คู่มือการปฏิบัติงาน

การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอน

ในรายวิชาปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน 513 343

นางณัชปภา สงวนวงศ์

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

คำนำ

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐาน 513 343 จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวปฏิบัติในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ให้สามารถปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลารวมทั้งทำให้มีงานประสิทธิภาพ ได้ทั้งนี้ ได้อธิบายขั้นตอนการดำเนินงานในทุกงานที่ส่วนงานนักวิทยาศาสตร์รับผิดชอบรวบรวมข้อมูล และเทคนิคการปฏิบัติงาน เพื่อให้คู่มือเล่มนี้มีประโยชน์และบรรลุวัตถุประสงค์ในการการปฏิบัติงาน ของนักวิทยาศาสตร์และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกัน

ผู้เขียน หวังว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานทั้งในและนอกภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์บ้างไม่มากก็น้อย หากมีข้อแนะนำหรือข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับและขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นางณัชปภา สงวนวงศ์

เมษายน 2563

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.ประวัติและความเป็นมาของคณะ	1
2.ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย และค่านิยมหลัก	2
3.วัตถุประสงค์	4
4.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
5.ขอบเขตของคู่มือ	5
6.นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ความรับผิดชอบ	7
1.โครงสร้างการบริหารองค์กร	8
2. บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	11
บทที่ 3 หลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน	13
1.มาตรฐานการปฏิบัติงาน	13
2.ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง	16
3.จรรยาบรรณวิชาชีพ	25
4.หลักการปฏิบัติงาน PDCA	26
บทที่ 4 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	27
1.ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	27
2.วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน	30
3.ขั้นตอนการติดตามประเมินผลการปฏิบัติงาน	65

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และการพัฒนางาน	67
1.ปัญหาอุปสรรคแนวทางแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน	68
2.ข้อเสนอแนะ	69
บรรณานุกรม	70
ประวัติผู้เขียน	71
ภาคผนวก	72

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 สรุปข้อมูลอันตรายและการเปรียบเทียบกับสัญลักษณ์ของระบบต่างๆ	22

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 แสดงสมรรถนะในการปฏิบัติงานและมาตรฐานการปฏิบัติงาน 15
ตารางที่ 2 การกำจัดของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Hazardous Waste) 23
ตารางที่ 3 การกำจัดของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste) 24
ตารางที่ 4 หลักการปฏิบัติงาน PDCA 26
ตารางที่ 5 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow Chart) 28

บทที่ 1

บทนำ

1.ประวัติและความเป็นมาของคณะ

คณะวิทยาศาสตร์ ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2515 เป็นคณะที่ 7 ของมหาวิทยาลัยศิลปากร และเป็นคณะวิชาแรกของมหาวิทยาลัยที่เปิดสอนด้านวิทยาศาสตร์ โดยเล็งเห็นถึงความจำเป็นและความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต ระยะแรกได้เปิดสอนระดับปริญญาบัณฑิตเพียง 3 สาขาวิชา ต่อมาได้เปิดสอนสาขาวิชาต่างๆ เพิ่มขึ้นอีก เพื่อให้ครอบคลุมวิทยาศาสตร์พื้นฐานทุกสาขาวิชาทั้งในระดับปริญญาบัณฑิต ระดับปริญญามหาบัณฑิต และระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต การจัดการเรียนการสอนของคณะวิทยาศาสตร์ จึงสอดคล้องกับนโยบายรัฐบาลในการเร่งรัดผลิตบัณฑิตสาขาวิชาต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

คณะวิทยาศาสตร์ทำงานวิจัยในแขนงต่างๆ ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในหลายด้าน อาทิการวิจัยเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพในการเกษตรและอุตสาหกรรม การวิจัยด้านวัสดุศาสตร์และเทคโนโลยีฟิล์มบาง การวิจัยด้านออปโตอิเล็กทรอนิกส์ การวิจัยด้านฟิสิกส์บรรยากาศ และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ศึกษาวิจัยตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวเร่งปฏิกิริยาชีวภาพ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์สารชนิดต่างๆ และงานวิจัยด้านอื่นๆ ที่น่าสนใจ และยังเป็นศูนย์กลางการพัฒนาครู–นักเรียนทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในพื้นที่ภูมิภาคตะวันตก และแหล่งบริการวิชาการ การตรวจวิเคราะห์ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้สถิติประยุกต์และระบบคอมพิวเตอร์เก็บและวินิจฉัยข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและศิลปวัฒนธรรมของภูมิภาคตะวันตก ตลอดจนจัดให้มีการประชุมสัมมนา การอบรม การบรรยายพิเศษ และการจัดงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์

2. ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย และค่านิยมหลัก

ปณิธาน

คณะวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาการศึกษาเพื่อผลิตบัณฑิตผู้รอบรู้วิชาการ ยึดมั่นคุณธรรมเพียบพร้อมด้วยจริยธรรมและมีจิตสำนึกรับผิดชอบสังคมอีกทั้งยังมุ่งค้นคว้าวิจัยเสริมสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการตลอดจนเพื่อการพัฒนาชุมชนและประเทศชาติเป็นสำคัญ

วิสัยทัศน์

“เป็นคณะวิทยาศาสตร์ชั้นนำ 1ใน 5 ของประเทศ ที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์และศิลปะ”

คำอธิบาย

คณะวิทยาศาสตร์ชั้นนำ 1 ใน 5 ของประเทศ หมายถึง มีการดำเนินการในการผลิตบัณฑิตการวิจัย การบริการวิชาการ ในอันดับ 1 ใน 5 ของประเทศไทย เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์และศิลปะ หมายถึง มีการดำเนินงานผลิตบัณฑิต วิจัยบริการวิชาการแก่ชุมชน เป้าหมาย โดยมีการบูรณาการที่เชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ กับงานศิลปะ ทั้งในด้านการอนุรักษ์ ส่งเสริม พัฒนาต่อยอก สร้างคุณค่าและสร้างมาตรฐานด้านศิลปะในด้านต่างๆ

พันธกิจ

- พัฒนาและถ่ายทอดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเสริมสร้างบุคคลให้มีความรู้ในวิชาชีพ มีสติปัญญา ความคิด และความรู้สึกรับผิดชอบต่อสังคม

- ค้นคว้า วิจัย และสร้างสรรค์ผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการ

- ให้บริการทางวิชาการแก่สังคม เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งแก่ชุมชนและพัฒนาความสามารถในการแข่งขันระดับชาติ และนานาชาติ

- พัฒนาระบบการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ มีความโปร่งใส ตรวจสอบได้และประชาคมมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ

- พัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนพันธกิจของคณะวิทยาศาสตร์และมหาวิทยาลัย และการศึกษาสาธารณะ

- สืบสาน ทำนุบำรุงศิลปะ วัฒนธรรมอันดีงามทั้งในระดับท้องถิ่น และระดับชาติ

เป้าหมาย

- เป็นคณะวิทยาศาสตร์ที่ถูกเลือกเพื่อเข้าศึกษาต่อเป็นลำดับต้นๆ ของประเทศไทย

- เป็นศูนย์วิจัยและสร้างนวัตกรรมเพื่อนำประเทศเข้าสู่ยุค Thailand 4.0

- เป็นแหล่งเรียนรู้และถ่ายทอดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชุมชน

- ด้านการบริหารจัดการคณะวิชาเชิงรุก

ค่านิยมหลัก

SC SU SMART : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรมุ่งเน้นการทำงานที่ฉลาดหลักแหลมและนำสมัยอยู่เสมอ

Study = การเรียนรู้

Creativity = ความคิดสร้างสรรค์

Service-minded attitude = จิตบริการ

Unity = ความสามัคคี

Sufficiency = ความพอเพียง

Morality = ความซื่อสัตย์สุจริต มีศีลธรรม จรรยาบรรณ

Adaptability = ความสามารถในการปรับตัว

Retrenchment = การประหยัด การลดค่าใช้จ่าย

Tolerance = ความอดทนต่อความยากลำบาก

คณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนงานสังกัดมหาวิทยาลัยศิลปากร (มาตรา 7 มาตรา 8 และมาตรา 9 แห่งพระราชบัญญัติ มหาวิทยาลัยศิลปกร พ.ศ. ๒๕๕๙) เป็นคณะวิชาแรกของมหาวิทยาลัยที่เปิดสอนด้านวิทยาศาสตร์เล็งเห็นถึงความจำเป็นและความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีและได้เปิดสอนสาขาวิชาต่างๆ เพื่อให้ครอบคลุมวิทยาศาสตร์พื้นฐานทุกสาขาทั้งในระดับปริญญาบัณฑิต ระดับปริญญามหาบัณฑิต และ ระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต การจัดการเรียนการสอนของคณะวิทยาศาสตร์จึงสอดคล้องกับนโยบายรัฐบาลในการเร่งรัดผลิตบัณฑิตสาขาวิชาต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของประเทศ

ภาควิชาเคมีเป็นหน่วยงานหนึ่งที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ดำเนินภารกิจทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน การวิจัย การบริการวิชาการแก่ชุมชน และการทำนุบำรุงศิลปะ วัฒนธรรม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตบัณฑิตทางด้านสาขาวิชาเคมีที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน และประเทศชาติและมุ่งเน้นให้นักศึกษามีความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติและได้จัดการเรียนการสอนให้แก่นักศึกษาทั้งภายในและภายนอกคณะวิทยาสาสตร์ เช่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์

งานสนับสนุนการเรียนการสอนของนักวิทยาศาสตร์ เป็นภาระงานหลักที่ต้องปฏิบัตินั้นนับเป็นการปฏิบัติงานที่มีกระบวนการที่ไม่เหมือนกับการปฏิบัติงานในสายอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากการปฏิบัติงานในสายนี้ต้องอาศัยทั้งความรู้ทางทฤษฎีและทักษะทางปฏิบัติที่ถูกต้องและแม่นยำ สิ่งเหล่านี้มีผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการต่างๆ รวมทั้งการให้บริการด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้องด้วย

จากความเป็นมา ความจำเป็นและความสำคัญดังกล่าว ในฐานะผู้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ที่รับผิดชอบการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีต่างๆ ในห้องปฏิบัติการในภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ โดยตรง จึงสนใจที่จะเขียนคู่มือการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรขึ้น เพื่อให้บุคลากรสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้และ เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน

3. วัตถุประสงค์

1) เพื่อเป็นคู่มือให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติแทนกันได้

2) เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน

3) เพื่อเป็นการลดต้นทุน ประหยัด ไม่ต้องลองผิดลองถูก

4) เพื่อให้การปฏิบัติงาน สะดวกรวดเร็วขึ้น

4. ประโยชน์ที่ได้รับ

1) ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติแทนกันได้

2) การปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน

3) เป็นการลดต้นทุน ประหยัด ไม่ต้องลองผิดลองถูก

4) การปฏิบัติงาน สะดวกรวดเร็วขึ้น

5. ขอบเขตคู่มือ

คู่มือการปฏิบัติงานเรื่อง การจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน 513 343 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรเล่มนี้ แสดงขั้นตอน รายละเอียด และกระบวนการต่างๆ ในการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน 513 343 เท่านั้น

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

มหาวิทยาลัย	หมายความว่า	มหาวิทยาลัยศิลปากร
คณะ	หมายความว่า	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ห้องปฏิบัติการ	หมายความว่า	สถานที่ซึ่งอยู่ในสภาวะที่ถูกควบคุม และเป็นที่สำหรับการวิจัย การทดลองและการวัดทางวิทยาศาสตร์

รายวิชาปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน 513 343	หมายความว่า	รายวิชาที่เปิดสอนในภาควิชาเคมี โดยมี 3 คาบ ต่อสัปดาห์ มีจำนวนนักศึกษา ประมาณ 120 คนต่อเทอม
ชำนาญการ	หมายความว่า	ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง
นักวิทยาศาสตร์	หมายความว่า	ผู้ชำนาญในทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

โครงสร้างและหน้าที่ความรับผิดชอบ

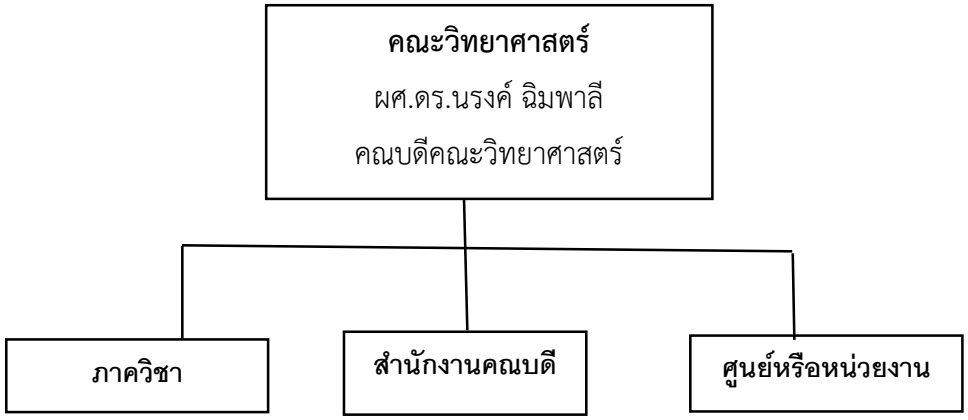
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบใน 4 พันธกิจหลักได้แก่ พันธกิจด้านการผลิตบัณฑิต การวิจัย การบริการวิชาการ และการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมมีสำนักงานคณบดี รับผิดชอบสนับสนุนการบริหารงานภายในคณะ มีการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรที่ดี สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ พันธกิจ ค่านิยม เป้าหมายและโครงสร้างการบริหารองค์กร รวมถึงบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของนางณัชปภา สงวนวงศ์ นักวิทยาศาสตร์ระดับปฏิบัติการ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในการสนับสนุนงานด้านโครงการสนับสนุนการเรียนการสอน โดยเฉพาะงานด้านการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยศิลปากร

1. โครงสร้างการบริหารองค์กร
2. บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบโครงสร้างองค์กร และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

1.โครงสร้างการบริหารองค์กร

โครงสร้างการบริหารองค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

โครงสร้างการบริหารองค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ประกอบด้วย 1 สำนักงาน 8 ภาควิชา และ 5 ศูนย์ ตามแผนภูมิดังต่อไปนี้



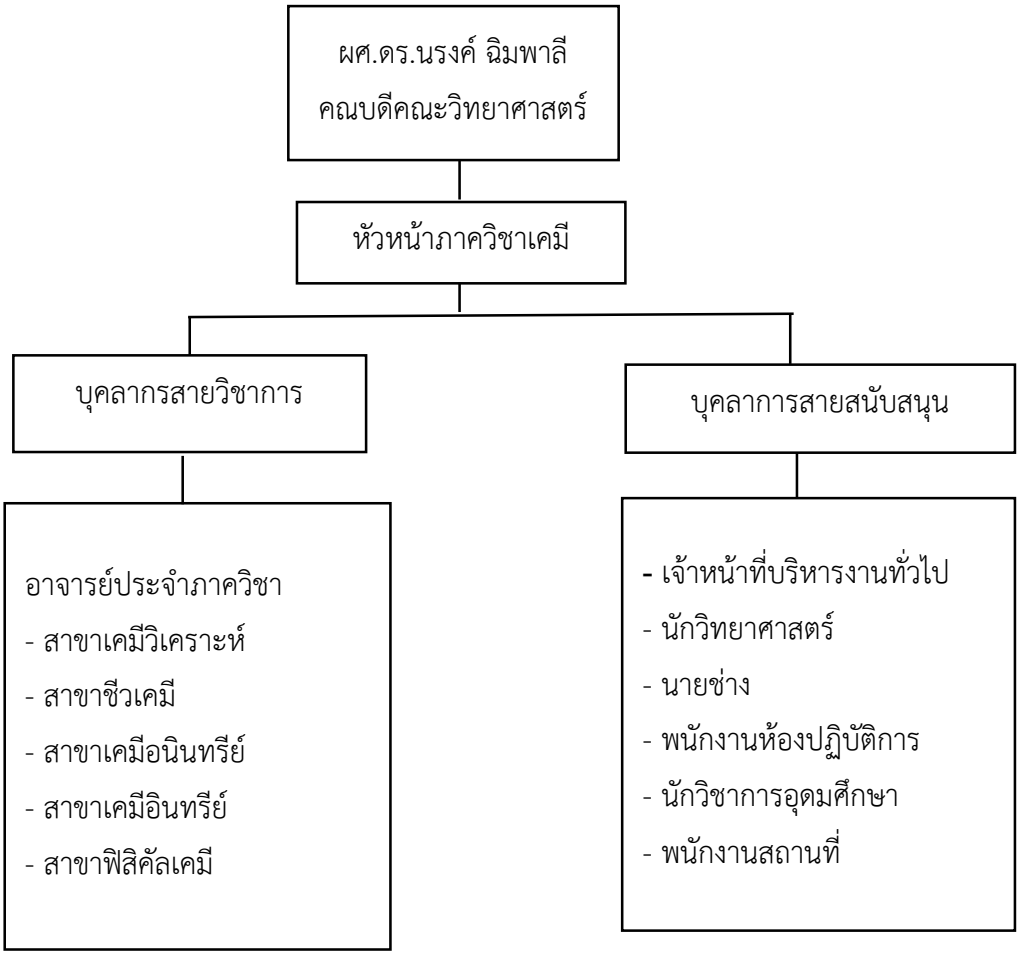
- ภาควิชาคณิศาสตร์
- ภาควิชาเคมี
- ภาควิชาชีววิทยา
- ภาควิชาฟิสิกส์
- ภาควิชาสถิติ
- ภาควิชาจุลชีววิทยา
- ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
- ภาควิชาคอมพิวเตอร์

- งานบริหารและธุรการ
- งานคลังและพัสดุ
- งานบริการการศึกษา
- งานแผนและประกันคุณภาพการศึกษา

- ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ศูนย์บริการวิชาการ
- ศูนย์ความเป็นเลิศด้านสีและเคลือบผิว
- ศูนย์ความเป็นเลิศด้านวัสดุแนวใหม่
- ศูนย์สอบเทียบเครื่องวัดรังสีอาทิตย์

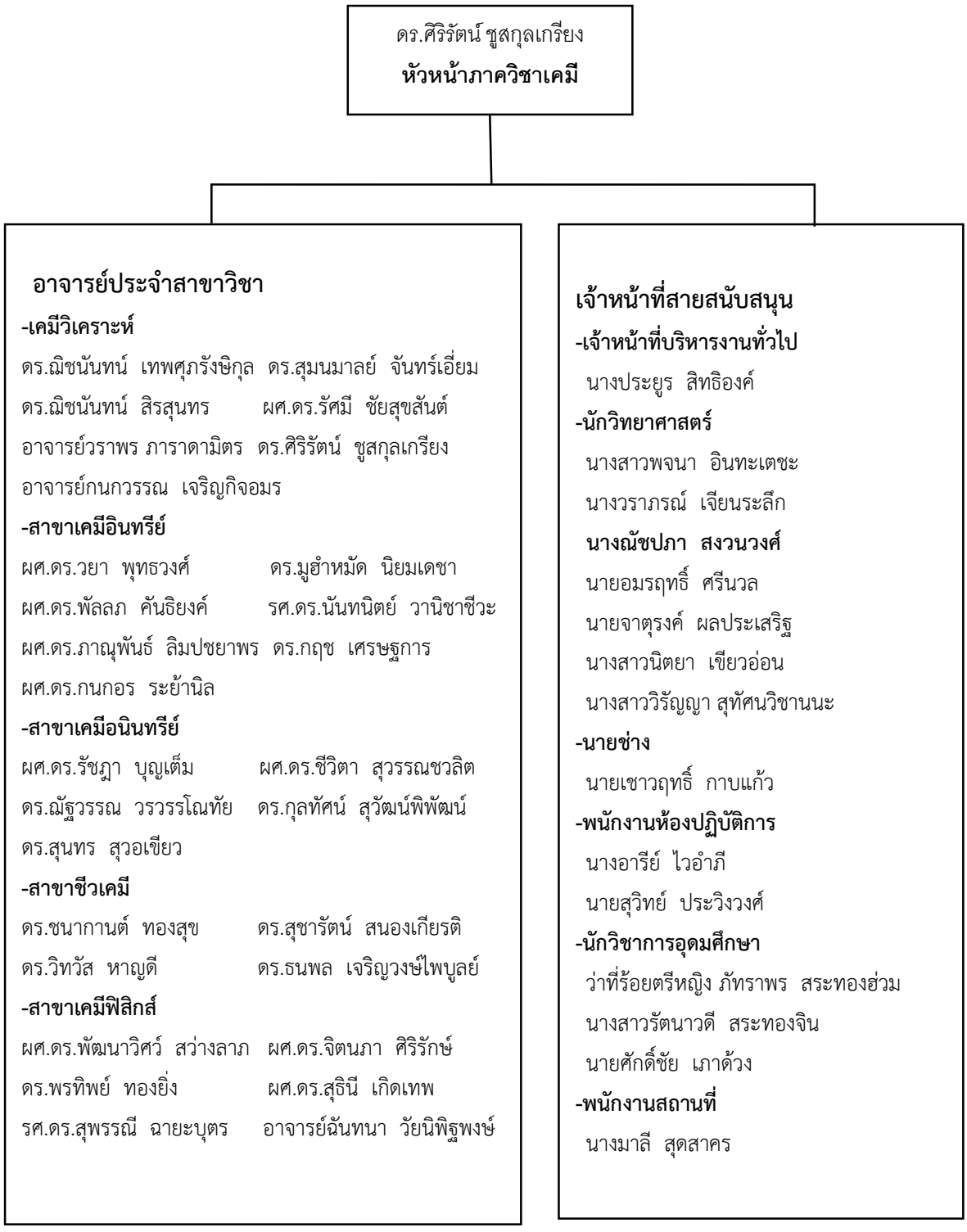
โครงสร้างองค์กรของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร

โครงสร้างองค์กรของภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ประกอบด้วยบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุนดังต่อไปนี้



โครงสร้างการปฏิบัติงานของภาควิชาเคมี

โครงสร้างการปฏิบัติงานของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นตามแผนภูมิดังต่อไปนี้



2. บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.1 บทบาทหน้าที่ของ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ดำเนินภารกิจทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน การวิจัย การบริการวิชาการแก่ชุมชน และการทำนุบำรุงศิลปะ วัฒนธรรม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตบัณฑิตทางด้านสาขาวิชาเคมีที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน และประเทศชาติ

2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบงานของตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการได้ปฏิบัติงานโดยสอดคล้องกับมาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขอบเขตของภาระงานที่ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ได้มอบหมายให้ปฏิบัติและรับผิดชอบ ดังนี้

2.2.1 ภาระงานหลัก

1. จัดเตรียมปฏิบัติการรายวิชาต่างๆ ดังนี้

- เคมีทั่วไป 1 (513 103)
- เคมีทั่วไป 2 (513 104)
- เคมีทั่วไป 2 (513 104) (ภาคฤดูร้อน)
- เคมีทั่วไป (513 105)
- เคมีทั่วไป (513 107)
- เคมีวิเคราะห์ 1 (513 233)
- เคมีวิเคราะห์ (513 333)
- เคมีวิเคราะห์ (513 338)
- เคมีฟิสิกคัล (513 227)
- เคมีฟิสิกคัล (513 223)
- เคมีฟิสิกคัล (513 323)
- ชีวเคมีพื้นฐาน (513 343)
- ชีวเคมี (513 344)
- ชีวเคมีพื้นฐาน (513 345)

2. เป็นผู้ดูแล รักษาและให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ เช่น

- เครื่องชั่ง
- pH meter
- UV-VIS spectrophotometer
- centrifuge

3. เบิก-จ่ายเครื่องแก้วอุปกรณ์ ระหว่างทำปฏิบัติการ

4. ตรวจเช็คและสั่งซื้ออุปกรณ์ เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในปฏิบัติการต่างๆ

5. ตรวจเช็คความเสียหายอุปกรณ์และเครื่องแก้วหลังเสร็จสิ้นปฏิบัติการเพื่อนำไปคิดค่าเสียหายเมื่อจบภาคการศึกษา

2.2.2 ภาระงานที่ไดรับมอบหมายอื่นๆ

1. เตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับนักเรียนเคมีโอลิมปิค ตามได้รับมอบหมาย
2. เตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับอาจารย์ และนักศึกษาในการทำวิจัย
3. เตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับโครงการ chemistry in school

2.2.3 งานเพื่อการพัฒนา

1. จัดทำคู่มือเรื่องการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ
2. ขอทุนวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์ ร่วมกับ อาจารย์ หิรัญรัตน์ สุวรรณที ทำวิจัยเรื่อง การหาปริมาณสีผสมอาหารในตัวอย่างน้ำผลไม้
3. จัดทำวิธีการใช้เครื่องมือต่างๆที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น

- Centrifuge
- pH meter
- UV-VIS spectrophotometer
- ตู้อบ
- ตู้ดูดควัน

บทที่ 3
หลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน

คู่มือปฏิบัติงานเรื่อง การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐาน 513 343 เล่มนี้ มีหลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.มาตรฐานการปฏิบัติงาน

2.ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

3. จรรยาบรรณวิชาชีพ

4. หลักการปฏิบัติงาน PDCA

1. มาตรฐานการปฏิบัติงาน

ผู้เขียนคู่มือการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ใช้หลักการทำงานและแนวทางการปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1.1 หลักการทำงาน

คู่มือการคู่มือการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ เล่มนี้เป็นการเขียนเพื่อเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับคณาจารย์ นักศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งมีมาตรฐานการปฏิบัติงานอาศัยหลักการทำงานตามสมรรถนะในการปฏิบัติงาน ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี เพื่อประกอบการเรียนการสอน ดังนี้

1.ปฏิบัติงานตามกฎ ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง และหลีกเลี่ยงการกระทำใดๆ ที่อาจทำให้เกิดความเสื่อมเสียแก่องค์กร

2.มีความโปร่งใส ในการปฏิบัติงานให้เห็นถึงการปฏิบัติงานตามกฎ ระเบียบข้อบังคับ ของมหาวิทยาลัย

3.ไม่ปกปิดข้อเท็จจริงหรือบิดเบือนความจริงอันเป็นสาระสำคัญ ซึ่งสามารถติดตามและตรวจได้ตามกฎหมายเกี่ยวกับข้อมูลข่าวสารของราชการ

4.ความซื่อสัตย์ สุจริต ประพฤติตนสอดคล้องตามจรรยาบรรณของบุคลากรที่มหาวิทยาลัยกำหนด

5. การปฏิบัติงานต้องมีประสิทธิภาพ ลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน ถูกต้อง รวดเร็ว

6.การประสานงานในภาระงานที่รับผิดชอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานเป็นทีม และสร้างเครือข่ายภายในองค์กร

7.การปฏิบัติงานคำนึงถึงผลประโยชน์ของมหาวิทยาลัย และการประหยัดทรัพยากร

1.2 แนวทางการปฏิบัติงาน

นอกจากหลักการทำงานแล้ว ยังได้ใช้สมรรถนะในการปฏิบัติงานและประสบการณ์ในการทำงานมากำหนดแนวทางการปฏิบัติงานของบุคลากรซึ่งการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี ผู้รับบริการคือนักศึกษา ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ระดับปฏิบัติการเป็นผู้ให้บริการตามแนวทางการปฏิบัติ ดังตาราง

ตารางรางที่ 1 แสดงสมรรถนะในการปฏิบัติงานและมาตรฐานการปฏิบัติงาน

สมรรถนะในการปฏิบัติงาน	**มาตรฐานการปฏิบัติงาน**
การมุ่งผลสัมฤทธิ์	1.มีความรู้ ความสามารถในหน้าที่รับผิดชอบอย่างสูง และบริการเหนือความคาดหมาย มีแหล่งข้อมูลใช้อ้างอิงส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้รับบริการ 2.มีความตั้งใจ มีความขยัน หมั่นเพียร และมุ่งมั่นในการปฏิบัติงานที่รับผิดชอบให้สำเร็จตามเป้าหมาย และมีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย 3.มุ่งสร้างและพัฒนาผลงานให้มีคุณภาพอย่างต่อเนื่อง
ความเข้าใจองค์กรและระบบงาน	1.มีความเข้าใจองค์กร คน ระบบงาน และวัฒนธรรมองค์ในภาพรวมและมีความสามารถในการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างระบบงานและโดยการใช้เทคโนโลยี และเรียนรู้วิธีการปฏิบัติงานและสามารถแก้ปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น 2.มีมาตรฐานในการปฏิบัติงานสอดคล้องวิสัยทัศน์พันธกิจ และวัตถุประสงค์ขององค์กร 3.มีการยอมรับในการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในองค์กร เช่น การเปลี่ยนโครงสร้างองค์กร ระบบงาน และการปรับเปลี่ยนกระบวนงานเป็นต้น
การทำงานเป็นทีม	1.มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมได้ (team work) 2.มีความพึงพอใจในหน้าที่ของตนที่ได้รับมอบหมายจากทีมได้อย่างมีความสุข 3.สร้างและประสานงานระหว่างทีมในกลุ่มภารกิจให้บรรลุเป้าหมายและมีประสิทธิภาพ
การมีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณ	1.ปฏิบัติหน้าที่ความรับผิดด้วยความโปร่งใส มีความซื่อสัตย์สุจริต 2.มีการอุทิศเวลาแก่ราชการ มีความภาคภูมิใจในสถาบันตนเอง 3.มุ่งส่งเสริมการปฏิบัติงานในหน่วยงานและมหาวิทยาลัยให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมาย

2.ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมี

1. ตลอดเวลาที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ ปฏิบัติตนด้วยความรับผิดชอบ ห้ามกิน ดื่ม เคี้ยว หมากฝรั่งห้ามเล่น ส่งเสียงดัง พูดคุยเรื่องไร้สาระ อย่ายุ่งเกี่ยวกับการทดลองผู้อื่น

2. เตรียมตัวก่อนทำปฏิบัติการ อ่านและทำความเข้าใจขั้นตอนการทดลองให้ดี

3. ก่อนทำการทดลอง ตั้งใจฟังอาจารย์อธิบายวิธีการทดลอง หากสงสัย ไม่แน่ใจ ให้ถามอาจารย์ผู้ดูแลการทดลอง อย่าทำการทดลองโดยไม่แน่ใจในวิธีการทดลอง

4. ทำการทดลองที่กำหนดในหนังสือปฏิบัติการ หรือตามที่อาจารย์อนุญาตให้ทำเท่านั้นห้ามทำการทดลองอื่นที่ไม่ได้รับอนุญาตจากอาจารย์

5. อย่าแตะต้องอุปกรณ์ สารเคมีหรือวัสดุอื่นใดในห้องปฏิบัติการที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้

6. อ่านสลากบนขวดสารเคมีให้ดี และเรียนรู้วิธีที่ถูกต้องในการใช้อุปกรณ์ ถ้าไม่แน่ใจให้ถามอาจารย์

7. ดูแลบริเวณที่ทำปฏิบัติการให้สะอาดเรียบร้อย ทำความสะอาดเครื่องชั่งและอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อใช้เสร็จแล้วทุกครั้ง

8. อย่าทำงานคนเดียวในห้องปฏิบัติการ และควรเฝ้าดูการทดลองหรือปฏิกิริยาตลอดเวลา

9. อย่าสัมผัสหน้า ตา ปาก และร่างกายขณะใช้สารเคมีหรืออุปกรณ์ทางเคมี ล้างมือด้วยสบู่ทุกครั้งเมื่อเสร็จการทดลอง

10. เมื่อมีอุบัติเหตุ เช่น สารเคมีหกหรือรั่ว เครื่องแก้วแตก เกิดเพลิงไหม้ หรือบาดเจ็บ แจ้งอาจารย์ทันที ถึงแม้จะเป็นอุบัติเหตุเล็กน้อย อย่าตกใจกลัว

11. ถ้าสารเคมีหกโดนร่างกายหรือใบหน้า ให้ล้างมือด้วยน้ำอย่างน้อยเป็นเวลา 15 นาที และร้องเรียกอาจารย์ทันที อย่ารู้สึกอาย

2.2 ข้อปฏิบัติในการเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมสารเคมีพวกกรด-ด่าง หรือสารระเหย ควรทำในตู้ดูดควัน

2. ออกไซด์ของธาตุบางชนิดเป็นก๊าซพิษ เช่น ออกไซด์ของกำมะถัน ไนโตรเจนและก๊าซฮาโลเจน ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก็เป็นก๊าซพิษเช่นเดียวกัน การทดลองใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเหล่านี้ควรทำในตู้ดูดควัน

3. อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใดๆ แต่ค่อยๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้าๆ พร้อมกับกวนตลอดเวลาเพื่อกระจายความร้อนที่เกิดจากการละลายของกรดในน้ำ

4. การดูดสารละลายโดยใช้ปิเปต ห้ามใช้ปากดูดให้ใช้ลูกยางแดง

2.3 ข้อปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีหกรั่วไหล

2.3.1. ในกรณีสารหกเป็นของเหลว

- ใช้ตัวดูดซับที่เหมาะสม เช่น chemical-adsorbent spill pillows หรือ vermiculite เมื่อดูดซับแล้วต้องปฏิบัติกับตัวดูดซับเหล่านี้เสมือนว่ามันเป็นของเสียอันตราย โดยกวาดหรือโกยลงภาชนะสำหรับเก็บของเสียอันตรายที่เหมาะสม
- ถ้าเป็นกรดให้สะเทินด้วยโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ถ้าเป็นด่างแก้ให้สะเทินด้วยกรดซิตริก (citric acid)

2.3.2. กรณีสารหกเป็นของแข็ง

- สารที่เป็นอันตรายมากเช่นไวต่อการเกิดปฏิกิริยารุนแรงหรือระเบิดได้ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำใน MSDS (Material Safety Data Sheet) อย่างเคร่งครัด
- หากสารไม่เป็นสารอันตราย ให้เก็บกวาดรวบรวมตามปกติ
- ปรอทหกต้องจัดการทันที โดยการกลบด้วยผงกำมะถันหรือใช้เครื่องมือสุญญากาศดูดเก็บรวบรวมไว้ โดยแยกขยะที่มีปรอทเจือปนอยู่ออกจากขยะทั่วไป

2.3.3. กรณีสารรั่วเป็นแก๊ส

- ปิด main regulator ที่ถังแก๊สก่อน แจ้งอาจารย์หรือผู้รับผิดชอบทันที
- ถ้าเป็นแก๊สพิษให้ส่งสัญญาณเตือนภัยและอพยพคนออกจากบริเวณโดยด่วน
- หากไม่สามารถควบคุมไอแก๊สได้ ให้เคลื่อนย้ายถังแก๊สไปนอกบริเวณอาคารที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี แล้วปล่อยแก๊สออกสู่บรรยากาศ
- แจ้งบริษัทผู้รับผิดชอบถังแก๊สโดยด่วน
- หากการรั่วเกิดใกล้วาล์วหรือ regulator ให้ใช้เทคนิค contain and divert vapour และอาจเผาทิ้งหรือใช้สารเคมีดูดซับที่เหมาะสม หากแก๊สละลายน้ำได้ให้ผ่านลงน้ำหรือฉีดด้วยน้ำ (ระวังอันตรายที่ตามมาจากปฏิกิริยาของแก๊สกับน้ำ)

ข้อปฏิบัติทั่วไปเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากสารเคมีหกรั่วไหล

- ตรวจสอบภาชนะบรรจุสารเคมีเสมอ เมื่อเสื่อมสภาพให้เปลี่ยนภาชนะแล้วทำลายภาชนะทิ้งตามความเหมาะสม
- ควรตรวจสอบสภาพถังแก๊สทุกๆ 6 เดือนโดยผู้เชี่ยวชาญ และมีหมายเลขโทรศัพท์ขอบริษัทผู้จำหน่ายถังหรือผู้ตรวจสอบติดไว้ใกล้ถังแก๊สหรือโทรศัพท์เผื่อยามเกิดเหตุฉุกเฉิน

- ในการเคลื่อนย้ายสารเคมีเป็นระยะทางใกล้ๆ อย่าจับขวดสารเคมีที่คอขวดหรือหิ้วที่หูเพราะขวดอาจจะหล่นลงมาได้ ให้ใช้วิธีประคองไว้ โดยมีมืออีกข้างหนึ่งรองที่ก้นขวด

- ในการขนส่งสารเคมีในระยะทางไกล (ออกนอกบริเวณห้องปฏิบัติการ) ต้องมีตะกร้านิรภัยใส่ขวดอีกชั้นหนึ่งเสมอ

- การถ่ายเทสารเคมีในปริมาณมากๆ ให้ทำในตู้ดูดควัน

- ไม่ถ่ายเทสารจากขวดบรรจุสู่ภาชนะปากแคบโดยตรง ให้เทผ่านกรวยบีกเกอร์หรือภาชนะอื่นที่เหมาะสม

- มี MSDS และอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลพร้อมทั้งอุปกรณ์ทำความสะอาดอยู่ในห้องปฏิบัติการเสมอเพื่อจะสามารถหยิบใช้ได้ทันท่วงทีเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

2.4 ข้อปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุต่อตัวบุคคล

2.4.1 ข้อปฏิบัติเมื่อถูกแก้วบาด

- พยายามเขี่ยเศษแก้วที่มองเห็นชัดเจนออกจากบริเวณแผล

- ห้ามเลือดโดยใช้น้ำแข็งประคบ กดที่เส้นเลือด หรือรัดที่บริเวณเส้นเลือดที่นำไปสู่บาดแผลระวังอย่ารัดนานเกินไป

- ทำความสะอาดแผลและใส่ยา ปิดปากแผลให้มิดชิด

- หากแผลใหญ่หรือเลือดไม่หยุดให้นำส่งหน่วยอนามัยโดยเร็ว

2.4.2 ข้อปฏิบัติเมื่อถูกของร้อน

- แช่น้ำเย็นจัดหรือปิดแผลด้วยผ้าชุบน้ำจนหายอาการปวดแสบปวดร้อน

- ทายาขี้ผึ้งสำหรับไฟไหม้ และน้ำร้อนลวก

- หากแผลใหญ่หรือเลือดไม่หยุดให้นำส่งหน่วยอนามัย

2.4.3 ข้อปฏิบัติเมื่อสารเคมีหกรดผิวหนัง

- ถอดเสื้อผ้าบริเวณที่เปื้อนสารเคมีออกโดยเร็ว

- เช็ดหรือซับสารเคมีที่หกรดออกให้มากที่สุดโดยเร็ว

- ล้างบริเวณที่สารหกรดด้วยน้ำไหลปริมาณมากๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาทีหรือจนแน่ใจว่าชำระล้างสารออกหมดแล้ว

- หากทราบว่าสารที่หกรดคืออะไรดำเนินการต่อไปตามข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละสารตาม MSDS ในกรณีที่รุนแรงควรพบแพทย์ทันที

- กรด หลังจากล้างน้ำแล้วให้ชะล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเจือจาง

- ด่าง หลังจากล้างน้ำแล้วให้ชะล้างด้วยสารละลายกรดแอซิติกเจือจาง

- ฟีนอล หลังจากล้างน้ำแล้วให้ใช้กลีเซอรีนอิ่มตัวด้วยโบรมีนทา ถ้าปริมาณมากให้รีบส่งโรงพยาบาลทันที

2.4.4 ข้อปฏิบัติเมื่อสารเคมีกระเด็นเข้าตา

- ล้างตาทันทีโดยใช้อ่างล้างตาฉุกเฉิน (eye wash) หรือด้วยน้ำไหลปริมาณมาก ขณะล้างตาต้องพลิกเปลือกตา และกลอกตาไปมาเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที หรือจนแน่ใจว่าชำระสารออกหมดแล้ว

- นำส่งโรงพยาบาลโดยเร็ว

2.4.5 ข้อปฏิบัติเมื่อสูดแก๊สพิษ

- นำผู้ประสบอุบัติเหตุออกจากบริเวณอันตรายทันที ผู้ช่วยเหลือต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเอง ได้แก่เครื่องช่วยหายใจ เป็นต้น

- ปลดเสื้อผ้าให้หลวม ให้ออกซิเจนถ้าทำได้

- ถ้าหมดสติให้นอนคว่ำหน้า สังเกตว่าหยุดหายใจหรือไม่

- ถ้าหยุดหายใจ ให้ผายปอด ไม่ควรใช้วิธี mouth-to-mouth

- นำส่งโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุดโดยด่วน

2.5 ข้อปฏิบัติทั่วไปเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุต่อตัวบุคคล

- สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายเสมอ ได้แก่แว่นตานิรภัย เสื้อคลุมปฏิบัติการ รองเท้าที่ปิดมิดชิด และถุงมือยาง

- การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับแก๊สหรือสารระเหยที่เป็นพิษหรือมีกลิ่นเหม็นต้องทำในตู้ดูดควันและสวมหน้ากากป้องกันแก๊สหรือสารระเหย

- ห้ามเก็บ รับประทานอาหารหรือเครื่องดื่มในห้องปฏิบัติการ และห้ามใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการสำหรับใส่อาหารและเครื่องดื่ม

- อย่าทิ้งสิ่งของเกะกะบริเวณอ่างน้ำ ถึงเวลาจำเป็นจะต้องใช้จะได้มีที่ว่าง

- ตรวจสอบการทำงานของ safety shower และ eye wash อย่างสม่ำเสมอ อย่าวางของเกะกะในบริเวณดังกล่าว

2.6 สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี

ระบบสัญลักษณ์แสดงอันตรายที่รู้จักและนิยมใช้มี 4 ระบบ ได้แก่ ระบบ UN, ระบบ NFPA, ระบบ EEC และระบบ GHS ซึ่งสัญลักษณ์ของทั้ง 4 ระบบนั้น มีดังนี้

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

จำแนกสารที่เป็นอันตรายและเป็นเหตุให้ถึงแก่ความตายได้ หรือก่อให้เกิดความพินาศเสียหาย ออกเป็น 9 ประเภท (UN-Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือความ เสี่ยงในการเกิดอันตราย ดังนี้

ประเภทที่ 1 วัตถุระเบิด

ประเภทที่ 2 ก๊าซ

ประเภทที่ 3 ของเหลวไวไฟ

ประเภทที่ 4 ของแข็งไวไฟ

ประเภทที่ 5 วัตถุออกซิไดส์และออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์

ประเภทที่ 6 วัตถุมีพิษและวัตถุติดเชื้อ

ประเภทที่ 7 วัตถุกัมมันตรังสี

ประเภทที่ 8 วัตถุกัดกร่อน

ประเภทที่ 9 วัตถุอื่นๆ ที่เป็นอันตราย

2. ระบบ NFPA (The National Fire Protection Association)

ของสหรัฐอเมริกา กำหนดสัญลักษณ์แสดงอันตรายเป็นรูปเพชร (Diamond-shape) เพื่อใช้ในการป้องกันและตอบโต้ เหตุเพลิงไหม้ สัญลักษณ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่วางตั้งตามแนวเส้นทแยงมุม ภายในแบ่งออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อย ขนาดเท่ากัน 4 รูป ใช้พื้นที่กำกับ 4 สี ได้แก่ สีแดง สีน้ำเงิน สีเหลือง และสีขาว และใช้ตัวเลข 0 ถึง 4 แสดงถึงระดับอันตราย โดย 0 หมายถึงสารนั้นไม่ ก่อให้เกิดอันตรายและ 4 แสดงถึงอันตรายสูงสุด โดยแต่ละสีแสดงคุณสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้

สีแดง แสดงอันตรายจากไฟ (Flammable)

สีน้ำเงิน แสดงอันตรายต่อสุขภาพ (Health)

สีเหลือง แสดงความไวต่อปฏิกิริยาของสาร (Reactivity)

สีขาว แสดงคุณสมบัติพิเศษของสาร (Special hazard)

โดยมีสัญลักษณ์ต่างๆ คือ

W หมายถึง สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ (Water reactive)

Ox หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นตัวออกซิไดซ์ (Oxidizer)

Cor หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน (Corrosive)

3. ระบบ EEC (The European Economic Council)

ตามข้อกำหนดของประชาคมยุโรป ที่ 67/548/EEC สัญลักษณ์แสดงอันตราย

จะแบ่งออกตามประเภทของอันตราย โดยใช้รูปภาพสีดำเป็นสัญลักษณ์แสดงอันตรายบน พื้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีส้ม และมีอักษรย่อกำกับที่มุมขวา ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้ปรากฏอยู่ที่ฉลากของ สารเคมีที่ใช้ในสหภาพยุโรป

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

เป็นระบบการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์เคมีและการติดฉลากที่องค์การสหประชาชาติได้กำหนดขึ้น เพื่อให้เป็นระบบสากลในการจำแนกหรือการจัดกลุ่มความเป็นอันตรายและการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมี ในรูปแบบของการแสดงฉลากและเอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS) ที่เป็นระบบเดียวกันทั่ว โลก สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard Pictogram) ตามระบบสากล GHS ได้กำหนดไว้ 9 รูป

สัญลักษณ์ทั้ง 4 ระบบนี้ จะปรากฏบนฉลากผลิตภัณฑ์และหีบห่อเพื่อประโยชน์ในการ จัดการเตรียมความพร้อมด้านความปลอดภัยและตอบโต้เหตุฉุกเฉิน รวมทั้งประโยชน์ในการจัดเก็บ ตามชนิดของอันตรายของสารเคมี

ประเภทอันตราย	สัญลักษณ์ของระบบ UN	สัญลักษณ์ของระบบ EEC	สัญลักษณ์ของระบบ GHS	ตัวอย่างสารเคมี
Explosives วัตถุระเบิด	class 1.1 1.2 1.3	E		ระเบิด เผาไหม้ ประทัด
Gases ก๊าซ	Class 2			ก๊าซหุงต้ม ไนโตรเจน
Oxidizing วัตถุออกซิไดซ์	class 5	O		ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
Highly flammable วัตถุไวไฟสูง	class 4	F		ฟอสฟอรัสหรือไม้ขีดไฟ
Extremely flammable วัตถุไวไฟสูงมาก	class 3	F+		แก๊สไฮโดรเจน แอลกอฮอล์
Toxic วัตถุมีพิษ	class 6	T		ไซยาไนด์ อาร์เซนิก สารกำจัดศัตรูพืช
Very toxic วัตถุมีพิษรุนแรง		T+		
Harmful วัตถุอันตราย		Xn		
Irritant วัตถุระคายเคือง	class 8	Xi		โซเดียมไฮโปคลอไรต์
Corrosive วัตถุกัดกร่อน		C		กรดเกลือ กรดกำมะถัน
Dangerous for environment วัตถุที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	class 9	N		แอสเบสตอส
Health hazard symbol สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ				สารประกอบของแคดเมียม

ภาพที่ 1 สรุปข้อมูลอันตรายและการเปรียบเทียบกับสัญลักษณ์ของระบบต่างๆ

ที่มาของภาพ : ศูนย์บริหารความปลอดภัย

2.7 การจัดการของเสียของห้องปฏิบัติการเคมี

กระบวนการทดสอบต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ ทำให้มีของเสียและขยะเกิดขึ้น การจำแนกประเภทของเสียของห้องปฏิบัติการ แบ่งออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ
ของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Hazardous Waste)
ของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste)

ตารางที่ 2 การกำจัดของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Hazardous Waste)

ประเภท	การกำจัด
ของแข็ง ได้แก่ กระดาษ พลาสติก แก้ว	นำไป Reuse Recycle กำจัดทิ้ง ตามสภาพความเหมาะสม
ของเหลว ได้แก่ ตัวอย่างน้ำที่ไม่มีความเป็นพิษ สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นของโลหะไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน	เททิ้งลงอ่างและเปิดน้ำตาม อย่างน้อย 2 เท่าของปริมาณของของเสีย

ตารางที่ 3 การกำจัดของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste)

ประเภท	การกำจัด
ของแข็ง ได้แก่ สารเคมีหมดอายุ	รวบรวมเพื่อส่งกำจัด
ของเสียที่มีความเป็นพิษต่อสุขภาพสูง เป็นสารก่อมะเร็งหรือมีผลกระทบต่อระบบพันธุกรรม เช่น Cyanide Waste, Chloroform, Formaldehyde, Acrylate, Pyridine เป็นต้น	เก็บใส่ภาชนะบรรจุ และกำจัดทิ้งต่อไป
สารอินทรีย์ที่ไม่มีสารเฮโลเจนเป็นส่วนผสม (Non Halogenated Solvent) ได้แก่ ของเสียที่มี Acetone, Ether, Hexane, Methanol และ Acetonitrile ผสมอยู่	สามารถ Reuse นำกลับมาใช้ใหม่ได้ หากมีสารอื่นเจือปนให้เก็บใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิทหรือถัง PE เพื่อรอส่งกำจัดต่อไป
สารละลายกรด-ด่าง ที่มีโลหะผสมปริมาณสูง (Acidic Aqueous with Metals) ได้แก่ โครเมียม ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็กแมงกานีส สังกะสี โคบอลต์นิกเกิลเงิน ดีบุก พลวง ทังสเตน	ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนของโลหะผสม แยกส่วนน้ำใสส่วนบนออกนำไปปรับ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้เป็นกลาง เพื่อกำจัดทิ้งโดยการทิ้งลงอ่างละเปิดน้ำตาม ส่วนตะกอนโลหะผสมนำไปรวบรวมจัดเก็บในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะผสมเพื่อรอส่งกำจัดต่อไป

3. จรรยาบรรณวิชาชีพ

ผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ได้ยึดหลักจรรยาบรรณนักวิทยาศาสตรตามประกาศของคณะวิทยาศาสตร มหาวิทยาลัยศิลปากรดังนี้

1. เปนผูมีศีลธรรมและคุณธรรมในการดำรงชีวิตและในการประกอบอาชีพ

2. ประกอบอาชีพโดยความซื่อสัตยสุจริต ไมรับทรัพยสินหรือผลประโยชน์อยางใดสำหรับตนเองหรือผูอื่นโดยมิชอบ

3. ตองมีวินัยในตนเอง พัฒนาตนเองด้านวิชาชีพ บุคลิกภาพและวิสัยทัศนใหทันตอการพัฒนาทางวิชาการ เศรษฐกิจและสังคม

4. ตองไมทำงานทางวิทยาศาสตรที่ขัดตอความสงบเรียบรอย ศีลธรรมอันดี ของประชาชนและความมั่นคงของชาติ

5. ประพฤติตนเปนผูตรงต่อเวลาและปฏิบัติหนาที่อยางเต็มกำลังความสามารถ ดำรงตนเปนที่เชื่อถือของบุคคลอื่น รอบคอบ ขยันหมั่นเพียร ถูกตองสมเหตุสมผล โดยคำนึงถึงประโยชนองคกรเป็นสิ่งสำคัญ

6. พึงชวยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันอยางสรางสรรค โดยยึดมั่นในระบบคุณธรรม สรางความสามัคคีในหมูคณะ

7. ประพฤติปฏิบัติตนเปนผู้นำในการอนุรักษวัฒนธรรม ภูมิปัญญา สิ่งแวดลอม รักษาผลประโยชนของสวนรวมและยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตย

8. มีจรรยาบรรณของนักวิจัยตามที่สภาวิจัยกำหนดไว้

สรุป จรรยาบรรณในวิชาชีพผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ผู้เขียนคู่มือได้นำหลักการพื้นฐานของจรรยาบรรณวิชาชีพมาใช้ในการปฏิบัติงานภายใต้กฎระเบียบ ข้อบังคับของมหาวิทยาลัย เช่นประกอบอาชีพโดยความซื่อสัตยสุจริต ไมรับทรัพยสินหรอผลประโยชน์อยางใดสำหรับตนเองหรือผูอื่นโดยมิชอบ ไมทำงานทางวิทยาศาสตรที่ขัดตอความสงบเรียบร่อย ศีลธรรมและความมั่นคงของชาติและเปนผูตรงต่อเวลาและปฏิบัติหน้าที่อยางเต็มกำลังความสามารถ ดำรงตนเปนที่เชื่อถือของบุคคลอื่น รอบคอบ ขยันหมั่นเพียร ถูกตองสมเหตุสมผล โดยคำนึงถึงประโยชนองคกรเป็นสำคัญ

4. หลักการปฏิบัติงาน PDCA

การพัฒนากระบวนการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการต้องดำเนินการตามกระบวนการหลักการปฏิบัติงาน PDCA เป็นหลักในการปฏิบัติงาน ดังนี้

ตารางที่ 4 หลักการปฏิบัติงาน PDCA

หลักการปฏิบัติงาน PDCA	รายละเอียดในการปฏิบัติงานตามหลักการ PDCA
P = Plan (การวางแผน)	1.ศึกษาข้อมูลตามหนังสือปฏิบัติการ 2.ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน 3.คิด คำนวณถึงจำนวน และปริมาณของสารเคมีและอุปกรณ์ต่อจำนวนนักศึกษา
D = Do (การปฏิบัติตามแผน)	1.จัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานภาระงานที่จะเขียนในคู่มือ 2.จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับ การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปในทิศทางเดียวกัน 3.รวบรวมและตรวจสอบสารเคมีและอุปกรณ์ต่างๆให้ถูกต้อง 4.พบปัญหา อุปสรรค รีบแก้ไขโดยพลัน
C = Check (ตรวจสอบการปฏิบัติตามแผน)	1.ตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ และสารเคมีที่เกี่ยวข้อง 2.การดำเนินการในภาระงานที่รับผิดชอบดำเนินการตามขั้นตอนการปฏิบัติที่ปรากฏในบทที่ 4 3.รายงานผลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง
A = Act (ปรับปรุงแก้ไข)	1.ประเมินความพึงพอใจของผู้รับบริการ(นักศึกษา อาจารย์ผู้สอน) 2.สรุปผลเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาและปรับปรุงในการเตรียมครั้งต่อไป 3. มีระบบเอกสารที่เกี่ยวข้องให้มีการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยที่สามารถส่งต่อกันได้เมื่อเปลี่ยนผู้รับผิดชอบ และใช้ต่อยอดความรู้ในทางปฏิบัติ ให้การพัฒนาความปลอดภัยเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง

บทที่ 4
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ภาระงานที่รับผิดชอบของนักวิทยาศาสตร์มีความหลากหลาย เช่น การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาต่างๆ ในงานวิจัยทั้งอาจารย์และนักศึกษา การดูแลเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการเรียนการสอน รวมทั้งการให้บริการต่างๆ แก่นักศึกษาตามความจำเป็น ดังนั้น ผู้เขียนคู่มือการปฏิบัติงานในฐานะของนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ จากการปฏิบัติงานที่ผ่านมาว่าพบปัญหา อุปสรรค อย่างไรบ้าง การวางแผนการปฏิบัติงาน โดยได้รับมอบหมายงานให้ปฏิบัติงานในสังกัดปฏิบัติงานทุกรอบการประเมิน พร้อมเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน และสอดคล้องตามมาตรฐานการปฏิบัติงานของบุคลากรสังกัด การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

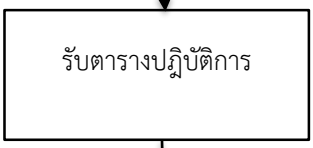
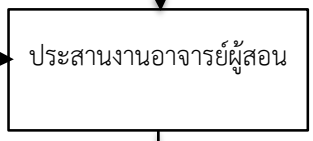
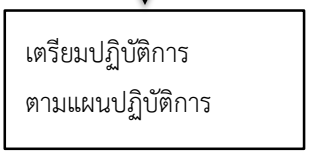
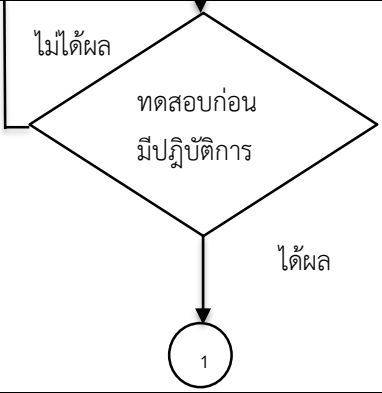
การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้จัดทำมีหน้าที่ความรับผิดชอบ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 เป็นต้นมา ทำให้มีเทคนิคและแนวทางการคิดวิเคราะห์ที่เป็นแบบแผนโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

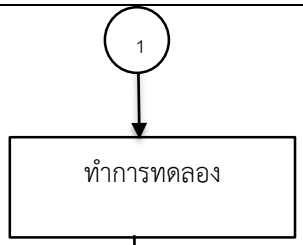
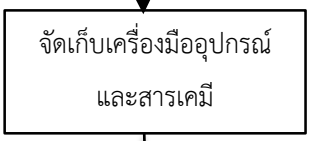
1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน
3. การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

1.ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐาน 513 343 ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่มีความสอดคล้องกับปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจและเป้าหมายของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้จัดทำคู่มือจึงนำเสนอขั้นตอนในการปฏิบัติงานในรูปแบบผังงาน (Flowchart) แสดงลำดับการปฏิบัติงาน พร้อมรายละเอียดงานโดยสังเขป ดังนี้

ตารางที่ 5 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow Chart)

ขั้นตอนที่	ผังกระบวนการ	รายระเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา
1		รับตารางปฏิบัติการมาศึกษารายละเอียด	อาจารย์ประจำวิชา / นักวิทยาศาสตร์	ตารางปฏิบัติการ	0.5 วัน
2		ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนในรูปแบบการจัดห้อง ความต้องการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ และการจัดวางสารเคมีต่างๆ	นักวิทยาศาสตร์	ตารางปฏิบัติการ/หนังสือปฏิบัติการ	1 วัน
3		วางแผนในการจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา รวมทั้งสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมกับการทดลอง	นักวิทยาศาสตร์	หนังสือปฏิบัติการ	1 วัน
4		จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีตามแผนที่วางไว้ มีการตรวจสอบเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน อุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีจัดให้ถูกต้องเพียงพอและครบถ้วน ความพร้อมของสถานที่โสตทัศนูปกรณ์และสภาพแวดล้อมภายในห้องให้เหมาะสม	นักวิทยาศาสตร์	หนังสือปฏิบัติการ	2 วัน
5		ทดลองตามวิธีการทดลองในปฏิบัติการนั้นๆ หากไม่ได้ผลตามการทดลองให้ย้อนกลับไปในขั้นตอนที่ 2 ประสานงานกับอาจารย์ หากได้ผลตรงตามการทดลองให้จัดเตรียมสำหรับนักศึกษาทำการทดลอง	นักวิทยาศาสตร์	หนังสือปฏิบัติการ	1 วัน

ขั้นตอนที่	ผังกระบวนการ	รายระเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา
6		นักศึกษาทำปฏิบัติการตามวิธีการทดลอง โดยมีนักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกขณะทำปฏิบัติการ	อาจารย์ประจำวิชา / นักวิทยาศาสตร์	หนังสือปฏิบัติการ	1 วัน
7		จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมีเมื่อปฏิบัติการเสร็จเรียบร้อย หากมีการชำรุดให้ส่งซ่อม	นักวิทยาศาสตร์		0.5 วัน

2. วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน

2.1 ขั้นเตรียมการ

ในการเขียนคู่มือปฏิบัติงาน เรื่องการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐาน 513 343 ซึ่งในรายวิชาดังกล่าว มีทั้งหมด 12 บทปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1
เทคนิคทั่วไปของปฏิบัติการชีวเคมี
General Biochemical Laboratory Procedures

1.สารเคมี

1.1.0 M Sodium citrate buffer pH 2.4	จำนวน 500 ml
2. Bromophenol blue	จำนวน 0.335 g
3. 95% Ethanol	จำนวน 500 ml
4.น้ำกลั่น	จำนวน 5000 ml

2.เครื่องมือ

1. Spectrophotometer	จำนวน 7 เครื่อง
2. Plastic cuvette	จำนวน 7 อัน

3.อุปกรณ์

1.ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml	จำนวน 9 ขวด
2.ปิเปตขนาด 5 ml	จำนวน 9 อัน
3.ปิเปตขนาด 1 ml	จำนวน 18 อัน
4.ขวด ขนาดขนาด 60 ml	จำนวน 18 ขวด

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

1. 0.1M Sodium citrate buffer pH 2.4 (ใช้ 45 ml ต่อกลุ่ม)

นำ stock 1.0 M Sodium citrate buffer pH 2.4 มา 500 ml ปรับปริมาตรเป็น 5 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะพร้อมปิเปตขนาด 5 ml

2 .0.5mM Bromophenol blue (ใช้ 1 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Bromophenol blue 0.335 g ละลายแล้วปรับปริมาตร เป็น 1 L ด้วย 95% Ethanol

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปตขนาด 1 ml

3. 95% Ethanol (ใช้ 5 ml ต่อกลุ่ม)

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปตขนาด 1 ml

บทปฏิบัติการที่ 2
พีเอช และ บัฟเฟอร์
pH and Buffer

1.สารเคมี

1. conc. Acetic acid	จำนวน 231 ml
2. Sodium acetate	จำนวน 238.02 g
3. conc. Hydrochloric acid	จำนวน 125 ml
4. Sodium hydroxide	จำนวน 12 g
5. Potassium hydroxide	จำนวน 67.33 g
6. Glycine	จำนวน 45.04 g
7. น้ำกลั่น	จำนวน 74 L

2.เครื่องมือ

1. pH meter ต้อง calibrate ให้ก่อนใช้	จำนวน 18 เครื่อง
2. magnetic bar	จำนวน 18 อัน
3. Stirrer	จำนวน 18 เครื่อง
4 Burette.	จำนวน 18 อัน
5. Stand clamp	จำนวน 18 อัน

3.อุปกรณ์

1.ขวด ขนาด 2.5 L	จำนวน 20 ขวด
2.ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml	จำนวน 27 ขวด
3.ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 ml	จำนวน 18 ขวด
4.กระบอกตวง 25 ml	จำนวน 20 อัน
5.บีกเกอร์ขนาด 250 ml	จำนวน 20 ใบ

4. วิธีการเตรียมสารเคมี

1. 0.1 M Acetic acid (ใช้ 125 ml ต่อกลุ่ม)

นำ conc.Acetic acid มา 85.7 ml ปรับปริมาตรทำเป็น 15 L ด้วยน้ำกลั่น แบ่งใส่ขวดขนาด 2.5 Lวางริมหน้าต่างพร้อมบีกเกอร์ขนาด 250 mlและกระบอกตวง 25 ml

2. 0.5 M Acetic acid (ใช้ 125 ml ต่อกลุ่ม)

นำ conc.Acetic acid มา 142.8 ml ปรับปริมาตร 15 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดขนาด 2.5 Lวางริมหน้าต่างพร้อมบีกเกอร์ขนาด 250 mlและกระบอกตวง 25 ml

3. 0.1 M Sodium acetate (ใช้ 125 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Sodium acetate 204 g ละลายน้ำปรับปริมาตร 15 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดขนาด 2.5 Lวางริมหน้าต่างพร้อมบีกเกอร์ขนาด 250 m และกระบอกตวง 25 ml

4. 0.5 M Sodium acetate (ใช้ 25 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Sodium acetate 34.02 g ละลายน้ำปรับปริมาตร 5 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดขนาด 2.5 L ริมหน้าต่างพร้อมบีกเกอร์ขนาด 250 ml และกระบอกตวง 25 ml

5. 0.1 M Hydrochloric acid (ใช้ 17.5 ml ต่อกลุ่ม)

นำ conc.hydrochloric acid มา 25 ml ปรับปริมาตร 3 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะ

6. 0.1 M Sodium hydroxide (ใช้ 17.5 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Sodium hydroxide 12 g ละลายน้ำปรับปริมาตร 3 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะ

7. 0.2 M Hydrochloric acid (ใช้ 17.5 ml ต่อกลุ่ม)

นำ conc.hydrochloric acid มา 100 ml ปรับปริมาตร 6 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะ

8. 0.2 M Potassium hydroxide (ใช้ 40 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Potassium hydroxide 67.33 g ละลายน้ำปรับปริมาตร 6 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 ml วางบนโต๊ะ

9. 0.1 M Glycine (ใช้ 40 ml ต่อ กลุ่ม)

ชั่ง Glycine 45.04 g ละลายน้ำปรับปริมาตร 6 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 ml วางบนโต๊ะ

บทปฏิบัติการที่ 3
โปรตีน 1 สมบัติในการมีประจุไฟฟ้าของกรดอะมิโนและโปรตีน
Protein I Charge Properties of Amino acids and Proteins

1.สารเคมี

1. 1.0 M Sodium citrate buffer pH 5.25	จำนวน 1750 ml
2. Glycine	จำนวน 0.2 g
3. Arginine	จำนวน 0.2 g
4.Ninhydrin	จำนวน 0.4 g
5. 95% Ethanol	จำนวน 2200 ml
6. Sodium Hydroxide	จำนวน 20 g
7. 8-Hydrohyquinoline	จำนวน 0.08 g
8. NaOCl (ไฮเตอร์)	จำนวน 50 ml
9. Urea	จำนวน 10 g
10. Dowex 50W X 8p.a. H^+ (50-100 mesh)	จำนวน 50 g
11. 1.0 M Tris-HCl pH 8.9	จำนวน 250 ml
12. coomassie brilliant blue R-250	จำนวน 2.5 g
13. methanol	จำนวน 1 L
14. conc. Acetic acid	จำนวน 500 ml
15. sucrose	จำนวน 8 g
16. bromophenol blue	จำนวน 0.1 g
17. หัวผักกาด	จำนวน 1 กรัม
18. ไข่ขาว	จำนวน 2 ml
19. O-phenylenediamine	จำนวน 0.2 g
20. 1.0M acetate buffer pH 5.5	จำนวน 25 ml
21. 30% H_2O_2	จำนวน 3 ml
22. acrylamide	จำนวน 60 g
23. N,N-Methylenebisacrylamide	จำนวน 1.6 g
24. N,N,N',N'-tetramethylenediamine (TEMED)	จำนวน 1 ml
25. Ammonium persulfate	จำนวน 1 g
26. น้ำกลั่น	จำนวน 20 L

2.เครื่องมือ

1.อ่างน้ำเดือด พร้อม rack	จำนวน 3 เครื่อง
2. vortex	จำนวน 9 เครื่อง
3. stand clamp	จำนวน 45 อัน

3.อุปกรณ์

1.ขวด ขนาด 60 ml	จำนวน 36 ขวด
2.ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml	จำนวน 18 ขวด
3.ขวด ขนาด 2.5 L	จำนวน 2 ขวด
4.ขวด ขนาด 1 L	จำนวน 2 ขวด
5.ขวดพลาสติก ขนาด 1 L	จำนวน 2 ขวด

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

ตอนที่ 1

1. Buffer HS. (High salt) = 0.3 M Sodium citrate buffer pH 5.25 (ใช้15 mlต่อกลุ่ม)

นำ stock 1.0M Sodium citrate buffer pH 5.25 มา 1750 mlปรับปริมาตร 5 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะ

2. Buffer LS. (Low salt) = 0.035M Sodium citrate buffer pH 5.25 (ใช้ 15 ml ต่อกลุ่ม)

นำ Buffer HS. มา 500 ml ปรับปริมาตร 5 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะ

3. 0.2 % Glycine+Arginine in Buffer LS (ใช้ 0.5 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Glycine 0.2 g และ Arginine 0.2 g มาผสมกัน ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย Buffer LS

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปตขนาด 1 ml

4. 0.2 % Ninhydrin in ethanol (ใช้ 5 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Ninhydrin 0.4 g ละลาย แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วย 95 % ethanol

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปตขนาด 1 ml

5. 10% Sodium Hydroxide (ใช้ 10 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Sodium Hydroxide 20 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางข้างหน้าต่างพร้อมบีกเกอร์ 250 ml และ กระบอกตวง 25 ml

6. 0.04% 8-Hydrohyquinoline in Ethanol (ใช้ 10 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง 8-Hydrohyquinoline 0.08 g ละลาย แล้วปรับปริมาตรเป็น 2 L ด้วย 95%ethanol

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปตขนาด 1 ml

7. NaOCl (ไฮเตอร์) (ใช้ 20 หยด ต่อกลุ่ม)

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อม Dropper

8. 5% Urea (ใช้ 10 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Urea 10 g ละลาย แล้วปรับปริมาตรเป็น 2 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด dispenser ตั้ง 1 ml วางริมหน้าต่าง

9. Dowex 50W X 8p.a. H^+ (50-100 mesh) กลุ่มละ 1 อัน เป็นตัวนำมาทำคอลัมน์ เดิมเก็บใน 0.1 M HCl

ก่อนใช้ นำมาล้างด้วยน้ำ 1 ครั้ง เทออก แล้วล้างด้วย 6M NaOH อีก 3-4 รอบเพื่อให้อยู่ในรูป Na^+ จนได้ pH >9 จึงล้างออกด้วยน้ำหลายๆ รอบให้ pH = 7 จึงนำมา pack column แบบ หลอดหยดที่ใส่สำลีไว้ที่ปลายและเสียบด้วยสายยางขนาดเล็ก pack สง ประมาณ 2.5 Cm^3 (ครึ่งคอลัมน์) แล้วปิดด้วยพาราฟิล์ม เพื่อไม่ให้น้ำไหลออก วางบนโต๊ะ พร้อมคลิปดำ

ตอนที่ 2

1. Destain = 10% Ethanol ใช้เป็นสารล้างสีส่วนเกินจากแผ่นเจล

นำ Ethanol 95% มา 20 ml ปรับปริมาตร 2 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางไว้ที่จุด run gel

2. Running buffer = 0.05M Tris-HCl pH 8.9ใช้สำหรับเทใส่ chamber ของ electrophoresis

นำ stock 1M Tris-HCl pH 8.9 มา 250 ml ปรับปริมาตร 5 L ด้วยน้ำกลั่น

3. Stain (เป็นสีสำหรับย้อมเจล) = 0.25 % coomassie brilliant blue R-250 in methanol : water : acetic acid (5 :5:1)

ชั่ง coomassie brilliant blue R-250 2.5 g ละลายใน สารละลายผสม methanol : water : acetic acid ปรับปริมาตร 2 L

แบ่งใส่ขวด วางไว้ที่จุด run gel

4. Solubilizing solution = 40% sucrose + bromophenol blue

ชั่ง sucrose 8 g ละลายน้ำ 20 ml หยด bromophenol blue เล็กน้อย ให้กลายเป็นสีน้ำเงิน

5. Sample load gel (เป็นสารตัวอย่างสำหรับ load ในช่องเจล)

หัวผักกาด 1 กรัม บดให้ละเอียด ในน้ำ 5 ml ผสมกับ 2% ไข่ขาว ในอัตาส่วน 1: 1 ก่อนใช้ นำมาผสมกับ Solubilizing solution อีกที ในอัตาส่วน 1: 1

แบ่งใส่ขวด vial เก็บไว้ในตู้เย็น

6. Substrate solution for activity stain peroxidase

ชั่ง O-phenylenediamine 0.2 g + 0.05M acetate buffer pH 5.5 500 ml + 30% H_2O_2 3 ml ผสมกัน

แบ่งใส่ขวด วางไว้ที่จุด run gel

7. 30 % acrylamide + 0.8 % N,N-Methylenebisacrylamide (ใช้สำหรับเตรียม เจล)

ชั่ง acrylamide 60 g ผสมกับ N,N-Methylenebisacrylamide 1.6 g ละลายน้ำ ปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วยน้ำกลั่น

8. N,N,N',N'-tetramethylenediamine (TEMED)

เป็นของเหลว แช่ในตู้เย็น

9. 10 % Ammonium persulfate(เตรียมสด) (ใช้สำหรับเตรียม เจล)

ชั่ง Ammonium persulfate 1 g ละลายในน้ำกลั่นเป็น 10 ml

10. Polyacrylamide gel electrophoresis

1 แผ่น มี 10 ช่อง ใช้ 1 กลุ่ม ต่อ 1 ช่อง

<u>วิธีผสมสารเพื่อเตรียม Polyacrylamide gel electrophoresis</u>

a. 0.05 M running buffer	26	ml
b. 30 % acrylamide + 0.8 % N,N-Methylenebisacrylamide	4	ml
c. N,N,N',N'-tetramethylenediamine (TEMED)	15	ml
d. 10 % Ammonium persulfate	120	ml

สารที่ผสมนี้สำหรับเตรียมเจล 5 แผ่น ถ้าต้องการเตรียมมากขึ้น ก็เพิ่มตามอัตราส่วน โดยเจล 1 แผ่น ใช้สารละลาย 6 ml

ผสมสร็จรีบเทใส่ ชุดเตรียมเจล แล้วเสียบ comb ด้านบน แล้วคอยให้เจลแข็งตัว

สิ่งที่ต้องจัดสำหรับชุด run gel

1. Polyacrylamide gel electrophoresis 1 ช่องเจล ต่อ 1 กลุ่ม
2. Stain
3. Sample load gel
4. activity stain peroxidase
5. Destain
6. กล่องย้อมสี 2 กล่องต่อ 1 ชุด
7. Power supply
8. Autopipette 2-20 µl

บทปฏิบัติการที่ 4
โปรตีน 2 เจลฟิวเตชั่นและสมบัติบางประการของโปรตีน
Protein 2 Gel Filtration and Some Properties of Proteins

1.สารเคมี

1. 1 M Phosphate buffer pH 7	จำนวน 100 ml
2. Sodium dithionite	จำนวน 5 g
3. เลือดหมู	จำนวน 10 ml
4. Potassium ferricyanide	จำนวน 5 g
5. Bovine Serum Albumin	จำนวน 10 g
6. copper sulfate	จำนวน 1.5 g
7. Potassium sodium tartrate	จำนวน 6 g
8. Sodium hydroxide	จำนวน 30 g
9. Potassium iodide	จำนวน 1 g
10.ไข่ไก่	จำนวน 5 ฟอง
11. Proline	จำนวน 0.1 g
12. Histidine	จำนวน 0.1 g
13. Tyrosine	จำนวน 0.1 g
14. Ninhydrin	จำนวน 5 g
15. Acetone	จำนวน 1 L
16. น้ำกลั่น	จำนวน 7 L

2.เครื่องมือ

1.Spectrophotometer	จำนวน 7 เครื่อง
2.Cell plastic	จำนวน 7 อัน
3.Stand clamp	จำนวน 45 อัน
4.กระดาษกรอง 7 ซม.	จำนวน 3 กล่อง
5.ตู้อบ 100° C	จำนวน 1 ตัว
6.vortex	จำนวน 9 เครื่อง

3.อุปกรณ์

1.คอลัมน์แบบหลอดหยด	จำนวน 100 อัน
2.ขวด ขนาด 60 ml	จำนวน 45 ขวด
3.ขวด vial	จำนวน 36 ขวด
4.หลอดหยด	จำนวน 9 อัน
5.ปิเปตขนาด 1 ml	จำนวน 18 อัน
6.ขวด Dispenser	จำนวน 3 ขวด
7.ขวด ขนาด 1 L	จำนวน 2 ขวด
8. forcep	จำนวน 2 อัน
9. petridish	จำนวน 2 อัน

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

ตอนที่ 1.

1. Sephadex G-25 (ใช้ 1 อันต่อกลุ่ม)

นำมาแช่ใน 50 mM Phosphate buffer pH 7 ถ้ามีของเก่าที่แช่ใน sodium azide ให้นำมาล้างน้ำหลายๆรอบ แล้วแช่ใน 50 mM Phosphate buffer pH 7 จากนั้นนำมา pack column แบบหลอดหยด ให้เหลือช่องว่างด้านบน 1.5 ซม.เพื่อหยดสารตัวอย่าง อย่าให้มีฟองอากาศ แล้วปิดด้วยพาราฟิล์ม

วางบนโต๊ะพร้อมคลิปดำ

2. 50 mM Phosphate buffer pH 7

นำ stock 1 M Phosphate buffer pH 7 มา 100ml ปรับปริมาตรเป็น 2 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะ

3. Sodium dithionite (ใช้ 1 ช้อนเล็กต่อกลุ่ม)

ต้องใช้ของใหม่ที่เป็นผงร่วน ถ้าจับตัวเป็นก้อน จะใช้ไม่ได้ การทดสอบคือ นำไปใส่น้ำ ถ้ามีฟองก็แสดงว่ายังใช้ได้

แบ่งใส่ขวด vial วางบนโต๊ะพร้อมช้อนขนาดเล็ก

4. Hemoglobin (ใช้ 0.25 mlต่อกลุ่ม)

นำเลือดหมู มา centrifuge 10000 รอบ 10 นาที นำส่วนใสมาใช้

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

5. 5% Potassium ferricyanide (ใช้ 1 หยดต่อกลุ่ม)

ชั่ง Potassium ferricyanide 5 g ละลายน้ำ ทำเป็น 100 ml

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมหลอดหยด

ตอนที่ 2.

1. 10 mg/ml โปรตีนมาตรฐาน (Bovine Serum Albumin : BSA) (ใช้ 3 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง BSA 10 g ละลาย แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

2. Biuret reagent (ใช้ 40 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง copper sulfate 1.5 g + Potassium sodium tartrate 6 g + 10% NaOH 300 ml (ชั่ง NaOH 30 g ละลายน้ำ ทำเป็น 300ml) + Potassium iodide 1 g ละลายรวมกัน ปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น (ถ้าเตรียมมากก็เพิ่มตามอัตราส่วน)

แบ่งใส่ขวด dispenser ตั้งค่า 4 ml วางริมหน้าต่าง

3. Unknown Protein (ใช้ 1.6 ml ต่อกลุ่ม)

ใช้ไข่ไก่ 5 ฟอง แยกเอาเฉพาะไข่ขาว เติมน้ำให้เป็น 250 ml แล้วเจือจางด้วยน้ำอีก 1:4 แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

ตอนที่ 3.

1. 0.5% Proline in water

ชั่ง Proline 0.1 g ละลายน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 20 ml

2. .5% Histidine in water

ชั่ง Histidine 0.1 g ละลายน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 20 ml

3. 0.5% Tyrosine in 0.2 M HCl

ชั่ง Tyrosine 0.1 g ละลายใน 0.2 M HCl ปรับปริมาตรเป็น 20 ml

สารละลายทั้ง 3 ตัวนี้ แบ่งใส่ ependrop tube วางใน rack plastic พร้อม capillary tube วางริมหน้าต่าง

4. 0.5 % Ninhydrin in acetone

ชั่ง Ninhydrin 5 g ละลายด้วย acetone ปรับปริมาตรเป็น 1 L

แบ่งใส่ขวด วางในตู้ดูดควัน พร้อม petridish และ forcep

บทปฏิบัติการที่ 5
การวัดการทำงานของเอนไซม์และหน่วยของเอนไซม์
Enzyme Assays and Enzyme units

1.สารเคมี

1. starch	จำนวน 30 g
2. Iodine	จำนวน 3.8 g
3. Potassium iodide	จำนวน 59.76 g
4. สับปะรด	จำนวน 2 ผล
5. นมรสจืด	จำนวน 4 L
6. 1 M Acetate buffer pH 5.0	จำนวน 300 ml
7. Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	จำนวน 9.3 g
8. Potassium ferricyanide	จำนวน 3.29 g
9. Mercuric chloride	จำนวน 13.575 g
10. 2-mercaptoethanol	จำนวน 10 ml
11. 1 M Tris-HCl pH 7.0	จำนวน 500 ml
12.Sodium fluoride	จำนวน 21 g
13. Catechol	จำนวน 2.2 g
14. มันฝรั่ง	จำนวน 100 g
15. น้ำกลั่น	จำนวน 14 L

2.เครื่องมือ

1 Spectophotometer	จำนวน 7 เครื่อง
2. Votex	จำนวน 9 เครื่อง
3.Plastic cell	จำนวน 7 อัน

3.อุปกรณ์

1.ขวด ขนาด 60 ml	จำนวน 74 ขวด
2.ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml	จำนวน 9 ขวด
3.หลอดหยด	จำนวน 11 อัน
4.ปิเปต 1 ml	จำนวน 45 อัน
5.ปิเปต 5 ml	จำนวน 9 อัน
6.ปิเปต 10 ml	จำนวน 9 อัน
7.ขวด Dispenser	จำนวน 6 ขวด

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

ตอนที่ 1.

1. 1% starch (ใช้ 30 mlต่อกลุ่ม)

ชั่ง starch 30 g ละลายในน้ำต้มเดือดปรับปริมาตรเป็น 3 L

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะ

2. Iodine solution = 0.01 M Iodine+0.12 M KI (ใช้ 30 mlต่อกลุ่ม)

ชั่ง Iodine 3.8 g ผสมกับ KI 59.76 g ละลายน้ำ ปรับปริมาตรเป็น 3 L

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมหลอดหยด

ตอนที่ 2.

1. น้ำสับปะรด (ใช้ 3.5 mlต่อกลุ่ม) เตรียมสด

นำสับปะรดสุก ปอกเปลือก ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง (1 ลูก ได้ประมาณ 300 ml)

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

2. นมรสจืด (ใช้ 40 mlต่อกลุ่ม)

ใช้นมรสจืด ตราเมจิ

แบ่งใส่ขวด dispenser ตั้งค่า 5 ml วางริมหน้าต่าง

3. 0.3 M Acetate buffer pH 5.0 (ใช้ 4.5 ml ต่อกลุ่ม)

นำ stock 1 M Acetate buffer pH 5.0 มา 300 ml ปรับปริมาตรเป็น 1 L

แบ่งใส่ขวด dispenser ตั้งค่า 5 ml วางริมหน้าต่าง

4. 0.25 M EDTA (ใช้ 1 mlต่อกลุ่ม)

ชั่ง EDTA 9.306 g ละลายน้ำกลั่นโดยใช้ความร้อนช่วย ปรับปริมาตรเป็น 100 ml

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

5. 0.1 M Potassium ferricyanide (ใช้ 1 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Potassium ferricyanide 3.29 g ละลายน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 ml

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

6. 0.5 mM Mercuric chloride (ใช้ 1 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Mercuric chloride 13.575 g ละลายน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 ml

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

7. 2-mercaptoethanol (ใช้ 2 หยด ต่อกลุ่ม)

แบ่ง 2-mercaptoethanol ใส่ขวดเล็ก วางในตู้ดูดควันพร้อมหลอดหยด

ตอนที่ 3.

1. Solution I = 0.1 M Tris-HCl pH 7.0 + 0.1 M NaF (ใช้ 4.5 ml ต่อกลุ่ม และเตรียมเผื่อสำหรับเตรียม Polyphenol oxidase และ Catechol ด้วย)

นำ stock 1 M Tris-HCl pH 7.0 500 ml ผสมกับ NaF 20.995 g ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 5 L

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

2. 0.02 M Catechol in Solution I (ใช้ 10 ml ต่อกลุ่ม) เตรียมสด

ชั่ง Catechol 2.2 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วย Solution I

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 10 ml

3. Polyphenol oxidase (ใช้ 1.5 ml ต่อกลุ่ม) เตรียมสด

มันฝรั่ง 60 g ปั่นใน Solution I ml ด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ กรองด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายไป centrifuge 10000 รอบ 10 นาที นำส่วนใสมาใช้ โดยเจือจางด้วย Solution I แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 280 nm ให้ประมาณ 1.2 – 1.3

แบ่งใส่ขวดขนาดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

<u>วิธีคำนวณ เพื่อเจือจาง</u>

นำ stock (ส่วนใสที่ได้จาก centrifuge) มาเจือจาง 1:5 ด้วย Solution I (stock 10 ml + solution I 40 ml) แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 280 nm สมมุติ ว่าได้ 2.1

Stock มีค่าการดูดกลืน 2.1x 5 = 10.5

เราต้องการค่าการดูดกลืน 1.3 = 10.5/1.3 = 8.1

ถ้าเราต้องการเตรียม polyphenol oxidase 300 ml

= 300/8.1 = 37

ดังนั้น ต้องนำ stock มา 37 ml ทำเป็น 300 ml ด้วย solution I

แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 280 nm ให้ได้ประมาณ 1.2 - 1.3

บทปฏิบัติการที่ 6
จลศาสตร์เอนไซม์ Alkaline phosphatase
Enzyme Kinetics of Alkaline phosphatase

1.สารเคมี

1. Magnesium chloride	จำนวน 1 g
2. 1 M Tris-HCl pH 9.5	จำนวน 50 ml
3. 1 M Tris-HCl pH 8.5	จำนวน 250 ml
4. 1 M Acetate buffer pH 6.5	จำนวน 50 ml
5. 1 M Acetate buffer pH 7.5	จำนวน 50 ml
6. p-Nitrophenyl Phosphate (PNPP)	จำนวน 0.075 g
7.Sodium hydroxide	จำนวน 200 g
8.น้ำกลั่น	จำนวน 9 L

2.เครื่องมือ

1.Spectophotometer	จำนวน 7 ตัว
2.Votex	จำนวน 9 ตัว
3.Cell plastic	จำนวน 7 อัน
4.Water bath 30,45,60,70,90° C พร้อม rackอัน	จำนวน 5 ตัว

3.อุปกรณ์

1.ขวดเล็ก ขนาด 60 ml	จำนวน 108 ขวด
2.ขวด ขนาด 150 ml	จำนวน 9 ขวด
3.ขวดพลาสติก ขนาด 1 L	จำนวน 5 ขวด
4.ปิเปต ขนาด 5 ml	จำนวน 108 อัน
5.บีกเกอร์ ขนาด 250 ml	จำนวน 5 ใบ
6.กระบอกตวง ขนาด 25 ml	จำนวน 5 อัน

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

1. 1% magnesium chloride

ชั่ง $MgCl_2$ 1 g ละลายปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

2. 50mM Tris-HCl pH 9.5 + 0.01 % $MgCl_2$

นำstock 1M Tris-HCl pH 9.5 50 ml ผสมกับ1% $MgCl_2$ 10 ml ปรับปริมาตรเป็น 1L

3. 50mM Acetate buffer pH 6.5 + 0.01 % $MgCl_2$

นำ stock 1M Acetate buffer pH 6.5 50 ml ผสมกับ1% $MgCl_2$10 ml ปรับปริมาตรเป็น 1 L

4. 50mM Acetate buffer pH 7.5 + 0.01 % $MgCl_2$

นำ stock 1M Acetate buffer pH 7.5 50 ml ผสมกับ 1% $MgCl_2$10 ml ปรับปริมาตรเป็น 1 L

5. Buffer I = 50mM Tris-HCl pH 8.5 + 0.01 % $MgCl_2$

นำ stock 1M Tris-HCl pH 8.5 250 ml ผสมกับ 1% $MgCl_2$ 50 ml ปรับปริมาตรเป็น 5 L

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะ

หมายเหตุ สารเคมี ข้อ 1-4 เป็นตัวเจือจาง ไม่ได้วางให้นักศึกษา
สารเคมี ข้อ 5 เป็นตัวเจือจาง และวางให้นักศึกษาด้วย

6. Stock 0.001 M PNPP (p-nitrophenylphosphate)

ชั่ง PNPP 0.0742 g ละลายน้ำ แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วยน้ำกลั่น

7. 1 x 10^{-5} M PNPP,pH 8.5 (ใช้ 3 ml ต่อกลุ่ม)

ปิเปต stock 0.001 M PNPP 2 ml ปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วย buffer I
แบ่งใส่ขวดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

8. 2 x 10^{-5} M PNPP,pH 8.5 (ใช้ 3 ml ต่อกลุ่ม)

ปิเปต stock 0.001 M PNPP 4 ml ปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วย buffer I
แบ่งใส่ขวดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

9. 4 x 10^{-5} M PNPP,pH 8.5 (ใช้ 6 ml ต่อกลุ่ม)

ปิเปต stock 0.001 M PNPP 10 ml ปรับปริมาตรเป็น 250 ml ด้วย buffer I
แบ่งใส่ขวดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

10. 8 x 10^{-5} M PNPP,pH 8.5 (ใช้ 33 ml ต่อกลุ่ม)

ปิเปต stock 0.001 M PNPP 80 ml ปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วย buffer I
แบ่งใส่ dispenser ตั้งค่า 3 ml วางริมหน้าต่าง

11. 4 x 10^{-5} M PNPP,pH 6.5 (ใช้ 6 ml ต่อกลุ่ม)

ปิเปต stock 0.001 M PNPP 10 ml ปรับปริมาตรเป็น 250 ml ด้วย 50mM Acetate buffer,pH 6.5

แบ่งใส่ขวดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

12. 4 x 10^{-5} M PNPP,pH 7.5 (ใช้ 6 ml ต่อกลุ่ม)

ปิเปต stock 0.001 M PNPP 10 ml ปรับปริมาตรเป็น 250 ml ด้วย 50mM Acetate buffer, pH 7.5

แบ่งใส่ขวดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

13. 4 x 10^{-5} M PNPP,pH 9.5 (ใช้ 6 ml ต่อกลุ่ม)

ปิเปต stock 0.001 M PNPP 10 ml ปรับปริมาตรเป็น 250 ml ด้วย 50mM Tris-HCl buffer, pH 9.5

แบ่งใส่ขวดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

14. 4 x 10^{-5} M PNPP,pH 10.5 (ใช้ 6 ml ต่อกลุ่ม)

ปิเปต stock 0.001 M PNPP 10 ml ปรับปริมาตรเป็น 250 ml ด้วย 50mM Tris-HCl buffer, pH 10.5

แบ่งใส่ขวดเล็ก วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

หมายตุ ข้อ 6-14 ต้องเตรียมสด

15. 1mg/ml Alkaline phosphatase (ใช้ 6 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Alkaline phosphatase 1 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่หลอดทดลอง 6 ml ต่อหลอด แช่เย็นไว้ ให้นักศึกษามาเบิก

16. 1.0 N Sodium hydroxide (ใช้ 40 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง NaOH 200 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 5 Lด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางริมหน้าต่างพร้อมบีกเกอร์ 250 ml และ กระบอกตวง 25 ml

บทปฏิบัติการที่ 7
คาร์โบไฮเดรต
Carbohydrates

1.สารเคมี

1. conc.Sulphuric acid	จำนวน 4 L
2. Phenol	จำนวน 50 g
3. Glucose	จำนวน 2.4 g
4. Lactose	จำนวน 2.2 g
5. Susrose	จำนวน 2.2 g
6. Frutose	จำนวน 0.2 g
7. Tri-sodium citrate	จำนวน 173 g
8. Sodium carbonate	จำนวน 100 g
9. Copper sulfate	จำนวน 17.3 g
10. Starch	จำนวน 2 g
11.Butanol	จำนวน 1500 ml
12. conc.Acetic acid	จำนวน 750 ml
13. diphenylamine	จำนวน 3 g
14. Ethyl acetate	จำนวน 2000 ml
15. Aniline	จำนวน16 ml
16. Phosphoric acid	จำนวน 200 ml
17. นมรสจืด	จำนวน 5 ml
18. นมข้นหวาน	จำนวน 1 ml
19. ผลไม้ 1 ชนิด(คั้นน้ำ)	จำนวน 5 ml

2.เครื่องมือ

1. กระดาษ chromatography ใช้ whatman no.1 ตัดขนาด 10x20 cm วางให้กลุ่มละ 1 แผ่น	จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม
2. ฟอล์ยปิดบีกเกอร์ 600 ml	จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม
3. ถาดอะลูมิเนียม สำหรับย้อม วางในตู้ดูดควัน	จำนวน 2 ใบ
4. Forcep วางในตู้ดูดควัน	จำนวน 2 อัน
5. Max	จำนวน 9 อัน

6. ตู้อบ 100 ˚C จำนวน 1 ตู้

7.Spectrophotometer จำนวน 7 เครื่อง

8. Glass cuvette จำนวน 7 อัน

9. Water bath 100 ˚C พร้อม rack จำนวน 3 เครื่อง

3.อุปกรณ์

1.ขวด Dispenser จำนวน 5 ขวด

2.ขวด ขนาด 150 ml จำนวน 10 ขวด

3.ขวด ขนาด 60 ml จำนวน 45 ขวด

4.ปิเปต ขนาด 10 ml จำนวน 9 อัน

5.ปิเปต ขนาด 1 ml จำนวน 45 อัน

6.ขวด ขนาด 1 L จำนวน 2 ขวด

7.บีกเกอร์ขนาด 100 ml จำนวน 2 ใบ

8.กระบอกตวงขนาด 25 ml จำนวน 2 อัน

9.ขวดพลาสติกขนาด 500 ml จำนวน 2 ขวด

10.ถาดอะลูมิเนียม จำนวน 2 ใบ

11.forcep จำนวน 2 อัน

12.appendrop tube จำนวน 42 อัน

13.rack for appendrop tube จำนวน 6 อัน

14. capillary tube จำนวน 42 อัน

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

ตอนที่ 1.

1. conc.Sulphuric acid (ใช้ 40 ml ต่อกลุ่ม)

ใส่ขวด dispenser ตั้งค่า 5 ml วางในตู้ดูดควัน

2. 5 % Phenol (ใช้ 8 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Phenol 50 g ละลายน้ำ ปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 10 ml

3. 0.2 mg/ml Glucose (ใช้ 2 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง glucose 0.2 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

4. สารละลายตัวอย่าง (ใช้ 0.6 ml ต่อกลุ่ม)

ใช้ 0.2 mg/ml Glucose (ข้อ 3.)

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

5. Benedict's reagent (ใช้ 30 ml ต่อกลุ่ม)

A=Tri-sodium citrate 173 g+sodium carbonate 100 g ละลายในน้ำ 800 ml

B=Copper sulfate 17.3 g ละลายในน้ำ 100 ml

A+B แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ถ้าเตรียมมาก ก็เพิ่มตามอัตราส่วน

แบ่งใส่ขวด dispenser ตั้งค่า 5 ml วางริมหน้าต่าง

6. 1%Starch (ใช้ 0.5 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Starch 2 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

7. 1% Glucose (ใช้ 0.5 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง glucose 2 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

8. 1% Lactose (ใช้ 0.5 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง lactose 2 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

9. 1% Susrose (ใช้ 0.5 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง sucrose 2 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

ตอนที่ 2

1. n-Butanol : Acetic acid : H_2O (2:1:1)

นำn-Butanol 1500 ml + Acetic acid 750 ml +น้ำกลั่น 750 ml ผสมให้เข้ากัน

แบ่งใส่ขวด วางในตู้ดูดควัน พร้อม บีกเกอร์ 100 ml และกระบอกตวง 25 ml

2. Spray reagent เตรียมแยกเป็น 2 ขวด คือ

spray reagent A = 3 g diphenylamine + 2000 ml ethyl acetate +

16 ml aniline

spray reagent B = water 20 ml + phosphoric acid 200 ml

จัดวางในตู้ดูดควัน พร้อมถาดสเตนเลส และ forcep พร้อมทั้งติดวิธีใช้

spray reagent A = 200 ml ต่อขวด

spray reagent B = 22 ml ต่อขวด

3. ตัวอย่างทำ chromatography

- นมจืด
- นมข้นหวาน นำนมข้นหวานมา 1 ml ทำเป็น 10ml ด้วยน้ำกลั่น
- ผลไม้ 1 ชนิด คั้นเอาแต่น้ำ

ตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด ใส่ eppendrop tube วางใน rack plastic พร้อมทั้ง capillary tube วางริมหน้าต่าง

4. Standard ทำ chromatography

- 20 mg/ml glucose ชั่ง glucose 0.2 g ปรับปริมาตรเป็น 10 ml
- 20 mg/ml frutose ชั่ง frutose 0.2 g ปรับปริมาตรเป็น 10 ml
- 20 mg/ml lactose ชั่ง lactose 0.2 g ปรับปริมาตรเป็น 10 ml
- 20 mg/ml sucose ชั่ง sucose 0.2 g ปรับปริมาตรเป็น 10 ml

Standard ทั้ง 4 ชนิด ใส่ eppendrop tube วางใน rack plastic พร้อมทั้ง capillary tube วางริมหน้าต่าง

บทปฏิบัติการที่ 8
ลิปิด
Lipid

1.สารเคมี

1 .เมล็ดถั่วลิสงแก่ บดละเอียด	จำนวน 100 g
2. เมล็ดถั่วลิสงกำลังงอก บดละเอียด	จำนวน 100 g
3. Hexane	จำนวน 1 L
4. Sodium sulphate anhydrous	จำนวน 100 g
5. Dichlorometane	จำนวน 2 L
6. Acetone	จำนวน 100 ml
7. Triolein	จำนวน 5 ml
8. Oleic acid	จำนวน 5 ml
9. Phosphatidylcholine	จำนวน 5 g
10. Iodine	จำนวน 100 g
11. Potassium iodide	จำนวน 300 g
12. Sodium thiosulfate	จำนวน 31.7 g
13. Starch	จำนวน 2 g
14.น้ำมันพืช	จำนวน 10 ml
15. Pyridine	จำนวน 8 ml
16. bromine	จำนวน 2.5 ml
17.conc. Acetic acid	จำนวน 1200 ml
18.น้ำกลั่น	จำนวน 6 L

2.เครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	จำนวน 3 ตัว
1. Water bath 60 °C พร้อม rack	จำนวน 2 ตัว
2. กระดาษกรอง 11 cm	จำนวน 1 กล่อง
3. Air pump สำหรับพ่นลม	จำนวน 1 ตัว
4. Buret	จำนวน 40 อัน
5. O-ring	จำนวน 40 อัน

6. ขวด waste

- mobile phase จำนวน 1 ขวด
- bromine จำนวน 1 ขวด

เก็บรวบรวมเพื่อส่งกำจัดต่อไป

3.อุปกรณ์

1.ขวด ขนาด 150 ml จำนวน 18 ขวด

2.ขวด ขนาด 1 L จำนวน 4 ขวด

3.ขวด vail จำนวน 18 ขวด

4.ขวด ขนาด 60ml จำนวน 27 ขวด

5.ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml จำนวน 9 ขวด

6.ปิเปต ขนาด 10 ml จำนวน 2 อัน

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

ตอนที่ 1

1. เมล็ดถั่วลิสงแก่ บดละเอียด (ใช้ 1 g ต่อกลุ่ม)

ก่อนใช้ นำไปอบที่ 60° C 3 ชั่วโมง แล้วนำมาปั่นให้ละเอียด

แบ่งใส่ขวด วางริมหน้าต่าง พร้อมเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

2. เมล็ดถั่วลิสงกำลังงอก บดละเอียด (ใช้ 1 g ต่อกลุ่ม)

เพาะถั่วลิสงให้งอก ประมาณ 1-2 ซม. ล้าง แล้วนำไปอบที่ 60° C 3 ชั่วโมง นำมาปั่นให้ละเอียด

แบ่งใส่ขวด วางริมหน้าต่าง พร้อมเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

3. Hexane (ใช้ 10 ml ต่อกลุ่ม)

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะ

4. Sodium sulphate anhydrous (ใช้ 1 ช้อนเล็ก ต่อกลุ่ม)

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมช้อนเล็ก

ตอนที่ 2

1. Dichlorometane : Acetone (96 : 4) (ใช้ประมาณ 15-20 ml ต่อกลุ่ม)

นำ dichlorometane 1920 ml ผสมกับ acetone 80 ml

แบ่งใส่ขวด วางในตู้ดูดควัน พร้อมบีกเกอร์ 100 ml และกระบอกตวง 25 ml

2. Standard ทำ chromatography

- 5% triolein นำ มา 5 ml เจือจาง 100 ml ด้วย dichloromethane
- 5% oleic acid นำ มา 5 ml เจือจาง 100 ml ด้วย dichloromethane
- 5% phosphatidylcholine นำ มา 5 g เจือจาง 100 ml ด้วย dichloromethane

สารทั้ง 3 ตัว แบ่งใส่ vial วางริมหน้าต่างพร้อมกับ capillary tube

3. Iodine tank

นำเกร็ด iodine มาใส่ในกระจกนาฬิกา วางใน tank ปิดฝาให้สนิท วางในตู้ดูดควัน

ตอนที่ 3

1. Dichloromethane (ใช้ 2 ml ต่อกลุ่ม)

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะ

2. 10 % Potassium iodide (ใช้ 21ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Potassium iodide 300 g ละลายน้ำ ปรับปริมาตรเป็น 3 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 10 ml

3. 0.100 M Sodium thiosulfate (ใช้ประมาณ 10 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Sodium thiosulfate 31.622 g ละลายปรับปริมาตรเป็น 2 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะ

4. 1%Starch (ใช้ 0.5 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Starch 2 g ละลายในน้ำร้อน 200 ml

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมหลอดหยด

5. น้ำมันพืชตัวอย่าง (ใช้ 3 ml ต่อกลุ่ม)

นำน้ำมันพืช 10 ml ละลายใน dichlorometane 300 ml

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะ

6. Halogenation reagent (ใช้ 21 ml ต่อกลุ่ม)

A = pyridine 8 ml + conc.H_2SO_4 5.5 ml + conc. CH_3COOH 20 ml

B = bromine 2.5 ml + conc. CH_3COOH 20 ml

A+B แล้วทำให้เป็น 1 L ด้วย conc. CH_3COOH

แบ่งใส่ขวด วางบนในตู้ดูดควันพร้อมปิเปต 10 ml

บทปฏิบัติการที่ 9
การหายใจระดับเซลล์ในยีสต์
Cellular Respiration in Yeast

1.สารเคมี

1.Yeast	จำนวน 400 g
2.Sucrose	จำนวน 50 g
3.Glucose	จำนวน 50 g
4. Frutose	จำนวน 50 g
5. Glycerol	จำนวน 50 ml
6. Glycine	จำนวน 2.5 g
7. Alanine	จำนวน 2.5 g
8. Sodium fluoride	จำนวน 10 g
9. 1.0 M Phosphate buffer pH 7.4	จำนวน 1500 ml
10.Dichlorophenolindophenol(DCIP)	จำนวน 0.1 g
11. Malonate	จำนวน 10.4 g
12. Succinate	จำนวน 11.8 g
13. Potassium cyanide	จำนวน 1.7 g
14. หัวใจหมู	จำนวน 150 g

2.เครื่องมือ

1.Water bath 37° C	จำนวน 3 ตัว
2.Votex	จำนวน 9 ตัว

3.อุปกรณ์

1.ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml	จำนวน 9 ขวด
2.ขวดขนาด 150 ml	จำนวน 36 ขวด
3.ขวดขนาด 60 ml	จำนวน 72 ขวด
5.บีกเกอร์ขนาด 250 ml	จำนวน 20 ใบ

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

1. 20% active dry yeast (ใช้ 30 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง yeast 400 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 2 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะ

2. 5% Sucrose (ใช้ 4 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง sucrose 50 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

3. 5% Glucose (ใช้ 4 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง glucose 50 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

4. 5% Fructose (ใช้ 4 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง fructose 50 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

5. 5% Glycerol (ใช้ 4 ml ต่อกลุ่ม)

นำ glycerol 50 ml ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 5 ml

6. 5% Amino acid mixture (ใช้ 1 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง glycine 2.5 g ผสมกับ alanine 2.5 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

7. 10% Sodium fluoride (ใช้ 1 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง NaF 10 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

8. 0.3M Phosphate buffer pH 7.4 (ใช้ 27 ml ต่อกลุ่ม) และเตรียมเผื่อสำหรับเตรียม mitochrondia ด้วย

นำ stock 1.0 M Phosphate buffer pH 7.4 มา 1500 ml ปรับปริมาตรเป็น 5 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml วางบนโต๊ะ

9. 0.02% DCIP (ใช้ 2 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง DCIP 0.1 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

10. 0.5M Malonate (ใช้ 0.4 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Malonate 10.4 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วยน้ำกลั่น แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

11. 0.5M Succinate (ใช้ 0.4 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง Succinate 11.8 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml ด้วยน้ำกลั่น แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

12. 0.1M Potassium cyanide (ใช้ 0.9 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง KCN 1.625 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 250 ml ด้วยน้ำกลั่น แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

13. Mitochrondia (ใช้ 0.6 ml ต่อกลุ่ม)

นำ หัวใจหมู 150 g + 0.3 M Phosphate buffer pH 7.4 300 ml ปั่นให้ละเอียด Centrifuge 15000 รอบ 10 นาที เทสารละลายส่วนบนทิ้ง เอาตะกอนสีเทา(ชั้นบน) มาละลายด้วย 0.3 M Phosphate buffer pH 7.4 เท่าตัว นำไป Centrifuge 15000 รอบ 10 นาที เทสารละลายส่วนบนทิ้ง เอาตะกอนสีเทา(ชั้นบน) มาละลายด้วย 0.3 M Phosphate buffer pH 7.4 ปริมาณเท่าที่ต้องการใช้

แบ่งใส่ขวด วางบนโต๊ะพร้อมปิเปต 1 ml

บทปฏิบัติการที่ 10
เมตาบอลิซึมของกรดอะมิโน : กลูตาเมต-ไพรูเวททรานส์อะมิเนส
Metabolism of amino acid : Glutamate-Pyruvate Transaminase

1.สารเคมี

1. n-Propanol	จำนวน 1500 ml
2. n-Butanol	จำนวน 1400 ml
3. conc.Ammonia	จำนวน 20 ml
4. Ninhydrin	จำนวน 2.5 g
5.Acetone	จำนวน 500 ml
6. pyruvate	จำนวน 4.4 g
7. Glutamate	จำนวน 7.8 g
8.2,4-DNP(2,4-dinitrophenylhydrazine)	จำนวน 0.5 g
9.95% ethanol	จำนวน 100 ml
10. conc.Acetic acid	จำนวน 100 ml
11. Arsenite	จำนวน 15.6 g
12. 1 M phosphate buffer pH 7.4	จำนวน 140 ml
13. Alanine	จำนวน 0.9 g
14. α –KG (2-oxoglutaric acid)	จำนวน 1.68 g
15. ตับหมูสด	จำนวน 500 g

2.เครื่องมือ

1.Max	จำนวน 9 อัน
2.Water bath 37˚C และ 100˚ C	จำนวน 2 ตัว
3.Centrifuge แบบตั้งโต๊ะ	จำนวน 4 ตัว
4.กระดาษ chromatography (10x16 cm)	จำนวน 2 แผ่นต่อกลุ่ม
5.ฟอล์ยปิดบีกเกอร์ 600 ml	จำนวน 2 แผ่นต่อกลุ่ม
6.ตู้อบ 100˚ C	จำนวน 1 ตู้
7.Capillary tube	จำนวน 3 อันต่อกลุ่ม
8. ถาดอะลูมิเนียม	จำนวน 2 อัน
9.forcep	จำนวน 2 อัน

10.ขวด Waste mobile phase เก็บรวบรวมเพื่อส่งกำจัด — จำนวน 1 ขวด

3.อุปกรณ์

1.ขวด ขนาด 1 L	จำนวน 6 ขวด
2.ขวด ขนาด 60 ml	จำนวน 45 ขวด
3.ขวด vial	จำนวน 9 ขวด
4.eppendrop tube	จำนวน 24 อัน
5. rack for eppendrop tube	จำนวน 6 อัน
6. หลอดทดลองขนาดเล็ก	จำนวน 100 อัน
7.บีกเกอร์ขนาด 100 ml	จำนวน 4 ใบ
8. กระบอกตวงขนาด 25 ml	จำนวน 4 อัน
9.ปิเปตขนาด 1 ml	จำนวน 36 อัน

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

1. n-Propanol : H_2O (3:1) (ใช้ประมาณ 10-15 ml ต่อกลุ่ม)

นำ n-propanol 1500 ml ผสมกับน้ำ 500ml

แบ่งใส่ขวด วางในตู้ดูดควัน พร้อมบีกเกอร์ 100 ml และกระบอกตวง 25 ml

2. n-Butanol : Ethanol : 0.5 M NH_3 (7 : 1 : 2) (ใช้ประมาณ 10-15 ml ต่อกลุ่ม)

นำ n-Butanol 1400 ml ผสมกับ ethanol 200 ml ผสมกับ 0.5 M NH_3 400 ml

แบ่งใส่ขวด วางในตู้ดูดควัน พร้อมบีกเกอร์ 100 ml และกระบอกตวง 25 ml

3. 0.5 % ninhydrin in acetone

ชั่ง ninhydrin 2.5 g ละลายใน acetone ปรับปริมาตรเป็น 500 ml

แบ่งใส่ขวด วางในตู้ดูดควัน พร้อมถาดอะลูมิเนียมและ forcep

4. 0.4 M Pyruvate (ใช้ 1 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง pyruvate 4.4 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ พร้อมปิเปต 1 ml

5. 0.4 M Glutamate (ใช้ 1 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่งผงชูรส (monosodium glutamate) 7.48 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ พร้อมปิเปต 1 ml

6. 0.5% 2,4-DNP (2,4-dinitrophenylhydrazine)

ชั่ง 2,4-DNP 0.5 g ละลายใน 95% ethanol ปรับปริมาตรเป็น 100 ml

แบ่งใส่ขวด vial วางบนโต๊ะ พร้อมcapillary tube

7. Conc.Acetic acid

แบ่งใส่ขวด วางในตู้ดูดควัน พร้อมหลอดหยด

8. 0.1 M Arsenite (sodium arsenate) (ใช้ 2 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง arsenite 15.6 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ พร้อมปิเปต 1 ml

9. 70mM phosphate buffer pH 7.4 (ใช้ 2 ml ต่อกลุ่ม) และเตรียมเผื่อสำหรับเตรียมเอนไซม์อีก 1 L

นำ stock 1M phosphate buffer pH 7.4 140 ml ทำเป็น 2 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ

10. Standard for chromatography

- 1M alanine ชั่ง alanine 0.891 g ปรับปริมาตรเป็น 10 ml ด้วยน้ำกลั่น
- 1M Glutamate ชั่ง glutamate 1.87 g ปรับปริมาตรเป็น 10 ml ด้วยน้ำกลั่น
- 1M pyruvateชั่ง pyruvate 1.1 g ปรับปริมาตรเป็น 10 ml ด้วยน้ำกลั่น
- 1M α –KG (2-oxoglutaric acid) ชั่ง α –KG 1.68g ปรับปริมาตรเป็น 10 ml ด้วยน้ำกลั่น

สารทั้ง 4 ตัว แบ่งใส่ eppendrop tube วางใน rack plastic พร้อม capillary tube ริมหน้าต่าง

11. Enzyme มี 2 แบบ

- Enzyme แบบเย็น (ใช้ 1 ml ต่อกลุ่ม)

  นำตับหมูสด มาปั่นกับ 70 mM phosphate buffer pH 7.4 (1: 1) แล้วนำมาcentrifuge 5000 รอบ 10 นาที นำส่วนใส (ด้านบน) มาใช้

  แบ่งใส่หลอดทดลอง 1 ml ต่อหลอด ให้นักศึกษามาเบิก เพราะต้องแช่เย็น
- Enzyme แบบต้ม (ใช้ 0.2 ml ต่อกลุ่ม)

  แบ่ง enzyme แบบเย็น มาต้มให้เดือด กรองด้วยผ้าขาวบาง เอาส่วนใส

  แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ พร้อมปิเปต 1 ml

บทปฏิบัติการที่ 11
กรดนิวคลีอิก
Nucleic acid

1.สารเคมี

1.หอมใหญ่ (สับละเอียด)	จำนวน 300 g
2. 1 M Tris-HCl pH 8.0	จำนวน 100 ml
3. Sodium chloride	จำนวน 29.2 g
4. Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	จำนวน 9.3 g
5. Sodium dodecyl sulphate (SDS)	จำนวน 50 g
6.2-mercaptoethanol	จำนวน 2 ml
5. Sodium chloride	จำนวน 3 g
6. 95% Ethanol	จำนวน 200 ml
7.1 M Tris-HCl pH 7.5	จำนวน 30 ml
8.DNA (deoxyribonucleic acid)	จำนวน 0.125 g
9. RNA (ribonucleic acid)	จำนวน 0.125 g
10.น้ำกลั่น	จำนวน 3 L

2.เครื่องมือ

1.เครื่อง centrifuge	จำนวน 2 เครื่อง
2.เครื่องชั่ง 2 แขน	จำนวน 2 เครื่อง
3.Spectophptometer	จำนวน 7 เครื่อง
4.Quartz cell	จำนวน 7 อัน
5.Water bath 60° C พร้อม rack	จำนวน 1 เครื่อง
6.โกร่งบด	จำนวน 1 อันต่อโต๊ะ

3.อุปกรณ์

1.ขวด ขนาด 150 ml	จำนวน 18 ขวด
2.ขวด ขนาด 60 ml	จำนวน 27 ขวด
3.ขวด ขนาด 1L	จำนวน 5 ขวด
4.หลอดทดลองขนาดใหญ่	จำนวน 10 หลอด
5.กระบอกตวง 25 ml	จำนวน 20 อัน
6.บีกเกอร์ขนาด 250 ml	จำนวน 20 ใบ

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

ตอนที่ 1

1. ตัวอย่างหอมใหญ่สับละเอียด (ใช้ 10 g ต่อกลุ่ม)

นำหอมใหญ่มาให้สับละเอียด

วางริมหน้าต่างข้างเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

2. DNA Extraction Buffer (ใช้ 10 ml ต่อกลุ่ม)

คือ 0.5 M NaCl+100mM Tris-HCl pH 8.0+25 mM EDTA+5%SDS + 0.2 % 2-mercaptoethanol

ชั่ง NaCl 29.2 g + Stock 1M Tris-HCl pH 8.0 100 ml + EDTA 9.3 g + SDS 50 g + 2-mercaptoethanol 2 ml นำมาละลายผสมกัน แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ พร้อมปิเปต 10 ml

3. 0.1 M Sodium chloride (ใช้ 5 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง NaCl 2.922 g ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 ml ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ

4. 95% Ethanol (ใช้ประมาณ 10-15 ml ต่อกลุ่ม)

แบ่งใสขวดวางริมหน้าต่าง พร้อมบีกเกอร์ 100 ml

5. 75% Ethanol (ใช้ล้าง DNA)

นำ 95% Ethanol มา 70 ml ปรับปริมาตรเป็น 100 ml

แบ่งใส่หลอดทดลองขนาดใหญ่ วางใน rack ริมหน้าต่าง

ตอนที่ 2

1. 0.03 M Tris-HCl pH 7.5 (ใช้ 9 ml ต่อกลุ่ม)

นำ stock 1 M Tris-HCl pH 7.5 30 ml ปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ

2. 0.05 mg/ml DNA (deoxyribonucleic acid) (ใช้ 3 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง DNA 0.125 g ละลายใน 0.03 M Tris-HCl pH 7.5 ปรับปริมาตรเป็น 250ml

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ

3. 0.05 mg/ml RNA (ribonucleic acid) (ใช้ 3 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง RNA 0.125 g ละลายใน 0.03 M Tris-HCl pH 7.5 ปรับปริมาตรเป็น 250ml

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ

บทปฏิบัติการที่ 12
คุณสมบัติในการดูดกลืนแสงของกรดนิวคลีอิก
Ultraviolet Absorbance of nucleic acid

1.สารเคมี

1. Sodium chloride	จำนวน 26.3 g
2. 1M citrate buffer pH 7.0	จำนวน 45 ml
3. DNA (deoxyribonucleic acid)	จำนวน 0.05 g
4. Tris base	จำนวน108 g
5. EDTA	จำนวน 7.44 g
6. Agarose	จำนวน 2 g
7. Ethidium bromide	จำนวน 1 g
8.Marker DNA (100 bp ladder)	จำนวน 1 mg

2.เครื่องมือ

1. Hot plate วางบนโต๊ะ พร้อมบีกเกอร์ 250 ml	จำนวน 5 ชุด
2.Thermometer	จำนวน 10 ชุด
3. Micropipette 2-20 microlite พร้อม tip	จำนวน 5 อัน
4. อุปกรณ์ชุดอิเล็กโตโฟรีซีสแบบแนวนอน และแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (power supply)	จำนวน 3 ชุด
5. Uv box	จำนวน 1เครื่อง

3.อุปกรณ์

1.ขวด ขนาด 60 ml	จำนวน 18 ขวด
2.rack for eppendrop tube	จำนวน 2 อัน
3.eppendrop tube	จำนวน 20 อัน

4.วิธีการเตรียมสารเคมี

ตอนที่ 1

1. Saline sodium citrate (ใช้ 6 ml ต่อกลุ่ม และเตรียมเผื่อสำหรับเตรียม DNAด้วย)

คือ 0.15 M NaCl in 0.015 M citrate buffer pH 7.0

ชั่ง NaCl 26.3 g ผสมกับ 1M citrate buffer pH 7.0 45 ml ปรับปริมาตรเป็น 3 L ด้วยน้ำกลั่น

แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ

2. 0.02 mg/ml DNA (ใช้ 4 ml ต่อกลุ่ม)

ชั่ง DNA 0.05 g ละลายใน saline sodium citrate แล้วปรับปริมตรเป็น 1 L แบ่งใส่ขวดวางบนโต๊ะ พร้อมปิเปต 5 ml

ตอนที่ 2

1. 10XTBE buffer

ชั่ง Tris base 108 g+0.5 M EDTA 40 ml (7.44 g ละลายน้ำเป็น 40 ml) + Boric acic 55 g ผสมรวมกัน ละลายแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

2. 1XTBE buffer

นำ 10XTBE มา 300 ml ปรับปริมาตรเป็น 3 L ด้วยน้ำกลั่น

3. เจล 1% agarose

ชั่ง agarose 2 g ละลายใน 1XTBE 200 ml ต้มให้เดือด (agarose ใส) เทใส่ chember รอให้แข็ง นำไปset พร้อม power supply ที่ริมหน้าต่าง

4. Marker DNA (100 bp ladder)

5. 10 mg / ml Ethidium bromide

ชั่ง Ethidium bromide 1 g ละลายปรับปริมาตรเป็น 10 ml

3.3 ขั้นตอนการติดตามประเมินผลการปฏิบัติงาน

การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบผลจากการปฏิบัติงานจริง เพื่อนำผลการประเมินไปพิจารณาวางแผนการปฏิบัติงานให้สอดคล้องหลักการปฏิบัติงาน PDCA ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 โดยการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการชีวเคมีพื้ฐาน 513 343 ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรผู้เขียนจะทำการประเมินตนเองเมื่อแล้วเสร็จภาคการศึกษา โดยคาดหวังไว้ว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ควรประสบความสำเร็จ มากกว่า 80 %

เป้าหมาย	คะแนน				
	5	4	3	2	1
	สำเร็จตามเป้า 100 %	สำเร็จตามเป้า80 %	สำเร็จตามเป้า 60 %	สำเร็จตามเป้า 40 %	สำเร็จตามเป้า 20 %
1.จัดเตรียมปฏิบัติการแล้วเสร็จพร้อมทำปฏิบัติการล่วงหน้าก่อนถึงเวลาทำจริง					
2.เตรียมปฏิบัติการได้ถูกต้องตามคู่มือปฏิบัติการ					
3.ปฏิบัติการได้ผลการทดลองถูกต้องตามทฤษฎี					
4.สารเคมีและอุปกรณ์มีเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา					
5.ปฏิบัติการสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่นไม่มีอุปสรรคใดๆ					

นอกจากนี้ทางภาควิชาเคมียังได้มีการทำแบบประเมินให้นักศึกษาที่เข้ามาเรียนในรายวิชาต่างๆของภาควิชาได้ทำการประเมินความพึงพอใจรวมถึงเสนอแนะข้อแก้ไขปรับปรุงในแต่ละรายวิชาเมื่อจบในแต่ละภาคการศึกษาด้วย ซึ่งผลจากการประเมินจะนำมาพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษาต่อๆ ไป

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และการพัฒนางาน

นักวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ มีหน้าที่ที่จะต้องเตรียมสารเตมี ตรวจสอบอุปกรณ์ ให้คำปรึกษาแนะนำแก่ผู้รับบริการ การเบิกจ่าย และการใช้งานเพื่อให้การทำปฏิบัติการถูกต้องและแม่นยำ

ปัญหาที่พบบ่อยๆ จากการทำงานในการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา/อุปสรรคแนวทางแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน และการพัฒนางาน ดังนี้

ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน
1. เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ที่สามารถวัดช่วง UV ได้มีปริมาณไม่เพียงพอ	1.1. แบ่งนักศึกษาต่อกลุ่ม จำนวนมากขึ้น เช่น จาก 2 คนต่อกลุ่ม เป็น 3 คนต่อกลุ่ม 1.2. ยุบรวมกลุ่มในการทำปฏิบัติการ 1.3. เข้าแผนในการซื้อครุภัณฑ์
2.เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ไม่เพียงพอและไม่สามารถใช้งานได้หลากหลาย	2.1. แบ่งนักศึกษาต่อกลุ่ม จำนวนมากขึ้น เช่น จาก 2 คนต่อกลุ่ม เป็น 3คนต่อกลุ่ม 2.2. ยุบรวมกลุ่มในการทำปฏิบัติการ 2.3. เข้าแผนในการซื้อครุภัณฑ์ 2.4. จัดหา roter ที่มีการใช้งานบ่อยเพิ่มขึ้น เช่นใส่หลอดขนาด 15 ml ได้ หรือใส่หลอดขนาด conical ได้ เป็นต้น
3.ตู้เย็นที่ใช้เก็บสารเคมีมีขนาดเล็ก และใช้เก็บสารหลายสาขาวิชา	3.1. ทำการสำรวจความต้องการใช้และจัดหาตู้เย็นเพิ่มเติม โดยพิจารณาอุณหภูมิที่ใช้ และขนาดพื้นที่ที่เหมาะสม 3.2. มีการกำหนดบริเวณการเก็บสารเคมีของสาขาต่างๆ และระบุชื่อเจ้าของให้ชัดเจน
4. นักศึกษาทำอุปกรณ์เสียหาย เช่น quartz cuvette แตก	4.1. จัดซื้อมาสำรองเพิ่มเติม 4.2. อาจารย์ผู้คุมปฏิบัติการกำชับเรื่องความระมัดระวังในการใช้ และหากมีการเสียหายให้นักศึกษารับผิดชอบ
5.นักศึกษาขาดความรู้ ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ ทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์และเครื่องมือ	5. ให้นักศึกษา ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือเบื้องต้นอย่างเข้าใจก่อนการใช้งาน หากยังไม่เข้าใจให้ถามอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่
6. นักศึกษาขาดระมัดระวังในการใช้สารเคมี	6. ให้นักศึกษา ศึกษาทำความเข้าใจเรื่องอันตรายและความปลอดภัยจากการใช้สารเคมีให้มากขึ้น
7.นักศึกษาใช้สารเคมีเกินความจำเป็น เช่น เตรียมผิด หรือเตรียมมากกว่าปริมาณที่ต้องใช้	7. ให้นักศึกษา อ่านวิธีการทดลองในหนังสือปฏิบัติการมาอย่างเข้าใจ ก่อนทำการทดลอง
8. นักศึกษาขาดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม	8. ให้นักศึกษา ศึกษาเกี่ยวกับสารเคมี

2. ข้อเสนอแนะ

1. อาจารย์ผู้สอนควรชี้แจงเรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการของนักศึกษาทุกครั้งก่อนการเรียนการสอนคาบแรก

2. ควรมีชั่วโมงแนะนำความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมากขึ้น

3. ห้องปฏิบัติการแต่ละห้องควรมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการทำปฏิบัติการ

4. ควรมีจัดระเบียบและข้อบังคับในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

5. ควรมีการจัดตั้งงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างให้เพียงพอ

บรรณานุกรม

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

(2) พิมพ์ปวีน์ เริงเกษตรกรกิจ. ความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี. คณะเทคโนโลยีทางทะเล. มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี.

(3) อรนาถ สุนทรวัฒน์, พรทิพย์ ชัยมณีและธนิต ผิวนิ่ม. (2557). ปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 1.นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

(4) ฮูเซ็งชายดานา.(2561). การใช้อุปกรณ์ปฏิบัติการทดลองชุดการตกอย่างอิสระ. คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

(5) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. แนะนำภาควิชาเคมี. สืบค้น 28 มีนาคม 2563, จาก :http :// www.chem.sc.su.ac.th.

(6) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ออนไลน์). สืบค้น 28 มีนาคม 2563, จาก : http :// www.sc.su.ac.th.

(7) ศูนย์ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัย. สืบค้น 28 มีนาคม 2563 , จาก : https://www.shecu.chula.ac.th

ประวัติผู้เขียน

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-นามสกุล	นางณัชปภา สงวนวงศ์
ที่อยู่	1 ม.5 ต.มาบแค อ.เมือง จ.นครปฐม 73000
เบอร์โทร	0830131113
อีเมล์	kaewmun2524@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พศ. 2546	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลเทคนิคกรุงเทพ ปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์
พศ. 2542	โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา มัธยมศึกษาปีที่ 6
พศ. 2539	โรงเรียนทรายขาววิทยา มัธยมศึกษาปีที่ 3

ประวัติการทำงาน

พศ. 2546 – ปัจจุบัน	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลงานการอบรมและสัมมนา

1. รับบริการวิชาการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง หาปริมาณสารกันบูด วัตถุให้ความหวาน และสีผสมอาหาร โดยใช้ HPLC
2. เป็นผู้เข้าร่วมอบรมความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการป้องกันอัคคีภัย
3. เป็นผู้เข้าร่วมอบรมหลักสูตรแนวทางการยกระดับความปลอดภัยขอห้องปฏิบัติการวิจัยที่เกี่ยวกับสารเคมี ภายใต้โครงการมหาวิทยาลัยแม่ข่าย ด้านมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก

1. Stock buffer ที่ใช้ ต่อเทอม

1.1 1.0 M Citrate buffer

สาร A : Citric acid (MW=210.14)

สาร B : Sodium citrate (MW=294.12)

ผสมสาร A กับ B ตามตาราง ละลายด้วยน้ำกลั่น วัดค่า pH ให้ได้ตามต้องการ โดยใช้ 1M HCl และ 1 M NaOH ปรับ pH แล้วปรับปริมาตรตามต้องการ

pH ที่ต้องการเตรียม	ปริมาตร ที่ต้องการเตรียม (ml)	สาร A Citric acid (g)	สาร B Sodium citrate (g)
2.4	1 L	209	1.47
5.25	2 L	92.5	459
7.0	500 ml	0.525	146.3
7.4	500 ml	104.85	0.3

นำ ไปแช่ตู้เย็นเพื่อเป็น stock ต่อไป

1.2 1.0 M Acetate buffer

สารละลาย A : 1.0M Acetic acid (Acetic acid 115.5 ml ปรับปริมาตรเป็น 2 L ด้วยน้ำกลั่น)

สาร B : Sodium acetate (MW=136.09)

ผสมสารละลาย A กับสาร B ตามตาราง วัดค่า pH ให้ได้ตามต้องการ โดยใช้ 1M HCl และ 1 M NaOH ปรับ pH แล้วปรับปริมาตรตามต้องการ

pH ที่ต้องการเตรียม	ปริมาตรที่ต้องการเตรียม (ml)	สารละลาย A ปริมาตร 1.0 M Acetic acid (ml)	สาร B Sodium citrate (g)
5.0	1000	330	91.12
5.5	1000	37	134.14
6.5	1000	15.6	133.86
7.5	1000	1.6	135.78

นำ ไปแช่ตู้เย็นเพื่อเป็น stock ต่อไป

1.3 1.0 M Phosphate buffer

สาร A : monobasic sodium phosphate ($NaH_2PO_4.2H_2O$, MW = 156.01)

สาร B : dibasic sodium phosphate (Na_2HPO_4 anhydrous. MW = 141.96)

ผสมสาร A และสาร B ละลายด้วยน้ำกลั่น วัดค่า pH ให้ได้ตามต้องการ โดยใช้ 1 M NaOH และ 1 M HCl เป็นตัวปรับค่า pH แล้วปรับปริมาตรตามต้องการ

pH ที่ต้องการเตรียม	ปริมาตร ที่ต้องการเตรียม (ml)	สาร A Na_2HPO_4 (g)	สาร B NaH_2PO_4 (g)
7.0	2000	110.7	190.3
7.4	2000	17.3	121.7

นำ ไปแช่ตู้เย็นเพื่อเป็น stock ต่อไป

1.4. 1.0 M Tris-HCl buffer

สาร A : Tris (hydroxymethyl) aminomethane (Tris-Base, MW = 121.14)

สารลละลาย B : 1 M HCl (conc. HCl 417 ml ปรับปริมาตรเป็น 5 L)

ผสมสาร A กับสารละลาย B ตามตาราง วัดค่า pH ให้ได้ตามต้องการ โดยใช้ 1 M HCl เป็นตัวปรับค่า pH ปรับปริมาตรตามต้องการ

pH ที่ต้องการเตรียม	ปริมาตร ที่ต้องการเตรียม (ml)	สาร A Tris-Base (g)	สารลละลาย B ปริมาตร 1 M HCl (ml)
7.0	1000	50	46.6
7.5	500	50	41
8.0	1000	50	26.8
8.5	1000	50	15
8.9	500	50	7.2
9.5	250	50	2.1
10.5	500	50	0.5

นำ ไปแช่ตู้เย็นเพื่อเป็น stock ต่อไป

2.วิธีการใช้เครื่องมือ

2.1 U-1900 UV-VIS Spectrophotometer

Photometry

1 WL

1. กดปุ่ม Power ที่ด้านข้างทางขวามือ (หันหน้าเข้าหาเครื่อง)
2. เลือก Main menu แล้วเลือก Data Display โดยกด 6 แล้ว Enter
3. จากนั้นกดปุ่ม GO to WL ใส่ค่า WL ที่ต้องการ Enter
4. เลือกโหมดที่ต้องการ 1= %, 2= ABS, 3 = Conc , 4 = Ratio กด Enter
5. ใส่ Blank แล้วกด Auto zero
6. ใส่ตัวอย่าง แล้วรอจนค่านิ่ง บันทึกค่า

>1 WL

1. กดปุ่ม Power ที่ด้านข้างทางขวามือ (หันหน้าเข้าหาเครื่อง)
2. เลือก Main menu แล้วเลือก Photometer โดยกด 1 แล้ว Enter
3. ตั้งค่า WL โดยเลือก Param Setup แล้วกด Enter
4. เลือกโหมดที่ต้องการ 1= %, 2= ABS, 3 = Conc , 4 = Ratio กด Enter
5. กดปุ่ม Forward
6. ใส่ Blank แล้วกด Auto zero
7. ใส่ตัวอย่าง แล้วกดปุ่ม Start บันทึกค่า

วิธีปิดเครื่อง ปิดสวิทซ์ที่ด้านข้างของเครื่องเมื่อใช้เสร็จเป็นคนสุดท้าย

Wavelength scan

1.กดปุ่ม Power ที่ด้านข้างทางขวามือ (หันหน้าเข้าหาเครื่อง)

2. เลือก Main menu แล้วเลือก WL Scan โดยกด 2 แล้ว Enter

3. ตั้งค่าช่วงของ Wavelength และค่าอื่นๆ โดยเลือก Param Setup แล้วกด Enter

** การตั้งค่าความยาวคลื่น ให้ start เป็นค่ามากที่สุด stop เป็นค่าน้อยที่สุด **

4. เมื่อตั้งค่าต่างๆเสร็จ แล้วกดปุ่ม Forward
5. ใส่ Blank กด Start เพื่อทำ Baseline Correction
6. ใส่ตัวอย่าง แล้วกดปุ่ม Start เพื่อทำการ Scan

7. เมื่อทำการ Scan เสร็จแล้ว สามารถดูข้อมูลทั้งหมดได้โดยเลือก Data Process (โดย กด 1 แล้วกด Enter) > All data (โดย กด 1 แล้วกด Enter) > Data list (โดย กด 1 แล้วกด Enter) จดบันทึกผล

8.หากต้องการดูเฉพาะ Peak เลือก Data Process (โดย กด 1 แล้วกด Enter) > Peak (โดย กด 2 แล้วกด Enter) > Data list (โดย กด 1 แล้วกด Enter) จดบันทึกผล

9. เมื่อจดบันทึกผลเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม Forward แล้ว Clear ข้อมูล (โดย กด 1 แล้วกด Enter)

10.ใส่ตัวอย่างต่อไป ทำเช่นเดิมกรณีใช้ Blank เดิม

วิธีปิดเครื่อง ปิดสวิทซ์ที่ด้านข้างของเครื่องเมื่อใช้เสร็จเป็นคนสุดท้าย