

# คู่มือปฏิบัติงาน (Work Manual)

การเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

โดย

นายรุ่งวิทย์ ชัยจิรวงศ์  
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

## คำนำ

คู่มือปฏิบัติงานการจัดเตรียมปฏิบัติการทางชีววิทยาเล่มนี้เป็นคู่มือการปฏิบัติงานที่มีขอบเขตการปฏิบัติงานตั้งแต่การจัดตารางเรียนตารางสอน แนวทางการจัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ปฏิบัติการทางชีววิทยา หลักการและหลักเกณฑ์ในกระบวนการปฏิบัติงาน มาตรฐานคุณภาพ ระบบติดตามคุณภาพงาน และปัญหา อุปสรรค และความเสี่ยง ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหา เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานการจัดเตรียมปฏิบัติการทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

รุ่งวิทย์ ชัยจิรวงศ์

ผู้เขียน

## สารบัญ

คำนำ.....	ข
สารบัญ .....	ค
สารบัญภาพ .....	จ
สารบัญตาราง .....	ฉ
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ขอบเขตของงานตามคู่มือ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 คำจำกัดความหรือนิยามศัพท์เฉพาะ.....	2
1.4 ผู้เกี่ยวข้อง หน้าที่และอำนาจ .....	2
<b>บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ และความรับผิดชอบ .....</b>	<b>3</b>
2.1 โครงสร้างหน่วยงานและภาระหน้าที่ของหน่วยงาน .....	3
2.1.1 โครงสร้างคณะวิทยาศาสตร์ (organization chart).....	3
2.1.2 โครงสร้างการบริหารคณะวิทยาศาสตร์ (administration chart).....	4
2.1.3 โครงสร้างการปฏิบัติงานภาควิชาชีพ (activity chart).....	5
2.2 ลักษณะงานที่ต้องปฏิบัติ (job description).....	6
2.2.1 ลักษณะงานที่ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ .....	6
2.2.2 ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่ง .....	7
2.2.3 รายละเอียดงานตามตำแหน่ง (งานประจำ) .....	7
<b>บทที่ 3 กระบวนการปฏิบัติงาน.....</b>	<b>8</b>
3.1 ผังกระบวนการปฏิบัติงาน (work flow).....	8
3.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....	21
3.3 หลักการ หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติงาน.....	25
3.4 แนวทางในการปฏิบัติงาน.....	31
3.5 มาตรฐานคุณภาพงาน .....	32
3.6 ระบบติดตามและประเมินผล .....	32

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน .....	33
4.1 ปัญหา อุปสรรค และความเสี่ยง .....	33
4.2 แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน .....	33
บรรณานุกรม.....	36
ภาคผนวก .....	37
ก. การเตรียมสี่ย้อมและสารลายในปฏิบัติการทางชีววิทยา.....	38
ข. แผนผังการจำแนกของเสี่ยจากห้องปฏิบัติการทางด้านสารเคมี.....	43
ค. การจัดทำและตรวจสอบสต็อกสารเคมีของวิชาชีววิทยา .....	44
ง. แนวทางการพิจารณาฝ้งกลบสัตัวทดลอง .....	46
ประวัติผู้เขียน.....	47

## สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 โครงสร้างคณะวิทยาศาสตร์ (organization chart) .....	3
ภาพที่ 2 โครงสร้างการบริหารคณะวิทยาศาสตร์ (administration chart) .....	4
ภาพที่ 3 โครงสร้างการปฏิบัติงานภาควิชาชีววิทยา .....	5
ภาพที่ 4 สัญลักษณ์สากลของผังกระบวนงาน .....	8
ภาพที่ 5 ฉลากสัญลักษณ์ GHS .....	29
ภาพที่ 6 แสดงฉลากสัญลักษณ์ NFPA .....	29

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	กระบวนการเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป	ขั้นตอนที่ 1	การเปิดรายวิชาเรียน.....	9	
ตารางที่ 2	กระบวนการเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป	ขั้นตอนที่ 2	กระบวนการเตรียมปฏิบัติการ .....	10	
ตารางที่ 3	กระบวนการเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป	ขั้นตอนที่ 3	กระบวนการเรียนการสอนปฏิบัติการ		
		ขั้นตอนที่ 4	การจัดเก็บปฏิบัติการและขั้นตอนที่ 5	กระบวนการรวบรวมข้อมูลเพื่อปรับปรุง .....	12
ตารางที่ 4	ผังกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป.....			13	
ตารางที่ 5	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน .....			21	

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ขอบเขตของงานตามคู่มือ

รายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป เป็นรายวิชาปฏิบัติการที่เปิดสอนบริการให้แก่ คณะวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ และคณะแพทยแผนไทย มีนิสิตโดยเฉลี่ยประมาณมากกว่า 900 คนต่อหนึ่งภาคการศึกษา ทางภาควิชาจึงจัดการเรียนการสอน ณ อาคารปฏิบัติการพื้นฐานและศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ชั้น 4 เป็นการเรียนการสอนปฏิบัติการพร้อมกัน 8 กลุ่มย่อยเพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จัดสอนหลายช่วงเวลาตามลักษณะทางกายภาพห้องปฏิบัติการประกอบด้วยห้องปฏิบัติการขนาดใหญ่รองรับนิสิตเข้าทำปฏิบัติการห้องละ 96 คนจำนวน 2 ห้องเรียน และห้องขนาดเล็กรองรับนิสิตเข้าทำปฏิบัติการห้องละ 24 คนจำนวน 2 ห้องเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนจึงต้องวางแผนการจัดอุปกรณ์และสารเคมีที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการทดลอง นักวิทยาศาสตร์ของภาควิชาชีววิทยามีหน้าที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์บทปฏิบัติการให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการ จัดอุปกรณ์สารเคมี สื่อการสอน และเตรียมสารเคมีให้เพียงพอต่อการปฏิบัติการในแต่ละรอบปฏิบัติการ

ขอบเขตคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ จะแบ่งการปฏิบัติงานออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการเปิดรายวิชาเรียน กล่าวถึงขั้นตอนการแบ่งกลุ่มปฏิบัติการ และข้อจำกัดในการแบ่งกลุ่มเรียน 2) ขั้นตอนเตรียมปฏิบัติการ โดยเริ่มตั้งแต่การปรับปรุงบทปฏิบัติการ การทบทวนปฏิบัติการ การเตรียมสารเคมี การทดสอบสารเคมีที่เตรียมขึ้นให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง การเตรียมห้องปฏิบัติการ และการจัดเตรียมชุดการทดลอง 3) ขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการ 4) ขั้นตอนการจัดเก็บปฏิบัติการ กล่าวถึงการกำจัดของเสียและสารเคมีที่เกิดขึ้นในการทำงาน และ 5) ขั้นตอนรวบรวมข้อมูล ข้อดี ข้อเสียข้อ และ เสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงในภาคเรียนต่อไป เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป

#### 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อให้คณะวิทยาศาสตร์มีการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานที่ชัดเจน เป็นลายลักษณ์อักษรที่แสดงถึงรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานของกิจกรรม/กระบวนการต่าง ๆ ของหน่วยงาน และสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานที่มุ่งไปสู่การบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดผลงานที่ได้มาตรฐานเป็นไปตามเป้าหมาย ได้ผลิตผลหรือการบริการที่มีคุณภาพ และบรรลุข้อกำหนดที่สำคัญของกระบวนการ

1.2.2 เพื่อเป็นหลักฐานแสดงวิธีการทำงานที่สามารถถ่ายทอดให้กับผู้เข้ามาปฏิบัติงานใหม่พัฒนาให้การทำงานเป็นมืออาชีพ และใช้ประกอบการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากร รวมทั้งแสดงหรือเผยแพร่ให้กับบุคคลภายนอก หรือผู้ใช้บริการ ให้สามารถเข้าใจและใช้ประโยชน์จากกระบวนการที่มีอยู่เพื่อขอการรับบริการที่ตรงกับความต้องการ

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไปสามารถเตรียมปฏิบัติการเสร็จก่อนเริ่มการเรียนปฏิบัติการชีววิทยา 1 สัปดาห์ และห้องเรียนปฏิบัติการมีความพร้อมของ สารเคมีและอุปกรณ์ก่อนการเรียนการสอน 30 นาที

### 1.3 คำจำกัดความหรือนิยามศัพท์เฉพาะ

คณะวิทยาศาสตร์ หมายถึง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชา หมายถึง ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

หัวหน้าภาควิชา หมายถึง หัวหน้าภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ประสานงาน หมายถึง อาจารย์ผู้มีหน้าที่ประสานงานปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป

อาจารย์ควบคุมปฏิบัติการ หมายถึง อาจารย์ที่มีหน้าที่ควบคุมการทำปฏิบัติการของนิสิตที่ลงทะเบียน

อาจารย์ผู้เขียนบทปฏิบัติการ หมายถึง อาจารย์ที่เขียนคู่มือปฏิบัติการบทนั้นๆ

นักวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักวิทยาศาสตร์ของภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยบูรพา

ห้องปฏิบัติการ หมายถึง ห้องปฏิบัติการชั้น 4 อาคารปฏิบัติการพื้นฐานและศูนย์เครื่องมือ

วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 ห้องปฏิบัติการคือ CL 401, CL402 เป็นห้องปฏิบัติการขนาดใหญ่รองรับนิสิตเข้าทำปฏิบัติการห้องละ 96 คน และ CL 403, CL404 จำนวน 2 ห้องเรียนรองรับนิสิตเข้าทำปฏิบัติการห้องละ 24 คน

กลุ่มปฏิบัติการ หมายถึง นิสิตที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป มีรายชื่อตามระบบทะเบียนของมหาวิทยาลัยบูรพา โดยมีอาจารย์ผู้ควบคุมอย่างน้อย 1 ท่าน

นิสิต หมายถึง นิสิตคณะวิทยาศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ และแพทย์แผนไทย ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป

เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ หมายถึง เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการของคณะวิทยาศาสตร์

### 1.4 ผู้เกี่ยวข้อง หน้าที่และอำนาจ

**หัวหน้าภาควิชาชีววิทยา** มีหน้าที่ พิจารณาช่วงเวลา กำหนดเวลาเรียนของนิสิตที่ลงทะเบียน กำหนดอาจารย์ผู้สอนในแต่ละกลุ่มปฏิบัติการผ่านกระบวนการประชุมภาควิชา และอนุมัติการสั่งซื้ออุปกรณ์และสารเคมี

**ผู้ประสานงานรายวิชา** มีหน้าที่ ดำเนินการประสานงานต่ออาจารย์ผู้เขียนปฏิบัติการในการปรับเปลี่ยนแก้ไขเพื่อดำเนินการจัดทำคู่มือปฏิบัติการ และกำหนดเวลาเรียนของนิสิตที่ลงทะเบียนร่วมกับหัวหน้าภาควิชา

**เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ** มีหน้าที่ แจ้งจำนวนนิสิตที่ประสงค์จะลงทะเบียนรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป และบันทึกข้อมูลลงในระบบทะเบียน

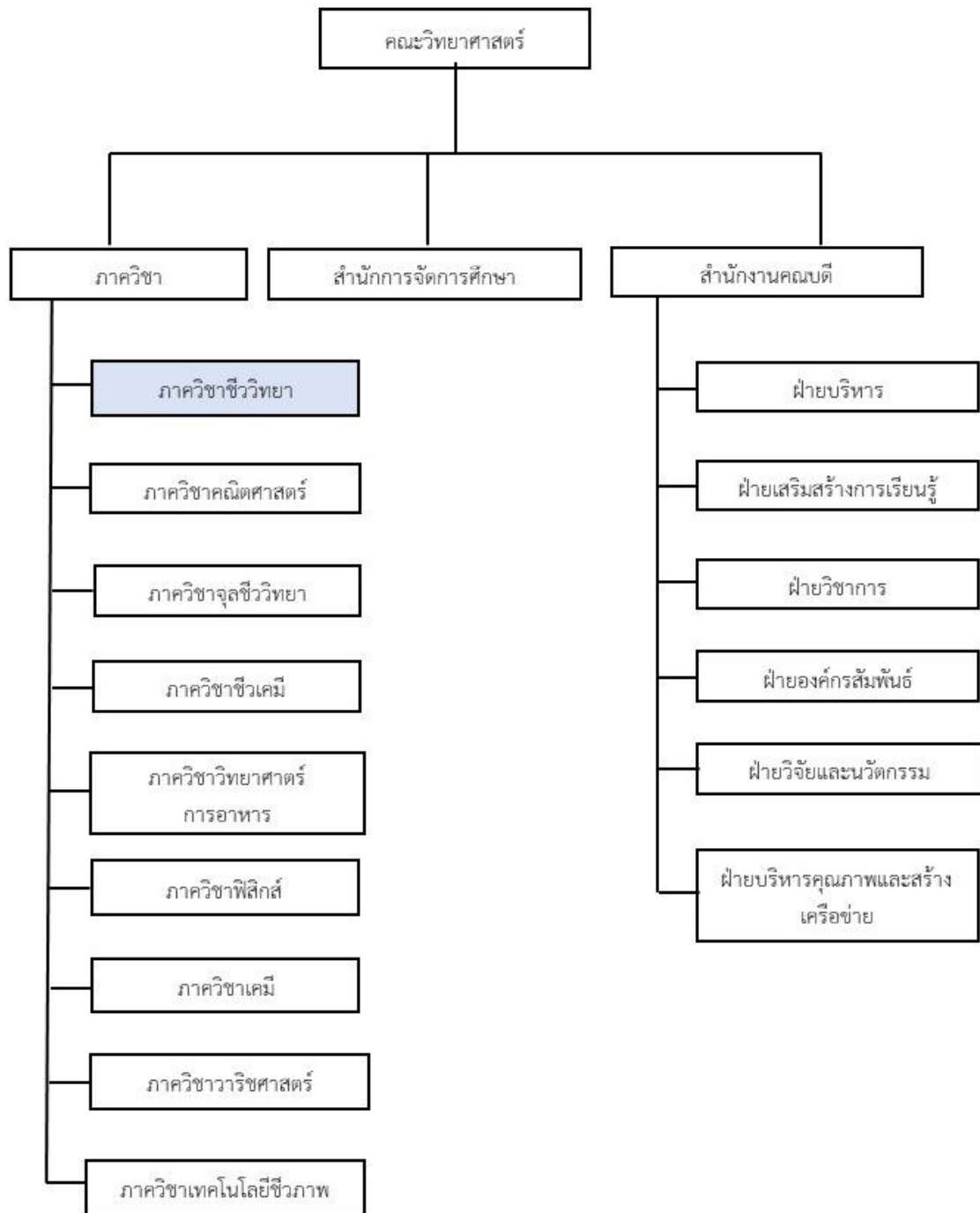
**นักวิทยาศาสตร์** มีหน้าที่ จัดเตรียมข้อมูลนิสิตเบื้องต้นและร่างกำหนดช่วงเวลาเรียน วิเคราะห์ปฏิบัติการ วางแผนการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการ จัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี ให้เพียงพอและมีประสิทธิภาพ ดูแลระบบการเรียนการสอน จัดเก็บอุปกรณ์ สารเคมีเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำปฏิบัติการ และดูแลเรื่องระบบกำจัดของเสียสารเคมีเพื่อส่งกำจัดตามรอบการจัดเก็บของคณะวิทยาศาสตร์ต่อไป



บทที่ 2  
บทบาทหน้าที่ และความรับผิดชอบ

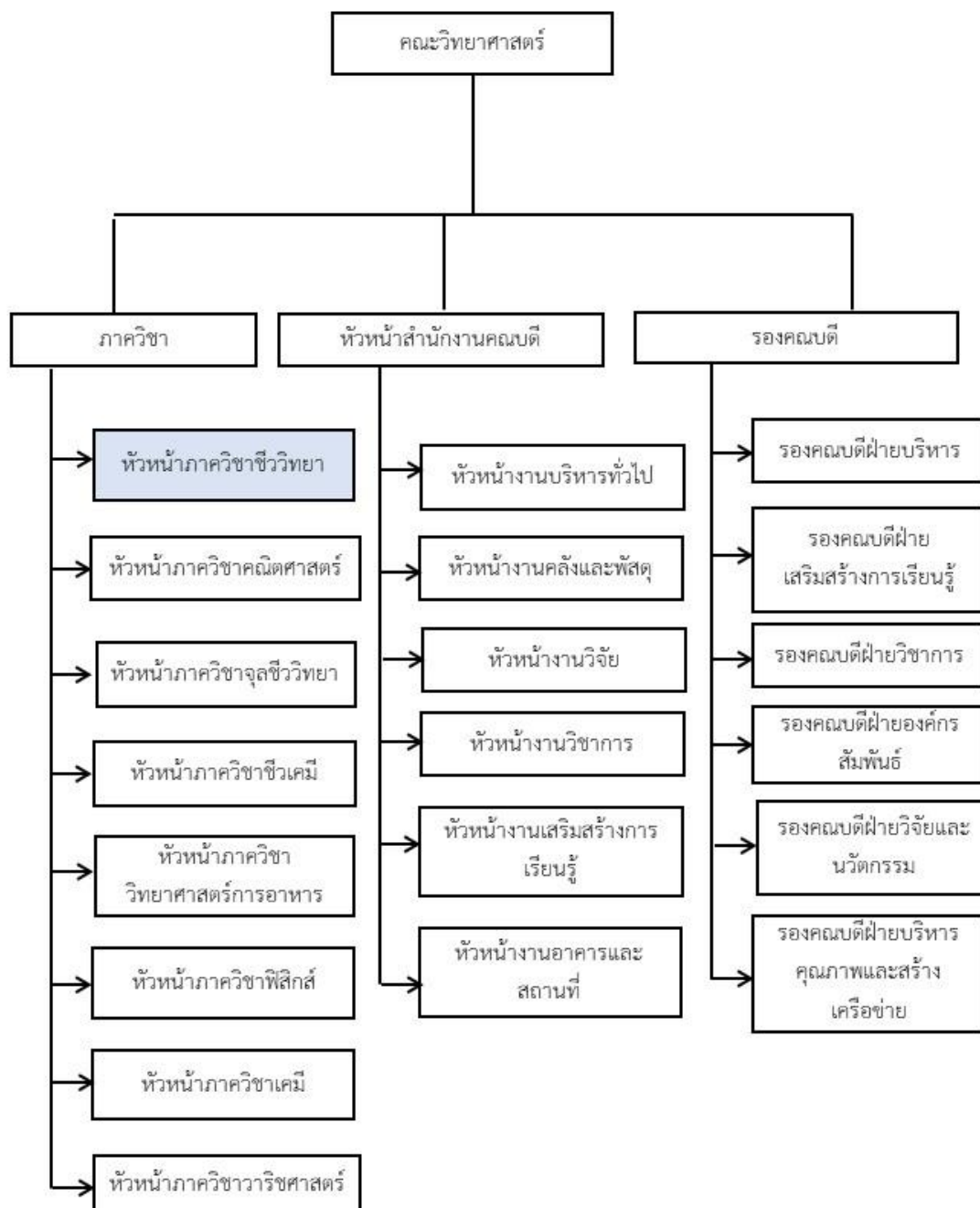
2.1 โครงสร้างหน่วยงานและภาระหน้าที่ของหน่วยงาน

2.1.1 โครงสร้างคณะวิทยาศาสตร์ (organization chart)



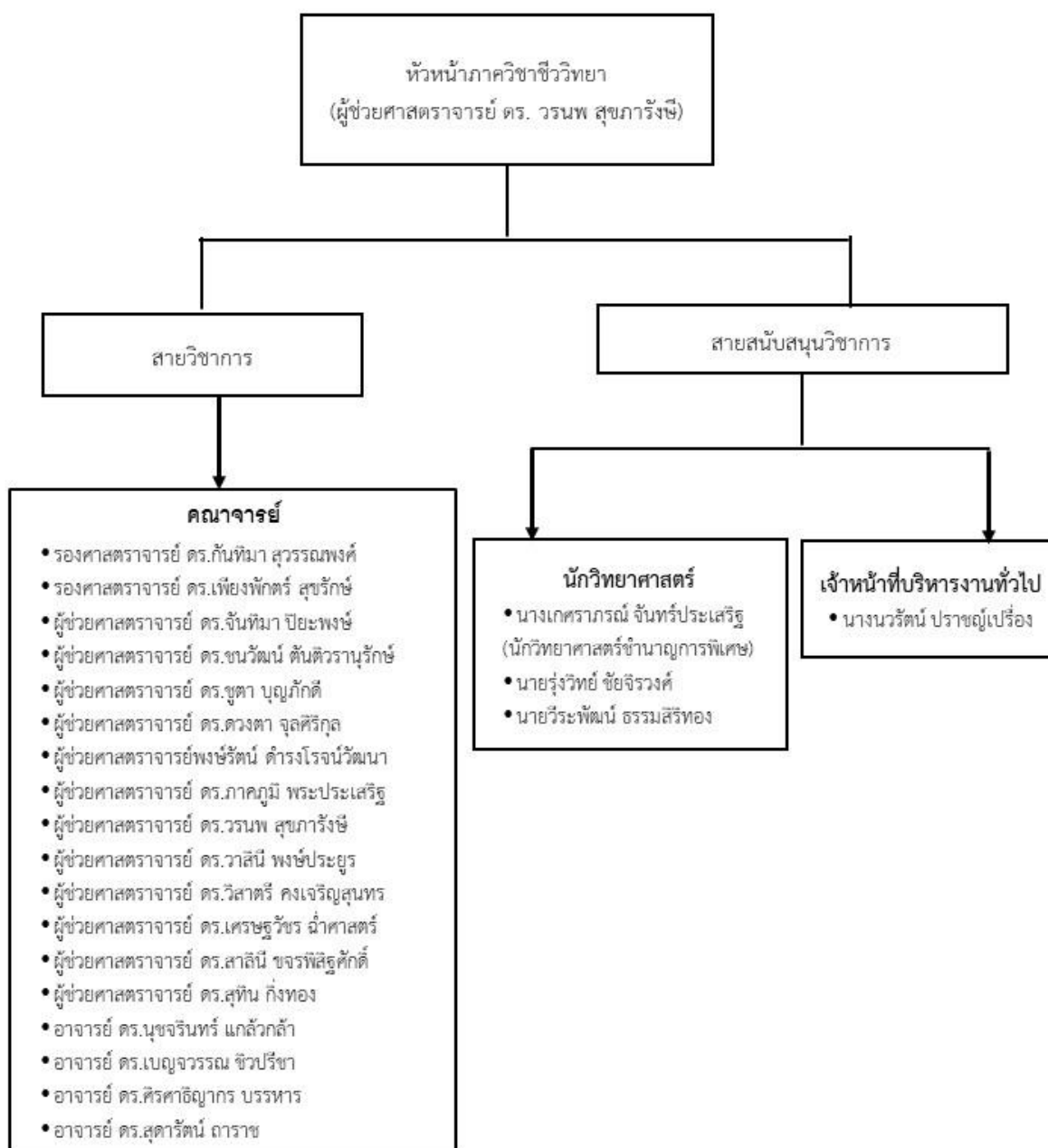
ภาพที่ 1 โครงสร้างคณะวิทยาศาสตร์ (organization chart)

## 2.1.2 โครงสร้างการบริหารคณะวิทยาศาสตร์ (administration chart)



ภาพที่ 2 โครงสร้างการบริหารคณะวิทยาศาสตร์ (administration chart)

### 2.1.3 โครงสร้างการปฏิบัติงานภาควิชาชีววิทยา (activity chart)



ภาพที่ 3 โครงสร้างการปฏิบัติงานภาควิชาชีววิทยา

## 2.2 ลักษณะงานที่ต้องปฏิบัติ (job description)

### 2.2.1 ลักษณะงานที่ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์

ตามประกาศคณะกรรมการบริหารงานบุคคลมหาวิทยาลัยบูรพา ที่ 0004/2559 เรื่อง มาตรฐานกำหนดตำแหน่งของพนักงาน พ.ศ. 2559 กำหนดคุณสมบัติเฉพาะตำแหน่งสำหรับนักวิทยาศาสตร์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป ทางด้านวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้น ที่ต้องใช้ความรู้ ความสามารถทางวิชาการในการทำงาน ปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การกำกับ แนะนำตรวจสอบและปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย

#### ด้านการปฏิบัติการ

- (1) ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และร่วมดำเนินการวิจัย เผยแพร่ผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาอุตสาหกรรม
- (2) วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ ตรวจวัด ตรวจพิสูจน์ วินิจฉัย ทางวิทยาศาสตร์ ของวัตถุตัวอย่าง สอบเทียบเครื่องมือ อุปกรณ์วัด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จัดทำฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการ ส่งเสริมพัฒนาห้องปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติการ
- (3) ให้บริการด้านต่างๆ เช่น ให้คำปรึกษา แนะนำ ให้แก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและนักศึกษาที่มาปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติงานหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง
- (4) นอกจากปฏิบัติงานตาม 1 ถึง 3 ดังกล่าวข้างต้นแล้ว อาจต้องทำหน้าที่กำหนดนโยบายการปฏิบัติงาน ติดต่อประสานงาน วางแผน มอบหมาย ส่งเสริม กำกับ ดูแลและตรวจสอบให้คำปรึกษา แนะนำ ปรับปรุงแก้ไข ติดตามประเมินผล และแก้ไขปัญหา ชัดข้องในการทำงาน ในงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายที่กำหนด

#### ด้านการวางแผน

- (1) ร่วมกำหนดนโยบาย แผนงานหรือโครงการของหน่วยงานภายใน
- (2) วางแผนหรือร่วมวางแผนการทำงานตามนโยบายหรือโครงการของส่วนงานและหน่วยงานภายใน
- (3) แก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงานและติดตามประเมินผล เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

#### ด้านการประสานงาน

- (1) ประสานการทำงานร่วมกันทั้งภายในและภายนอกทีมงานหรือส่วนงาน เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนด
- (2) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือส่วนงานที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

## ด้านการบริการ

- (1) ให้คำปรึกษาแนะนำเบื้องต้นทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ผู้ประกอบการ ส่วนราชการ และประชาชนทั่วไป เพื่อให้ผู้สนใจได้ทราบข้อมูล ความรู้ต่างๆ และนำไปใช้ในเกิดประโยชน์สูงสุด
- (2) เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจให้ผู้เกี่ยวข้อง

### 2.2.2 ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่ง

- (1) มีความรู้ ความสามารถในงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเหมาะสมแก่การปฏิบัติหน้าที่
- (2) มีความรู้ ความเข้าใจในกฎหมาย ข้อบังคับ ระเบียบและประกาศที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยบูรพา
- (3) มีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเหตุการณ์ปัจจุบันในด้านการเมือง เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทยและอาเซียน
- (4) มีความรู้ ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์อย่างเหมาะสมแก่การปฏิบัติหน้าที่
- (5) มีความรู้ความสามารถด้านการใช้ภาษาไทยและภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารได้เป็นอย่างดี
- (6) มีความรู้ความสามารถในการศึกษา ค้นคว้า วิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- (7) มีความรู้ความสามารถในการติดต่อประสานงาน
- (8) มีสมรรถนะที่จำเป็นในระดับที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในหน้าที่ตามที่ส่วนงานกำหนด

### 2.2.3 รายละเอียดงานตามตำแหน่ง (งานประจำ)

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี และสื่อการสอนสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ
2. แนะนำ จัดอบรม และให้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการกลางของภาควิชา
3. เตรียมความพร้อมของบทปฏิบัติการต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย
4. ดูแล บำรุงรักษา และแก้ไขในเบื้องต้น ครุภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์
5. ดูแลความพร้อมของอุปกรณ์ในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการของภาควิชาชีววิทยา
6. ให้บริการยืมคืนสารเคมีและอุปกรณ์สำหรับคณาจารย์และนิสิต
7. จัดเก็บ คัดแยก ให้ความรู้เกี่ยวกับการกำจัดของเสียและขยะอันตรายจากห้องปฏิบัติการ และส่งกำจัดตามรอบการกำจัดที่กำหนด
8. จัดทำระบบข้อมูลการจัดเก็บและการเบิกจ่ายสารเคมี
9. จัดเตรียมข้อมูลและจัดตารางสอน และประสานงานกับฝ่ายวิชาการเพื่อขอเปิดรายวิชา

## บทที่ 3





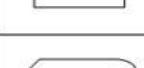


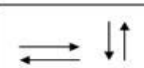

### กระบวนการปฏิบัติงาน

#### 3.1 ผังกระบวนการปฏิบัติงาน (work flow)

กระบวนการปฏิบัติงาน คือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานจนลุล่วงวัตถุประสงค์ของงาน ซึ่งในการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1) ผังกระบวนการปฏิบัติงาน (work flow) คือ การใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่เป็นสากลถูกกำหนดโดยสถาบันแห่งชาติอเมริกา (The American National Standard Institute) เขียนแทนขั้นตอน คำอธิบาย ข้อความ หรือคำพูด ที่ใช้ในกิจกรรมการปฏิบัติงาน เพราะการนำเสนอขั้นตอนของการปฏิบัติงานให้เข้าใจกัน รูปแบบการเขียนมี 3 รูปแบบ คือ การทำงานตามลำดับ (sequence) การเลือกกระทำตามเงื่อนไข (selection) และ การทำซ้ำ (iteration)

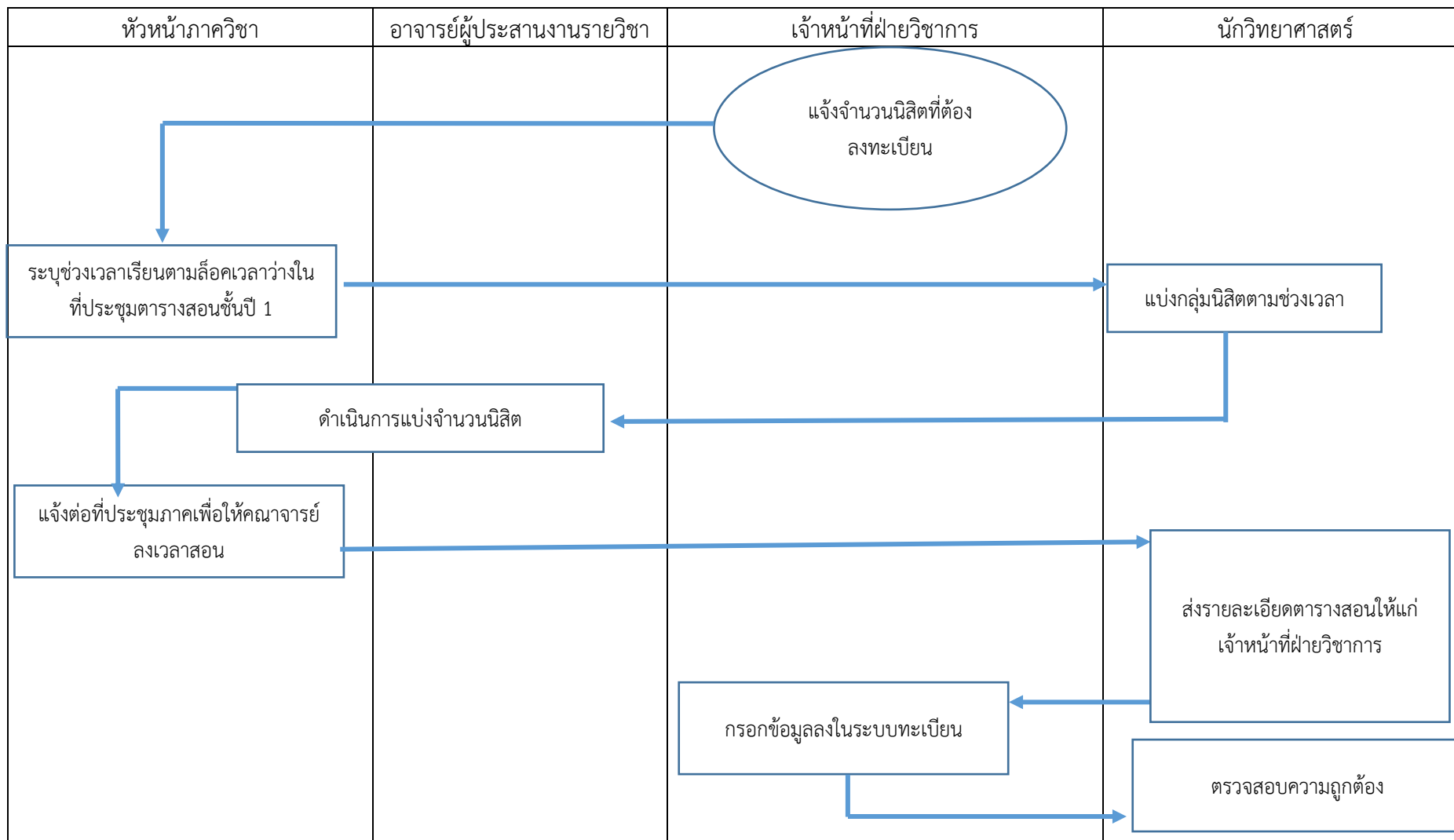
2) ขั้นตอนการปฏิบัติงาน คือ ขั้นตอนการทำงานโดยละเอียด จะอธิบายขยายความจากผังกระบวนการประกอบด้วย รายละเอียดงาน ผู้รับผิดชอบ เอกสารที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยละเอียด มาตรฐานคุณภาพงาน และระยะเวลาการปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติสามารถนำข้อมูลไปปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
	Terminator	สัญลักษณ์แทนจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด
	Process	สัญลักษณ์กระบวนการต่างๆ เช่น การประกาศตัวแปร การบวก เป็นต้น
	Decision	สัญลักษณ์เงื่อนไข
	Data	สัญลักษณ์ติดต่อกับผู้ใช้ โดยการรับข้อมูลหรือแสดงข้อมูล
	Manual Input	สัญลักษณ์การรับข้อมูลจากผู้ใช้
	Display	สัญลักษณ์การแสดงผลออกทางจอภาพ
	Predefined Process	สัญลักษณ์ระบุการทำงานต่อหรือฟังก์ชันย่อย
	Connect	สัญลักษณ์จุดเชื่อม
	Arrow	สัญลักษณ์เส้นทางกระดำเนินการ

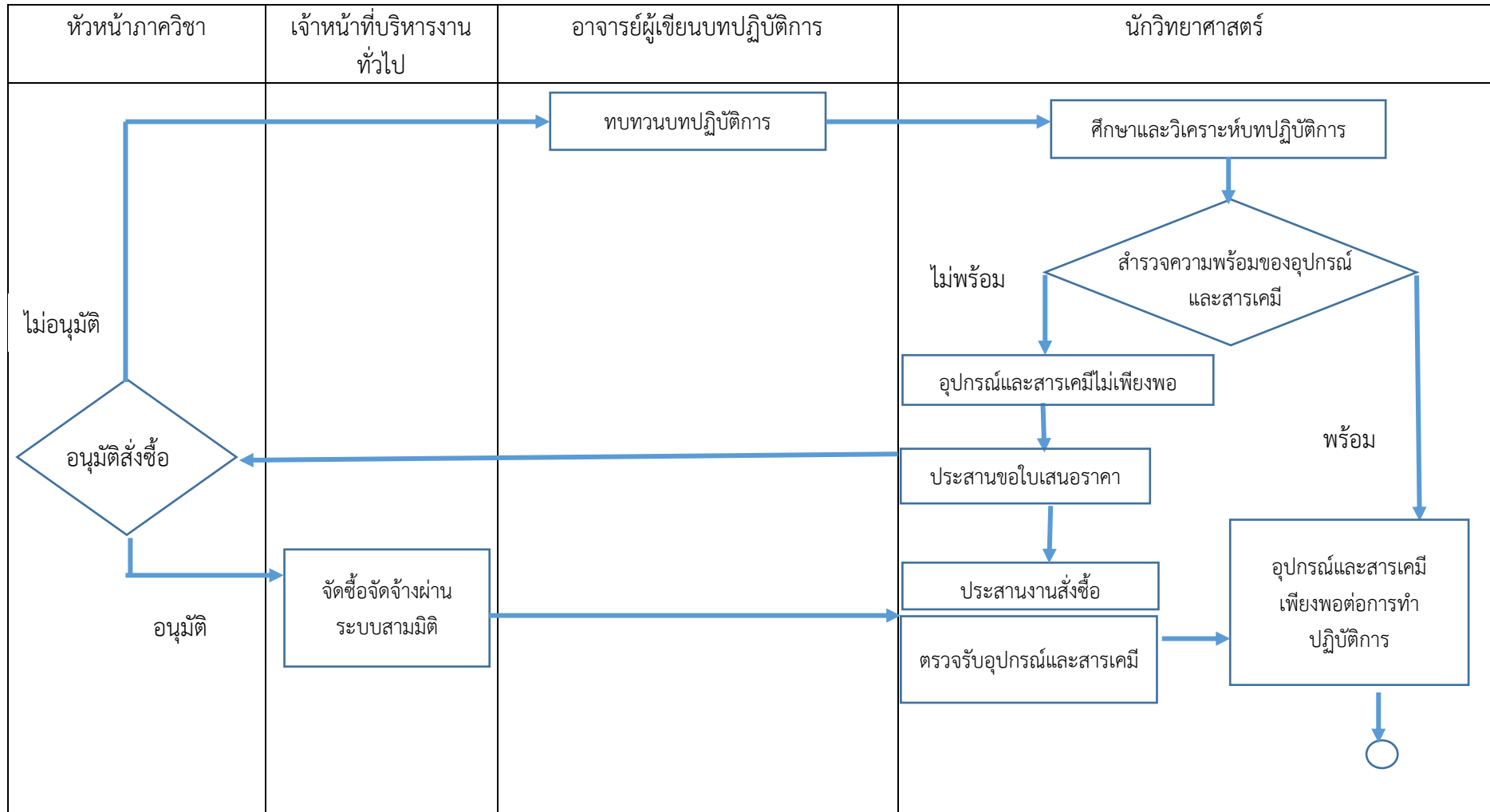
ภาพที่ 4 สัญลักษณ์สากลของผังกระบวนการงาน

ที่มา: <http://duangnapa023.blogspot.com/2011/11/blog-post.htm>

ตารางที่ 1 กระบวนการเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป ชั้นตอนที่ 1 การเปิดรายวิชาเรียน

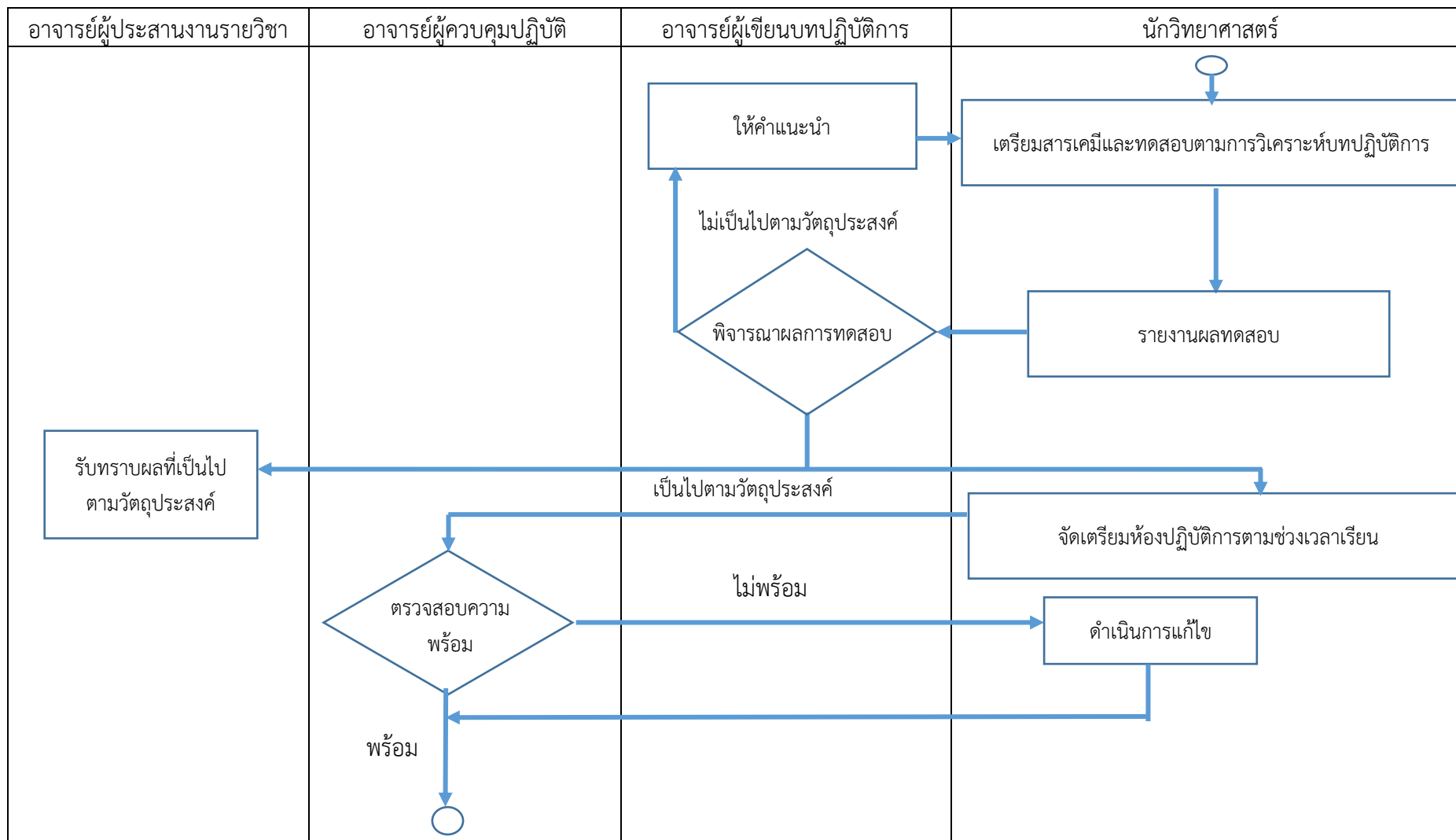


ตารางที่ 2 กระบวนการเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป ชั้นตอนที่ 2 กระบวนการเตรียมปฏิบัติการ

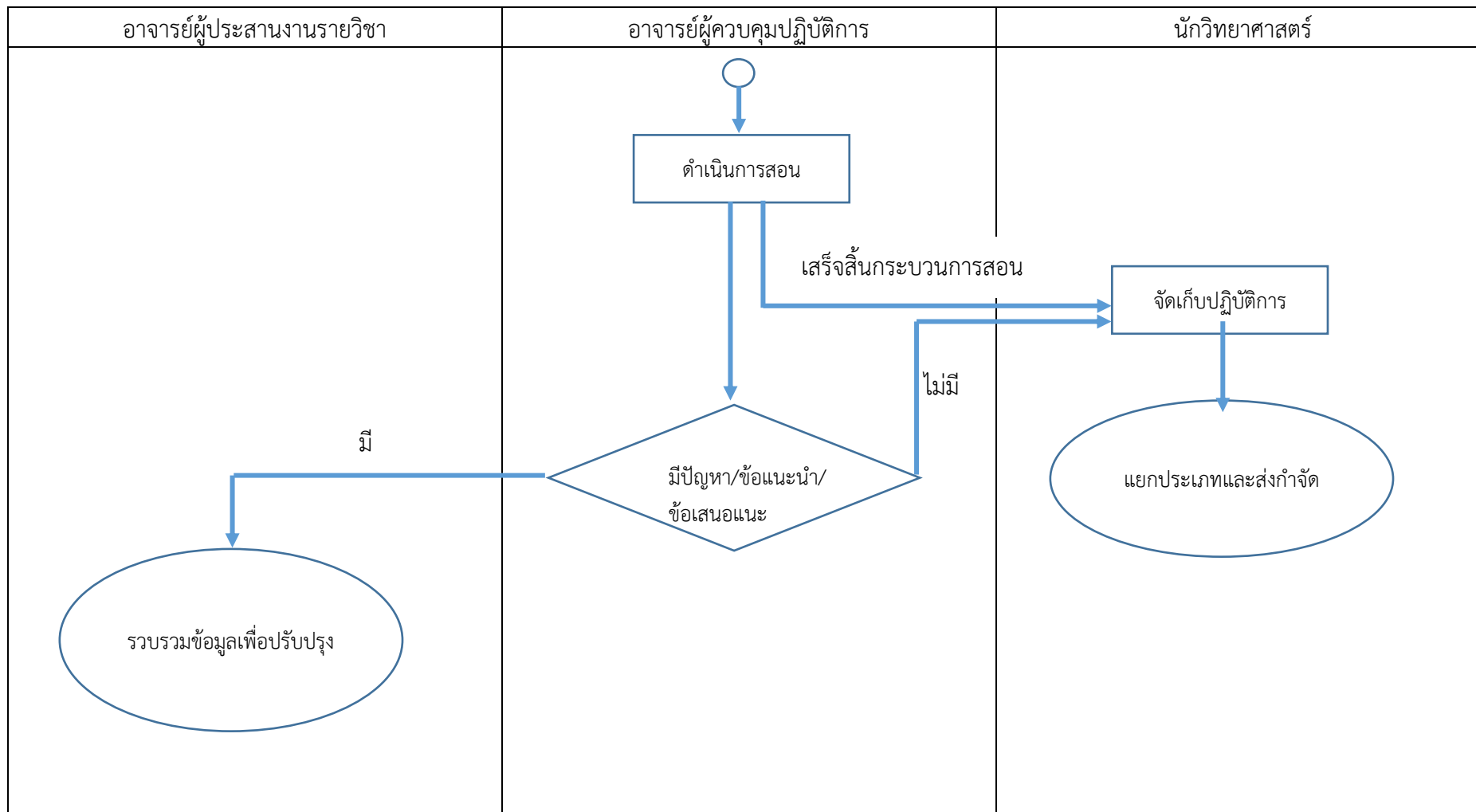




ตารางที่ 2 กระบวนการเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการเตรียมปฏิบัติการ



ตารางที่ 3 กระบวนการเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป ชั้นตอนที่ 3 กระบวนการเรียนการสอนปฏิบัติการ ชั้นตอนที่ 4 การจัดเก็บปฏิบัติการ และชั้นตอนที่ 5 กระบวนการรวบรวมข้อมูลเพื่อปรับปรุง



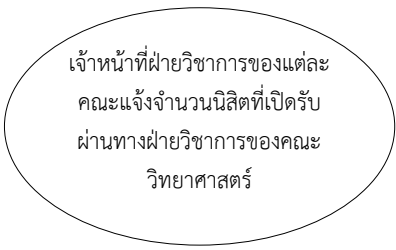
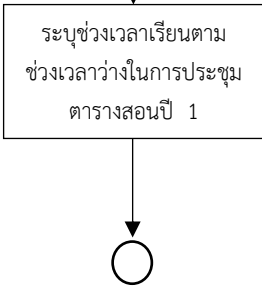
### 3.1.2 ผังกระบวนการงาน (work flow) และรายละเอียดปฏิบัติงาน

ชื่อกระบวนการ การเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป

ข้อกำหนดสำคัญของกระบวนการ เตรียมปฏิบัติการได้อย่างครบถ้วน ถูกต้อง และเสร็จทันเวลา

ตัวชี้วัดสำคัญของกระบวนการ ร้อยละของจำนวนครั้งที่เตรียมปฏิบัติการเสร็จก่อนเริ่มการเรียนปฏิบัติการชีววิทยา 1 สัปดาห์ และห้องเรียนปฏิบัติการมีความพร้อมของสารเคมีและอุปกรณ์ก่อนการเรียนการสอน 30 นาที


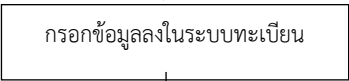
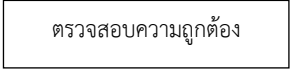
ตารางที่ 4 ผังกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป

ที่	กระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
1		ตามปฏิทินการศึกษา	ฝ่ายวิชาการแจ้งข้อมูลวิชาที่เปิดและจำนวนนิสิตตามแผนการเรียนผ่าน e-doc	ได้รับข้อมูลจำนวนนิสิตก่อนการประชุมตารางสอนชั้นปี 1 ของคณะวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 1 สัปดาห์ก่อนการประชุมตารางสอน	บันทึกข้อความ ข้อความอนุเคราะห์เปิดรายวิชา	เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ
2		ประชุมตารางสอนปี 1	แจ้งช่วงเวลาสอนตามช่วงเวลาว่างของแต่ละคณะส่งมาให้หลังจากการจัดช่วงเวลาวิชาศึกษาทั่วไปแล้ว	มีข้อมูลเวลาเรียนครบถ้วนทุกคณะที่รับบริการโดยแต่ละช่วงเวลาที่ยื่นพร้อมกันนิสิตต้องไม่เกิน 240 คน	บันทึกข้อความเชิญประชุมจัดตารางสอนของคณะที่รับบริการ	-หัวหน้าภาควิชา -อาจารย์ผู้ประสานงาน -กรรมการจัดตารางสอน

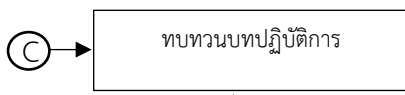
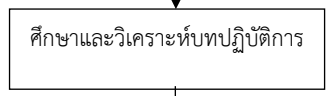

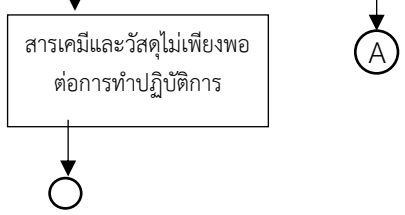
ตารางที่ 4 ผังกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป (ต่อ)

ที่	กระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
3		ก่อนเสนอ ต่อที่ ประชุม ภาควิชา	แบ่งกลุ่มนิสิตของแต่ละ ช่วงเวลาตามความจุของ ห้องปฏิบัติการ	- ห้องปฏิบัติการ CL401 และ CL402 ไม่เกิน 96 คน ต่อห้อง - ห้องปฏิบัติการ CL403 และ CL404 ไม่เกิน 24 คน ต่อห้อง	-	-อาจารย์ผู้ประสานงาน -กรรมการจัด ตารางสอน -นักวิทยาศาสตร์
4		ก่อนเสนอ ต่อประชุม ภาควิชา	พิจารณาจำนวนนิสิตต่อกลุ่ม เรียนให้มีความเหมาะสมต่อ ห้องปฏิบัติการ	- มีร่างตารางสอนโดยแต่ละ กลุ่มย่อยต้องไม่เกิน 32 คน เพื่อเตรียมเสนอในที่ประชุม ภาควิชา	-ร่าง ตารางสอน	-หัวหน้าภาควิชา -อาจารย์ผู้ประสานงาน
5		ที่ประชุม ภาควิชา	คณาจารย์เลือกกลุ่มเรียนตาม วันเวลาที่กำหนดไว้	มีรายชื่ออาจารย์ผู้ควบคุม ปฏิบัติการครบทุกกลุ่ม ปฏิบัติการ	รายงานการ ประชุม	-หัวหน้าภาควิชา -อาจารย์ผู้ประสานงาน -คณาจารย์ผู้สอน

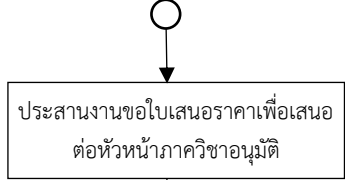
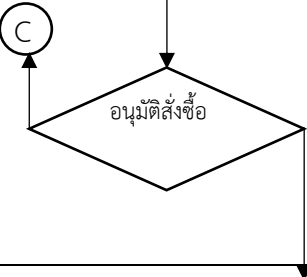
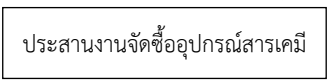
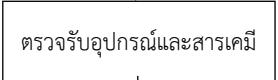
ตารางที่ 4 ผังกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป (ต่อ)

ที่	กระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
6	 <p>ส่งรายละเอียดตารางสอนให้แก่เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ</p>	ก่อนนิสิต ชั้นปี 1 ลงทะเบียน	ส่งรายละเอียดประกอบด้วย กลุ่มเรียน จำนวนนิสิต ห้อง สอน และอาจารย์ประจำกลุ่ม	มีรายละเอียดครบถ้วนทุก กลุ่มปฏิบัติการก่อนนิสิต ลงทะเบียน 1 สัปดาห์	แบบฟอร์ม ออนไลน์	-กรรมการจัด ตารางสอน
7	 <p>กรอกข้อมูลลงในระบบทะเบียน</p>	ตามปฏิทิน การศึกษา	ฝ่ายวิชาการส่งกรอกข้อมูลลง ระบบทะเบียนของ มหาวิทยาลัย	ข้อมูลมีรายละเอียดถูกต้อง ตามรายงานประชุม	-	ฝ่ายวิชาการ
8	 <p>ตรวจสอบความถูกต้อง</p>	ตามปฏิทิน การศึกษา	นิสิตชั้นปี 1 ลงทะเบียนตาม ช่วงเวลา	นิสิตลงทะเบียนเรียนตาม กลุ่มที่กำหนดถูกต้องและ ครบถ้วนทุกกลุ่ม	-	- กรรมการจัด ตารางสอน -อาจารย์ผู้ประสานงาน รายวิชา

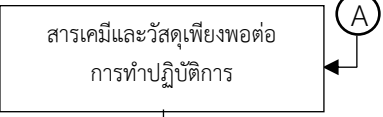
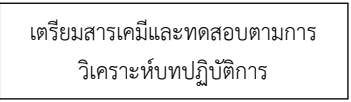
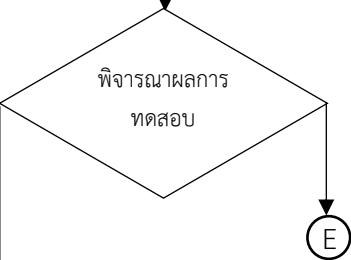
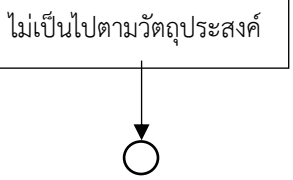
ตารางที่ 4 ผังกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป (ต่อ)

ที่	กระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
9		ก่อนเปิดภาคเรียน 2 เดือน	อาจารย์ผู้เขียนบทปฏิบัติการทบทวนบทปฏิบัติการ และปรับปรุงบทปฏิบัติการ	ได้ข้อมูลบทปฏิบัติการที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ก่อนเปิดภาคเรียน 45 วัน		
10		ก่อนเปิดภาคเรียน 1 เดือน	ทำการศึกษารายละเอียดปริมาณอุปกรณ์สารเคมีในแต่ละรอบปฏิบัติการ	ได้ข้อมูลเชิงปริมาณของอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในแต่ละปฏิบัติการพอต่อจำนวนนิสิต	หนังสือปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป คู่มือการเตรียมสารเคมี	นักวิทยาศาสตร์
11		ก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 1 เดือน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบความพร้อมและจำนวนอุปกรณ์</li> <li>- สำรวจสารเคมีที่ใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการ</li> </ul>	มีอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมเพียงพอ	หนังสือปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป คู่มือการเตรียมสารเคมี	นักวิทยาศาสตร์
12		ก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 1 เดือน	ตรวจสอบจำนวนอุปกรณ์และสารเคมีที่ไม่เพียงพอเพื่อทำการสั่งซื้อ	จำนวนของอุปกรณ์และสารเคมีต้องครบถ้วนเพียงพอต่อจำนวนนิสิต	-	นักวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4 ผังกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป (ต่อ)

ที่	กระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
13		ก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 1 เดือน	ประสานงานกับบริษัทจำหน่ายสารเคมีเพื่อขอใบเสนอราคา	ได้รับใบเสนอราคา และตรวจสอบความเหมาะสมของราคา ก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 1 เดือน	เอกสารใบเสนอราคา	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการพิเศษ
14		5 วันหลังจากได้รับใบเสนอราคา	หัวหน้าภาคอนุมัติการสั่งซื้อสารเคมีและวัสดุอุปกรณ์ กรณีไม่อนุมัติแจ้งต่ออาจารย์เขียนปฏิบัติการ ทบทวนปฏิบัติการ	พิจารณาอนุมัติตามความเหมาะสมก่อนเปิดภาคเรียน 25 วัน	-	หัวหน้าภาควิชา
15		ก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 20 วัน	ประสานงานกับบริษัทเพื่อทำการสั่งซื้อและจัดส่ง พร้อมเอกสารจัดซื้อจัดจ้าง	สั่งซื้อสารเคมีและจัดทำเอกสารการสั่งซื้อก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 20 วัน	-	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการพิเศษ ผู้ปฏิบัติงานบริหาร
16		ก่อนปฏิบัติการอย่างน้อย 10 วัน	ตรวจรับตามรายการที่สั่งซื้อ	- รายการและปริมาณสินค้าครบถ้วน - ได้รับสินค้าก่อนทำปฏิบัติการ 10 วัน	ใบส่งสินค้า	- นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการพิเศษ - ผู้ปฏิบัติงานบริหาร

ตารางที่ 4 ผังกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป (ต่อ)

ที่	กระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
17		ก่อนปฏิบัติการ อย่างน้อย 5 วัน	สารเคมีและอุปกรณ์มีความพร้อมสำหรับการเตรียมสารเคมีและการเรียนปฏิบัติการ	อุปกรณ์และสารเคมีครบถ้วนสำหรับการเตรียมและการเรียนปฏิบัติการ	-	นักวิทยาศาสตร์
18		ก่อนปฏิบัติการ อย่างน้อย 3 วัน	เตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีตามการวิเคราะห์แต่ละบทปฏิบัติการ	ผลการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ	หนังสือปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป	นักวิทยาศาสตร์
19		ก่อนปฏิบัติการ อย่างน้อย 3 วัน	พิจารณาผลการทดลองว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการหรือไม่	ผลการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ และรายงานความพร้อมก่อนเริ่มเรียนปฏิบัติการอย่างน้อย 4 วัน	หนังสือปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป	นักวิทยาศาสตร์
		หลังจากได้รับรายงาน 2 วัน	เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการ	ผลการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ	หนังสือปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป	นักวิทยาศาสตร์



ตารางที่ 4 ผังกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป (ต่อ)

ที่	กระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
		หลังจากได้รับรายงาน 2 วัน	ให้คำแนะนำแก้ไขเพื่อให้ผลให้ผลการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์	ผลการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ	หนังสือปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป	นักวิทยาศาสตร์
		ก่อนปฏิบัติการอย่างน้อย 2 วัน	ผลการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์	ผลการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ	หนังสือปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป	นักวิทยาศาสตร์
20		ก่อนชั่วโมงเรียนปฏิบัติการ	จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมีและสื่อการสอนก่อนชั่วโมงปฏิบัติการ	มีอุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมีและสื่อการสอนครบทุกกลุ่มก่อนชั่วโมงปฏิบัติการ	-	นักวิทยาศาสตร์
21		ก่อนชั่วโมงเรียนปฏิบัติการ	ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมีและสื่อการสอนก่อนชั่วโมงปฏิบัติการทุกรอบ	มีอุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีเพียงพอทุกกลุ่มก่อนชั่วโมงปฏิบัติการ	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักวิทยาศาสตร์</li> <li>- อาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการ</li> </ul>

ตารางที่ 4 ผังกระบวนการจัดเตรียมปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป (ต่อ)

ที่	กระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐานคุณภาพงาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
22		ช่วงโมงปฏิบัติการ	ช่วยควบคุมปฏิบัติการ และดูแลให้เกิดความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	ปฏิบัติตามระเบียบห้องปฏิบัติการ	คู่มือปฏิบัติการชีววิทยา	อาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการ
23		หลังช่วงโมงปฏิบัติการ	จัดเก็บขยะมูลฝอย ขยะของมีคม สารเคมี และอุปกรณ์	จัดเก็บตามชนิดของเสียจากปฏิบัติการ (ขยะมูลฝอย ขยะอันตราย สารเคมี) และอุปกรณ์ และแยกกำจัดตามประเภทของของเสีย	แนวปฏิบัติเพื่อการส่งกำจัดของเสีย สารเคมีอันตรายในห้องปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์
24		ช่วงโมงปฏิบัติการ	แจ้งปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง การเรียนการสอน และข้อเสนอแนะ	รวบรวมและจัดทำรายงานข้อมูลสำหรับการปรับปรุงการเรียนการสอน และการเรียนการสอน	-	- นักวิทยาศาสตร์ - อาจารย์ผู้ประสานงาน
25		หลังช่วงโมงปฏิบัติการ	อาจารย์ผู้ประสานงานได้รับข้อมูลปัญหา/ข้อเสนอแนะ/ข้อเสนอแนะ และรวบรวมข้อมูลเพื่อแจ้งต่อที่ประชุมภาค	มีข้อมูลแจ้งต่อที่ประชุมภาคพร้อม มีข้อสรุปและแนวทางปรับปรุงในการศึกษาต่อไป	-	-อาจารย์ผู้ประสานงาน -อาจารย์ผู้คุมปฏิบัติการ -นักวิทยาศาสตร์

## 3.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

## ตารางที่ 5 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1. เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการแจ้งจำนวน นิสิตที่ต้องลงทะเบียน	- คณะวิทยาศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ และ คณะแพทย์แผนไทย จะทำบันทึกข้อความแจ้งจำนวนนิสิตที่ เปิดรับตามแผนมายังฝ่ายวิชาการของคณะตามกำหนดเวลา ของงานทะเบียนนิสิต
2. ระบุช่วงเวลาเรียนตามเวลาในการ ประชุมตารางสอนปี 1	- หลังจากประชุมตารางสอนวิชาศึกษาทั่วไป ทุกคณะที่รับ บริการแจ้งเปิดจะส่งช่วงเวลาว่างตารางสอนมายังคณะ วิทยาศาสตร์เพื่อให้คณะวิทยาศาสตร์ลงรายวิชาพื้นฐาน ทาง ภาควิชาจะทำการระบุช่วงเวลาเรียนปฏิบัติการของแต่ละ คณะรวมถึงเวลาสอบ 3 ครั้ง ได้แก่ สอบกลางภาค สอบ ปลายภาคและการสอบ แล็บกึ่ง
3. แบ่งกลุ่มนิสิตตามช่วงเวลา	- แบ่งกลุ่มนิสิตตามจำนวนกลุ่มในแต่ละห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ห้อง CL401 และ CL402 มีจำนวนห้องละไม่เกิน 96 คน แต่ ละห้องแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย กลุ่มละเกิน 32 คน ห้อง CL403 และ CL404 ห้องละไม่เกิน 24 คน
4. พิจารณาจำนวนนิสิต/กลุ่ม ปฏิบัติการ	- หลังจากการจัดจำนวนนิสิตในแต่ละรอบปฏิบัติการแล้ว เสนอให้หัวหน้าภาคพิจารณา เพื่อจัดทำวาระประชุม
5. แจ้งต่อที่ประชุมภาควิชาเพื่อให้ คณาจารย์ลงเวลาสอน	- คณาจารย์เลือกเวลาสอนในที่ประชุมภาค โดยเวลาสอนต้อง ไม่ทับกับวิชาที่อาจารย์มีสอน 100% และเลือกอาจารย์ผู้ ประสานงานรายวิชา
6. ส่งรายละเอียดรายตารางสอนให้ เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ	- จัดทำสรุปจำนวนกลุ่ม จำนวนนิสิตต่อกลุ่ม เวลาที่เปิดสอน และอาจารย์ประจำกลุ่มให้เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ
7. กรอกข้อมูลลงระบบทะเบียน	- เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการของคณะระบุข้อมูลข้างต้นลงใน ระบบงานทะเบียนเพื่อให้ นิสิตลงทะเบียนตามเวลาที่กำหนด
8. ตรวจสอบข้อมูล	- ทำการตรวจสอบข้อมูลในระบบทะเบียนให้ตรงกับข้อมูลใน รายงานประชุมเรื่องการจัตตารางเรียนตารางสอน

ตารางที่ 6 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ต่อ)

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
9. ทบทวนบทปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อาจารย์ผู้เขียนบทปฏิบัติการทบทวนรายละเอียดของบทปฏิบัติการและข้อเสนอแนะจากปีการศึกษาที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาปรับแก้ไขบทปฏิบัติการตามความเหมาะสม</li> </ul>
10. ศึกษาและวิเคราะห์บทปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ศึกษาและวิเคราะห์บทปฏิบัติการเพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ของการทดลอง และสำรวจข้อมูลของอุปกรณ์และเครื่องแก้วที่ใช้ในแต่ละปฏิบัติการ</li> </ul>
11. ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์และสารเคมี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบจำนวนของอุปกรณ์ ตามรายการในแต่ละบทปฏิบัติการว่าเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพอให้แจ้งรายละเอียดแก่นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ดำเนินการประสานงานจัดซื้อในขั้นต่อไป</li> <li>- ตรวจสอบสารเคมีจากฐานข้อมูลสารเคมีที่คงเหลืออยู่ในสต็อกสารเคมี (ดังรายละเอียดในภาคผนวก) หากไม่เพียงพอให้แจ้งรายละเอียดแก่นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ดำเนินการประสานงานจัดซื้อในขั้นต่อไป</li> <li>- ตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ต้องใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการว่าเครื่องมืออยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานหรือไม่ หากชำรุดเสียหาย ต้องการซ่อมแซม ให้แจ้งแก่นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษเพื่อติดต่อช่างมาทำการซ่อมบำรุง ในกรณีที่เครื่องมือเป็นเครื่องมือกลางของอาคารปฏิบัติการพื้นฐานและศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้แจ้งแก่เจ้าหน้าที่ประจำเพื่อดำเนินการขอซ่อมกับทางคณะ</li> </ul>
12. สารเคมีไม่เพียงพอต่อการทำปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นำรายชื่อของอุปกรณ์และสารเคมีที่ไม่เพียงพอต่อปฏิบัติการแจ้งต่อนักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ เพื่อประสานงานการจัดซื้อ</li> </ul>
13. ประสานขอใบเสนอราคาเพื่อเสนอต่อหัวหน้าภาควิชาอนุมัติ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษติดต่อขอใบเสนอราคาจากบริษัท โดยในใบเสนอราคาแจ้งรายละเอียดประกอบด้วยจำนวน เกรดหรือยี่ห้อที่ต้องการและราคา เพื่อเสนอต่อหัวหน้าภาควิชาเพื่อลงนามเห็นชอบในการจัดซื้ออุปกรณ์และสารเคมี</li> </ul>

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ต่อ)

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
14. หัวหน้าภาควิชาอนุมัติการสั่งซื้อ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- หัวหน้าภาควิชารับทราบเหตุผลความจำเป็น รายละเอียดของสารสารเคมีและอุปกรณ์ และพิจารณาอนุมัติการสั่งซื้อ</li> </ul>
15. ประสานงานจัดซื้อสารเคมี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สั่งซื้อและกำหนดวันส่งของและแจ้งกลับไปยังบริษัท</li> <li>- นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษส่งเอกสารแก่ผู้ปฏิบัติงานบริหาร เพื่อจัดทำเอกสารการจัดซื้อจัดจ้างตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ผ่านระบบบัญชี 3 มิติ ในกระบวนการการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560</li> </ul>
16. ตรวจสอบอุปกรณ์และสารเคมี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบพัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีให้ตรงตามใบส่งของและตามจำนวนการสั่งซื้อ ส่งเอกสารการจัดส่งสินค้าแก่ผู้ปฏิบัติงานบริหารเพื่อจัดทำเอกสารตรวจรับสินค้า (RC) ในระบบสามมิติ และส่งฝ่ายพัสดุเพื่อขึ้นบัญชีพัสดุ</li> </ul>
17. สารเคมีและวัสดุเพียงพอต่อการทำปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดแยกอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการให้ครบถ้วนตามกลุ่มปฏิบัติการที่นิสิตลงทะเบียน</li> </ul>
18. เตรียมสารเคมีและทดสอบตามที่วิเคราะห์ในแต่ละบทปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบจัดเตรียมและทำความสะอาดเครื่องแก้วก่อนนำมาเตรียมสารละลาย</li> <li>- คำนวณปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียมในแต่ละบทปฏิบัติการให้เพียงพอต่อการเรียนการสอน</li> <li>- เตรียมสารเคมี อุปกรณ์ และเครื่องมือ เพื่อทำการทดสอบว่าให้ผลการทดลองตามวัตถุประสงค์การทดลองหรือไม่</li> <li>- สารเคมีที่เตรียมได้เก็บในภาชนะที่เหมาะสม ติดฉลาก และจัดเก็บในพื้นที่จัดเก็บตามแนวปฏิบัติ</li> <li>- หากเกิดปัญหาในการทดสอบ ไม่เป็นไปตามทฤษฎีให้กลับไปศึกษาทบทวนและตรวจสอบกระบวนการเตรียมว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ เมื่อทบทวนและทำการตรวจสอบแล้วทำการแก้ไขสาเหตุที่ผิดพลาดและทดสอบอีกครั้ง</li> </ul>

ตารางที่ 8 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ต่อ)

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
19. รายงานผลการทดสอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- รายงานผลการทดสอบสารเคมีสำหรับการเรียนการสอน ปฏิบัติการหากไม่เป็นไปตามทฤษฎีให้ปรึกษาอาจารย์ผู้เขียน บทปฏิบัติการและทำการทดสอบซ้ำ จนได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง และทำการเตรียมสารเคมีและรายงานให้อาจารย์ผู้ประสานงานทราบก่อนการเรียนการสอนอย่างน้อย 3 วัน</li> </ul>
20. จัดเตรียมห้องปฏิบัติการตามช่วงเวลาเรียน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ก่อนชั่วโมงปฏิบัติการ ทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมีตามรายการ จัดเตรียมสื่อการสอน และวิดีโอแนะนำ ปฏิบัติการ รวมถึงแบบทดสอบก่อนเรียนก่อนเวลาการเรียน ปฏิบัติการอย่างน้อย 1 ชั่วโมง</li> <li>- จัดเตรียมภาชนะที่เหมาะสมสำหรับการทิ้งของเสีย สารเคมี และมีถาดรองรับด้านล่างเพื่อป้องกันการรั่วซึม</li> <li>- จัดเตรียมภาชนะเพื่อทิ้งของสดเพื่อสะดวกต่อการจัดเก็บ</li> </ul>
21. ตรวจสอบความพร้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำการตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์และสารเคมีก่อน นิสิตเข้าทำปฏิบัติการอย่างน้อย 30 นาที</li> </ul>
22. สอนปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เปิดวิดีโอแนะนำปฏิบัติการหลังจากชั่วโมงทำปฏิบัติการ 5 นาทีและเริ่มทำการเรียนการสอนโดยอาจารย์ผู้ควบคุม ปฏิบัติการดูแลนิสิตระหว่างชั่วโมง เพื่อให้คำแนะนำเทคนิค ปฏิบัติการให้แก่ นิสิต และการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งอภิปรายและสรุปผลการทดลอง นักวิทยาศาสตร์มีหน้าที่ช่วยควบคุมปฏิบัติการ</li> </ul>
23. จัดเก็บปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติบัติน้ำชีวิวิทยาสามารถแบ่งขยะและของเสียออกเป็น 3 ประเภทคือ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ขยะมูลฝอย ได้แก่ 1) ชิ้นส่วนของพืช ซึ่งสามารถทิ้งรวมกับขยะปกติได้ 2) ซากสัตว์ ทำการฝังกลบ ณ จุดฝังกลบทางด้านหลังภาควิชาชีววิทยา</li> </ol> </li> </ul>

### ตารางที่ 9 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ต่อ)

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
23 จัดเก็บปฏิบัติการ (ต่อ)	2. สารเคมี ทำการแยกประเภทความเป็นอันตรายตามยัง การจำแนกของเสียจากห้องปฏิบัติการ และบรรจุใน ภาชนะที่เหมาะสม ตัดฉลากประเภทของเสียให้ชัดเจน และทำการแยกเก็บในโรงเก็บของเสียของภาควิชาที่อยู่ ด้านหลังอาคารวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เพื่อเข้าสู่ กระบวนการกำจัดต่อไป 3. ขยะติดเชื้อ ได้แก่ เข็มเจาะเลือด วัสดุเป็นเลือด ทำลาย เชื้อโดยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2% ทันที หลังจากการศึกษา หลังจากนั้นทำการนึ่งฆ่าเชื้อ 4. ของมีคม ได้แก่ สไลด์ กระจกปิด ใบมีดโกน ให้เก็บ รวบรวมในภาชนะที่มีฝาปิดที่แน่นหนา เพื่อส่งกำจัดใน ชั้นต่อไป
24. รวบรวมและรับฟัง ข้อเสนอแนะ/ ข้อเสนอแนะ	- คณาจารย์ผู้สอนให้ความคิดเห็น และทำการรวบรวมเป็น ข้อมูลสำหรับการเข้าประชุมภาควิชา เพื่อปรับปรุงการเรียน การสอนในรายวิชาต่อไป
25. แจกข้อมูลแก่ผู้ประสานงาน รายวิชา	- ผู้ประสานงานรวบรวมข้อมูลจุดเด่นจุดด้อยของการเรียนการ สอนปฏิบัติการรายงานต่อที่ประชุมเพื่อรวบรวมข้อมูล สำหรับการปรับปรุงภาคศึกษาถัดไป

### 3.3 หลักการ หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติงาน

ในคู่มือฉบับนี้จะมีการกล่าวถึงการทำงานในห้องปฏิบัติการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การปฏิบัติงาน  
ของนักวิทยาศาสตร์ ในการเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการเรียนการสอนและการทดสอบสารเคมีเบื้องต้น และ  
2) การเรียนการสอนปฏิบัติการของนิสิตในห้องปฏิบัติการที่อาคารปฏิบัติการพื้นฐานและศูนย์เครื่องมือ  
วิทยาศาสตร์ ซึ่งในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการอย่าง  
ถูกต้องและเคร่งครัด เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน ดังนั้นคู่มือนี้จึงรวบรวมและสรุป หลักการ หลักเกณฑ์  
และข้อปฏิบัติในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยามีดังนี้

#### ข้อปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

ห้องเรียนปฏิบัติการทางชีววิทยาจัดเป็นห้องปฏิบัติการนิรภัยระดับที่ 1 เหมาะสำหรับการเรียนการ  
สอน และงานวิจัยพื้นฐานเกี่ยวกับจุลชีพที่ไม่ก่อโรค ตามคู่มือความปลอดภัยทางห้องปฏิบัติการชีวภาพ  
(กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2563) และนอกจากนี้ยังมีการใช้สารเคมีในการทำปฏิบัติการดังนั้นผู้ปฏิบัติการ  
จึงต้องใช้สารเคมีอย่างระมัดระวังและเคร่งครัด ตามคู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี (ศูนย์ความ  
ปลอดภัย ชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560) จากคู่มือปฏิบัติงานข้างต้นจึงสามารถ  
สรุปเป็นข้อปฏิบัติในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาได้ดังนี้

1. ไม่ควรปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการโดยลำพัง
2. ต้องแต่งกายให้เรียบร้อย ผู้หญิงไว้ผมยาวต้องรวบผมให้เรียบร้อย สวมรองเท้าที่ปิดหน้าเท้าและหุ้มส้นตลอดเวลา
3. ห้ามนำอาหารและเครื่องดื่มมารับประทานในห้องปฏิบัติการ
4. ห้ามนำเด็กและสัตว์เลี้ยงเข้ามาในห้องปฏิบัติการ
5. ห้ามใช้สารเคมีที่อันตรายนอกพื้นที่ที่กำหนด เช่น สารละลายโคมาโตกราฟฟีให้ใช้ในตู้ควันท่านั้น
6. ห้ามเคลื่อนย้ายสารเคมีที่ใช้งานร่วมกันมายังพื้นที่ปฏิบัติการของตน
7. ห้ามวิ่งหยอกล้อในขณะที่ทำปฏิบัติการ
8. รักษาความสะอาดของพื้นที่ทำปฏิบัติการและพื้นที่ส่วนกลางให้สะอาดเรียบร้อยอยู่เสมอ
9. รักษาความสะอาดของอ่างล้างมือ ไม่นำเศษขยะหรือสารเคมีไปเททิ้ง
10. ไม่ทิ้งเครื่องแก้วแตก เศษกระจกใสด์ กระจกปิดสไลด์ ในถึงขยะทั่วไป ต้องนำไปทิ้งในถังบริเวณด้านหลังห้องปฏิบัติการเท่านั้น
11. ไม่ใช่เครื่องมือผิดวัตถุประสงค์
12. ไม่ใช่ปากดูดปิเปต
13. ไม่วางของใช้ส่วนตัว กระเป๋าบนโต๊ะปฏิบัติการ
14. ทิ้งของเสีย สารเคมีในพื้นที่ที่กำหนด
15. ล้างมือทุกครั้งก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

### ข้อปฏิบัติในการปฏิบัติงานกับสารเคมี

ในการเตรียมปฏิบัติการทางชีววิทยามีการใช้สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบอยู่จำนวนมาก ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีการจัดการสารเคมีและของเสียที่เกิดขึ้นอย่างถูกต้อง และจำเป็นต้องตระหนักถึงผลเสียที่อาจเกิดขึ้นทั้งด้านสุขภาพ และกายภาพของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรศึกษาคู่มือความปลอดภัยของสารเคมี เพราะเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด จะสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้ทันท่วงที โดยมีข้อปฏิบัติดังนี้ (ศูนย์ความปลอดภัย ชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560)

1. ทราบอันตรายของสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถศึกษาได้จากเอกสารความปลอดภัยของเคมีภัณฑ์ (MSDS)
2. ทราบสถานที่และวิธีการเก็บรักษาสารเคมีที่เหมาะสม
3. ทราบวิธีการเคลื่อนย้ายสารเคมีในห้องปฏิบัติการ
4. ทราบวิธีการใช้เครื่องมือป้องกันตนเองที่เหมาะสมต่อสารเคมี
5. ทราบจุดเก็บ และอุปกรณ์ต่างๆ ในกรณีสัมผัสกับสารเคมี
6. ทราบแนวทางการปฏิบัติในกรณีเกิดอุบัติเหตุ เช่น การปฏิบัติตนเมื่อสัมผัสกับสารเคมี สารเคมีรั่วไหล
7. ให้ความระมัดระวังกับจุดไฟฟ้า และสารเคมีที่มีจุดวาบไฟต่ำ
8. ดับไฟทันทีเมื่อเลิกใช้งาน
9. ควรเก็บสารเคมีที่สามารถระเหยได้ เช่น กรด ในตู้เก็บสารเคมีเฉพาะ
10. ควรใช้ตู้ควันทันในการปฏิบัติกับสารเคมีที่อันตราย



11. กรณีที่เลือกใช้สารเคมีได้ควรเลือกใช้สารเคมีที่มีความเป็นพิษต่ำ
12. จัดการของเสียสารเคมี โดยแยกประเภท และติดฉลากให้ชัดเจนเพื่อรอการส่งกำจัดตามรอบของคณะวิทยาศาสตร์

### อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล หมายถึง อุปกรณ์สำหรับผู้ปฏิบัติงานสวมใส่ขณะทำงานเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นมาจากสภาพและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งโดยทั่วไปจะถือว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการควบคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงานให้ปลอดภัยก่อน แต่ในสภาพแวดล้อมของการทำงานบางอย่าง เช่น ในห้องปฏิบัติการเคมีแม้จะมีการควบคุมดังกล่าวแล้วก็ยังคงมีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมาประกอบเพิ่มเติมเพื่อป้องกันการสูญเสียและลดความรุนแรงของความสูญเสียที่อาจเกิดต่อชีวิตและทรัพย์สิน (ศูนย์ความปลอดภัย ชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560)

- **แว่นตานิรภัย (safety glasses)** แว่นตานิรภัยเป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อใบหน้าและดวงตาจากการกระเด็นของวัสดุต่าง ๆ สารเคมีเหลว กรดเบส และไอของสารเคมี ผู้ปฏิบัติงานกับสารเคมีต้องสวมแว่นตานิรภัย ห้ามสวมคอนแทคเลนส์ในห้องปฏิบัติการเคมีหรือในพื้นที่ที่มีสารเคมีหรือฝุ่นละออง
- **เสื้อคลุมปฏิบัติการ** ใช้ป้องกันอันตรายจากการกระเด็นหกของสารเคมีโดยเลือกเสื้อคลุมปฏิบัติการที่ทนจากวัสดุทนต่อสารเคมี เป็นเสื้อแขนยาวหรือแขนสั้นที่มีขนาดเหมาะสมกับร่างกาย และต้องติดกระดุมทุกเม็ด
- **ถุงมือ** ถุงมือเป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากสารเคมีซึมเข้าสู่ผิวหนัง การถูกบาดหรือถลอก การเผาไหม้ จากความร้อนหรือสารเคมี ผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกประเภทของถุงมือให้เหมาะสมกับการใช้งาน ระยะเวลาในการสัมผัส และความเป็นอันตรายของสารเคมี ซึ่งตรวจสอบได้จากเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) ของสารเคมีนั้น ๆ
- **รองเท้า** รองเท้าเป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการตกลงของเครื่องแก้วหรือของมีคมลงบนเท้า ป้องกันเศษแก้วบนพื้น และป้องกันการหกหรือหยดของสารเคมีลงบนเท้าหรือบนพื้นรองเท้าควรทำจากวัสดุที่ทนต่อสารเคมี สามารถปิดฝ่าเท้าและนิ้วเท้าทั้งหมด รองเท้าผ้าใบไม่เหมาะกับห้องปฏิบัติการ เนื่องจากสารเคมีสามารถซึมผ่านผ้าได้ และไม่ควรรวมรองเท้าส้นสูงในห้องปฏิบัติการ
- **หน้ากาก** หน้ากากเป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจจากการสูดดมฝุ่นละออง หมอกควัน หน้ากากที่สามารถกันไอสารเคมี กรด เบส จะมีตัวกรองไอสารหรือมีตัวดูดซับสิ่งปนเปื้อน การเลือกใช้ต้องคำนึงถึงศักยภาพและประสิทธิภาพของตัวกรอง (filter) หรือตัวดูดซับ (chemical adsorbent)

### สุขภาพอนามัยส่วนบุคคล

1. ควรสวมถุงมือทุกครั้งสำหรับเตรียมสารเคมี หากเป็นการปฏิบัติงานกับสารเคมีที่มีความอันตรายสูง เช่น กรด ควรใช้ถุงมือที่ทำจากไนโตร
2. สารเคมีที่มีความเป็นพิษสูงต้องปฏิบัติงานในตู้เท่านั้น
3. หากสารเคมีสัมผัสกับผิวหนัง ต้องล้างน้ำออกทันทีด้วยน้ำสะอาด อย่างน้อย 15 นาที

4. หลังเลิกปฏิบัติงานควรล้างมือในภาชนะและล้างมือทุกครั้ง
5. ห้ามนำอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องสำอางมาเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการ
6. รักษาความสะอาดของพื้นที่ทำงาน
7. แยกเครื่องแก้วแตกออกจากขยะมูลฝอย และส่งกำจัด
8. หลีกเลี่ยงการสูดดมไอของสารเคมี
9. หากสารเคมีหกรดพื้นให้การทำมาความสะอาดทันที
10. ล้างมือก่อนออกจากห้องปฏิบัติการเสมอ

### การจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

**สัญลักษณ์แสดงอันตรายสารเคมี** สัญลักษณ์แสดงอันตรายสารเคมีมีด้วยกันหลายระบบสารเคมีในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะพบได้บ่อย 2 ระบบได้แก่

#### 1. ระบบ Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS)

ระบบ GHS เป็นระบบการจำแนกประเภทความเป็นอันตราย การสื่อสารข้อมูลความเป็นอันตราย ข้อควรระวังของสารเคมีผ่านการติดฉลาก และเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) ระบบ GHS ครอบคลุมสารเคมีเดี่ยวและสารผสมทุกชนิด แต่ไม่ครอบคลุมถึง ยารักษาโรค เครื่องสำอาง วัตถุเจือปนอาหาร และสารเคมีตกค้างในอาหาร ระบบ GHS แบ่งกลุ่มความเป็นอันตรายเป็น 3 ด้าน คือ

- 1.1 ความเป็นอันตรายทางกายภาพ (17 ประเภท) เช่น การระเบิด สารไวไฟ ของเหลวที่ถูกอัดในภาชนะกับแก๊ส (aerosols) ที่อาจติดไฟ เป็นต้น
- 1.2 ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (10 ประเภท) เช่น ความเป็นพิษเฉียบพลัน ความระคายเคืองต่อผิวหนังหรือ ดวงตา การก่อมะเร็ง เป็นต้น
- 1.3 ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (2 ประเภท) ได้แก่ ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ และความเป็นอันตรายต่อชั้นบรรยากาศ

#### 2. ระบบ National Fire Protection Association (NFPA)

ป้ายแสดงระดับความเป็นอันตรายของสารเคมีของเอ็นเอฟพีเอ (NFPA8 hazard rating signs) ที่แสดงด้วย code 7049 เป็นระบบที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประเมินความเสี่ยงในการทำงาน และการตอบโต้สถานการณ์ฉุกเฉิน (emergency response) สำหรับพนักงานดับเพลิงให้มีความระมัดระวังระหว่างผจญเพลิง ป้ายเตือน ตามระบบ NFPA นี้ไม่ใช่สัญลักษณ์สากลที่ใช้ทั่วไป แต่อาจพบในเอกสาร Safety Data Sheet (SDS) หรือใช้สำหรับติด ภาชนะบรรจุ บริเวณที่เก็บสารเคมี หรือบริเวณที่มีคนงานปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับสารเคมีนั้น ๆ เพื่อบอกระดับความรุนแรง ของสารเคมีที่มีผลต่อสุขภาพ ความไวไฟ ความไวในปฏิกิริยา และข้อมูลที่บอกลักษณะพิเศษของสารเคมี เพื่อที่ผู้ปฏิบัติงาน จะได้เกิดความระมัดระวังและปฏิบัติงานกับสารเคมีนั้น ๆ ได้อย่างถูกวิธี

## PHYSICAL HEALTH AND ENVIRONMENT HAZARDS



ภาพที่ 5 ฉลากสัญลักษณ์ GHS

ที่มา: <https://www.apexchemicals.co.th/articlesDetails.php?id=32>



ภาพที่ 6 แสดงฉลากสัญลักษณ์ NFPA

ที่มา: <https://www.nnk.co.th/product/407724>

### การจัดการของเสียสารเคมี (Chemical waste)

คณะวิทยาศาสตร์มีแนวปฏิบัติเพื่อส่งกำจัดสารเคมีและของเสียอันตราย โดยจะทำการจัดเก็บ 3 รอบ ในแต่ละปีงบประมาณ โดยเจ้าหน้าที่แต่ละภาควิชาทำการรวบรวมข้อมูลแล้วกรอกข้อมูลผ่านระบบ Waste Track มายังเจ้าหน้าที่ส่วนกลางของคณะเพื่อทำการประเมินปริมาณและจัดกำหนดวันเวลาในการจัดเก็บ ซึ่งการส่งกำจัดสารเคมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. เก็บรวบรวมของเสียจากห้องปฏิบัติการ ในภาชนะบรรจุที่เหมาะสมและไม่รั่วซึม ทนทาน
2. จัดจำแนกประเภทของเสียจากห้องปฏิบัติการตามผังการจำแนกของเสียจากห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ติดฉลากของเสียที่ภาชนะบรรจุให้ชัดเจนสังเกตง่ายป้องกันการหลุดระหว่างเคลื่อนย้าย
4. การบรรจุของเสียในภาชนะบรรจุไม่ควรเกิน 80% ควรมีพื้นที่ว่างห่างจากปากภาชนะอย่างน้อย 1 นิ้ว
5. ต้องมีภาชนะรองรับที่ทนต่อสารเคมีรองรับทางด้านล่างของภาชนะเพื่อป้องกันการรั่วไหล
6. หากภาชนะเต็มแล้วนำมาเก็บที่โรงเก็บของเสียทางด้านหลังของภาควิชาชีววิทยาเพื่อรอการส่งกำจัดต่อไป
7. กรอกรายละเอียดของสารเคมีผ่านระบบ Waste Track เพื่อบันทึกเป็นข้อมูลในการจัดเก็บและการทำลาย
8. ติดฉลากที่ได้รับจากเจ้าหน้าที่ของคณะที่ภาชนะของสารเคมีตามที่กรอกไว้ในระบบ

### การจัดการของมีคมและขยะติดเชื้อ

ในการเรียนการสอนมีการใช้ของมีคม 2 ชนิดได้แก่ ใบมีดโกนและเข็มเจาะเลือด ใบมีดโกนในเก็บในกล่องพลาสติกที่มีฝาเกลียว

ปฏิบัติการทางชีววิทยามีบางปฏิบัติการได้แก่ ปฏิบัติการพันธุศาสตร์ และเนื้อเยื่อสัตว์กำหนดให้ผู้ทำปฏิบัติการเจาะเลือดจึงเกิด ขยะมูลฝอยติดเชื้อตามพระราชบัญญัติกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ โดยใช้การกำจัดตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง แนวทางการบริหารจัดการขยะติดเชื้อ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ไว้ดังนี้

1. เข็มเจาะเลือด เมื่อเจาะเลือดแล้วให้ใส่ในภาชนะที่มีสารละลายไฮโปคลอไรต์ 2% เพื่อทำการฆ่าเชื้อในเบื้องต้นก่อน หลังจากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้ออีกครั้งด้วยหม้อนึ่งความดันไอ (autoclave) โดยมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของหม้อนึ่งความดันไอด้วย
2. ขยะมูลฝอยติดเชื้อ ได้แก่ สำลี และถุงมือ ให้นำไปทิ้งในภาชนะที่มีถุงสีแดงที่มีสัญลักษณ์ขยะติดเชื้อ ณ จุดที่กำหนดให้ เพื่อรวบรวมทำลายเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ (autoclave) โดยมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของหม้อนึ่งความดันไอด้วย

### การฝังกลบสัตว์ทดลอง

ตามประกาศคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการดำเนินการต่อสัตว์เพื่อนงานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การจัดการกับซากของสัตว์ พ.ศ. 2560 กำหนดในส่วนของข้อ 9 หมวด 1 การดำเนินการทั่วไปดังนี้

การทำลายซากของสัตว์ด้วยวิธีการเผา การฝัง การใช้สารเคมี หรือการนำส่งให้หน่วยงานภายนอก ดำเนินการทำลาย ต้องระบุไว้ในระเบียบหรือข้อกำหนดการดำเนินงานของสถานที่ดำเนินต่อสัตว์นั้น และต้องดำเนินการทำลายตามวิธีตามกฎหมายบัญญัติว่าด้วยการนั้น

ภาควิชาชีววิทยาได้ใช้สัตว์ทดลองที่ไม่มีการก่อให้เกิดการติดเชื้อที่รุนแรง หรือให้ได้รับสารเคมีใดๆ จึงสามารถดำเนินการตามพระราชบัญญัติโรคระบาด พ.ศ. 2499 ซึ่งสามารถจัดซากโดยการฝังทำลายซาก ณ จุดฝังทำลายซากสัตว์ ทางภาควิชาได้จัดสร้างทางด้านหลังอาคารวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ในการฝังกลบจะขุดหลุมให้มีความกว้างเหมาะสมกับซากสัตว์ที่ทำลาย ควรมีความลึกจากพื้นดินอย่างน้อย 50 เซนติเมตร ก่อนนำซากลงไปฝังโรยด้วยปูนขาวเพื่อป้องกันการกระจายของเชื้อโรค และเมื่อนำซากลงไปฝังให้โรยปูนขาวทับอีกรอบ และฝังกลบโดยพูนดินขึ้นมาอย่างน้อย 50 เซนติเมตร

### 3.4 แนวทางในการปฏิบัติงาน

การจัดเตรียมการปฏิบัติการทางชีววิทยา เพื่อให้การเตรียมเป็นไปได้อย่างถูกต้องตามทฤษฎีและเป็นไปตามวัตถุประสงค์การทดลอง ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาจากเอกสารประกอบการสอนปฏิบัติการชีววิทยา และจากรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง และกำหนดแผนงานการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง การกำหนดจำนวนและอุปกรณ์ให้เพียงพอครบถ้วนทุกกลุ่มที่เข้าทำปฏิบัติการในแต่ละรอบปฏิบัติการ โดยการวางแผนนั้นจำเป็นต้องเตรียมสารเคมีหรืออุปกรณ์เผื่อไว้ สำหรับเหตุฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการทดลอง

การเตรียมสารละลายและสีย้อมสามารถศึกษาได้จาก คู่มือการเตรียมสารเคมีสำหรับปฏิบัติการชีววิทยา และ BASIC CONCEPTS OF PREPARING SOLUTIONS และภาคผนวก ก ชั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านการเตรียมสารเคมี และต้องมีความรู้ในการใช้เครื่องแก้วอย่างถูกวิธี ศึกษาได้จากหนังสือ รู้ใช้...รู้เทคนิคในห้องปฏิบัติการ (Lab technique Manual) ก่อนเริ่มลงมือปฏิบัติการควรศึกษาประเภทและความเป็นอันตรายของสารเคมีโดยดูรายละเอียดจากฉลากสารเคมีและ MSDS ชั้นตอนเตรียมสารเคมีต้องสวมใส่เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลทุกครั้ง โดยแต่งกายให้รัดกุม ไม่สวมเครื่องประดับใดๆ เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้น เมื่อปฏิบัติการเสร็จสิ้นควรถอดถุงมือ เสื้อคลุม และล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการทุกครั้งเพื่อลดการปนเปื้อน

การแยกจัดเก็บปฏิบัติการ แยกจัดเก็บประเภทของเสียสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

- 1) ของสด สามารถทิ้งตามถังขยะเปียกทั่วไปและจะต้องเก็บออกทันที เนื่องจากจะเกิดการเน่าเสียได้ง่าย
- 2) ซากสัตว์ ตัวอย่างสด หรือตัวอย่างที่ถูกรักษาสภาพด้วยแอลกอฮอล์ ให้แยกพิจารณาตัวอย่างและทำการฝังกลบด้านหลังของตึกวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตามข้อปฏิบัติ (ตามภาคผนวก ง) 3) สารเคมี ให้แยกจัดเก็บตามแนวปฏิบัติเพื่อการส่งกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา โดยจัดเตรียมภาชนะที่เหมาะสมในจุดที่กำหนดและติดฉลากระบุประเภทของเสียอย่างชัดเจน (ตามภาคผนวก ข)

### 3.5 มาตรฐานคุณภาพงาน

1. เปิดรายวิชาเรียน มีจำนวนกลุ่มเรียน จำนวนนิสิตและอาจารย์ประจำกลุ่มครบตามจำนวนตามที่ประชุมภาคศึกษาก่อนนิสิตลงทะเบียนเรียนของชั้นปี 1 (ค่าเป้าหมาย 7 วัน)
2. ตรวจสอบจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียน ตามที่คณะรับบริการแจ้งความประสงค์ครบถ้วนทุกคน (ค่าเป้าหมาย 7 วัน)
3. วิเคราะห์บทปฏิบัติการและได้ข้อมูลเชิงปริมาณของอุปกรณ์และสารเคมีและวางแผนการจัดชุดการทดลองตามกลุ่มปฏิบัติการ (ค่าเป้าหมาย 7 วัน)
4. สำนวความพร้อมของอุปกรณ์และสารเคมี จัดซื้อสารเคมีและตรวจรับให้ครบถ้วน (ค่าเป้าหมาย 5 วันก่อนเริ่มปฏิบัติการ)
5. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับการทำปฏิบัติการของนิสิตมีความพร้อมร้อยเปอร์เซ็นต์ และมีรายงานต่ออาจารย์ผู้ประสานงาน (ค่าเป้าหมาย 3 วันก่อนเริ่มปฏิบัติการ)
6. มีการประชุมเพื่อสรุปผลการจัดปฏิบัติการเพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลสำหรับการจัดการปฏิบัติการในภาคการศึกษาถัดไป (ค่าเป้าหมาย 15 วันหลังจากเสร็จสิ้นทั้ง 12 ปฏิบัติการ)

### 3.6 ระบบติดตามและประเมินผล

1. ตรวจสอบข้อมูลในระบบทะเบียนของมหาวิทยาลัยกับข้อมูลจากที่ประชุมให้ตรงกัน และแจ้งต่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา ต้องเสร็จสิ้นก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 7 วัน และจัดทำในรายงานในระบบรายงานภาระงานประจำปีหัวข้องานที่ได้รับมอบหมาย จำนวน 2 ครั้งในหนึ่งปีงบประมาณ เสนอต่อหัวหน้าภาคและคณบดี ภายใน 30 กันยายนของปีงบประมาณนั้นๆ
2. ตรวจสอบข้อมูลจำนวนของนิสิตที่คณะรับบริการแจ้งกับจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนว่าตรงกันและแจ้งต่อผู้ประสานงานรายวิชา หากไม่ครบถ้วนให้ประสานงานต่อเจ้าหน้าที่ที่ตารางสอน เพื่อประสานงานยังคณะที่รับบริการเพื่อดำเนินการแก้ไข โดยนิสิตชั้นปี 1 ของทุกคณะที่ได้รับบริการจะต้องลงทะเบียนให้เสร็จสิ้นไม่เกินวันสุดท้ายของการเพิ่มลดรายวิชาเรียน เมื่อนิสิตลงทะเบียนครบถ้วนแล้วให้แจ้งต่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเพื่อแจ้งต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการภายในช่วงสัปดาห์แรกของการเรียนการสอน
3. นักวิทยาศาสตร์รายงานความพร้อมของอุปกรณ์และสารเคมี รวมถึงผลการทดลองต้องเป็นไปตามทฤษฎีต่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาก่อนการเรียนการสอนในบทปฏิบัติการนั้นๆ 3 วัน
4. นักวิทยาศาสตร์จัดทำรายงานร้อยละความสำเร็จของการจัดปฏิบัติการ ในรายงานภาระงานประจำปีในหัวข้องานประจำเสนอต่อหัวหน้าภาคและคณบดีภายใน 30 กันยายนของปีงบประมาณนั้นๆ
5. คณาจารย์ผู้สอนและผู้ประสานงานเข้าร่วมประชุมภาคเพื่อสรุปข้อมูลที่ได้จากการสอนปฏิบัติและมีบันทึกของเสนอแนะในรายงานประชุมของภาควิชาเพื่อปรับปรุงในปีการศึกษาถัดไปภายหลังจากการเรียนการสอนเสร็จสิ้นทั้ง 12 ปฏิบัติการภายในระยะเวลา 60 วัน

## บทที่ 4

### ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน

#### 4.1 ปัญหา อุปสรรค และความเสี่ยง

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการชีววิทยาทั่วไป เป็นห้องเรียนขนาดใหญ่ประกอบด้วยกลุ่มย่อยที่มีการเรียนการสอนพร้อมกัน ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนมีปัญหาสำคัญที่พบดังนี้คือ

1. การจัดช่วงเวลาการเรียนการสอนมีวิชาอื่นมากคั่นระหว่างช่วงเวลา ทำให้ต้องมีการนำอุปกรณ์และสารเคมีออกจากห้องปฏิบัติการ และนำกลับมาจัดใหม่อีกครั้ง
2. นิสิตลงทะเบียนไม่ครบตามจำนวนที่คณะผู้รับบริการแจ้งมาในบันทึกข้อความ
3. นิสิตลงทะเบียนเกินจำนวนที่คณะผู้รับบริการแจ้งไว้
4. สารเคมีที่จัดซื้อมีกำหนดส่งล่าช้า
5. สารเคมีไม่เพียงพอต่อการเตรียมปฏิบัติการ
6. นิสิตไม่เข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติทำให้เกิดการทดลองที่ผิดพลาดไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์
7. การทดสอบก่อนเรียนใช้ระบบกระดาษและให้อาจารย์แจกเองตามความเหมาะสม
8. นิสิตไม่เห็นผลการทดลองจากกล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องและเท่าเทียมกัน เช่น ส่วนประกอบของเนื้อเยื่อพืช ระยะของโครโมโซม เป็นต้น
9. นิสิตใช้อุปกรณ์ปนกันในแต่ละโต๊ะปฏิบัติการและไม่เก็บย้งกลุ่มของตน
10. นิสิตทิ้งแก้วแตกหรือเศษสไลด์และแผ่นปิดสไลด์ปะปนกับขยะของห้องปฏิบัติการ
11. นิสิตขาดความเข้าใจในการใช้สารเคมี และอันตรายของสารเคมีที่ใช้ทำปฏิบัติการ
12. นิสิตไม่แยกทิ้งสารเคมีที่ใช้แล้วตามจุดที่กำหนดไว้ให้
13. สารเคมีปนเปื้อนในระหว่างการทดสอบทำให้ได้ผลไม่ตรงตามปฏิบัติการ
14. นิสิตทิ้งขยะมูลฝอยในอ่างล้างมือทำให้เกิดการอุดตันท่อระบายน้ำ
15. สารเคมีที่เตรียมไม่เพียงพอต่อการทำปฏิบัติการในแต่ละช่วงเวลา
16. จุดทิ้งและป้ายที่ระบุของเสียสารเคมีไม่ชัดเจน
17. นิสิตไม่สามารถเข้าทำปฏิบัติการได้ตามเวลาที่กำหนด
18. นิสิตไม่สามารถเข้าทำปฏิบัติการได้เนื่องจากสาเหตุของโรคระบาด

#### 4.2 แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน

1. การจัดการตารางสอนในเบื้องต้นควรหาช่วงเวลาให้การเรียนการสอนไม่ซ้อนทับ และทำการตกลงร่วมกันระหว่างภาควิชาจุลชีววิทยา และชีวเคมี
2. ติดต่อประสานงานกับคณะที่รับบริการ และแจ้งให้ทราบถึงการลงทะเบียนไม่ครบ ซึ่งคณะที่ได้รับบริการจะประสานงานไปยังอาจารย์ที่ปรึกษาและดำเนินการแก้ไข ซึ่งจำเป็นต้องบันทึกไว้เพื่อเฝ้าติดตามการลงทะเบียน
3. ควรจัดตารางสอนในรายวิชาของปี 1 ให้เสร็จสิ้นก่อนแล้วจึงจัดตารางสอนในแต่ละรายวิชา

4. หากปีการศึกษาใดมีนิสิตบางคนลงทะเบียนไม่ได้ ที่มีสาเหตุมาจากเกินจำนวนที่แจ้งไว้ ให้แจ้งต่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเพื่อพิจารณา หากจำนวนนิสิตไม่เกินที่นั่งของห้องปฏิบัติการให้พิจารณาขยายจำนวนนิสิต หากเกินต้องทำการเปิดกลุ่ม หรือทำการย้ายเวลาปฏิบัติการของเด็กที่ไม่ลงทะเบียนได้
5. ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการพื้นฐานจะมีการเปิดวิดีโอแนะนำปฏิบัติการจากอาจารย์ผู้เขียนปฏิบัติการอยู่แล้ว ควรนำวิดีโอเหล่านั้นจัดทำเป็นเว็บไซต์สาธารณะเพื่อให้นิสิตศึกษาก่อนเข้าทำปฏิบัติการ
6. ปรับเปลี่ยนแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้ระบบดิจิทัลเพื่อช่วยเหลือเช่น google forms, kahoot ซึ่งจะช่วยในกระตุ้นความสนใจและทดสอบความเข้าใจเบื้องต้นก่อนการเข้าทำปฏิบัติการและลดการใช้กระดาษ
7. ควรปรับปรุงวิธีการสอนปฏิบัติการเป็นแบบ smart classroom โดยอาจารย์จะสามารถดึงผลการทดลองของนิสิตมาอธิบายได้ตามความเหมาะสม และนิสิตสามารถนำภาพที่ได้จากการทำปฏิบัติการไปศึกษาทำความเข้าใจเพิ่มเติมได้ และในบางกรณีที่ตัวอย่างมีน้อยหรือข้อจำกัดของเวลาการทำปฏิบัติการไม่สามารถทำปฏิบัติการนั้นได้ ควรจัดทำระบบเพื่อเชื่อมโยงไปยังสื่อการเรียนรู้อื่นเพื่อให้นิสิตมีการประสบการณ์การเรียนรู้ที่กว้างมากขึ้น เช่น วิดีโอแสดงการผ่าตัดเพื่อศึกษากายวิภาคผ่านระบบ QR code เป็นต้น
8. อุปกรณ์และสารเคมีไม่เพียงพอ ควรคำนวณจำนวนและสารเคมีที่ต้องใช้ในแต่ละปฏิบัติการตามจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนจริงในแต่ละภาคการศึกษา และจัดเตรียมชุดของอุปกรณ์สารเคมีสำรอง
9. ในกรณีที่การจัดส่งสารเคมีที่ล่าช้าอาจจำเป็นต้องยืมสารเคมีจากห้องปฏิบัติการอื่นหรือภาควิชาอื่นมาทดแทน
10. ในการสำรวจสต็อกสารเคมีให้เป็นปัจจุบันโดยกำหนดเวลาในช่วงของปลายภาคการศึกษาเพื่อให้ข้อมูลสต็อกสารเคมีคงอยู่เป็นปัจจุบันที่สุด
11. ตรวจสอบสารเคมีที่ใช้ในบทปฏิบัติการทุกครั้งหลังนิสิตทำปฏิบัติการเสร็จ และเติมสารเคมีให้น้อยที่คาดว่าไม่เพียงพอ ตรวจสอบอุปกรณ์ หากพบการชำรุด แตกหัก ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ให้เปลี่ยนใหม่
12. สารเคมีสามารถระเหยได้ เช่น Chromatographic solvent เป็นต้น ควรเก็บในขวดฝาเกลียวเพื่อลดการระเหยและความเป็นอันตราย
13. สีย้อมและสารละลายที่ใช้ทดสอบควรใส่ในขวดฝาเกลียวที่มีจุกเป็นหลอดหยด เพื่อง่ายต่อการใช้งานและลดการปนเปื้อนของสาร
14. ในวิดีโอแนะนำปฏิบัติการควรบอกถึงอันตรายของสารเคมีและข้อระวังเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มความรู้ระมัดระวังในการทำปฏิบัติการ
15. พื้นที่ที่มีการปฏิบัติการที่เป็นอันตรายเช่น การเจาะเลือด ควรกำหนดจุดให้ชัดเจนแต่สามารถทำปฏิบัติการได้ทุกกลุ่ม เพื่อง่ายต่อการจัดการและการฆ่าเชื้อทำความสะอาด
16. ติดป้ายกำหนดจุดทิ้งของเสียสารเคมีให้ชัดเจนเพื่อให้นิสิตสังเกตเห็นได้ง่าย



17. ในห้องปฏิบัติการควรมีมาตรการรับถังทิ้งของเสียสารเคมีเพื่อป้องกันการรั่วไหลอีกชั้นหนึ่ง
18. เตรียมสารเคมีอย่างน้อย 1 ชุดการทดลองเพื่อป้องกันสารเคมีไม่เพียงพอระหว่างนิสิตทำปฏิบัติการ
19. นิสิตไม่สามารถทำปฏิบัติการได้ในเวลาที่กำหนด เมื่อนิสิตแจ้งสาเหตุต่ออาจารย์ผู้ควบคุมรายปฏิบัติการเพื่อประสานงานอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาหาช่วงเวลาชดเชยในสัปดาห์นั้น และแจ้งต่อนักวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีเพิ่มสำหรับนิสิตในช่วงเวลาที่มีการเรียนชดเชย
20. นิสิตไม่สามารถเข้าทำปฏิบัติการได้เนื่องจากสถานการณ์ไม่ปกติ เช่น การระบาดของโรคติดเชื้อ COVID-19 ได้จัดการเรียนการสอนผ่าน google classroom โดยมีการแบ่งกลุ่มสอนเป็นปกติ และจัดจำคลิปวิดีโอสาริตปฏิบัติการเพื่อให้นิสิตได้ศึกษา โดยอาจารย์ประจำกลุ่มสรุปผลการศึกษา และจัดทำแบบฝึกหัดให้อยู่ในรูปของ google form เพื่อให้นิสิตที่ทำปฏิบัติการเกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และเมื่อสถานการณ์ดีขึ้นควรจัดกิจกรรมเป็นคอร์สระยะสั้นเพื่อให้นิสิตเข้าทำปฏิบัติการเป็นรอบๆ เพื่อให้เกิดทักษะพื้นฐานที่เพียงพอต่อการเรียนในระดับสูงต่อไป

## บรรณานุกรม

- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2549). *รู้ใช้..รู้เทคนิคในห้องปฏิบัติการ (Lab Technique Manual)*. ปทุมธานี: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือปฏิบัติการด้านความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ*. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์บริการ
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2563). *คู่มือความปลอดภัยทางห้องปฏิบัติการด้านชีวภาพ*. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- เกศราภรณ์ จันทร์ประเสริฐ. (2558). *คู่มือการเตรียมสารเคมีสำหรับปฏิบัติการชีววิทยา*. ชลบุรี: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา. (2562). *ปฏิบัติการทางชีววิทยา*. ชลบุรี: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศูนย์ความปลอดภัย ชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2560). *คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัย*.
- พระราชบัญญัติกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ 2535
- ประกาศคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การจัดการกับซากของสัตว์ พ.ศ. 2560
- พระราชบัญญัติโรคระบาด พ.ศ 2499
- Flinn Scientific. (2011). *BASIC CONCEPTS OF PREPARING SOLUTIONS*, Laboratory Solution Preparation. Inc. All Rights Reserved.
- <http://duangnapa023.blogspot.com/2011/11/blog-post.htm> เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2563
- <https://www.apexchemicals.co.th/articlesDetails.php?id=32> เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2563
- <https://www.nnk.co.th/product/407724> เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2563

## ภาคผนวก

- ก. การเตรียมสีย้อมและสารละลายในปฏิบัติการทางชีววิทยา
- ข. แผนผังการจำแนกของเสียจากห้องปฏิบัติการทางด้านสารเคมี
- ค. การจัดทำและตรวจสอบสต็อกสารเคมีของวิชาชีววิทยา
- ง. แนวทางการพิจารณาฝังกลบสั้วทดลอง

### ก. การเตรียมสีย้อมและสารละลายในปฏิบัติการทางชีววิทยา

พื้นฐานการคำนวณความเข้มข้นของสาร

1. ร้อยละความเข้มข้น คืออัตราส่วนร้อยละปริมาณของตัวถูกละลายต่อปริมาณของทำละลายถูกละลาย

$$1.1 \text{ ร้อยละโดยมวล (w/w)} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100$$

$$1.2 \text{ ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (w/v)} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

$$1.3 \text{ ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

2. โมลาริตีหรือ โมลาร์ (molarity : M) คือหน่วยความเข้มข้น ที่เป็นอัตราส่วนของจำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย ปริมาตร 1 ลิตร

$$\text{โมลาร์ (M)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวถูกละลาย (mol)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (L)}}$$

3. นอร์มาลิตี (Normality : N) คือ จำนวนกรัมสมมูลของตัวถูกละลายอยู่ในสารละลายปริมาตร 1 ลิตร

$$\text{นอร์มอล (N)} = \frac{\text{จำนวนกรัมสมมูล}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (L)}}$$

### การเตรียมสีย้อมและสารเคมีสำหรับปฏิบัติการทางชีววิทยา

1. **1% Acetocarmine** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
เติม Glacial acetic 45 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 55 มิลลิลิตร ทำในฟลั๊กขนาด 200 มิลลิลิตร จากนั้นให้ความร้อนจนสารละลายเดือดแล้วเติม Carmine 1 กรัม แล้วคนทิ้งไว้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้จนเย็นแล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1
2. **1% Methylene blue** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
ละลาย Methylene blue 1 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้ละลายแล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1
3. **2% น้ำเกลือ (NaCl)** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
ละลาย NaCl 2 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้ละลาย

4. **2% Propionocarmine** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

เติม Propionic acid 45 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 55 มิลลิลิตร ทำในขวดรูปชมพู่ขนาด 200 มิลลิลิตร จากนั้นให้ความร้อนจนสารละลายเดือดแล้วเติม Carmine 2 กรัม แล้วคนทิ้งไว้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้จนเย็นแล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

5. **1N HCl** ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

HCl 37% (w/w) ความหนาแน่น 1.19 g/ml มวลโมเลกุล 36.64 g/mol

$$\begin{aligned} \text{HCl 1 L} &= 1.19 \text{ g/ml} \\ &= 1.19 \times 1,000 \\ &= 1,190 \text{ กรัม} \\ \text{HCl 1 M} &= 1,190/36.46 \text{ g/mol} \\ 37\% \text{ (w/w)} &= 32.64 \text{ mol} \times 37\% \text{ (w/w)} / 100 \% \text{ (w/w)} \\ &= 12.07 \text{ M} \end{aligned}$$

เติม HCl 41.43 ml ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร แล้วทำการปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตร ให้ได้ 500 มิลลิลิตร

6. **Carnoy' s solution** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

เติม chloroform 30 มิลลิลิตร ใน absolute ethanol 60 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Glacial acetic acid 10 มิลลิลิตร และใช้ทันทีหลังจากเตรียมเสร็จ แช่ตัวอย่างนานประมาณ 24 ชั่วโมงเพื่อหยุดกิจกรรมของเซลล์ในความเย็น 4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นล้างตัวอย่างด้วยเอทานอล 70% ประมาณ 1-2 ครั้ง แล้วจึงเก็บรักษาตัวอย่างในเอทานอล 70% เพื่อศึกษาต่อไป

7. **Wright' s stain** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ละลาย Wright' s stain 2.5 กรัมใน absolute methyl alcohol 75 มิลลิลิตร คนให้ละลายเข้ากัน ดีแล้วทำเติม absolute methyl alcohol 25 มิลลิลิตร จนครบ 100 มิลลิลิตร จนละลายหมดแล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง

8. **Phosphate Buffer pH 6.8** ปริมาตร 1 ลิตร

ละลาย potassium dihydrogen phosphate ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 13.872 กรัม และ disodium hydrogen phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) 35.084 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร

9. **สารฆ่าเชื้อ (2% Sodium Hypochlorite Solution)** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

นำสาร Sodium Hypochlorite Solution (40%) 5 มิลลิลิตร ใส่ในน้ำประปา 95 มิลลิลิตร ในกรณีใช้ไฮเตอร์มีความเข้มข้นของ Sodium Hypochlorite Solution 6% 33.33 มิลลิลิตร ใส่ในน้ำประปา 66.66 มิลลิลิตร

**10. Aniline Blue ปริมาตร 100 มิลลิลิตร**

ละลาย Aniline blue (water blue) 0.1 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร คนให้สีละลายแล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

**11. Safranin O ปริมาตร 100 มิลลิลิตร**

ละลาย Safranin O 1 กรัม ในน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร คนให้สีละลายแล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

**12. สารละลายสำหรับเทคนิคแยกเยื่อ (Maceration)**

เตรียมสารละลาย Hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) และ Glacial acetic acid ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 ตัดชิ้นส่วนของพืชที่ต้องการให้มีขนาดไม่เกิน 5 เซนติเมตร จากนั้นนำต้มด้วยวิธี water bath จนเนื้อเยื่อเปลี่ยนสีเป็นสีขาวขุ่น จากนั้นนำล้างสารละลายออกด้วยน้ำกลั่น และรักษาตัวอย่างในน้ำกลั่น

**13. สารละลายรงควัตถุ**

ต้มใบของพืชเช่น ดอกกระดุมทอง ใน 95% Ethanol จนกระทั่งสารละลายมีเขียวเข้มออกแดง

**14. Chromatographic solvent**

นำ Petroleum ether และ acetone ผสมกันในอัตราส่วน 9:1 เก็บในขวดแก้วฝาเกลียวเพื่อลดการระเหย

**15. 1% Sodium hydrogen carbonate ( $NaHCO_3$ )**

ละลาย Sodium hydrogen carbonate 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

**16. 0.01 M Hydroxylamine**

ละลาย Hydroxylamine chloride ( $NH_2OH \cdot HCl$ , M.W. 69.49 g/mol) 0.35 กรัม ในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตร จนได้ 500 มิลลิลิตร

**17. สารละลายอิมัลชัน Potassium hydroxide (KOH) หรือ Sodium hydroxide (NaOH)**

ค่อยๆ ละลาย KOH หรือ NaOH ในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร ขวดรูปชมพู่ขนาด 1 L จนกว่าสารที่เป็นของแข็งจะละลาย ควรทำในตู้ดูดควัน และใช้ parafilm ปิดปากขณะคนเพื่อลดการกระเด็นของสารระวังความร้อนที่เกิดขึ้น

**18. สารละลายเจือจาง hydrochloric acid**

เติม hydrochloric acid 1 มิลลิลิตรในน้ำกลั่น 1 ลิตร

19. **1M Glucose** (M.W. 180.156 g/mol) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร  
ละลาย Glucose 90.1 กรัม ในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ได้ 500 มิลลิลิตร
20. **0.01% methylene blue** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
ละลาย methylene blue 0.01 กรัมในน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร
21. **0.1% epinephrine** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
ละลาย epinephrine 0.1 กรัม ในน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร คนจนละลายแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร คนเป็นเวลา 45 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
22. **1 N NaOH** (M.W. = 40 g/mol) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
ละลาย NaOH 0.4 กรัมในน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร คนจนละลายแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร
23. **10 N Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** (M.W 105.9888 g/mol) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
ละลาย Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 10.60 กรัม ในน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร คนจนละลายแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร
24. **น้ำแป้งสุก 1%** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
ละลาย starch, soluble Iodometric indicator 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มจนสารละลายใส
25. **Lugol' s Iodine** ปริมาตร 1 ลิตร  
ละลาย potassium iodide 20 กรัมในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร จากนั้นเติม iodine 10 กรัม ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ก่อนใช้นำไปเจือจางในอัตราส่วนระหว่างน้ำกลั่น 5 ส่วนต่อ Lugol' s Iodine 2 ส่วนก่อนใช้งาน
26. **สารละลายน้ำตาล (1% maltose, 1% sucrose, 1% glucose)** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
ละลายสารละลายน้ำตาล 1 กรัม ในน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร คนจนละลายแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร
27. **1% Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร  
ละลาย copper (II) sulphate pentahydrate (Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) 1 กรัม ในน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร คนจนละลายแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

**28. 1% Amylase** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ละลาย Amylase 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนจนละลายเป็นเวลา 45 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

**29. สารละลาย Benedict' s** ปริมาตร 1 ลิตร

ละลาย sodium citrate dihydrate ( $\text{HO}(\text{COONa})(\text{CH}_2\text{COONa})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 173 กรัมในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร จากนั้นเติม sodium carbonate anhydrous ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 100 กรัม คนให้สารทั้งสองชนิดละลายจนหมด เติม copper (II) sulphate pentahydrate ( $\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 17.3 กรัม คนจะละลายแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

**30. 1% Pencreatin** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ละลาย Pencreatin 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนจนละลายเป็นเวลา 45 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

**31. 1% pepsin** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ละลาย pepsin 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนจนละลายเป็นเวลา 45 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

**32. 1% bile salt** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

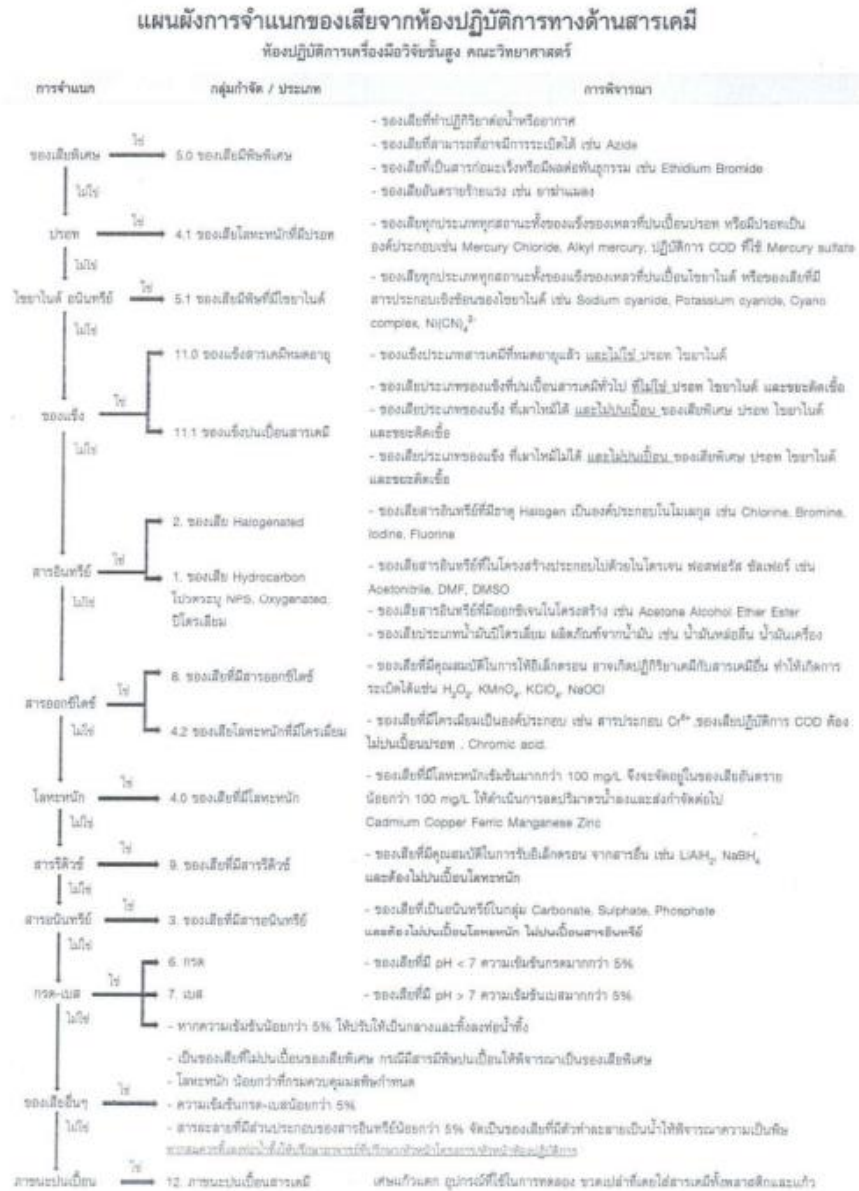
ละลาย bile salt 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนจนละลายเป็นเวลา 45 นาทีจากนั้นเติม 0.5 M sodium bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) เพื่อให้สารละลายมี pH=7 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

**33. Litmus** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

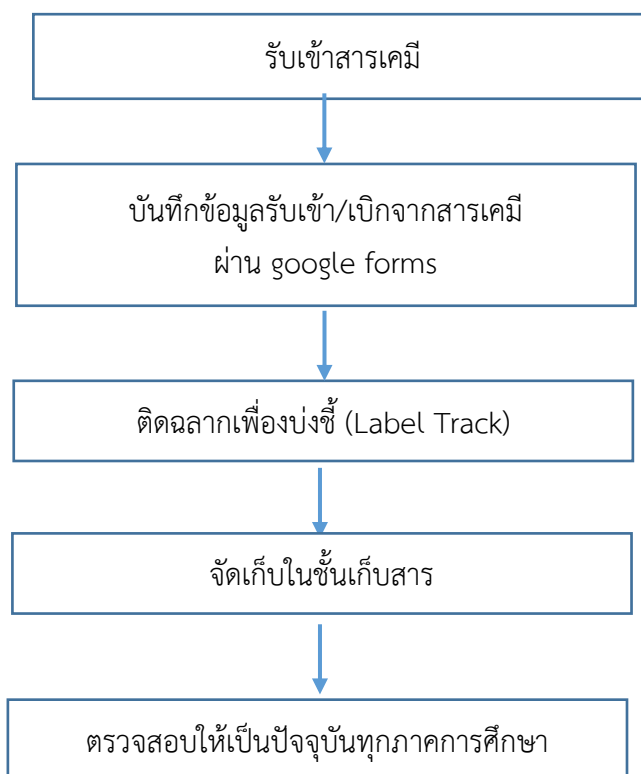
ละลาย Litmus 0.5 กรัมในน้ำอุ่น 70 มิลลิลิตร คนจนสารละลายจนหมด จะละลายแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร



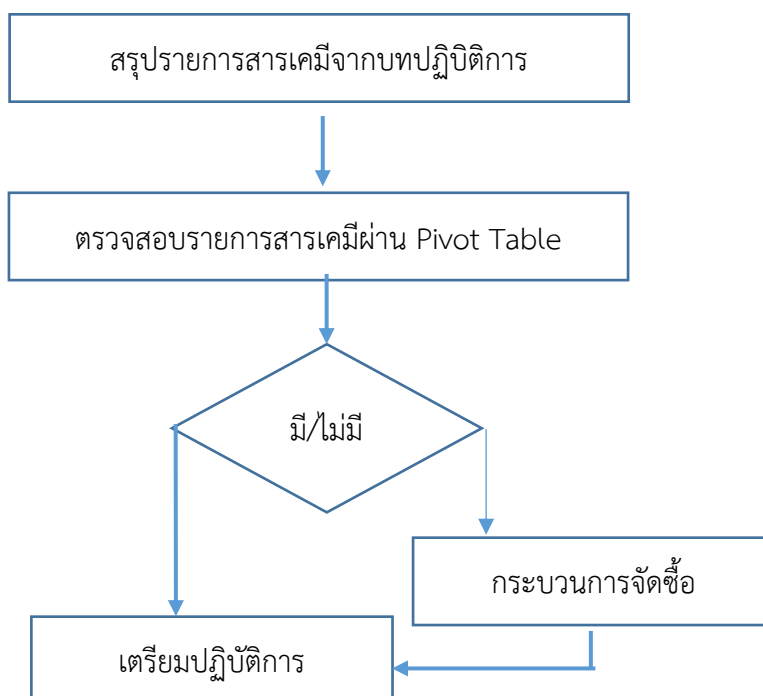
ข.แผนผังการจำแนกของเสียจากห้องปฏิบัติการทางด้านสารเคมี

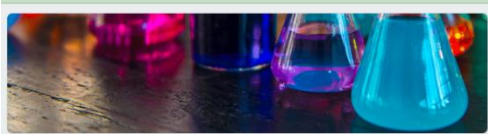


ค. การจัดทำและตรวจสอบสต็อกสารเคมีของวิชาชีววิทยา



ขั้นตอนการตรวจสอบสต็อกสารเคมีสำหรับปฏิบัติการทางชีววิทยา





1. google forms ส่วนบันทึกข้อมูลสารเคมี

Biology Chemical Stock form interface showing fields for 'ชื่อสารเคมี', 'ความเข้มข้น', 'สูตรโมเลกุล', and 'Label Track (Bottle ID)'.

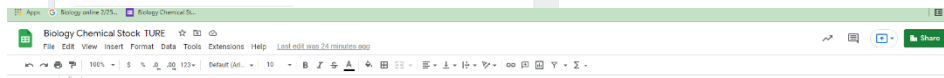


Table with columns: Timestamp, ชื่อสารเคมี, ความเข้มข้น, สูตรโมเลกุล, Label Track (Bottle ID), ปริมาณสารเคมี, and other inventory details.

2. ข้อมูลสารเคมีจะถูก รวบรวมเป็นไฟล์ google sheet

Google Sheets Pivot Table editor interface showing a pivot table of chemical stock data and its configuration options.

3. การตรวจสอบ สารเคมีจะตรวจสอบ ผ่าน pivot table เพื่อสะดวกต่อการสรุปข้อมูล

ง. แนวทางการพิจารณาฝังกลบสัตว์ทดลอง

