96.00	24.00	
Bind Saline	20.00	1	20.00	0	-	-	
Bisacylamide (N,N Methyl bisacyl)	18.00	1	18.00	6	108.00	27.00	
Cetyltrimethyl ammonium bromic	15.00	1	15.00	5	75.00	18.75	

ภาพผนวกที่ 3.6 แบบฟอร์มสรุปต้นทุนวัสดุสิ้นเปลือง (ข้อมูล ปีการศึกษา 1/2563)

 สรุปรายปัญหา อุปสรรค ในการให้บริการห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน รายวิชาปฏิบัติการ BIO61-324 ปฏิบัติการพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2563							
ลำดับ	หัวข้อปัญหา	ปัญหา		แนวทางแก้ไข/ ข้อเสนอแนะ	หน่วยงาน ที่รับผิดชอบ	การดำเนินการ	
		ลักษณะปัญหา	สาเหตุ			ช่วงดำเนินการ	ดำเนินการแล้วเสร็จ
1	1.1 งานเกี่ยวกับคู่มือปฏิบัติการ	- ไม่มีปัญหา/อุปสรรค	-	-	-	-	
	1.2 การทดสอบบทปฏิบัติการ	- ไม่มีปัญหา/อุปสรรค	-	-	-	-	
	1.3 การเป็นผู้ช่วยสอน	- ไม่มีปัญหา/อุปสรรค	-	-	-	-	
การเตรียมความพร้อม							
2	2.1 ด้านอาคารสถานที่	- ไม่มีปัญหา อุปสรรค	-	-	-	-	
	2.2 ด้านครุภัณฑ์	เช่น เครื่อง spin down ไม่มีต้องยืมจาก	ไม่ได้รับการจัดสรรให้ จัดซื้อ	จัดซื้อเป็นวัสดุ ถาวร	ศูนย์ เครื่องมือฯ	ก่อนเปิดภาคเรียน 1/64	
		เครื่องปั่นเหวี่ยงแบบ ควบคุมอุณหภูมิ	ไม่ได้รับการจัดสรรให้ จัดซื้อ	ตั้งงบประมาณ จัดซื้อ	ศูนย์ เครื่องมือฯ	ก่อนเปิดภาคเรียน 1/65	
	2.3 ด้านวัสดุอุปกรณ์ ตัวอย่าง	- ไม่มีปัญหา อุปสรรค	-	-	-	-	
2.4 ด้านสารเคมี	- ไม่มีปัญหา อุปสรรค	-	-	-	-		
					วาสนา สงวนศิลป์		
					นักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานรายวิชา		
					(ผู้สรุป) 5/10/2020		

ภาพผนวกที่ 3.7 แบบฟอร์มสรุปรายปัญหาอุปสรรค (ข้อมูล ปีการศึกษา 1/2563)

แบบฟอร์ม CSE-HZW 05				
รายงานปริมาณของเสียจากการศึกษา				
ประจำภาคการศึกษาที่ _____ ปีการศึกษา _____				
ข้อมูลหน่วยงาน : ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์				
ชื่อห้องปฏิบัติการ _____ หลักสูตร _____ ฝ่าย _____				
เบอร์โทรศัพท์ _____ e-mail address: _____ อาคาร _____ ชั้น _____				
ข้าพเจ้านาย/นางสาว/นาง _____ ผู้รับผิดชอบด้านการจัดการของเสียประจำ ห้องปฏิบัติการ _____ หลักสูตร _____ ฝ่าย _____ ขอแจ้งข้อมูลของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นรายเดือนจากกิจกรรมภายในห้องปฏิบัติการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้				
รหัสของเสีย	ประเภทของเสีย	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
L01	ของเสียที่เป็นกรด		ลิตร	
L02	ของเสียที่เป็นเบส		ลิตร	
L03	ของเสียที่เป็นเกลือ		ลิตร	
L04	ของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนัก		ลิตร	
L05	ของเสียที่ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนอินทรีย์		ลิตร	
L07	ของเสียที่ประกอบด้วยโครเมียม		ลิตร	
L08	ของเสียที่เป็นสารปรอทอินทรีย์อินทรีย์		ลิตร	
L10	ของเสียที่เป็นสารอาร์เซนิก		ลิตร	
L11	ของเสียที่เป็น ไอออนของโลหะหนักอื่น ๆ		ลิตร	
L12	ของเสียประเภทออกซิไดซ์อินทรีย์		ลิตร	
L13	ของเสียประเภทรีดิวซ์อินทรีย์		ลิตร	
L14	ของเสียที่เป็นไขมัน		ลิตร	
L15	ของเสียที่เป็นน้ำ		ลิตร	
L16	ของเสียที่เป็นอากาศ		ลิตร	
L17	ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ		ลิตร	
L18	ของเสียที่เป็นสารไวไฟ		ลิตร	
L19	ของเสียที่เป็นสารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน		ลิตร	
L20	ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้		ลิตร	
L21	ของเสียที่เป็นสารพิษอันตราย		ลิตร	
L22	ของเสียที่มีกลิ่นเหม็น		ลิตร	
L23	ของเสียจาก solid phase		ลิตร	
	ของเสีย EBR ชนิดของเหลว		ลิตร	
ของเสียที่เป็นของแข็ง				
รหัสของเสีย	ประเภทของเสีย	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
S01	ขวดแก้วสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว		กิโลกรัม	
S02	เศษของแก้วและขวดสารเคมีแตก		กิโลกรัม	
S03	Toxic Waste		กิโลกรัม	
S04	Organic Waste		กิโลกรัม	
S05	ของแข็งปนเปื้อนสารเคมี		กิโลกรัม	
	ของเสีย EBR ชนิดของแข็ง		กิโลกรัม	
(_____)		(_____)		
ผู้รับผิดชอบด้านการจัดการของเสียประจำห้องปฏิบัติการ		หัวหน้าฝ่าย		
วันที่ _____ / _____ / _____		วันที่ _____ / _____ / _____		

ภาพผนวกที่ 3.8 แบบฟอร์มรายงานของเสียในห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก 4

ใบงานบทปฏิบัติการ 1-12 (ข้อมูล ปีการศึกษา 1/2563)

บทปฏิบัติการที่ 1

เรื่อง เทคนิคพื้นฐานและการเตรียมสารละลาย (Chemical Preparation)

ตารางผนวกที่ 1.1 ครุภัณฑ์ (ต่อนักศึกษา 1 ห้อง)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดวาง
1	เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	2 เครื่อง	จัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการด้านหน้า เพื่อให้นักศึกษาใช้ร่วมกัน
2	Hot plate (พร้อม magnetic stirrer)	3 เครื่อง	
3	pH meter	3 เครื่อง	
4	กระดาษชั่งสาร + ซ้อนตักสาร	1 ชุด	จัดวางไว้ใกล้กับเครื่องชั่ง
5	แท่งแก้วคนสาร	5 อัน	จัดวางข้างเครื่องวัด pH
6	กระดาษ label	1 ชุด	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
7	กระดาษทิชชู	2 ม้วน	
8	ขวดน้ำกลั่น	3 ขวด	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
9	Autoclave	1 เครื่อง	ให้นักศึกษาใช้ที่ห้องวิจัย
10	1 M HCl	1 ขวด	ใช้ปรับ pH วางข้างเครื่อง pH meter
11	1 M NaOH	1 ขวด	
12	น้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ

ตารางผนวกที่ 1.2 สารเคมี (ต่อนักศึกษา 1 ห้อง)

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	หมายเหตุ
1.	Tris-HCl	1 ขวด	จัดวางทั้งขวด
2.	Tris-base	1 ขวด	
3.	Boric acid	1 ขวด	
4.	Disodium ethylenediaminetetraacetate	1 ขวด	
5.	Sodium chloride (NaCl)	1 ขวด	
6.	Sodium Acetate(NaOAc)	1 ขวด	

ตารางผนวกที่ 1.2 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	หมายเหตุ
7.	95% หรือ 99% Ethanol	1 ขวด	จัดวางทั้งขวด
8.	Sodium hydroxide (NaOH)	1 ขวด	
9.	Sodium dodecyl sulfate (SDS)	1 ขวด	
10.	HCl	1 ขวด	
11.	Sucrose	1 ขวด	
12.	Triron-x100 (อยู่ในตู้เย็นห้องเตรียม 2)	1 ขวด	
13.	tryptone	1 ขวด	
14.	Yeast extract	1 ขวด	
15.	glucose	1 ขวด	
16.	Potassium actate	1 ขวด	
17.	KCl	1 ขวด	
18.	Disodium phosphate (Na_2HPO_4)	1 ขวด	
19.	Sodium dihydrogen phosphate	1 ขวด	
20.	potassium phosphate (KH_2PO_4)	1 ขวด	
21.	Ampicillin (อยู่ในตู้เย็นห้องเตรียม 2)	1 ขวด	
22.	Kanamycil (อยู่ในตู้เย็นห้องเตรียม 2)	1 ขวด	

*** สารเคมีตั้งเป็น ขวด stock

ตารางผนวกที่ 1.3 อุปกรณ์เครื่องแก้ว (ต่อนักศึกษา 1 ห้อง)

ลำดับ	รายการ	ขนาด	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1.	Volumetric flask	1000 ml	2 ใบ	จัดใส่ตะกร้าวางบนโต๊ะหน้าห้อง ให้นักศึกษาเลือกใช้เอง
2.	Volumetric flask	100 ml	10 ใบ	
5.	ขวด Duran	1000 ml	3 ใบ	
6.	ขวด Duran	250 ml	12 ใบ	
7.	ขวด Duran	100 ml	6 ใบ	

ตารางผนวกที่ 1.3 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ขนาด	จำนวน	การเตรียม/การจัดวาง
8.	กระบอกรตวง	250 ml	3 ใบ	
9.	กระบอกรตวง	100 ml	4 ใบ	
10.	Beaker	500 ml	2 ใบ	
11.	Beaker	250 ml	5 ใบ	
12.	Beaker	100 ml	10 ใบ	

ตารางผนวกที่ 1.4 วัสดุ อุปกรณ์ (ต่อนักศึกษา 1 คน จัดใส่ตะกร้าอุปกรณ์ จำนวน 5 ตะกร้า) **ใช้ทั้งหมด

ลำดับ	รายการ	ขนาด	จำนวน	การเตรียม
1.	Pipette	p1000	1 เครื่อง	จัดอุปกรณ์ใส่ตะกร้าจำนวน 5 ตะกร้า
2.	Pipette	P200	1 เครื่อง	
3.	Pipette	P20	1 เครื่อง	
4.	ทิป สำหรับ p1000 (สีฟ้า) (นั่งฆ่าเชื้อ)	p1000	1 กล่อง	
5.	ทิป สำหรับ p200 และ p20 (สีเหลือง) (นั่งฆ่าเชื้อ)	p200 /p20	1 กล่อง	
6.	แท่งแก้วคนสาร	-	1 อัน	
7.	ปากกาเขียนแก้ว	-	1 ด้าม	
8.	Beaker	250 ml	2 ใบ	
9.	Beaker	100 ml	1 ใบ	
10.	Rack สำหรับวางหลอด Eppendorf ขนาด 1.5 ml	-	1 อัน	

บทปฏิบัติการที่ 2

เรื่อง การสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอจากแบคทีเรีย (Bacterial Plasmid Extraction)

ตารางผนวกที่ 2.1 วัสดุ-อุปกรณ์ ใช้ร่วมกัน

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1.	หลอด Eppendorf ขนาด 1.5 ml	100 ชิ้น	(นั่งฆ่าเชื้อ) วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
2.	ไม้จิ้มฟัน	30 ชิ้น	
3.	Hot plate	2 เครื่อง	ตั้งโต๊ะด้านหน้า
4.	เครื่องเขย่า (Vortex mixer)	2 เครื่อง	วางโต๊ะนักศึกษา
5.	เครื่องปั่นเหวี่ยง	1 เครื่อง	ตั้งโต๊ะด้านหน้า
6.	ปากคืบ	3 อัน	ใส่บีกเกอร์ตั้งโต๊ะด้านหน้า
7.	ถังใส่น้ำแข็ง	1 ถัง	ใส่น้ำแข็ง
8.	ถังน้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ
9.	บีกเกอร์ใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ	2 ใบ	สำหรับทิ้งอาหารเลี้ยงเชื้อ และ หลอดที่ปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย
10.	เครื่อง nano drop	1 เครื่อง	ใช้ห้องวิจัย
11.	Water bath พร้อมโฟมเจาะรู	1 เครื่อง	ตั้งอุณหภูมิ 80°C
12.	ถุงมือ ขนาด s, m, l	ขนาดละ 1 กล่อง	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
13.	กระดาษทิชชู	2 ม้วน	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง

ตารางผนวกที่ 2.2 สารเคมี (ใช้ร่วมกัน)

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	ปริมาตร	การเตรียม
1.	แบคทีเรีย E.coli ที่มีดีเอ็นเอพาหะ pQE-40 ใน อาหาร LB broth+ 100 µg/ml ampicillin บ่ม 37 °C 14-16 ชม.	1 ขวด	100 ml	แบคทีเรีย ใช้ของ อาจารย์
2.	STET (ใช้จากที่นักศึกษาเตรียมจาก lab 1)	1 ขวด	100 ml	Boiling lysis method
3.	Isopropanol	1 ขวด	100 ml	
4.	DI (นั่งฆ่าเชื้อ)	1 ขวด	100 ml	

ตารางผนวกที่ 2.2 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	ปริมาตร	การเตรียม
5.	Solution I (50 mM glucose, 25 mM Tris-HCl, 10 mM EDTA)	1 ขวด	25 ml	Alkaline lysis method (สารใช้จากที่นักศึกษา)
6.	Solution II (นักศึกษาเตรียมใหม่ทุกครั้ง) (0.2 M NaOH, 1% SDS)	1 ขวด	50 ml	
7.	Solution III (5 M potassium acetate, pH 4.8)	1 ขวด	100 ml	
8.	Absolute alcohol	1 ขวด	100 ml	
9.	70% alcohol	1 ขวด	100 ml	
10.	Deionized distill (DI H ₂ O) (นึ่งฆ่าเชื้อ)	1 ขวด	100 ml	
11.	ชุดสกัดดีเอ็นเอ High speed plasmid mini kit	1 ชุด	-	โดยวิธีใช้คอลัมน์

บทปฏิบัติการที่ 3
เรื่อง อิเล็กโทรโฟรีซิส (Electrophoresis)

ตารางผนวกที่ 3.1 วัสดุ-อุปกรณ์ ใช้ร่วมกัน

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1.	เครื่องรันเจล พร้อมอุปกรณ์เตรียมเจล	2 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
2.	microwave	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านข้าง
3.	เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
4.	ขวด Duran ขนาด 250 ml	2 ขวด	ให้หนศ. เลือกใช้ เตรียม gel
5.	เครื่องเขย่า (Vortex mixer)	2 เครื่อง	วางด้านหน้าห้อง
6.	เครื่องปั่นเหวี่ยง	2 เครื่อง	
7.	เครื่อง nano drop	1 เครื่อง	ใช้ห้องวิจัย
8.	เครื่องถ่ายภาพเจล (Gel doc.)	1 เครื่อง	
9.	บีกเกอร์ใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ	1 ใบ	สำหรับทิ้งอาหารเลี้ยงเชื้อ และ หลอดที่ปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย
10.	พาราฟิล์ม ตัดเป็นชิ้น	4-5 ชิ้น	ใช้สำหรับผสมดีเอ็นเอกับสีย้อม
11.	หลอดพลาสติก ขนาด 100 ml	10 หลอด	นั่งฆ่าเชื้อ และอบแห้ง
12.	ถุงมือ ขนาด s, m ขนาดละ 1 คู่	-	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
13.	ถังใส่น้ำแข็ง	1 ถัง	ใส่น้ำแข็ง
14.	ถังน้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ
15.	ตะกร้าอุปกรณ์*	5 ตะกร้า	ใช้จาก lab ที่ 2

ตารางผนวกที่ 3.2 สารเคมี (ใช้ร่วมกัน 1 ห้อง)

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	การเตรียม/จัดวาง
1	Agarose	1 ขวด	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
2	0.5 X TBE	1 ลิตร	นักศึกษาเจือจางจาก stock เอง
3	Loading dye	1 หลอด	อยู่ในตู้เย็นห้องเตรียม 2
4	HindIII marker/100 bp DNA ladder/1 Kb DNA ladder	1 หลอด	
5	น้ำเกลือ	200 ml	ซื้อจากร้านขายยา

บทปฏิบัติการที่ 4

เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอร์ (Polymerase Chain Reactions)

ตารางผนวกที่ 4.1 วัสดุ-อุปกรณ์ ใช้ร่วมกัน

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1.	หลอด PCR ขนาด 0.2 ml	1 ปีกเกอร์	(นั่งฆ่าเชื้อ)
2.	หลอดขนาด 1.5 ml	1 ปีกเกอร์	
3.	เครื่อง spindown	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
4.	เครื่อง PCR	1 เครื่อง	ใช้ห้องวิจัย
5.	เครื่องรันเจล พร้อมอุปกรณ์เตรียมเจล	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
6.	ไมโครเวฟ	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
7.	เครื่องซั่ง 2 ตำแหน่ง	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
8.	ขวด Duran ขนาด 250 ml	3 ขวด	ให้ นศ. เลือกใช้จากตะกร้า ด้านหน้าห้อง
9.	เครื่องเขย่า (Vortex mixer)	2 เครื่อง	วางประจำโต๊ะปฏิบัติการ
10.	เครื่องปั่นเหวี่ยง	1 เครื่อง	
11.	เครื่อง nano drop	1 เครื่อง	ใช้ห้องวิจัย
12.	เครื่องถ่ายภาพเจล (Gel doc.)	1 เครื่อง	
13.	ปีกเกอร์ใส่น้ำฆ่าเชื้อ	2 ใบ	สำหรับทิ้งทิป
14.	พาราฟิล์ม ตัดเป็นชิ้น	4-5 ชิ้น	ใช้สำหรับผสมดีเอ็นเอกับสี
15.	ถุงมือ ขนาด s, m ขนาดละ 1 คู่	-	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
16.	กระดาษทิชชู	2 ม้วน	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
17.	ล้างใส่น้ำแข็ง	2 ถัง	ใส่น้ำแข็ง
18.	ถังน้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ
19.	ตะกร้าอุปกรณ์*	5 ตะกร้า	ใช้จากแลปที่ 2

ตารางผนวกที่ 4.2 สารเคมี (ใช้ร่วมกัน 1 ห้อง)

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1.	DNA ต้นแบบ จากปฏิบัติการสกัด	-	-
2.	Primer (Forward and Reverse)	1 vial	ใช้ของอาจารย์
3.	Taq DNA polymerase (Bioline)	1 vial	ใช้ของอาจารย์
4.	น้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ	100 ml	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
5.	Agarose	1 ขวด	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
6.	0.5 X TBE	2 ลิตร	นักศึกษาแจกจ่ายจาก
7.	Loading dye	1 หลอด	อยู่ในตู้เย็นห้องเตรียม 2
8.	100 bp DNA ladder/1 Kb DNA ladder	1 หลอด	
9.	EtBr	-	ใช้ในห้องวิจัย

บทปฏิบัติการที่ 5
เรื่อง การทำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสให้บริสุทธิ์
(PCR Purification)

ตารางผนวกที่ 5.1 วัสดุ-อุปกรณ์ ใช้ร่วมกัน

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	หลอดขนาด 1.5 ml	1 ปีกเกอร์	วางประจำโต๊ะปฏิบัติการ
2	เครื่อง spindown	1 เครื่อง	วางประจำโต๊ะปฏิบัติการ
3	เครื่องเขย่า (Vortex mixer)	3 เครื่อง	วางด้านหน้าห้อง
4	เครื่องปั่นเหวี่ยง	2 เครื่อง	
5	ปีกเกอร์ใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ	3 ใบ	สำหรับทิ้งทิป
6	ถุงมือ ขนาด s, M ขนาดละ 1 กล่อง	-	วางประจำโต๊ะปฏิบัติการ
7	กระดาษทิชชู	2 ม้วน	วางประจำโต๊ะปฏิบัติการ
8	ถังใส่น้ำแข็ง	1 ถัง	ใส่น้ำแข็ง
9	ถังน้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ
10	ตะกร้าอุปกรณ์*	5 ตะกร้า	ใช้จากแลปที่ 2

ตารางผนวกที่ 5.2 สารเคมี (ใช้ร่วมกัน 1 ห้อง)

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1.	ชุด Gel/PCR DNA Fragment Extraction Kit	1 กล่อง	อยู่ในตู้ห้องชีววิทยา 4

บทปฏิบัติการที่ 6&7
เรื่อง การตัดดีเอ็นเอ ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ และการเชื่อมด้วยเอนไซม์ไลเกส
(DNA Restriction and Ligation with Enzyme)

ตารางผนวกที่ 6.1 เครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ ใช้ร่วมกัน

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	Incubator + Shaker	1 เครื่อง	ใช้ในห้อง lab micro ตั้งอุณหภูมิ 37 °C
2	เครื่อง spindown	1 เครื่อง	ใช้ในห้องวิจัย
3	spectrophotometer	1 เครื่อง	
4	หลอดขนาด 1.5 ml	1 ปีกเกอร์	Steriled ก่อนนำมาใช้งาน
5	หลอดทดลอง ขนาด 1.3 x 10 cm. (พร้อมฝา)	10 หลอด	
6	ปิเปต ขนาด 5 ml	10 อัน	
7	ลูกยางสำหรับใช้กับปิเปต 5 ml	5 อัน	จัดใส่ตะกร้า
8	loop	5 อัน	จัดใส่ตะกร้า
9	ปิ๊กเกอร์ใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ	3 ใบ	สำหรับทิ้งทิป
10	ถุงพลาสติก	3 ใบ	ทิ้งทิปชุดติดเชื้อ
11	ล้างใส่น้ำแข็ง	2 ลัง	ใส่น้ำแข็ง
12	ตะกร้าอุปกรณ์*	5 ตะกร้า	ใช้จากแลปที่ 2
13	อาหาร LB ขวดละ 20 ml	4 ขวด	นศ.เตรียมไว้แล้ว เก็บในตู้เย็น ห้องเตรียม 2
14	หลอดทดลอง ขนาด 2.5x15 cm.	12 หลอด	Steriled ก่อนนำมาใช้งาน นศ.เตรียมไว้แล้ว
15	Ligation enzyme	1 หลอด	วางในลังน้ำแข็ง
16	Restriction enzyme	1 หลอด	วางในลังน้ำแข็ง
17	DNA Template	-	ใช้ของนักศึกษา

บทปฏิบัติการที่ 8

เรื่อง การย้ายดีเอ็นเอเข้าสู่แบคทีเรียและการตรวจหาโคลน (DNA Transformation)

สำหรับเจ้าหน้าที่

การเตรียม Competent Cell (ใช้เวลาในการทำ competent cell 3 วัน)

ตารางผนวกที่ 8.1 วัสดุ-อุปกรณ์ สำหรับเตรียมปฏิบัติการของเจ้าหน้าที่

ลำดับ	รายการ	ขนาด	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	จานอาหารปลอดเชื้อ		25 จาน	แจกตอนใช้งาน
2	ขวดดูแรนสำหรับเตรียม LB+amp.	250 ml	1 ขวด	เตรียม 200 ml
3	ขวดดูแรนสำหรับเตรียม LB agar+amp	500 ml	1 ขวด	เตรียม 500 ml
4	ขวดดูแรน	100 ml	1	จัดใส่ตะกร้า
5	หลอดทดลองฝาเกลียวปลอดเชื้อ	2.5*10	50 หลอด	จัดใส่ตะกร้า
6	ตะกร้าอุปกรณ์ทางจุลฯ	-	1 ชุด	แจกให้นักศึกษา
7	ตู้บ่ม		1 เครื่อง	ตั้ง 37 องศา
8	ตู้บ่มแบบเขย่า		1 เครื่อง	ตั้ง 37 องศา ความเร็วรอบ 200 rpm
9	ปิเปตแก้วปลอดเชื้อ	5 ml	1 กระจบอก	จัดใส่ตะกร้า
10	หลอดปั่นเหวี่ยงพลาสติกปลอดเชื้อ	50 ml	50 ชิ้น	จัดใส่ตะกร้า
11	spectrophotometer		1 เครื่อง	OD 600
12	เครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ		1 เครื่อง	ใช้ห้องวิจัย
13	น้ำแข็ง		1 ถัง	ใส่ถังน้ำแข็ง
14	หลอดขนาด 1.5 ml		1 ปีกเกอร์	จัดใส่ตะกร้า

ตารางผนวกที่ 8.2 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ขนาด	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
15	ไมโครปิเปต + ทิป	P200	1 ชุด	จัดใส่ตะกร้า
16	น้ำยาฆ่าเชื้อ	-	1 บีกเกอร์	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
17	ตู้ -80 องศา	-	1 เครื่อง	สำหรับเก็บ competent cell

ตารางผนวกที่ 8.3 สารเคมีสำหรับใช้เตรียม competent cell

ลำดับ	สารเคมี	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	LB agar+kanamycin/amplicillin 25 ug/ml	100 ml	วางโต๊ะด้านหน้า
2	LB broth+kanamycin/amplicillin 25 ug/ml	100 ml	วางโต๊ะด้านหน้า
3	MgCl ₂ -CaCl ₂ (80 mM MgCl ₂ , 20 mM CaCl ₂)	100 ml	วางโต๊ะด้านหน้า
4	0.1 M CaCl ₂ แชนเย็น	100 ml	วางโต๊ะด้านหน้า
5	Glycerol	50 ml	วางโต๊ะด้านหน้า
6	เชื้อ E.Coli M15 (pREP4)	1 vial	ใช้ของอาจารย์

สำหรับนักศึกษา

การย้าย plasmid DNA เข้าสู่ competent cell (Transformation) และการคัดเลือกโคลนด้วย blue white selection

ตารางผนวกที่ 8.4 วัสดุ-อุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	จานอาหาร LB agar+ kanamycin/amplicillin 25 ug/ml	20 จาน	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
2	เครื่อง spindown	1 เครื่อง	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
3	หลอด pcr	100 หลอด	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
4	เครื่อง PCR	1 เครื่อง	ใช้ในห้องวิจัย
5	เครื่องรันเจล	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
6	เครื่องเขย่า (Vortex mixer)	3 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า

ตารางผนวกที่ 8.4 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
7	เครื่องปั่นเหวี่ยง	2 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
8	Water bath	1 เครื่อง	ตั้ง 42 องศา
9	Water bath	1 เครื่อง	ตั้ง 37 องศา
10	ตู้บ่ม (Incubator)	1 เครื่อง	ตั้ง 37 องศา
11	ปีกเกอร์ใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ	3 ใบ	สำหรับทิ้งทิป
12	ถุงมือ ขนาด s, M ขนาดละ 1 คู่	-	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
13	กระดาษทิชชู	2 ม้วน	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
14	ถังใส่น้ำแข็ง	1 ถัง	ใส่น้ำแข็ง
15	ถังน้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ
16	ตะกร้าอุปกรณ์*	5 ตะกร้า	ใช้จากแลปที่ 1
17	ชุดตะกร้าอุปกรณ์ทางจุล	5 ชุด	จัดใส่ตะกร้าแจกนักศึกษา

ตารางผนวกที่ 8.5 สารเคมี (ใช้ร่วมกัน 1 ห้อง)

ลำดับ	รายการ	ขนาด	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	Competent cell	-	200 ul/หลอด	การย้าย plasmid DNA เข้าสู่ competent cell (Transformation)
2	Plasmid DNA	100 ng	10 ul	
3	LB broth+amp.	-	800 ul/หลอด	
4	น้ำแข็ง	-		
5	แบคทีเรียจากการย้ายเข้าสู่ competent cell	-	200 ul	การคัดเลือกโคลน ด้วย blue white selection
6	20% (w/v) IPTG (stock อยู่ในตู้เย็น 2)	-	20 ul/จาน	
7	2% (w/v) x-gal solution (stock อยู่ในตู้เย็น 2)	-	100 ul/จาน	
8	Colony จาก blue-white colony	-	-	การคัดเลือกโคลนโดยวิธี colony pcr
9	Taq DNA Polymerase master mix	-	-	

ตารางผนวกที่ 8.5 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ขนาด	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
10	Forward primer	10uM	1 vial	
11	Reverse primer	10uM	1 vial	
12	Rnase free water	-	1 vial	
13	agarose	-	1 ชวด	การตรวจสอบ colony pcr
14	0.5 xTBE buffer	-	1 ลิตร	
15	EtBr	-	-	
16	DNA marker	-	1 vial	
17	Loading dye	-	1 vial	

บทปฏิบัติการที่ 9
เรื่อง การตรวจสอบขนาดโปรตีนด้วยวิธี SDS-Polymerase gel electrophoresis
(SDS-Polymerase gel electrophoresis)

ตารางผนวกที่ 9.1 ครุภัณฑ์ วัสดุ-อุปกรณ์ ใช้ร่วมกัน

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	เครื่องปั่นเหวี่ยง	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
2	เครื่อง spin down	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
3	spectrophotometer	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
4	ตู้ปั่นแบบเขย่า	1 เครื่อง	ตั้ง 37 องศา ความเร็วรอบ 200 rpm
	ตู้ปั่น	1 เครื่อง	ตั้ง 37 องศา
5	Hot plate	2 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
6	Vortex mixer	2 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
7	เครื่องเขย่าแบบแนวราบ (orbital shaker)	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
8	หลอดขนาด 1.5 ml	1 ปีกเกอร์	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
9	ถุงมือ ขนาด s,m,l	อย่างละ 1 กล่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
10	ชุดเครื่องรัน โปรตีน ประกอบด้วย - Chamber - Casting stand - Casting frame and glass plate sandwich - Plastic combs - Glass plates with integrates spacers - Clamping frame and electrode assembly	2 ชุด	อุปกรณ์อยู่ในตู้ห้องชีววิทยา 4
11	กล่องพลาสติก สำหรับล้างเจล	1 ชุด	ใช้ของอาจารย์

ตารางผนวกที่ 9.2 สารเคมีที่ใช้ร่วมกัน

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	แบคทีเรีย E.coli M15 (pRep4)	1 vial	อาจารย์เตรียมให้
2	LB+100mg/ml Ampli.+25mg/ml Kanamycin	100 ml	วางโต๊ะด้านหน้า
3	1 M IPTG	1 ml	วางในลังน้ำแข็ง
4	95% alcohol	1 ขวด	ขวดสเปรย์
	70% alcohol	1 ขวด	ขวดสเปรย์
5	สารสำหรับเตรียม running gel (12.5% acrylamide) <ul style="list-style-type: none"> - 1.5 M Tris-HCl pH 8.8 - 10% (w/v) SDS - 40% Acrylamide mix - 10% APS (เตรียมใหม่ทุกครั้ง) - TEMED - H₂O 		ใช้จากนักศึกษาเตรียมในแลปที่ 1
6	สารสำหรับเตรียม stacking gel (5% acrylamide) <ul style="list-style-type: none"> - 1.5 M Tris-HCl pH 6.8 - 10% (w/v) SDS - 40% Acrylamide mix - 10% APS (เตรียมใหม่ทุกครั้ง) - TEMED - H₂O 	ปริมาณตามบทปฏิบัติการ	-
7	5x SDS gel loading buffer <ul style="list-style-type: none"> - 312.5 mM Tris-HCl pH6.8+ 25% dithiothreitol หรือ 25% B-mercaptoethanol+ 0.02% (w/v) bromophenol blue+ 10% (w/v) SDS+50% (v/v) glycerol 	500 ml	Stock สารเคมี บางตัวใช้จากแลป 1 ที่นักศึกษาเตรียมไว้

ตารางผนวกที่ 9.3 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	การจัดเตรียม/จัดวาง
8.	Running buffer (1x Tris-glycine electrophoresis buffer pH 8.3) - 25 mM Tris-HCl pH6.8 หรือ 25 mM Tris-base+ 200 mM Glycine+ 0.1% (w/v) glycerol	500 ml	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
9	Destaining solution - Methanol : glacial acetic : water = 5:1:4	500 ml	

ตารางผนวกที่ 9.4 วัสดุ-อุปกรณ์สำหรับนักศึกษา

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	กระดาษทิชชู	2 ม้วน	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
2	ลังใส่น้ำแข็ง	1 ลัง	ใส่น้ำแข็ง
3	ถังน้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ
4	ตะกร้าอุปกรณ์*	5 ตะกร้า	ใช้จากแลปที่ 2
5	ชุดตะกร้าอุปกรณ์ทางจุล	8 ชุด	แจกให้นักศึกษา

บทปฏิบัติการที่ 10

เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนลูกผสมด้วยวิธีย้ายโปรตีนลงสู่เมมเบรน (Western Blot)

ตารางผนวกที่ 10.1 วัสดุ-อุปกรณ์ ใช้ร่วมกัน

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	เครื่องปั่นเหวี่ยง	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
2	เครื่อง spin down	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
3	หลอดขนาด 1.5 ml	1 ปีกเกอร์	วางโต๊ะด้านหน้า
4	spectrophotometer	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
5	Hot plate	2 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
6	Vortex mixer	2 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
7	เครื่องเขย่าแบบแนวราบ (orbital shaker)	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
8	ถุงมือ (ขนาด s,m,l)	อย่างละ 1 กล่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
9	ชุดเคลื่อนย้ายโปรตีน ประกอบด้วย Trans-blot SD semi-dry	1 ชุด	ใช้ของอาจารย์
10	กล่องพลาสติก สำหรับล้างเจล	2 กล่อง	ใช้ของอาจารย์

ตารางผนวกที่ 10.2 สารเคมีที่ใช้ร่วมกัน

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	Absolute alcohol	200 ml	สารส่วนใหญ่ใช้ ของอาจารย์
2	Immuno blot PVDF membrane ขนาด 0.2 um	2 ชั้น	
3	Whatman 3 MM paper	4 ชั้น	
4	Bovine serum albumin (BSA)	-	
5	1-STEP™ TMB-Blotting (PIERCE)	-	
6	6x-His epitope tag antibody, HRP Conjugate (HIS.H8) (PIERCE) (เจือจางด้วย blocking buffer 1:5,000)	1 ชุด	
7	Methanol	100 ml	

ตารางผนวกที่ 10.2 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
8.	Transfer buffer (Towbin buffer: 25 mM Tris-Base, 192 mM glycine, 20% methanol)+0.1% SDS	200 ml	สารส่วนใหญ่ใช้ของอาจารย์ ผู้สอน
9	สี Ponceau S (0.1% w/v ponceau s in 5% v/v acetic acid)	200 ml	
10	Phosphate buffer saline (PBS) (0.1 M sodium phosphate, 0.15 M sodium chloride pH 7.2)	200 ml	
11	Blocking buffer (PBS+3%BSA)	200 ml	
12	Phosphate buffer saline with tween-20 (PBS-T): PBS+0.05% tween-20	200 ml	

ตารางผนวกที่ 10.3 วัสดุ-อุปกรณ์สำหรับนักศึกษา

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	กระดาษทิชชู	2 ม้วน	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
2	ถังน้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ
3	ตะกร้าอุปกรณ์*	5 ตะกร้า	ใช้จากแลปที่ 2

บทปฏิบัติการที่ 11
เรื่อง การสกัดอาร์เอ็นเอรวม (RNA Extraction)

ตารางผนวกที่ 11.1 ครุภัณฑ์ และวัสดุ-อุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	เครื่องปั่นเหวี่ยง	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
2	เครื่องรันเจล	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
3	เครื่องเขย่า (Vortex mixer)	2 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
4	เครื่อง nano drop	1 เครื่อง	ใช้ในห้องชีวโมเลกุล
5	เครื่อง gel doc.	1 เครื่อง	ใช้ในห้องชีวโมเลกุล
6	หลอด 1.5 ml	1 ปีกเกอร์	<u>(นั่งฆ่าเชื้อ)</u>
7	โกร่งบดยา	2 อัน	<u>(นั่งฆ่าเชื้อ)</u>
8	ถุงมือ ขนาด s, m	1 กล่อง	ขนาดละ 1 กล่อง
9	กระดาษทิชชู	1 ม้วน	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
10	ล้างน้ำแข็ง	2 ลัง	วางข้างอ่างน้ำ
11	ถังน้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ
12	ตะกร้าอุปกรณ์	5 ตะกร้า	ใช้ตะกร้าตั้งแต่แลปที่ 2

ตารางผนวกที่ 11.2 สารเคมี (ใช้ร่วมกัน 1 ห้อง)

ลำดับ	รายการ	ปริมาตร	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	หนอนตัวอย่าง	-	อาจารย์ เตรียมมาให้
2	Trizol reagent	1 ขวด	อยู่ในตู้เย็น ห้องเตรียม 2
3	Isopropyl alcohol	100 ml	แช่เย็น
4	Chloroform	100 ml	วางในตู้ดูดควัน
5	Absolute alcohol	100 ml	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
6	75% ethanol	100 ml	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
7	RNase free water	1 ขวด	อยู่ในตู้เย็น ห้องเตรียม 2
8	agarose	1 ขวด	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
9	0.5x TBE buffer	1 L	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
10	สีย้อมดีเอ็นเอ	-	ใส่ล้างน้ำแข็ง

บทปฏิบัติการที่ 12

เรื่อง ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบย้อนกลับ (Real Time Polymerase Chain Reactions)

ตารางผนวกที่ 12.1 วัสดุ-อุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	เครื่องปั่นเหวี่ยง และ เครื่อง spindown	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
2	เครื่อง RT-PCR	1 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
3	เครื่องเขย่า (Vortex mixer)	2 เครื่อง	วางโต๊ะด้านหน้า
4	Water bath+โฟมลอย	1 เครื่อง	ตั้งอุณหภูมิ 37 องศา
5	Water bath+โฟมลอย	1 เครื่อง	ตั้งอุณหภูมิ 70 องศา
6	หลอด PCR (ขนาด 0.2 ml)	1 ปีกเกอร์	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
7	หลอด 1.5 ml	1 ปีกเกอร์	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
8	ถุงมือ ขนาด s, M ขนาดละ 1 กล่อง	อย่างละ 1	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
10	ลังใส่น้ำแข็ง	1 ลัง	วางข้างอ่างน้ำ
11	ถังน้ำกลั่น	1 ถัง	วางข้างอ่างน้ำ
12	ตะกร้าอุปกรณ์	5 ตะกร้า	ใช้ตะกร้าตั้งแต่แลบที่ 2

ตารางผนวกที่ 12.2 สารเคมี (ใช้ร่วมกัน 1 ห้อง)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	การจัดเตรียม/จัดวาง
1	Total RNA จากบทที่ 11	-	การทำ cDNA
2	RevertAid First stand cDNA synthesis	1 ชุด	สารอยู่ในตู้เย็นห้องเตรียม 2
3	First stand DNA จากตอนที่ 1	-	สำหรับ RT-PCR
4	PCR reaction	1 ชุด	
5	Primer-R	1 ชุด	
6	Primer-F	1 ชุด	
7	Rnase free water	1 ชุด	
8	SYBR green	1 ชุด	สารอยู่ในตู้เย็นห้องเตรียม 2
8	Agarose	1 กรัม	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
9	0.5xTBE	1 ลิตร	วางโต๊ะปฏิบัติการกลาง
10	Marker และ Loading dye	1 vial	วางในลังน้ำแข็ง

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นางวาสนา สงวนศิลป์
 วัน/เดือน/ปีเกิด 3 กุมภาพันธ์ 2526
 ที่อยู่ปัจจุบัน 47 หมู่ที่ 2 ตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอเชียรใหญ่
 จังหวัดนครศรีธรรมราช 80190

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี: วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ปริญญาโท: วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (นิเวศวิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพ) มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

สถานที่ทำงาน

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

เลขที่ 222 ตำบลไทยบุรี อ.ท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

ตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์ (ปฏิบัติการวิชาชีพและบริหารทั่วไป)

สาขาชีววิทยา ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ความถนัดในตำแหน่ง

พันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล ชีววิทยา



