คู่มือการปฏิบัติงาน

การเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชา 365351

ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ

(BIOCHEMISTRY OF NATURAL PRODUCTS)

นางสาวปิยะวรรณ นันตาบุญ
นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการชีวเคมี

หลักสูตรชีวเคมี
คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์
มหาวิทยาลัยพะเยา

ก.พ.ต. ๐๓

เอกสารรับรองการนำไปใช้งาน

ชื่อเรื่อง การเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (Biochemistry of Natural Products)

ประเภทผลงาน ☑ คู่มือปฏิบัติงานหลัก ☐ ผลงานเชิงวิเคราะห์ ☐ ผลงานเชิงสังเคราะห์ ☐ งานวิจัย ☐ ผลงานในลักษณะอื่น ๆ

ลักษณะการเผยแพร่ นำมาใช้งานในการดำเนินงานด้านการเตรียมปฏิบัติการรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (Biochemistry of Natural Products) ตั้งแต่ กรกฎาคม 2564

ขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....
(นางสาวปิยะวรรณ นันตาบุญ)
ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ
วัน....9.....เดือน....กรกฎาคม.....พ.ศ. 2564

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุงศักดิ์ ตันติไพบูลย์วงศ์)
อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ
วัน.....9.....เดือน....กรกฎาคม.....พ.ศ. 2564

ลงชื่อ.....
(ดร.จักรพงษ์ คนธรรม์)
ประธานหลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์
วัน....9.....เดือน....กรกฎาคม.....พ.ศ. 2564

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริศักดิ์ ประสานพันธ์)
ตำแหน่ง คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์
วัน....9.....เดือน....กรกฎาคม.....พ.ศ. 2564

คำนำ

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานเรื่อง การเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (Biochemistry of Natural Products) สำหรับการเรียนการสอนของหลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งได้อธิบายขั้นตอนการดำเนินงานและเทคนิคการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้อย่างมีประสิทธิผล

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องและผู้ที่สนใจการปฏิบัติงานในรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (Biochemistry of Natural Products) เป็นอย่างยิ่ง หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำยินดีรับฟังข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ปิยะวรรณ นันตาบุญ
ผู้จัดทำ

สารบัญ

สารบัญภาพ

สารบัญตาราง

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยาได้ก่อตั้งขึ้นเพื่อผลิตบัณฑิตระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์เพื่อตอบสนองความต้องการตามแผนพัฒนาสาธารณสุขและแผนพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ ตลอดจนเพื่อจัดการเรียนการสอนในระดับพื้นฐานทางการแพทย์ (Pre-Clinic) และวิทยาศาสตร์พื้นฐานในระดับปริญญาตรีให้แก่นิสิตในกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพและกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยหลักสูตรชีวเคมี เป็นหลักสูตรที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ดำเนินภารกิจทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ โดยมุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ทั้งในด้านทฤษฎี ทักษะ เทคนิคในการทำปฏิบัติการ ตลอดจนการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ โดยปัจจุบันหลักสูตรชีวเคมีรับผิดชอบบริหารจัดการหลักสูตรปริญญาตรี 1 หลักสูตร ซึ่งนอกจากจะรับผิดชอบหลักสูตรชีวเคมีแล้วนั้น ยังมีหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอนสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในเนื้อหาวิชาพื้นฐานที่เกี่ยวกับชีวเคมี เพื่อรองรับนิสิตในสาขาวิชาอื่นในคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ รวมถึงนิสิตนอกคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ด้วย เช่น คณะแพทยศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ คณะเภสัช คณะทันตแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ทั้งนี้ ผู้จัดทำยังมีหน้าที่รับผิดชอบรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ ที่รองรับนิสิตของหลักสูตรชีวเคมีเช่นกัน

รายวิชาปฏิบัติการนั้นถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากเพราะช่วยส่งเสริมให้นิสิตมีความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น รวมถึงเพื่อให้นิสิตได้มีประสบการณ์ในการทำปฏิบัติการจริง ซึ่งในรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ จึงมีวิชาปฏิบัติการควบคู่กันไปด้วย ทำให้งานสนับสนุนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการของนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องของการเตรียมปฏิบัติการจึงเป็นภาระงานหลักที่ต้องปฏิบัติ โดยต้องอาศัยการปฏิบัติงานที่มีระเบียบปฏิบัติที่เคร่งครัด ความรู้ทางทฤษฎี และทักษะที่ถูกต้องในการปฏิบัติงานเพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่นและบรรลุวัตถุประสงค์ สิ่งเหล่านี้มีผลต่อประสิทธิภาพในการสนับสนุนการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการต่าง ๆ รวมทั้งการให้บริการด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าว ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ระดับปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการชีวเคมี เพื่อให้ทราบถึงการเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ รวมถึงน่าจะเป็นสิ่งที่ลดอันตรายอันจะเกิดจากการปฏิบัติงาน ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือปฏิบัติการฉบับนี้ จะเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของบุคลากรที่จะนำไปใช้ในการเตรียมปฏิบัติการในลักษณะดังกล่าวนี้ หรือนำไปประยุกต์ใช้ในการเตรียมปฏิบัติการอื่น ๆต่อไป

1.2 **วัตถุประสงค์**

1) เพื่อใช้เป็นคู่มือการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายในการจัดเตรียมเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี รวมถึงการจัดวางเพื่อเตรียมความพร้อมในการทำปฏิบัติการของนิสิต
2) เพื่อใช้เป็นคู่มือให้กับนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายให้สามารถทราบและเข้าใจขั้นตอนการเตรียมปฏิบัติการรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติได้ถูกต้อง และสามารถปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกันได้
3) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดข้อผิดพลาดจากการปฏิบัติงานที่ไม่เป็นระบบระเบียบและแบบแผนในการป้องกันความเสียหายของเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้

1.3 **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1) ผู้ปฏิบัติงานสามารถเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเป็นมาตรฐานเดียวกัน
2) เป็นคู่มือให้บุคลากรศึกษา ทำความเข้าใจหลักเกณฑ์ วิธีการ ขั้นตอน เทคนิคการปฏิบัติงานในการเตรียมสารเคมี รวมถึงการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ของแต่ละบทปฏิบัติการตลอดจนปัญหา อุปสรรคในการดำเนินงาน
3) ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้และเป็นมาตรฐานเดียวกันสำหรับรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ
4) เป็นการลดต้นทุน ประหยัด ไม่ต้องลองผิดลองถูก ทำให้การปฏิบัติงานสะดวก รวดเร็วขึ้น

1.4 **ขอบเขตของคู่มือ**

คู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการสำหรับ รายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (Biochemistry of Natural Products) หลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์

การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ครอบคลุมขั้นตอนการเตรียมปฏิบัติการ วิธีการทดลองปฏิบัติการ เทคนิคการปฏิบัติงานในการเตรียมสารเคมี การจัดการของเสียอันตรายจากการทำปฏิบัติการ รวมถึงการเตรียมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในปฏิบัติการรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (Biochemistry of Natural Products)

1.5 **นิยามศัพท์เฉพาะ**

ห้องปฏิบัติการ หมายถึง สถานที่หรือห้องที่มีการปฏิบัติการทางกายภาพเคมี ชีวภาพ ห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ห้องปฏิบัติการสัตว์ทดลอง โรงเรียนและแปลงเกษตรกรรมพืชและสัตว์ ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และสาธารณสุข ห้องปฏิบัติการทางเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง หรือห้องปฏิบัติการอื่นใดที่มีการใช้สารเคมี วัตถุชีวภาพ~~และ~~สิ่งส่งตรวจจากมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม

บทปฏิบัติการทดลอง หมายถึง เอกสารที่มีการกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ชัดเจน โดยอธิบายวิธีการทำงานหรือขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียด

คู่มือการปฏิบัติงาน หมายถึง เอกสารที่กล่าวถึงรายละเอียดของงานทีละขั้นตอน ระบุถึงขั้นตอนและรายละเอียดของกระบวนการต่างๆมักจัดทำขึ้นลักษณะงานที่ซ้ำซ้อน มีหลายขั้นตอนและเกี่ยวข้องกับหลายคน สามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปฏิบัติงาน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานไว้ใช้อ้างอิงในความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

รายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ หมายถึง รายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีวเคมี สำหรับนิสิตหลักสูตรชีวเคมี ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1 ของปีการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

บทที่ 2
โครงสร้าง ภารกิจหน่วยงาน และหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ความรับผิดชอบตามหลักพันธกิจ ได้แก่ พันธกิจด้านการพัฒนานิสิต ผลิตงานวิจัย ก้าวไกลสู่สากล มีสำนักงานคณะวิทยาศาสตร์ รับผิดชอบสนับสนุนการบริหารภายในคณะ มีการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรที่ดีสอดคล้องกับปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ ค่านิยม และพันธกิจของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยโครงสร้างการบริหารองค์กร รวมถึงบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของนางสาวปิยะวรรณ นันตาบุญ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ หลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ปฏิบัติงานด้านการให้บริการห้องปฏิบัติการชีวเคมีเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ การวิจัย และการบริการทางวิชาการของคณาจารย์ บุคลากร และนิสิต มีดังนี้

2.1 ประวัติความเป็นมาของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัย พะเยาได้ก่อตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2550 โดยในเริ่มแรก ชื่อ “สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์” สังกัดมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยา โดยวัตถุประสงค์หลักในการจัดตั้งคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ คือ เพื่อผลิตบัณฑิตระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ และเพื่อตอบสนองความต้องการตามแผนพัฒนาสาธารณสุขและแผนพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ ตลอดจนเพื่อจัดการเรียนการสอนในระดับพื้นฐานทางการแพทย์หรือระดับปรีคลินิก (Pre-clinic) และวิทยาศาสตร์พื้นฐานในระดับปริญญาตรีให้แก่นิสิตในกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ในระยะแรก คือ ช่วงปีการศึกษา 2551 สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ มีการโอนย้ายนิสิตสาขาจุลชีววิทยาทั้ง 4 ชั้นปี จากสำนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาสังกัดในสาขาวิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา ดังนั้น ในช่วงแรก สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ จึงมีหลักสูตรที่อยู่ในความรับผิดชอบ 1 หลักสูตรคือหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาจุลชีววิทยา โดยหลักสูตรนี้ใช้หลักสูตรเดียวกับสาขาวิชาจุลชีววิทยาภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก และได้เพิ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬาและหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ขึ้นมาในปีการศึกษา 2552

ในระยะที่สอง คือช่วงปีการศึกษา 2554 ถึงปัจจุบัน เมื่อมหาวิทยาลัยนเรศวรพะเยาได้รับการประกาศยกฐานะ ขึ้นเป็น มหาวิทยาลัยพะเยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์จึงได้เปลี่ยนชื่อมาเป็น “คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์” มีคณบดีคนแรกคือ ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.ไมตรี สุทธจิตต์ และได้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างใหม่ โดยมีสาขาวิชาทั้งหมด 5 สาขาวิชา และได้ย้ายสาขาวิชาพยาธิวิทยาไปสังกัดคณะแพทยศาสตร์ และในปี 2555 ได้เพิ่มอีก 2 หลักสูตร คือ หลักสูตรชีวเคมี และหลักสูตรโภชนาการและการกำหนดอาหาร ในปัจจุบัน คณะจึงมีสาขาวิชา 5 สาขา ดังนี้ 1. สาขาวิชากายวิภาคศาสตร์ 2. สาขาวิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา 3. สาขาวิชาชีวเคมี 4. สาขาวิชาสรีรวิทยา 5. สาขาวิชาโภชนาการและคณะมีหลักสูตรในความรับผิดชอบ 3 หลักสูตร ดังนี้ 1. หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา 2. หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีวเคมี 3. หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาโภชนาการและการกำหนดอาหาร

สาขาวิชาทั้งหมดรับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนในระดับพื้นฐานทางการแพทย์หรือระดับปรีคลินิกทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพและรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ คณะเภสัชศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ และคณะแพทยศาสตร์ และนิสิตในกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ และวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม รวมถึงรายวิชาพฤติกรรมมนุษย์และชีวิตและสุขภาพในหมวดของการศึกษาทั่วไป ซึ่งเป็นการรองรับการเรียนการสอนของนิสิตทั้งมหาวิทยาลัยพะเยา

โดยคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้กำหนด ปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ ค่านิยมและพันธกิจ ในการดำเนินงานไว้แสดงดังภาพ

ภาพที่ 1 ปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ ค่านิยมและพันธกิจ

อัตลักษณ์และเอกลักษณ์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

1. อัตลักษณ์บัณฑิตของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มีอัตลักษณ์ที่เหมือนกันคือ มีคุณลักษณะตามลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (Thai Qualitifications framework for Higher educations,TQF) ทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลขและการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีแล้วจะต้องมีคุณลักษณะแสดงดังภาพ

ภาพที่ 2 อัตลักษณ์ บัณฑิตของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

2. เอกลักษณ์ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์และมหาวิทยาลัยกำหนดเอกลักษณ์เดียวกันและเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยพะเยาตรงกับปณิธานของมหาวิทยาลัยพะเยา คือ

"ปัญญาเพื่อความเข้มแข็งของชุมชน"

คุณลักษณะทางคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ของนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ทางคณะได้กำหนดลักษณะของนิสิตดังนี้

"ซื่อสัตย์ มีวินัย ใจอาสา"

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของหลักสูตรชีวเคมี

หลักสูตรชีวเคมีเป็นหลักสูตรซึ่งถูกจัดทำขึ้นตามข้อกำหนดมาตรฐานคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี ใน ปีการศึกษา 2563 หลักสูตรชีวเคมีที่ใช้อยู่เป็นหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นไปตามกรอบการปรับปรุงหลักสูตรที่ถูกกำหนดไว้ทุก ๆ 5 ปี หลักสูตรปัจจุบันได้รับการอนุมัติจากสภามหาวิทยาลัย พะเยา ในปี พ.ศ. 2560 (29 มกราคม พ.ศ. 2560) และได้รับการรับรองคุณวุฒิของผู้สำเร็จการศึกษาในหลักสูตร ชีวเคมีจากสำนักงาน ก.พ. ในวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2563การนำเสนอรายละเอียดของหลักสูตร ฉบับที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้เผยแพร่ในรูปแบบออนไลน์บนเว็บไซต์ ของมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย ชื่อหลักสูตร คณะ ชื่อปริญญา จำนวนหน่วยกิตที่เรียน รูปแบบหลักสูตร และ อาชีพที่สามารถปฏิบัติได้หลังสำเร็จการศึกษา ส่วนเว็บไซต์ของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่ถูกปรับปรุงใหม่ในปี พ.ศ. 2564 และแผ่นพับประชาสัมพันธ์หลักสูตร ที่จะถูกนำไปเผยแพร่ในโครงการแนะแนวสัญจรของคณะฯ

รายวิชาในหลักสูตรชีวเคมีฉบับปรับปรุง ปี พ.ศ. 2560 ได้ถูกออกแบบตามข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิผู้วิพากษ์หลักสูตรจากสายวิชาชีพที่หลากหลาย โดยมีกลุ่มวิชาหลัก ๆ แบ่งได้2 กลุ่ม ได้แก่

• กลุ่มวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์การแพทย์ เช่น โรคและความผิดปกติทางชีวเคมี พิษวิทยาเชิงชีวเคมี

• กลุ่มวิชาเทคโนโลยี เช่น ชีวเคมีเทคโนโลยี เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์ ชีวสารสนเทศศาสตร์

นอกจากความรู้เชิงวิชาการแล้ว หลักสูตรชีวเคมียังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะปฏิบัติการซึ่งต้องใช้จริงในการทำงาน เป็นรายวิชาที่มีหน่วยกิตเป็น 3(1-6-5) กล่าวคือมีจำนวนชั่วโมงปฏิบัติการ 6 ชั่วโมง เช่น รายวิชาเครื่องมือพื้นฐานทางชีวเคมี เทคนิคปฏิบัติการทางอณูชีววิทยา เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์ และเทคนิคปฏิบัติการทางชีวเคมี เป็นต้น โดยเฉพาะรายวิชาเทคนิคปฏิบัติการทางชีวเคมี เป็นรายวิชาที่ขมวดรวมทักษะปฏิบัติทุกอย่างทางชีวเคมี นิสิตจะถูกแบ่งเป็น กลุ่มย่อย ๆ และเข้าเรียนตามฐานของเทคนิคต่าง ๆ เป็นการทบทวนความรู้เดิมที่เรียนมาและฝึกปฏิบัติทักษะที่จำเป็นในภาคการศึกษาต้น ก่อนไปฝึกปฏิบัติงานจริงในรายวิชาสหกิจศึกษา ฝึกงาน หรือทำวิจัยในรายวิชา การศึกษาอิสระ ในภาคการศึกษาปลายในปีการศึกษาเดียวกัน การปรับปรุงรายวิชายังเป็นไปโดยอาศัยพื้นฐานของการตอบโจทย์ตามความต้องการที่เป็นปัจจุบันและสอดคล้องกับบริบทของสังคม ได้แก่ การมีสุขภาพดีและการก้าวเข้าสู่สังคมของผู้สูงอายุผ่านรายวิชาในหลักสูตร เช่น รายวิชาชีวเคมีของสุขภาวะและการมี

อายุยืน (365332) โดยศึกษากลไกความชราภาพ อาหารและสมุนไพรชะลอวัยและการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตเพื่อสุขภาวะและการมีอายุยืน รายวิชาชีวเคมีของภาวะเครียดออกซิเดชัน (365436) ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับกลไกในการต้านการเกิดอนุมูลอิสระและการอักเสบที่เป็นสาเหตุแห่งความเสื่อมของร่างกาย และการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง รายวิชาพิษวิทยาเชิงชีวเคมีและการเกิดมะเร็ง (365438) ศึกษากลไกการเกิดมะเร็ง ซึ่งเป็นสาเหตุการตาย อันดับต้น ๆ ของประเทศไทย รายวิชาชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (365351) ศึกษาการสกัดสาร วิเคราะห์สารออกฤทธิ์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยให้นิสิตเชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติในท้องถิ่น เช่น ข้าวแดง ข้าวดำ น้ำมันงาม้อน เป็นต้น รายวิชาชีวเคมีของเวชสำอาง (365472) ศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของยาและสารออกฤทธิ์ในเครื่องสำอาง ประโยชน์และโทษของเครื่องสำอาง การใช้ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพและความงาม สัมพันธ์กับรายวิชาผลิตภัณฑ์จาก ธรรมชาติในการประยุกต์ใช้เป็นเวชสำอาง รายวิชาชีวเคมีการกีฬาและการออกกำลังกาย (365437) ศึกษาบทบาทของสารชีวโมเลกุลและกระบวนการเมแทบอลิซึมในการออกกำลังกาย ซึ่งการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและลดน้ำหนักกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน การอาศัยความรู้ทางชีวเคมีผนวกกับชีวเคมีเชิงโภชนาการจะช่วยส่งเสริมการออกกำลังให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

โดยหลักสูตรชีวเคมีจะมีการดำเนินงานฝ่ายบริหารผ่านประธานหลักสูตรชีวเคมี มีบุคลากรสายวิชาการจำนวน 17 คนและบุคลากรสายสนับสนุนจำนวน 4 คน แสดงดังภาพ

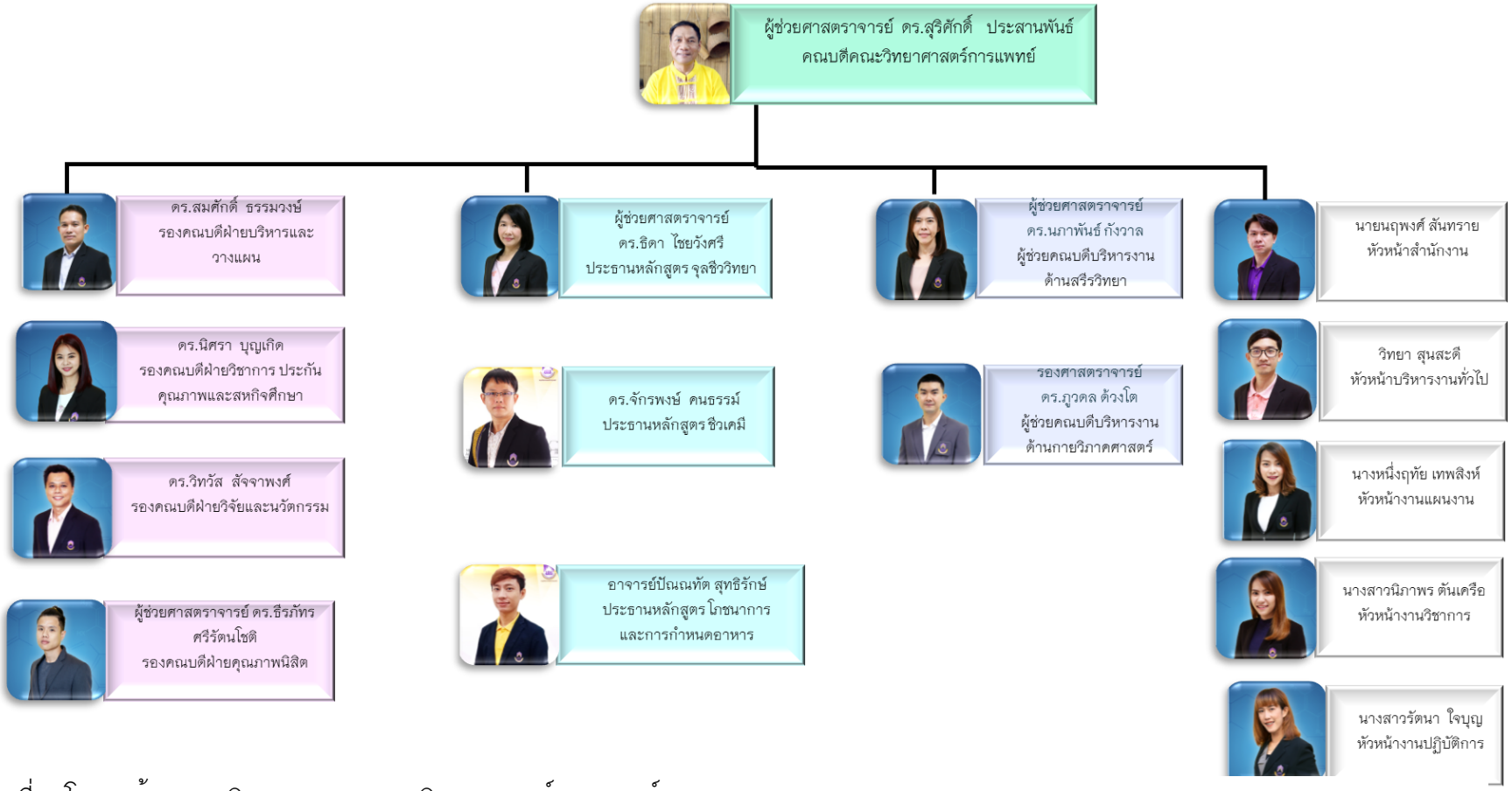
ภาพที่ 3 โครงสร้างการปฏิบัติงานของหลักสูตรชีวเคมี

2.1.2 โครงสร้างการบริหารองค์กรการจัดการคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

โครงสร้างการบริหารองค์กร การจัดการคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ประกอบด้วย 3 หลักสูตรวิชา และ 1 สำนักงาน แสดงดังภาพ

ภาพที่ 4 โครงสร้างการบริการองค์กรการจัดการคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ (Organization chart)

2.1.3 โครงสร้างการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ (Administration chart)



ภาพที่ 5 โครงสร้างการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

2.1.4 โครงสร้างการปฏิบัติงานของหลักสูตรชีวเคมี (Activity chart)

โครงสร้างการปฏิบัติงานของหลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา แสดงดังภาพ ต่อไปนี้

ภาพที่ 6 โครงสร้างการการปฏิบัติงานของหลักสูตรชีวเคมี

2.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

2.2.1 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีดังนี้

(1) **ด้านการเรียนการสอนและผลิตบัณฑิต**

ผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพ คุณธรรมและจริยธรรมที่ได้มาตรฐานและสอดคล้องกับความต้องการของสังคมและประเทศชาติ ให้สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (Thai Qualification Framewor for Higher Education) (TQF: HEd.) มุ่งสู่มาตรฐานสากลโดยใช้ระบบ ASEAN University Network-Quality Assurance (AUN-QA) ในการจัดการบริหารหลักสูตร โดยมุ่งเน้นการสร้างบัณฑิตให้มีคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางปัญญา มีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล มีความรับผิดชอบ มีความรู้ มีทักษะ การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้สามารถทำงานได้ ทุกแห่งทั่วโลก โดยมีจุดเน้นในการผลิตบัณฑิต ดังนี้

- **อัตลักษณ์บัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์**

1) สุนทรียภาพ คือ เป็นผู้มีความซาบซึ้งในคุณค่าของ ศิลปะ วัฒนธรรมและธรรมชาติ ตลอดจนคุณค่าในวิชาชีพของตน
2) สุขภาพ คือ เป็นผู้มีสุขนิสัยและสุขภาพดี
3) บุคลิกภาพ คือ เป็นผู้มีความสุภาพอ่อนน้อม มีจิตสาธารณะและรับผิดชอบต่อสังคม

- **เอกลักษณ์ของบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์**

"วิชาการก้าวไกล วิจัยแก้ปัญหา พัฒนาชุมชน"

- **คุณลักษณะทางคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ของนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์**

"ซื่อสัตย์ มีวินัย ใจอาสา"

(2) **ด้านการบริการวิชาการแก่สังคม**

เป็นศูนย์กลางบริการวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ แก่ชุมชนและมีส่วนร่วมในการดำเนินการด้านวิชาการกับสถานศึกษาและองค์กรต่าง ๆ รวมทั้งสร้างความร่วมมือกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตภาคเหนือตอนบนและองค์กรภาคเอกชน เพื่อช่วยในการพัฒนาและแก้ปัญหาของชุมชนและสังคม

(3) **ด้านการวิจัย**

มุ่งการวิจัยเป็นเครื่องมือในการพัฒนา โดยส่งเสริมการวิจัยพื้นฐานควบคู่ไปกับการวิจัยประยุกต์ในสาขาต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพ และมีการบูรณาการไปสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล และนำไปสู่การบริการวิชาการที่พัฒนาสุขภาวะของประชาชนในชุมชนให้มีคุณภาพชีวิตที่ดี พัฒนาชุมชนท้องถิ่นสู่ระดับภูมิภาคและประเทศ มุ่งส่งเสริมให้นักวิจัยนำความรู้มาใช้ในการพัฒนาตนเองและพัฒนาการเรียนการสอนได้ นอกจากนั้นยกระดับการวิจัยโดยดำเนินการในลักษณะหุ้นส่วนหรือการสร้างเครือข่ายกับสถาบันที่มีชื่อเสียงทั้งในและต่างประเทศเพื่อพัฒนาการวิจัยของคณะ

(4) **ด้านกิจกรรมพัฒนานิสิต ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและสิ่งแวดล้อม**

มุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่มีคุณภาพ คุณธรรมและจริยธรรม สนับสนุนให้นิสิตมีการเข้าร่วมกิจกรรมของทั้งหลักสูตร คณะ และมหาวิทยาลัย มีส่วนร่วมกับชุมชน มหาวิทยาลัย ในการอนุรักษ์ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น อันเป็นรากฐานของการพัฒนานิสิตอย่างมีดุลยภาพรวมทั้งการคำนึงถึงการปกปักรักษาสิ่งแวดล้อมด้วย

(5) **ยุทธศาสตร์ด้านการบริหารจัดการ**

คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ ให้ความสำคัญกับการบริหารงานอย่างมีประสิทธิภาพประสิทธิผล โดยมีคณะกรรมการประจำคณะทำหน้าที่ในการกำกับดูแลการดำเนินงานของคณะให้มีประสิทธิภาพ มีการบริหารจัดการการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้มีคุณภาพได้แก่ การบริหารทรัพยากรบุคคล ระบบฐานข้อมูลสารสนเทศ การบริหารความเสี่ยง การบริหารการเงินและงบประมาณเพื่อสัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยใช้หลักธรรมาภิบาลในการบริหารงาน

2.2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

หลักสูตรชีวเคมีเป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการทางชีวเคมีทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ การศึกษาครอบคลุมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของสารชีวโมเลกุลชนิดต่าง ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน สารพันธุกรรม ดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอ รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในเซลล์ การสร้างและสลายสารชีวโมเลกุลภายในเซลล์ โดยกระบวนการเมแทบอลิซึม กลไกในระดับพันธุกรรม และการควบคุมการทำงานระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ทั้งที่เกิดในภาวะปรกติและผิดปกติซึ่งนำไปสู่พยาธิกำเนิดของโรค

ต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคเกาต์ โรคความดัน ไขมันในเลือด โรคหัวใจ และโรคธาลัสซีเมีย เป็นต้น การศึกษายังครอบคลุมถึงเทคโนโลยีด้านโมเลกุลและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมด้านชีวภาพที่สำคัญในปัจจุบัน ตลอดจนการวิเคราะห์สารพฤกษเคมีของผักพื้นบ้านและสมุนไพรไทย เพื่อพัฒนาและประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมเพื่อสุขภาพและความงาม นิสิตสามารถนำความรู้พื้นฐานด้านชีวเคมีมาพัฒนาทักษะด้านปัญญาด้วยกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน ใช้เทคนิคทางด้านเทคโนโลยีโมเลกุลสำหรับการวิจัยเพื่อพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ใหม่และสามารถพัฒนาทักษะด้านความรู้ต่อไปในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น

ปรัชญาของหลักสูตร

หลักสูตรชีวเคมีมุ่งบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพและเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาชุมชนและสังคม

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1) เพื่อผลิตบัณฑิตสาขาชีวเคมี ให้มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้
2) มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณในวิชาชีพ
3) มีความรู้ความเข้าใจในศาสตร์ชีวเคมี
4) สามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการในสาขาชีวเคมีและบูรณาการกับศาสตร์ที่ เกี่ยวข้อง สามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาทางชีวเคมีด้วยระเบียบวิจัยทางวิทยาศาสตร์
5) มีความรับผิดชอบต่อบทบาทและหน้าที่ของตนเอง

อาชีพที่สามารถปฏิบัติได้หลังสำเร็จการศึกษา

1) บุคลากรทางการศึกษา
2) นักวิทยาศาสตร์ของหน่วยงานราชการ โรงพยาบาล มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยต่างๆ และหน่วยงานเอกชน
3) นักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัยของหน่วยงานราชการ มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย องค์กรต่างๆ และโรงงาน
4) ผู้ควบคุมคุณภาพในโรงงาน บริษัท หรือสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับยา อาหาร เครื่องสำอาง เคมีภัณฑ์และเวชภัณฑ์
5) พนักงานปฏิบัติการในแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในโรงงาน บริษัท หรือสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับยา อาหาร เครื่องสำอาง เคมีภัณฑ์และเวชภัณฑ์
6) เจ้าหน้าที่บริษัทและสถานประกอบการด้านสุขภาพและความงาม

7) พนักงานขายยา เครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์
8) ศึกษาต่อในสาขาชีวเคมีหรือกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

ภาพที่ 7 การทำผลิตภัณฑ์และนำความรู้มาการประยุกต์ใช้นอกห้องเรียนนิสิตหลักสูตรชีวเคมี

2.2.3 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ

หน้าที่ความรับผิดชอบหลัก

ผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการชีวเคมี ปฏิบัติงานโดยสอดคล้องกับมาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขอบเขตของภาระงานที่หลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้มอบหมายให้ปฏิบัติงานและรับผิดชอบดังนี้

รายวิชา 365121 หลักการของชีวเคมี (Principle of Biochemistry)

รายวิชา 365223 ชีวเคมีพันธุศาสตร์ (Biochemmical Genenetics)

รายวิชา 365224 เครื่องมือพื้นฐานทางชีวเคมี (Basic Biochemical Instruments)

รายวิชา 365240 เทคนิคปฏิบัติการทางอณูชีววิทยา

(Labotatory Techniques in Molecular Biology)

รายวิชา 365240 เมแทอลิซึมบูรณาการ (Integration of Metabolism)

รายวิชา 365261 กลไกทางชีวเคมีของโรค (Biochemical Mechanisms in Diseaes)

รายวิชา 365270 ชีวเคมีเทคโนโลยี (Biochemical Technology)

รายวิชา 365341 เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์ (Techniques in Cell Culture)

รายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ

(Biochemistry of Natural Products)

รายวิชา 365362 ชีวเคมีของภาวะเครียดออกซิเดชัน

(Biochemistry of Oxidative Stress)

รายวิชา 365330 ทัศนาชุมชนเชิงชีวเคมี (Commuity Field Trip with Biochemistry)

รายวิชา 365390 ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

รายวิชา 365443 การพัฒนาทักษะปฏิบัติการทางชีวเคมีสู่อาชีพ

(Development of Biochemical Laboratory Skills for Occupation)

รายวิชา 365492 การศึกษาอิสระ (Independent Study)

1. **งานเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ โดยลักษณะงานที่ปฏิบัติ ดังนี้**

1) ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ หลักเกณฑ์รายละเอียดของบทปฏิบัติการในรายวิชาชีวเคมี รวมถึงคู่มือต่าง ๆ เพื่อดำเนินการตรวจเช็ควัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้มีความพร้อมและเพียงพอต่อการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ วางแผนและจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงชนิดหรือลักษณะของงานปฏิบัติการตามรายละเอียดของปฏิบัติการในรายวิชาชีวเคมี

2) ผู้ปฏิบัติงานร่วมกำหนดผู้รับผิดชอบงานเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการอย่างชัดเจน โดยศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ และพัฒนาเทคนิคการทดลองของรายวิชาปฏิบัติการชีวเคมีให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ทดสอบเพื่อพิจารณาถึงความแม่นยำของขั้นตอนการทดลอง รวมถึงเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง แม่นยำ และน่าเชื่อถือ

2. **งานเตรียมปฏิบัติการ โดยลักษณะงานที่ปฏิบัติ ดังนี้**

1) ผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ต้องมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนและทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ ร่วมวางแผนกับคณาจารย์ประจำหลักสูตรชีวเคมี เพื่อกำหนดหน้าที่รับผิดชอบ

2) ศึกษา ค้นคว้าและทดลอง ตามทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมก่อนเตรียมปฏิบัติการ (Test Lab)

3) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง สำหรับ

การเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ และการวิจัย แก่นิสิตและคณาจารย์ ให้มีความพร้อมและเพียงพอต่อการให้บริการ รวมทั้งการบริหารจัดการวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการชีวเคมี

4) ให้บริการ ยืม คืน วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี แก่ คณาจารย์ บุคลากร และนิสิต เพื่อใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการและการวิจัย

(3) งานหลังเสร็จสิ้นจากปฏิบัติการ โดยลักษณะงานที่ปฏิบัติ ดังนี้

1) จัดเก็บ วัสดุ อุปกรณ์ ที่นิสิตล้างและอบแห้งไว้แล้ว เก็บไว้ในตู้เก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยเพื่อนำไปใช้ในปฏิบัติการครั้งต่อไป

2) จัดเก็บสารเคมีคงเหลือ ไว้ในตู้เก็บสารแยกตามประเภทของความอันตราย

3) จัดเก็บและแยกของเสียใส่ในภาชนะที่ปิดสนิทจากปฏิบัติการ (Waste) ที่มีการกรอกข้อมูลในระบบการจัดการข้อมูลของเสีย (WasteTrack) ตามประเภท ที่เตรียมไว้ในตู้ดูดควัน จากนั้นเมื่อปิดฝาถังของเสียแล้วให้เปิดตู้ดูดควันทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมงเพื่อกำจัดกลิ่นให้ระเหยได้มากที่สุด

4) จัดเก็บ ทำความสะอาด เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้เรียบร้อยพร้อมใช้งานในปฏิบัติการครั้งต่อไป

(4) งานให้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ แก่การเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ งานวิจัย และการบริการทางวิชาการ โดยลักษณะงานที่ปฏิบัติ ดังนี้

1) ผู้ปฏิบัติงานใช้ความรู้และประสบการณ์ในการจัดเตรียมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการให้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้ตรงกับวัตถุประสงค์การใช้งานของผู้รับบริการ และดำเนินการตรวจสอบสภาพการใช้งานของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษา ค้นคว้าและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อยังคงใช้งานได้เป็นปกติ และเหมาะสมกับการวิเคราะห์ทดสอบกรณีที่เครื่องมือวิทยาศาสตร์ไม่พร้อมใช้งาน ผู้ปฏิบัติงานประจำห้องปฏิบัติการแจ้งให้กับผู้รับบริการทราบ และดำเนินการตรวจเช็คเบื้องต้นหรือจัดหาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทดแทน หากไม่สามารถซ่อมบำรุงได้เองติดต่อบริษัท/หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการซ่อมและสอบเทียบ (Calibration) เพื่อยืนยันความสามารถในการใช้งานของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยการทำบันทึกข้อความขออนุมัติซ่อมเครื่องมือวิทยาศาสตร์เสนอคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

2) ผู้ปฏิบัติงานควบคุม ดูแล การใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ของผู้รับบริการอย่างใกล้ชิดจนกระทั่งมีความมั่นใจว่าผู้รับบริการสามารถใช้งานเองได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมเพื่อป้องกันการชำรุดเสียหายด้วยเหตุไม่สมควร

3) ผู้ปฏิบัติงานจัดทำสมุดบันทึกการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (Log Book) เพื่อให้ผู้รับบริการลงบันทึกทุกครั้งเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ พร้อมทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยพร้อมใช้งานได้ต่อไป

บทที่ 3

หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในการเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชาชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ รายวิชา 365351 เล่มนี้ มีหลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน
2. ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง
3. ข้อควรระวังและสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
4. แนวคิด/ทฤษฎีหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 หลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน

ตามประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง การกำหนดชื่อตำแหน่งและมาตรฐานกำหนดตำแหน่งบุคลากรมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ.2563 มีหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติงานของบุคลากรมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน ได้แก่ กลุ่มตำแหน่งประเภทเชี่ยวชาญเฉพาะ ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ โดยยึดหลักมาตรฐานกำหนดตำแหน่งชื่อสายงานวิทยาศาสตร์ ชื่อตำแหน่งในสายงานนักวิทยาศาสตร์ ระดับตำแหน่งปฏิบัติการ ของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา เมื่อวันที่ 21 กันยายน 2553 มีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะงานทั่วไป

สายงานนี้คลุมถึงตำแหน่งต่างๆที่ปฏิบัติงานวิเคราะห์ วิจัย และทดสอบทางวิทยาศาสตร์และทางเทคโนโลยี ซึ่งมีลักษณะงานที่ปฏิบัติเกี่ยวกับการทดสอบ วิเคราะห์และวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาขาต่าง ๆ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ เทคนิควิธีการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ หรือเพื่อใช้ประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม และเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในตำแหน่งต่าง ๆเหล่านี้มีลักษณะงานที่จำเป็นต้องใช้ผู้มีความรู้ความชำนาญในวิชาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน้าที่ความรับผิดชอบหลัก

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการในการทำงานปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านการปฏิบัติการ

(๑) ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และร่วมดำเนินการวิจัย เผยแพร่ผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาอุตสาหกรรม

(๒) วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ ตรวจวัด ตรวจพิสูจน์ วินิจฉัย ทางวิทยาศาสตร์ของวัตถุตัวอย่าง สอบเทียบเครื่องมือ อุปกรณ์วัด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จัดทำฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการ ส่งเสริมพัฒนาห้องปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

(๓) ให้บริการวิชาการด้านต่าง ๆ เช่น ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและแก่นักศึกษาที่มาฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

2. ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

3. ด้านการประสานงาน

(๑) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานทั้งภายในและภายนอก เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

(๒) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

4. ด้านการบริการ

(๑) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์

(๒) จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และให้บริการข้อมูลทางวิชาการ เกี่ยวกับด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน นักศึกษาตลอดจนผู้รับบริการ ได้ทราบข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ สอดคล้อง และสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนดนโยบาย แผนงาน หลักเกณฑ์ มาตรการต่าง ๆ

3.2 ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 ประกาศคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง นโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2562 ประกาศ ณ วันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2562 โดยมีประกาศดังนี้

คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ สำหรับการปฏิบัติงาน เพื่อสร้างสรรค์งานวิจัยและการเรียนการสอนของคณาจารย์ นิสิต บุคลากรและผู้ปฏิบัติงานวิจัยทุกคน ให้ได้รับความปลอดภัย เป็นไปตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิจัยอันเป็นสากล และสอดคล้องกับนโยบายส่งเสริมให้เกิดการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการในประเทศไทยของหน่วยงานที่กำกับดูแลมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิจัยในระดับชาติ จึงเห็นสมควรให้กำหนดนโยบาย ประกาศ หลักเกณฑ์ มาตรการ และแนวทางปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ รวมถึงการสนับสนุนการพัฒนาความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ฉะนั้นเพื่อให้การดำเนินการยกระดับและพัฒนามาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นไปตามแนวทางมาตรฐานในระดับสากล สอดคล้องกับนโยบายของมหาวิทยาลัยพะเยา จึงเป็นการสมควรออกประกาศคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง นโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2562 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ข้อ 1 คณะฯ ตระหนักและให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของ คณาจารย์ นิสิต บุคลากรและผู้ที่ปฏิบัติงานวิจัยทุกคนในการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ โดย

1.1 คณะฯ สนับสนุนการออกประกาศ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัย ทั้งในส่วนของการวางแผน การดำเนินงาน และกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานที่คณะฯ มอบหมายให้กำกับดูแลมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิจัย

1.2 คณะฯ สนับสนุนให้ คณาจารย์ นิสิต บุคลากร และผู้ปฏิบัติงานวิจัยทุกคนปฏิบัติตามประกาศ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัย และสนับสนุนการเสริมสร้าง จิตสำนึกและความรู้ความเข้าใจด้านความปลอดภัย

1.3 คณะฯ ตระหนักถึงความสำคัญของมาตรการป้องกันอุบัติเหตุ อันเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการวิจัย สนับสนุนงบประมาณจัดซื้ออุปกรณ์ป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ สนับสนุนการปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงานที่เหมาะสม

พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรวิจัยให้คุ้มค่าเกิดประโยชน์สูงสุด และส่งเสริมกระบวนการจัดการของเสียที่มีประสิทธิภาพ

1.4 คณะฯ สนับสนุนให้มีการประเมิน การจัดการ และการควบคุมความเสี่ยงภัยในห้องปฏิบัติการวิจัยอย่างเหมาะสมและต่อเนื่อง

ข้อ 2 แนวทางปฏิบัติเพื่อยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิจัย มีดังนี้

2.1 สนับสนุนให้ห้องปฏิบัติการเข้าร่วมโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยแห่งประเทศไทย (Enhancement of safety Practice of Research Laboratory in Thailand ,ESPReL)

2.2 กำหนดให้มีการจัดตั้งคณะกรรมการกำกับดูแลมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยทำหน้าที่กำกับ ดูแล ส่วนงานด้านความปลอดภัย และจัดทำแผนงานตามนโยบายที่ คณะฯ กำหนด

2.3 ห้องปฏิบัติการต้องปรับปรุงและพัฒนาสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานให้มีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน และต้องกำกับดูแลผู้ที่ปฏิบัติงานวิจัยให้มีความรู้และสามารถใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม

2.4 ห้องปฏิบัติการให้การปฏิบัติด้านความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการวิจัยเป็นหน้าที่ของ คณาจารย์ นิสิต บุคลากร และผู้ปฏิบัติงานวิจัยทุกคน ซึ่งต้องตระหนักและมีหน้าที่ร่วมมือกันเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของตนเองและผู้อื่น อย่างเคร่งครัด

2.5 บุคลากรผู้ปฏิบัติงานวิจัยทุกคนมีสิทธิเสนอความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง สภาพการปฏิบัติงานและวิธีการปฏิบัติงานให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงานวิจัย

3.2.2 มาตรฐานการปฏิบัติงาน

คู่มือการการเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชา365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ หลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ใช้หลักการทำงานและแนวทางการปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. หลักการทำงาน

มีมาตรฐานการปฏิบัติงานอาศัยหลักการทำงานตามสมรรถนะในการปฏิบัติงาน ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี เพื่อประกอบการเรียนการสอน ดังนี้

(1) ปฏิบัติงานตามกฎ ระเบียบและข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง และหลีกเลี่ยงการกระทำใด ๆ ที่อาจทำให้เกิดความเสื่อมเสียแก่องค์กร

(2) มีความโปร่งใส ในการปฏิบัติงานให้เห็นถึงการปฏิบัติงานตามกฎ ระเบียบข้อบังคับ ของมหาวิทยาลัย

(3) ไม่ปกปิดข้อเท็จจริงหรือบิดเบือนความจริงอันเป็นสาระสำคัญ ซึ่งสามารถติดตาม และตรวจได้ตามกฎหมายเกี่ยวกับข้อมูลข่าวสารของราชการ

(4) ความซื่อสัตย์ สุจริต ประพฤติตนสอดคล้องตามจรรยาบรรณของบุคลากรที่มหาวิทยาลัยกำหนด

(5) การปฏิบัติงานต้องมีประสิทธิภาพ ลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน ถูกต้อง รวดเร็ว

(6) การประสานงานในภาระงานที่รับผิดชอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานเป็น ทีม และสร้างเครือข่ายภายในองค์กร

(7) การปฏิบัติงานคำนึงถึงผลประโยชน์ของมหาวิทยาลัย และการประหยัดทรัพยากร

2. แนวทางการปฏิบัติงาน

นอกจากหลักการทำงาน ยังได้ใช้สมรรถนะในการปฏิบัติงานและประสบการณ์ ในการทำงานมากำหนดแนวทางการปฏิบัติงานของบุคลากรซึ่งการเตรียมอุปกรณ์และ สารเคมี ผู้รับบริการคือนิสิต หลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ระดับ ปฏิบัติการเป็นผู้ให้บริการตามแนวทางการปฏิบัติ แสดงดังตาราง

ตารางที่ 1 สมรรถนะในการปฏิบัติงานและมาตรฐานการปฏิบัติงาน

สมรรถนะในการ ปฏิบัติงาน	มาตรฐานการปฏิบัติงาน
การมุ่งผลสัมฤทธิ์	1.มีความรู้ ความสามารถในหน้าที่รับผิดชอบอย่างสูง และบริการเหนือ ความคาดหมาย มีแหล่งข้อมูลใช้อ้างอิงส่งผลต่อความพึงพอใจของ ผู้รับบริการ 2.มีความตั้งใจ มีความขยัน หมั่นเพียร และมุ่งมั่นในการปฏิบัติงานที่รับผิดชอบให้สำเร็จตามเป้าหมาย และมีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติงาน ตามที่ได้รับมอบหมาย 3.มุ่งสร้างและพัฒนาผลงานให้มีคุณภาพอย่างต่อเนื่อง
ความเข้าใจองค์กรและระบบงาน	1.มีความเข้าใจองค์กร คน ระบบงาน และวัฒนธรรมองค์ในภาพรวมและ มีความสามารถในการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างระบบงานและโดยการ ใช้เทคโนโลยี และเรียนรู้วิธีการปฏิบัติงานและสามารถแก้ปัญหา ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น 2.มีมาตรฐานในการปฏิบัติงานสอดคล้องวิสัยทัศน์พันธกิจ และ วัตถุประสงค์ขององค์กร 3.มีการยอมรับในการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในองค์กร เช่น การเปลี่ยนโครงสร้างองค์กร ระบบงาน และการปรับเปลี่ยนกระบวนงานเป็นต้น
การทำงานเป็นทีม	1.มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมได้ (team work) 2.มีความพึงพอใจในหน้าที่ของตนที่ได้รับมอบหมายจากทีมได้อย่างมีความสุข 3.สร้างและประสานงานระหว่างทีมในกลุ่มภารกิจให้บรรลุเป้าหมายและ มีประสิทธิภาพ
การมีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณ	1.ปฏิบัติหน้าที่ความรับผิดด้วยความโปร่งใส มีความซื่อสัตย์สุจริต 2.มีการอุทิศเวลาแก่ราชการ มีความภาคภูมิใจในสถาบันตนเอง 3.มุ่งส่งเสริมการปฏิบัติงานในหน่วยงานและมหาวิทยาลัยให้บรรลุ วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

3.2.3 ข้อกำหนดความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

1. หลักการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

(1) ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการทุกคน ต้องรับทราบนโยบายด้านความปลอดภัย รวมทั้งอ่านคู่มือความ ปลอดภัยของห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

(2) ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการทุกคนคนต้องทราบอันตรายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น และแนวทางป้องกัน ก่อนเริ่มลงมือทำงาน โดยเฉพาะเมื่อเริ่มงานใหม่

(3) ผู้ทำปฏิบัติการต้องทราบวิธีกำจัดของเสียที่เหมาะสมเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

(4) มีการตรวจสอบว่าภาชนะบรรจุสารเคมีแต่ละตัวมีป้ายและฉลากที่ถูกต้องชัดเจน

(5) การใช้เครื่องมือต้องเป็นไปตามลักษณะการใช้งานที่แท้จริงของเครื่องมือนั้น ๆ ไม่ควรปฏิบัติงานโดยลำพัง กรณีที่ต้องปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารอันตราย

(6) ไม่ควรใช้ภาชนะเครื่องแก้วที่มีรอยแตกร้าว

(7) ไม่ควรใช้มือในการเก็บภาชนะแก้วที่หล่นแตก ให้ใช้ไม้กวาด กวาดพื้นและอุปกรณ์ทำความสะอาดที่เหมาะสม

(8) ให้รายงานการเกิดอุบัติเหตุใด ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการแก่ผู้บังคับบัญชาทันที

2. หลักการทำปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี

(1) ควรใส่เครื่องแต่งกายให้รัดกุมและเหมาะสม ไม่ควรใส่เสื้อผ้าหลวม ผ้าคลุมผม ไม่ควร ใส่กางเกงขาสั้นหรือกระโปรงสั้น ไม่ควรใส่รองเท้าแตะในการปฏิบัติงาน รวมทั้งไม่ควร สวมเครื่องประดับในระหว่างปฏิบัติงานเพราะอาจได้รับการปนเปื้อนของสารเคมี ควรใส่เสื้อกาวแขนยาวตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานเพื่อป้องกันการกระเซ็นและปนเปื้อนของสารเคมี

(2) เมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารเคมีอันตรายควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม เช่น เมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน ควรใส่ถุงมือที่เหมาะสมและสามารถป้องกันการซึมผ่านของสารเคมีนั้นได้ ใส่แว่นตาเพื่อป้องกันการกระเซ็นของสารเคมีเข้าตา

(3) ไม่ใช้จุกแก้วกับขวดบรรจุสารละลายด่าง เพราะจุกจะติดกับขวดจนเปิดไม่ได้

(4) ไม่ใช้จุกยางกับขวดบรรจุตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ อะซิโตน เพราะตัวทำละลายอินทรีย์กัดยางได้ทำให้สารละลายสกปรกและจะเอาจุกยางออกจากขวดได้ยาก เพราะจุกส่วนข้างล่างบวม

(5) การทดลองใด ๆ ที่ทำให้เกิดสุญญากาศ ภาชนะที่ใช้จะต้องหนาพอที่จะทนต่อความดันภายนอกได้

(6) ขณะต้มสารละลายหรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลองจะต้องหันปากหลอดออกห่างจากตัวเองและห่างจากคนอื่น ๆ ให้หันปากหลอดทดลองไปในด้านที่ไม่มีคนอยู่

(7) ให้ความระมัดระวังในการจุดไฟในห้องปฏิบัติการดับไฟทันทีเมื่อเลิกใช้งาน

(8) ก่อนที่จะทำการจุดไฟควรย้ายวัสดุไวไฟออกจากบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ควรแน่ใจว่าได้ปิดภาชนะที่บรรจุของเหลวไวไฟอย่างดีแล้ว

(9) ควรเก็บสารเคมีไวไฟในตู้สำหรับเก็บสารเคมีไวไฟโดยเฉพาะ

(10) หลีกเลี่ยงการสูดดมไอระเหยของสารเคมี เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี อย่านำสารเคมีมาดมโดยตรง ควรใช้มือพัดกลิ่นสารเคมีนั้นเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย โดยถือหลอดที่ใส่สารเคมีไว้ห่าง ๆ ห้ามทดสอบชนิดของสารเคมี ด้วยการดมกลิ่นโดยตรงอย่างเด็ดขาด

(11) เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ลงในบีกเกอร์ก่อนโดยริน ออกมาปริมาณ เท่ากับจำนวนที่ต้องการจะใช้ อย่ารินออกมามากเกินไปเพราะจะทำให้ สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่ ริน ออกมาแล้วนี้เหลือให้เทส่วนที่เหลือนี้ ลงในอ่างหรือขวดทิ้งของเสียเคมี อย่าเทกลับลงในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกัน การปนเปื้อนของสาร

(12) หากผิวหนังสัมผัสถูกสารเคมี ต้องล้างออกทันทีด้วยน้ำประปาหรือน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที

(13) อย่าทิ้งโลหะโซเดียมที่เหลือจากการทดลองลงในอ่างน้ำ เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับน้ำ อย่างรุนแรง จะต้อง ทำลายด้วยแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วจึงเททิ้งลงในอ่างน้ำ

(14) ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้าต้องรีบล้างออกด้วยน้ำทันทีเพราะมี สารเคมีหลายชนิดซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นพิษ ขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิด พิษแตกต่างกัน

(15) เมื่อเลิกปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ควรล้างมือด้วยน้ำสบู่และน้ำสะอาด

(16) ห้ามดื่ม กิน เคี้ยวหมากฝรั่ง สูบบุหรี่ หรือแม้แต่ทาเครื่องสำอางในห้องปฏิบัติการห้ามนำอาหารเครื่องดื่ม บุหรี่ และเครื่องสำอางเข้ามาเก็บในบริเวณห้องปฏิบัติการ

(17) เพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ เมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารก่อมะเร็ง

3. อุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคลในห้องปฏิบัติการ

1) เสื้อกาวน์ (Laboratory Coat) เสื้อคลุมปฏิบัติการใช้สวมทับชุดปกติระหว่างปฏิบัติงานเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากฝุ่นผง ตลอดจนการหกกระเซ็นของสารเคมี แสดงดังภาพ

ภาพที่ 8 แสดงรูปการสวมใส่เสื้อกาวน์

ที่มาของภาพ: https://www.pinkanakorn.or.th/wp-content/uploads/2019/06/WI-CR-01 คู่มือการทำงานในห้องปฏิบัติการ.pdf

2) ผ้ากันเปื้อนสารเคมี (Protective Coat)

- เนื้อผ้าทำจากหนัง/PVC ที่ทนต่อสารเคมี
- ใช้สวมทับเสื้อกาวน์อีกที
- ใช้ป้องกันการกระเด็นเปื้อนของสารเคมี
- ใช้ในการทำความสะอาดสารเคมีที่หก

แสดงดังภาพ

ภาพที่ 9 แสดงรูปการสวมใส่ผ้ากันเปื้อนสารเคมี

ที่มาของภาพ: https://www.pinkanakorn.or.th/wp-content/uploads/2019/06/WI-CR-01 คู่มือการทำงานในห้องปฏิบัติการ.pdf

3) ถุงมือ (Gloves)

- เลือกวัสดุของถุงมือ (vinyl, latex, nitrile) ให้เหมาะกับงาน
- ถุงมือกันกรด–ด่าง สารพิษ
- ถุงมือจับของร้อน/เย็น
- ถุงมือจับของมีคม
- ถุงมือสำหรับงานซักล้าง
- ตรวจสภาพก่อนใช้ทุกครั้ง
- ก่อนถอดถุงมือออกควรล้างมือก่อน
- ถอดถุงมือก่อนออกจากห้องปฏิบัติการเสมอ
- ขณะใส่ถุงมือไม่ควรจับ ลูกบิดประตู โทรศัพท์ ปากกา เป็น ต้น

แสดงดังภาพ


ภาพที่ 10 แสดงรูปการสวมใส่ถุงมือ

ที่มาของภาพ: https://www.pinkanakorn.or.th/wp-content/uploads/2019/06/WI-CR-01 คู่มือการทำงานในห้องปฏิบัติการ.pdf

4) อุปกรณ์ป้องกันตา

- แว่นตานิรภัย (Safety glasses) มีเลนส์ที่ทนการกระแทก
- แว่นตากันไอระเหย (Goggle)

แสดงดังภาพ

ภาพที่ 11 แสดงรูปอุปกรณ์ป้องกันตา

ที่มาของภาพ: https://www.m2j.co.th/17338057/

5) หน้ากากคลุมหน้า (Face Shield) แสดงดังภาพ

- ใช้ป้องกันดวงตา และใบหน้า

ภาพที่ 12 แสดงรูปหน้ากากคลุมหน้า

ที่มาของภาพ: https://www.pinterest.com/pin/750764200374503462/

6) หน้ากากป้องกันฝุ่น และไอระเหย (Respiratory mask) แสดงดังภาพ

- ใช้ป้องกันฝุ่น และไอระเหยที่อันตรายต่อทางเดินหายใจ
- หน้ากากควรกระชับพอดีกับใบหน้า
- ต้องเลือกชนิดตัวกรองให้เหมาะสม
- เปลี่ยนตัวกรองตามอายุการใช้งาน
- ควรทำความสะอาดอย่างเหมาะสมตามกำหนดเวลา

ภาพที่ 13 แสดงรูปหน้ากากป้องกันฝุ่นและไอระเหย

ที่มาของภาพ: https://www.opsmoac.go.th/samutsakhon-manual-files-422991791808

การเตรียมสารเคมี

1) การเตรียมสารเคมีพวกกรดด่าง หรือสารระเหย ควรทำในตู้ดูดควัน
2) ออกไซด์ของธาตุบางชนิดเป็นก๊าซพิษ เช่น ออกไซด์ของกำมะถัน ไนโตรเจนและ ก๊าซแฮโลเจน ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก็เป็นก๊าซพิษเช่นเดียวกัน การทดลองใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเหล่านี้ควรทำในตู้ควัน

3) อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใดๆ แต่ค่อยๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้าๆ พร้อมกับกวนตลอดเวลาเพื่อ กระจายความร้อนที่เกิดจากการละลายของกรดในน้ำ
4) การดูดสารละลายโดยใช้ปิเปต ห้ามใช้ปากดูดให้ใช้จุกยาง

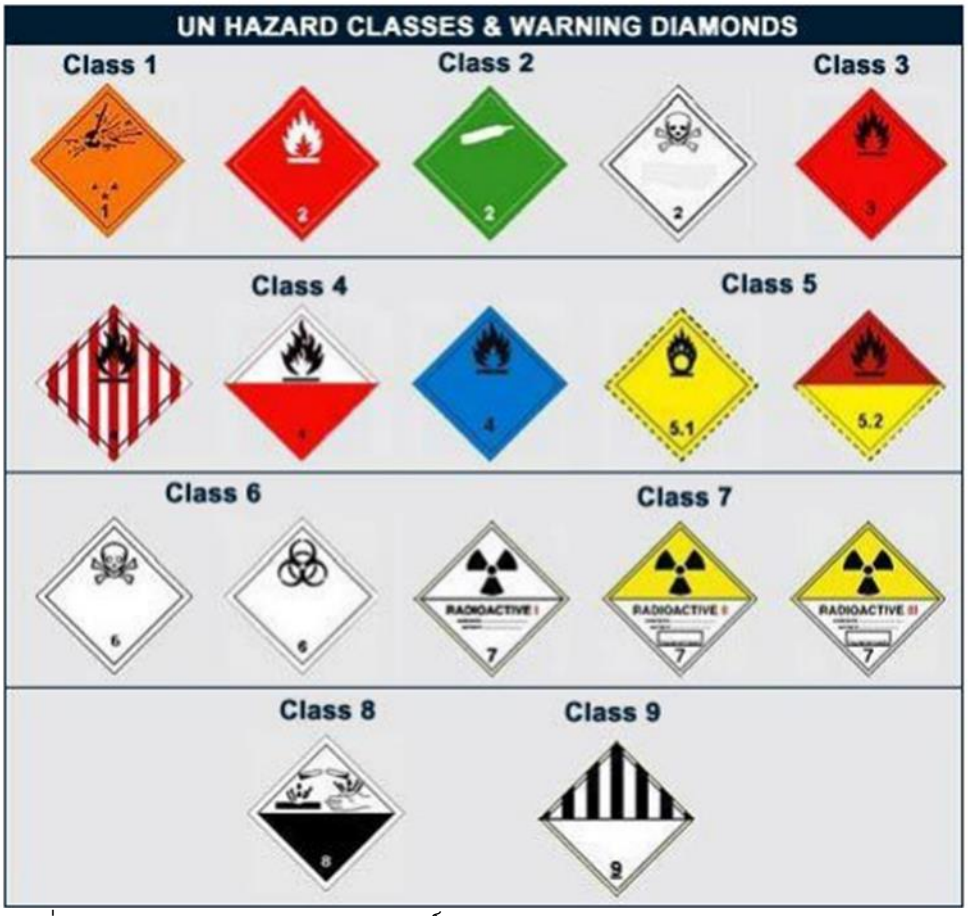
สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี

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 หรือก่อให้เกิด ความพินาศเสียหาย ออกเป็น 9 ประเภท (UN-Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิด อันตรายหรือความเสี่ยงในการเกิดอันตราย ดังนี้

ประเภทที่ 1 วัตถุระเบิด
ประเภทที่ 2 ก๊าซ
ประเภทที่ 3 ของเหลวไวไฟ
ประเภทที่ 4 ของแข็งไวไฟ
ประเภทที่ 5 วัตถุออกซิไดส์และออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์
ประเภทที่ 6 วัตถุมีพิษและวัตถุติดเชื้อ
ประเภทที่ 7 วัตถุกัมมันตรังสี
ประเภทที่ 8 วัตถุกัดกร่อน
ประเภทที่ 9 วัตถุอื่นๆ ที่เป็นอันตราย



ภาพที่ 14 รายละเอียดระบบสัญลักษณ์แบบ UN

ที่มาของภาพ: https://www.pinterest.com/pin/67554063132225280/

2. ระบบ NFPA (The National Fire Protection Association)

ของสหรัฐอเมริกา กำหนดสัญลักษณ์แสดงอันตรายเป็นรูปเพชร (Diamond-shape) เพื่อใช้ในการป้องกันและตอบโต้ เหตุเพลิงไหม้ สัญลักษณ์ ดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่วางตั้งตามแนวเส้นทแยงมุม ภายในแบ่ง ออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อย ขนาดเท่ากัน 4 รูป ใช้พื้นที่กำกับ 4 สี ได้แก่ สีแดง สีน้ำเงิน สีเหลือง และสีขาว และใช้ตัวเลข 0 ถึง 4 แสดงถึงระดับอันตราย โดย 0 หมายถึง สารนั้นไม่ ก่อให้เกิดอันตรายและ 4 แสดงถึงอันตรายสูงสุด โดยแต่ละสีแสดง คุณสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้

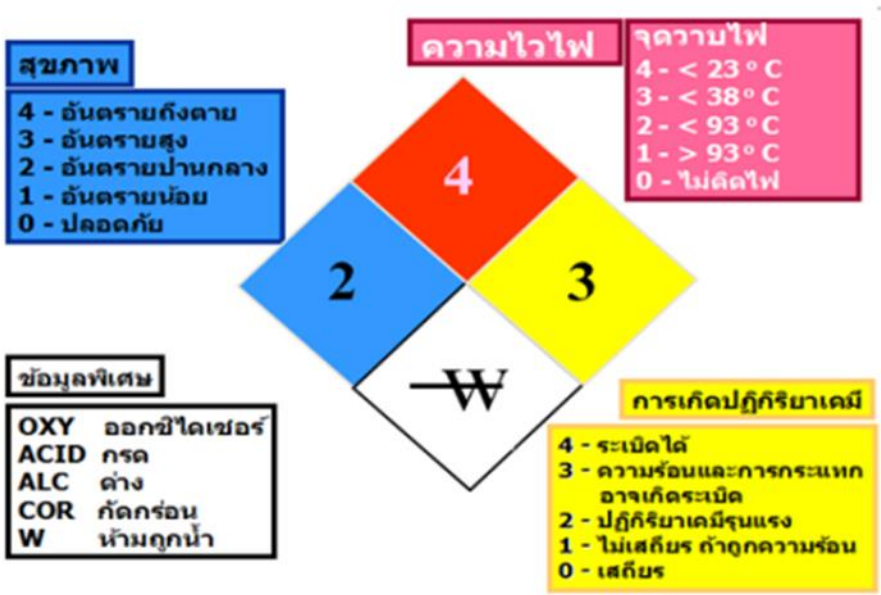
สีแดง	แสดงอันตรายจากไฟ (Flammable)
สีน้ำเงิน	แสดงอันตรายต่อสุขภาพ (Health)
สีเหลือง	แสดงความไวต่อปฏิกิริยาของสาร (Reactivity)
สีขาว	แสดงคุณสมบัติพิเศษของสาร (Special hazard)

โดยมีสัญลักษณ์ต่างๆ คือ

W หมายถึง สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ (Water reactive)

Ox หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นตัวออกซิไดซ์ (Oxidizer)

Cor หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน (Corrosive)



ภาพที่ 15 รายละเอียดระบบสัญลักษณ์แบบ NFPA

ที่มา: สุเมธา วิเชียรเพชร

3. ระบบ EEC (The European Economic Council)

ตามข้อกำหนดของประชาคมยุโรปที่ 67/548/EEC สัญลักษณ์แสดง อันตราย จะแบ่งออกตามประเภทของอันตราย โดยใช้รูปภาพสีดำเป็นสัญลักษณ์แสดง อันตรายบน พื้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีส้ม และมีอักษรย่อกำกับที่มุมขวา ซึ่งสัญลักษณ์ เหล่านี้ปรากฏอยู่ที่ฉลากของสารเคมีที่ใช้ในสหภาพยุโรป

สัญลักษณ์ (Symbol)	สิ่งบ่งชี้อันตราย (Indication of Danger)	ประเภทความเป็นอันตราย (Hazard Class)	สัญลักษณ์ (Symbol)	สิ่งบ่งชี้อันตราย (Indication of Danger)	ประเภทความเป็นอันตราย (Hazard Class)
	Explosive (E)	วัตถุระเบิด (Explosive)		Extreamly Flammable (F+)	สารไวไฟมากเป็นพิเศษ (Extreamly Flammable)
	Oxidizing (O)	สารออกซิไดซ์ (Oxidizing)		Highly Flammable (F)	• สารไวไฟมาก (Highly Flammable) • สารไวไฟ (Flammable)
	Very Toxic (T+)	สารมีพิษมาก (Very Toxic)		Irritant (Xi)	• สารระคายเคือง Irritant) • สารที่ทำให้ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ (Sensitization)
	Toxic (T)	• สารมีพิษ (Toxic) • สารก่อมะเร็ง ประเภทที่ 1, 2 (Carcinogenic) • สารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ประเภทที่ 1, 2 (Mutagenic) • สารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ ประเภทที่ 1, 2 (Toxic for Reproduction)		Harmful (Xn)	• สารอันตราย (Harmful) • สารที่ทำให้ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ (Sensitization) • สารก่อมะเร็ง ประเภทที่ 3 (Carcinogenic) • สารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ประเภทที่ 3 (Mutagenic) • สารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ ประเภทที่ 3 (Toxic for Reproduction)
	Dangerous for the Environment (N)	สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Dangerous for the Environment)		Corrosive (C)	สารกัดกร่อน (Corrosive)

ภาพที่ 16 รายละเอียดสัญญลักษณ์แบบ EEC

ที่มาของภาพ: http://www.thailandindustry.com

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

เป็นระบบการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์เคมีและการติดฉลากที่องค์การ สหประชาชาติได้กำหนดขึ้น เพื่อให้เป็นระบบสากลในการจำแนกหรือการจัดกลุ่ม ความเป็นอันตรายและการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมี ในรูปแบบของการ แสดงฉลากและเอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS) ที่เป็นระบบเดียวกันทั่ว โลก สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard Pictogram) ตามระบบสากล GHS ได้กำหนดไว้ 9 รูป สัญลักษณ์ทั้ง 4 ระบบนี้ จะปรากฏบนฉลากผลิตภัณฑ์และหีบห่อเพื่อ ประโยชน์ในการจัดการเตรียมความพร้อมด้านความปลอดภัยและตอบโต้เหตุ ฉุกเฉิน รวมทั้งประโยชน์ในการจัดเก็บตามชนิดของอันตรายของสารเคมี

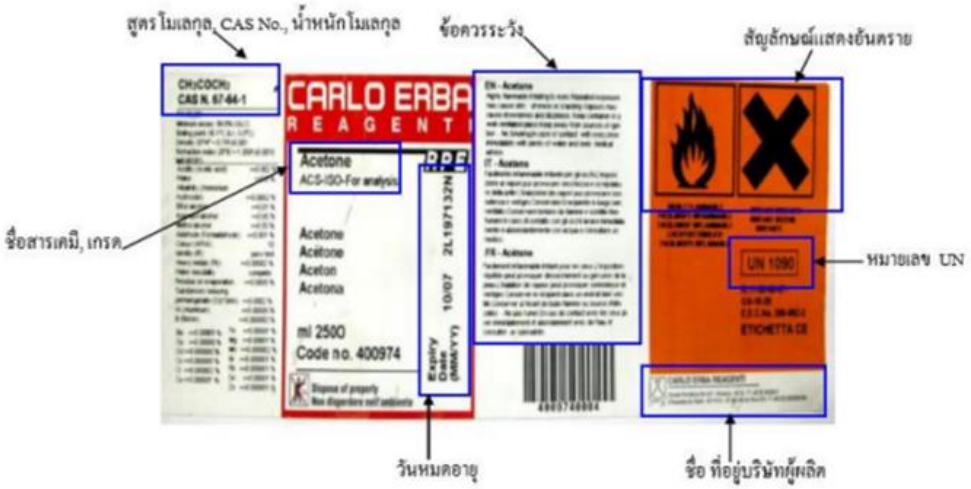
ประเภทอันตราย	สัญลักษณ์ของระบบ UN	สัญลักษณ์ของระบบ EEC	สัญลักษณ์ของระบบ GHS	ตัวอย่างสารเคมี
Explosives วัตถุระเบิด	class 1.1 1.2 1.3	E		ระเบิด เลุ ประทัด
Gases ก๊าซ	Class 2			ก๊าซหุงต้ม ไนโตรเจน
Oxidizing วัตถุออกซิไดซ์	class 5	O		ไฮโดรเจนเปอร์ ออกไซด์
Highly flammable วัตถุไวไฟสูง	class 4	F		ฟอสฟอรัสหรือไม้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

ภาพที่ 17 สรุปข้อมูลอันตรายและการเปรียบเทียบกับสัญญลักษณ์ของระบบต่าง ๆ

ที่มาของภาพ: ศูนย์บริการความปลอดภัย

ฉลากสารเคมี

ข้อมูลสารเคมีบนฉลากที่ปิดบนภาชนะบรรจุสารเคมี เป็นข้อมูลจำเป็นที่ใช้ในการจำแนก สารเคมีที่มีความถูกต้องชัดเจน การอ่านข้อมูลสารเคมีบนฉลาก และการปฏิบัติตามข้อแนะนำการใช้สารเคมีอย่างเคร่งครัด สามารถป้องกันอันตรายจากสารเคมีได้



ภาพที่ 18 ข้อมูลสารเคมีบนฉลากที่ปิดบนภาชนะบรรจุสารเคมี

ที่มาของภาพ: https://marine.chanthaburi.buu.ac.th/documents/research_center/handbook-001-2021.pdf

กรณีทำสารเคมีหกหล่น

เมื่อสารเคมีหกอาจเกิดอันตรายได้หากไม่ระมัดระวังให้ดี ทั้งนี้เพราะสารเคมีบางชนิดเป็นพิษต่อร่างกายเมื่อถูกกับผิวหนังหรือสูดดม บางชนิดติดไฟได้ง่าย ดังนั้นเมื่อสารเคมีหกจะต้องรีบเก็บกวาดให้เรียบร้อยทันที โดยบุคลากรในห้องปฏิบัติการสามารถจัดการเกี่ยวกับสารเคมีหกหล่นในปริมาณน้อยได้เอง ดังต่อไปนี้

วิธีการปฏิบัติเมื่อเกิดกรณีสารพิษหกหล่น มีดังนี้

- **สารที่เป็นของแข็ง** เมื่อสารเคมีที่เป็นของแข็งหก ควรใช้แปรงกวาดรวมกันใส่ในช้อนตักหรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึงนำไปใส่ในภาชนะ
- **สารละลายที่เป็นกรด** เมื่อกรดหกจะต้องรีบทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อนแล้วโรย โซดาแอสหรือโซเดียมไบคาร์บอเนตหรือเทสารละลายด่างเพื่อทำให้กรดเป็นกลางต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำให้สะอาด

ข้อควรระวัง เมื่อเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นที่หก เช่น กรดกำมะถันเข้มข้น จะมีความร้อนเกิดขึ้นมากและกรดอาจกระเด็นออกมาจึงควรค่อย ๆ เทน้ำลงไปมาก ๆ เพื่อให้กรดเจือจางและความร้อนที่เกิดขึ้นรวมทั้งการกระเด็นจะน้อยลง

- **สารละลายที่เป็นด่าง** เมื่อสารเคมีที่เป็นด่างหกจะต้องเทน้ำลงไปเพื่อลดความเข้มข้นของด่างแล้วเช็ดให้แห้ง โดยใช้ไม้ถูพื้นซับน้ำบนพื้น (Mop) พยายามอย่าให้กระเด็นขณะเช็ดเนื่องจากสารละลายด่างจะทำให้พื้นลื่น เมื่อล้างด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้งแล้วยังไม่หายควรใช้ทรายโรยบริเวณที่ด่างหกแล้วเก็บกวาดทรายออกไปจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้
- **สารที่ระเหยง่าย** เมื่อสารเคมีที่ระเหยง่ายหกจะระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิดติดไฟได้ง่าย บางชนิดเป็นอันตรายต่อผิวหนังและปอด การทำความสะอาดที่ระเหยง่ายทำได้ดังนี้
    - ถ้าสารที่หกมีปริมาณน้อย ใช้ผ้าขี้ริ้วหรือเศษผ้าเช็ดถูออก
    - ถ้าสารที่หกนั้นมีปริมาณมาก ทาให้แห้งโดยใช้ไม้ถูพื้น เมื่อเช็ดแล้วก็นำมาใส่ถังเก็บและสามารถนำไปใช้อีกได้ตามต้องการ
- **สารที่เป็นน้ำมัน** สารพวกนี้เช็ดออกได้โดยใช้น้ำมาก ๆ เมื่อเช็ดออกแล้วพื้นบริเวณที่ สารหกจะลื่น จึงต้องล้างด้วยผงซักฟอกอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้สารที่ติดอยู่ออกไปให้หมด

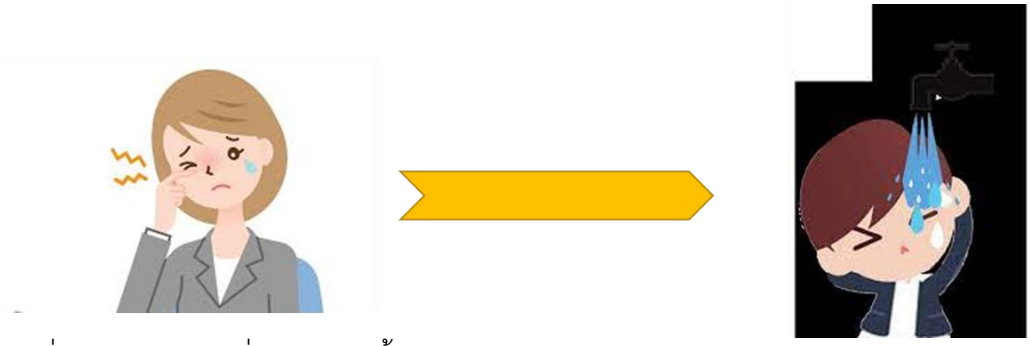
วิธีปฏิบัติการเมื่อสัมผัส สูดดม และกลืนกินสารเคมี

-สารเคมีถูกผิวหนัง ต้องรีบล้างบริเวณนั้น ด้วยน้ำมาก ๆ ทันทีเพื่อไม่ให้สารเคมีมีโอกาสทำลายเซลล์ผิวหนังหรือซึมเข้าไปในผิวหนังได้

ภาพที่ 19 วิธีปฏิบัติเมื่อสารเคมีถูกผิวหนัง

ที่มาของภาพ: https://marine.chanthaburi.buu.ac.th/documents/research_center/handbook-001-2021.pdf

-สารเคมีเข้าตา ใช้น้ำล้างลูกตาและภายในตาให้ล้างต่อเนื่องตลอดเวลา **เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที** เปิดเปลือกตาดูว่าล้างสะอาดหมดจริง รวมถึงภายในลูกตาด้วย ห้ามขยี้ตา ส่งห้องพยาบาลหรือโรงพยาบาลทันที รายงานให้เจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการทราบ

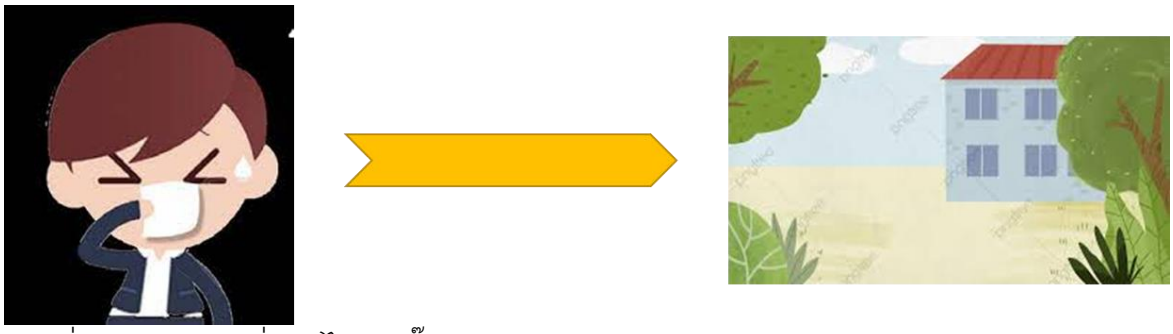


ภาพที่ 20 วิธีปฏิบัติเมื่อสารเคมีเข้าตา

ที่มาของภาพ: https://marine.chanthaburi.buu.ac.th/documents/research_center/handbook-001-2021.pdf

-การสูดไอหรือก๊าซพิษ เมื่อสูดไอของสารเคมีหรือก๊าซพิษ ปกติจะมีอาการต่าง ๆ เกิดขึ้น เช่น วิงเวียน คลื่นไส้ หายใจขัด ปวดศีรษะ ฯลฯ ซึ่งแล้วแต่พิษของสารเคมีนั้น ๆ หากไอนั้นกัดเนื้อเยื่อก็จะทำให้ระคายต่อระบบหายใจด้วย จะต้องรีบออกไปจากที่นั้นและไปอยู่ในที่ที่ มีอากาศบริสุทธิ์ หากพบว่ามีผู้หายใจเอาก๊าซพิษเข้าไปมากจนหมดสติหรือช่วยตัวเองไม่ได้

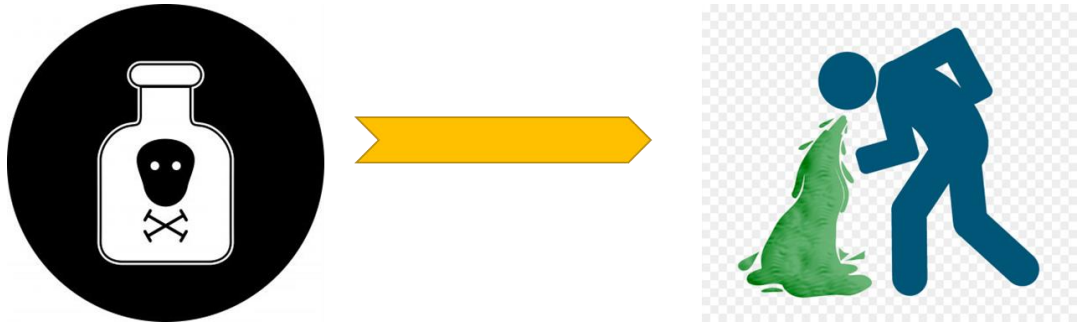
จะต้องรีบนำออกมาที่นั่นทันที ซึ่งผู้เข้าไปช่วยต้องใส่หน้ากากป้องกันก๊าซพิษหรือใช้เครื่องช่วยหายใจ



ภาพที่ 21 วิธีปฏิบัติเมื่อสูดไอหรือก๊าซพิษ

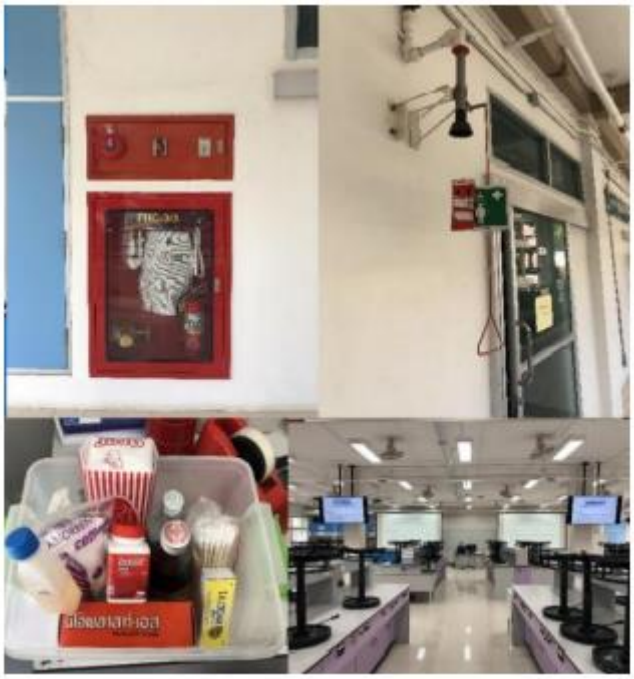
ที่มาของภาพ: https://marine.chanthaburi.buu.ac.th/documents/research_center/handbook-001-2021.pdf

การกลืนกินสารเคมี เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างผู้ทดลองใช้ปากดูด สารเคมีอาจพึงเข้าปากได้ หากสารเคมีนั้นเป็นสารพิษก็ย่อมจะเกิดอันตรายต่อผู้ทดลอง จะต้องรีบล้างปากให้สะอาดเป็นอันดับแรกและต้องสืบให้รู้ว่ากลืนสารอะไรลงไป ต่อจากนั้นก็ให้ดื่มน้ำหรือนมมาก ๆ เพื่อทำให้พิษเจือจาง แล้วทำให้อาเจียนโดยใช้นิ้วกดโคนลิ้นหรือกรอกไข่ขาวปล่อยให้อาเจียนจนกว่าจะมีน้ำใส ๆ ออกมา



ภาพที่ 22 วิธีปฏิบัติเมื่อกลืนกินสารเคมี

ที่มาของภาพ: https://marine.chanthaburi.buu.ac.th/documents/research_center/handbook-001-2021.pdf



ภาพที่ 23 การเตรียมความพร้อมพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ
เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย

การรวบรวมของเสียและการบำบัดเบื้องต้น

กระบวนการทดสอบต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ ทำให้มีของเสียและขยะเกิดขึ้นมากมาย ของเสียและขยะจากการปฏิบัติการเป็นปัจจัยเสี่ยงอีกอย่างหนึ่งที่ต้องมีการจัดการอย่างเป็นระบบ เพื่อป้องกันมิให้สารเคมีรั่วไหลและแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกห้องปฏิบัติการ โดยการดำเนินงานเกี่ยวกับของเสียและขยะประกอบด้วยการคัดแยกประเภทของของเสีย การรวบรวมและจัดเก็บของเสีย การบำบัดและกำจัดของเสีย การจำแนกประเภทของเสียของห้องปฏิบัติการ แบ่งออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Hazardous Waste) และของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (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 ตัวอย่างดิน ที่มีความเป็นพิษ หรือมีความเข้มข้นของโลหะเกินเกณฑ์มาตรฐาน	รวบรวมเพื่อส่งกำจัด
ของเสียที่มีความเป็นพิษต่อสุขภาพสูง เป็นสารก่อมะเร็งหรือมีผลกระทบต่อระบบพันธุกรรม เช่น Cyanide Waste, Chloroform, CCl4, EtBr, Formaldehyde, Acrylate, Pyridine เป็นต้น	เก็บใส่ภาชนะบรรจุ และกำจัดทิ้งต่อไป
สารอินทรีย์ที่ไม่มีสารเฮโลเจนเป็นส่วนผสม (Non-Halogenated Solvent) ได้แก่ ของเสียที่มี Acetone, Ether, Hexane, Methanol และ Acetonitrile ผสมอยู่	สามารถ Reuse นำกลับมาใช้ใหม่ได้ หากมีสารอื่นเจือปน ให้เก็บใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิทหรือถัง PE เพื่อรอส่งกำจัดต่อไป
สารละลายกรด-ด่าง ที่มีโลหะผสมปริมาณสูง (Acidic Aqueous with Metals) ได้แก่ โครเมียม ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โคบอลต์ นิกเกิลเงิน ดีบุก พลวง ทังสเตน และวานาเดียม เช่น ของเสียจากการทดสอบ TKN และ COD Hg2Cl2, FeSO4, PbCl2, K2Cr2O7 เป็นต้น	ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนของโลหะผสม แยกส่วนน้ำใสส่วนบนออกนำไปปรับ ความเป็น กรด-ด่าง (pH) ให้เป็นกลาง เพื่อกำจัดทิ้งโดยการทิ้งลงอ่างละเปิดน้ำตาม ส่วนตะกอนโลหะผสมนำไปรวบรวมจัดเก็บในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะผสม เพื่อรอส่งกำจัดต่อไป
สารอินทรีย์ที่มีสารเฮโลเจนเป็นส่วนผสม (Halogenated Solvent) ได้แก่ ของเสียจากการทดสอบ NO2-N, NO3-N, NH3-N, SO42- และ S2	ตั้งทิ้งไว้ให้ ตกตะกอนของโลหะผสม แยกส่วนน้ำใสส่วนบนออกนำไปปรับ ความเป็น กรด-ด่าง (pH) ให้เป็นกลาง เพื่อกำจัดทิ้งโดยการทิ้งลงอ่างละเปิดน้ำตาม ส่วนตะกอนโลหะผสมนำไปรวบรวมจัดเก็บในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะผสม เพื่อรอส่งกำจัดต่อไป

ประเภท	การกำจัด
ของเสียทางชีวภาพ ได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย และการทดสอบแบคทีเรีย TCB และ FCB เป็นต้น	เก็บรวบรวมและฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาอย่างน้อย 20 แล้วกำจัดทิ้ง

ภาพที่ 24 ถังขยะแยกตามประเภทขยะในห้องปฏิบัติการชีวเคมีและมาตรการป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมีสู่ผู้อื่น

การเคลื่อนย้ายสารเคมี

การเคลื่อนย้ายขวดสารเคมีเป็นระยะทางใกล้ๆ (ในบริเวณห้องปฏิบัติการ) ให้ใช้มือข้างหนึ่งจับที่คอขวด และมีมืออีก ข้างหนึ่งรองที่ก้นขวด หรือใช้ภาชนะรองรับที่เหมาะสมบรรจุขวดสารเคมี แสดงดังภาพที่ 25 อย่าจับขวด สารเคมีที่คอขวด หรือหิ้วที่หูเพราะขวดอาจจะหล่นลงมาได้

ภาพที่ 25 แสดงการเคลื่อนย้ายสารเคมีระยะทางใกล้ ๆ

ในการขนย้ายสารเคมีในระยะทางไกล (ออกนอกบริเวณห้องปฏิบัติการ หรือจากสโตร์เคมี) จะต้องมีอุปกรณ์ป้องกัน ส่วนบุคคลและภาชนะที่เหมาะสม (เช่น ถังสเตนเลส หรือถังพลาสติก) มาใส่ขวดสารเคมี เพื่อป้องกันการหกรั่วไหลระหว่างการขนย้ายทุกครั้ง ห้ามใช้ตะกร้าเนื่องจากหากเกิดการแตกของขวดสารจะเกิดการ รั่วไหลได้ หากมีโอกาสที่ขวดจะกระทบกระแทกกันต้องใช้วัสดุกันกระแทกที่เหมาะสมด้วย

ภาชนะที่เป็นสแตนเลสควรใช้กับสารเคมีที่ไม่กัดกร่อน เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ ในขณะที่ภาชนะที่เป็นพลาสติกให้ใช้กับสารเคมีที่กัดกร่อน เช่น กรด

หากมีสารเคมีเป็นจำนวนมากต้องใช้รถเข็นช่วยในการขนย้ายร่วมกับตะกร้าที่แข็งแรง อย่าวางขวดสารเคมีบนรถเข็น โดยตรงและควรมีการเตรียมพร้อมสำหรับกรณีเกิดเหตุหกรั่วไหล

หลักการปฏิบัติงาน PDCA

การพัฒนาในห้องปฏิบัติการต้องดำเนินการตามกระบวนการหลักการปฏิบัติงาน PDCA เป็นหลักในการปฏิบัติงาน ดังนี้

ตารางที่ 4 การปฏิบัติงาน PDCA

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

บทที่ 4

เทคนิคการปฏิบัติงาน

คู่มือการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ ของหลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งคู่มือการปฏิบัติงานเล่มนี้ได้อธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติงานและแผนการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ ที่ครอบคลุมตั้งแต่การเตรียมปฏิบัติการ วิธีการทดลองปฏิบัติการ เทคนิคการปฏิบัติงานในการเตรียมสารเคมี รวมถึงการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในปฏิบัติการรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (Biochemistry of Natural Products)

ดังนั้น ผู้เขียนคู่มือการปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ จากการปฏิบัติงานที่ผ่านมาว่าพบปัญหา อุปสรรค อย่างไรบ้าง การวางแผนการปฏิบัติงาน โดยได้รับมอบหมายงานให้ปฏิบัติงานในสังกัดปฏิบัติงานทุกรอบการประเมิน พร้อมเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจนและสอดคล้องตามมาตรฐานการปฏิบัติงานของบุคลากรสังกัด การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา 365351 ชีวเคมีจากผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา 365351 ชีวเคมีจากผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ หลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผู้จัดทำมีหน้าที่ความรับผิดชอบ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 เป็นต้นมา ทำให้มีเทคนิคและแนวทางการคิดวิเคราะห์ที่เป็นแบบแผนโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน
3. การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

4.1 **ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**

เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ หลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่มีความสอดคล้องกับปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจและเป้าหมายของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผู้จัดทำคู่มือจึงนำเสนอขั้นตอนในการปฏิบัติงานในรูปแบบผังงาน (Flowchart) แสดงลำดับการปฏิบัติงาน พร้อมรายละเอียดงานโดยสังเขป ดังนี้

ตารางที่ 5 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow Chart)

ขั้นตอนที่	ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา
	เริ่มต้น				
1	รับตารางปฏิบัติการ	รับ มคอ 3 เพื่อตรวจสอบตารางปฏิบัติการมาศึกษารายละเอียด	อาจารย์ประจำวิชา / นักวิทยาศาสตร์	มคอ. 3	0.5 วัน
2	ประสานงานอาจารย์	ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนในรูปแบบการจัดกลุ่ม การจัดห้อง ความต้องการใช้เครื่องมืออุปกรณ์และการจัดวางสารเคมีต่าง ๆ	นักวิทยาศาสตร์	ตารางปฏิบัติการ/ หนังสือปฏิบัติการ	1 วัน
3	วางแผนเตรียม	วางแผนในการจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้เพียงพอกับจำนวนนิสิต รวมทั้งสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมกับการทดลอง	นักวิทยาศาสตร์	หนังสือปฏิบัติการ	1 วัน
4	เตรียมปฏิบัติการตามแผนปฏิบัติการ	จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีตามแผนที่วางไว้ มีการตรวจสอบเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน อุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีจัดให้ ถูกต้องเพียงพอและครบถ้วน ความพร้อมของสถานที่โสตทัศนูปกรณ์และสภาพแวดล้อมภายในห้องให้เหมาะสม	นักวิทยาศาสตร์	หนังสือปฏิบัติการ	2 วัน

5	ผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎี ทดสอบก่อนมีปฏิบัติการ ได้ผลการทดลองตามทฤษฎี	ทดลองตามวิธีการทดลองในปฏิบัติการนั้น ๆ หากไม่ได้ผลตามการทดลองให้ย้อนกลับไปในขั้นตอนที่ 2 ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน หากได้ผลตรงตามการทดลองให้จัดเตรียมสำหรับนิสิตทำการทดลอง	นักวิทยาศาสตร์	หนังสือปฏิบัติการ	1 วัน
6	ทำการทดลอง	นิสิตทำปฏิบัติการตามวิธีการทดลอง โดยมีนักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกขณะทำปฏิบัติการ	อาจารย์ประจำวิชา / นักวิทยาศาสตร์	หนังสือปฏิบัติการ	1 วัน
7	จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และ	จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมี เมื่อปฏิบัติการเสร็จเรียบร้อย หากมีการชำรุดให้ส่งซ่อม	นักวิทยาศาสตร์		0.5วัน
	สิ้นสุด				

4.2 วิธีการและรายละเอียดการปฏิบัติงาน

ขั้นเตรียมการ

ในการเขียนคู่มือการปฏิบัติงานเรื่องการเตรียมปฏิบัติการสำหรับรายวิชา 365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าว มีทั้งหมด 7 ปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1	การทำแห้งเพื่อรักษาผลิตภัณฑ์ธรมมชาติ (Natural Product Drying)
บทปฏิบัติการที่ 2	การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Compounds)
บทปฏิบัติการที่ 3	การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม (Total Flavonoid Compounds)
บทปฏิบัติการที่ 4	การวิเคราะห์ปริมาณโปรแอนโธไซยานิดินรวม (Total Proantrocyanidin compounds)
บทปฏิบัติการที่ 5	การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานิดินรวม (Total Antrocyanidin compounds)
บทปฏิบัติการที่ 6	การแยกสารด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีแผ่นบาง (Thin Layer Chromatography)
บทปฏิบัติการที่ 7	การวิเคราะห์สารฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์โดยใช้เครื่อง HPLC (หัวข้อปฏิบัติการนี้ใช้วิธีสาธิตจากผู้เชี่ยวชาญ)

บทปฏิบัติการที่ 1

การทำแห้งเพื่อรักษาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (Natural Product Drying)

สารเคมี

1) สารละลายเอทธานอล 95% (commercial grade) ขนาด 18 ลิตร จำนวน 1 ถัง
2) น้ำกลั่น จำนวน 20 ลิตร
3) ตัวอย่างพืชสด จำนวน 500 กรัม

วัสดุและอุปกรณ์ (เตรียมสำหรับ 1 กลุ่ม/ 1คน)

1) กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
2) กระบอกตวง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
3) บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
4) บีกเกอร์ ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
5) บีกเกอร์ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
6) บีกเกอร์ ขนาด 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
7) ขวดรูปชมพู ขนาด 2,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
8) ขวดรูปชมพู ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 4 ขวด
9) ขวดก้นกลม ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 6 ขวด
10) ขวดเก็บสารละลายขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
11) กรวยกรองแก้ว ขนาด 90 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน
12) กรวยกรองพลาสติกขนาด 150 มิลลิเมตร จำนวน 3 อัน
13) สำลีม้วน จำนวน 1 ม้วน
14) ผ้าก๊อซแบบม้วนไม่ตัด จำนวน 1 ม้วน
15) กระดาษกรอง เบอร์ 1 (Whatman no. 1) จำนวน 2 แผ่น
16) magnetic stirrer จำนวน 2 อัน
17) ถาดอะลูมิเนียม จำนวน 1 ใบ
18) อะลูมิเนียมฟอล์ย จำนวน 1 ม้วน
19) ตะแกรง จำนวน 1 ใบ
20) พาราฟิล์ม จำนวน 1 แผ่น
21) หลอดเซนตริฟิวส์ ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 6 หลอด

เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

1) เครื่องกวนสารละลายพร้อมให้ความร้อน (hot plate stirrer) จำนวน 2 เครื่อง
2) เครื่องปั่นอาหาร จำนวน 1 เครื่อง
3) เตาอบลมร้อน (Hot Air Oven) จำนวน 1 เครื่อง
4) เครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอนชนิดควบคุมอุณหภูมิ (Refrigerated Centrifugation) จำนวน 1 เครื่อง

วิธีการทดลอง

1. **การเตรียมสารสกัดจากพืช**

- การสกัดพืชด้วยน้ำ
  1) นำตัวอย่างพืชมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมงจนแห้งและปั่นให้ละเอียดจนได้เป็นผง
  2) นำมาตัวอย่างพืชมาชั่ง 20 กรัม ลงในน้ำกลั่น ปริมาตร 200 มิลลิลิตร พร้อมกับการกวนเพื่อให้เกิดการสัมผัสน้ำอย่างทั่วถึง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
  3) เมื่อครบเวลา นำสารละลายที่ได้จากข้อ 2 กรองด้วยกรวยกรองแก้วขนาด 75 มิลลิเมตร รองด้วยผ้าก๊อซกับสำลีเพื่อกรองกากหรือตะกอนก่อน จำนวน 1 ครั้ง จากนั้นนำสารละลายเทลงในหลอดเซนตริฟิวส์ หลอดละ 40 มิลลิลิตรจำนวน 5 หลอด ทำการบาลานซ์ ให้มีปริมาตรหรือน้ำหนักใกล้กัน
  4) จากนั้นนำไปปั่นตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอนชนิดควบคุมอุณหภูมิ (Refrigerated Centrifugation) ความเร็ว 8,000 rpm ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
  5) ได้สารละลายใสที่มีสารสำคัญจากพืชที่ละลายอยู่ เรียกว่า สารสกัดน้ำ
  6) นำไปปั่นแข็งและทำให้สารสกัดแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง

- การสกัดด้วย 70% เอทธานอล
  1) เตรียมสารละลายเอทธานอลจาก 95 % เอทธานอล ให้มีความเข้มข้น 70% เอทธานอล ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

โดยเตรียมจาก $C_1V_1 = C_2V_2$

$95\% \times V_1 = 70\% \times 1{,}000$ มิลลิลิตร

$V_1 = 734$ มิลลิลิตร

ตวงสารลายเอทธานอลจาก 95 % เอทธานอล ปริมาตร 734 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บใส่ขวดเก็บสารติดสติกเกอร์ เขียนชื่อสาร ความเข้มข้นของสาร วันที่เตรียม ชื่อผู้เตรียม สำหรับนำมาใช้งานในครั้งต่อไป

2) นำมาตัวอย่างพืชมาชั่ง 100 กรัม ลงในสารละลาย 70% เอทธานอล ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร พร้อมกับการกวน เพื่อให้เกิดการสัมผัสน้ำอย่างทั่วถึง (12 –16 ชั่วโมง)
3) เมื่อครบเวลานำสารละลายมากรองด้วยกรวยกรองพลาสติกขนาด 150 มิลลิเมตร ที่รองด้วยผ้าก๊อซกับสำลีเพื่อกรองกากหรือตะกอน จำนวน 1 ครั้ง จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1 จำนวน 2 ครั้ง
4) ได้สารละลายใส เรียกส่วนที่กรองนี้ได้ว่า ส่วนสกัดด้วยเอทธานอล
5) นำไปประเหยตัวทำละลายออกจากสารสกัดด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนและปั่นแข็งทำให้สารสกัดแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง

2. การระเหยตัวทำละลายออกจากสารสกัดด้วยเครื่องระเหยแบบหมุน

1) เปิดเครื่องระเหยแบบหมุนก่อนใช้เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้ภายในเครื่องอยู่ในสภาวะสุญญากาศ พร้อมกับตั้งอุณหภูมิของอ่างให้ความร้อนให้อยู่ที่ 45 องศาเซลเซียส และเปิดน้ำเข้าสู่คอลัมน์สำหรับการควบแน่น
2) เมื่อครบเวลาการตั้งเครื่องให้อยู่ในระบบสุญญากาศแล้ว นำส่วนสกัดเอทธานอลใส่ในขวดก้นกลม ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปริมาตร 2 ใน 3 สวมเข้ากับตัวเครื่องบริเวณหัวต่อและหมุนล็อคให้ตัวขวดก้นกลมยึดกับตัวเครื่อง(ระวังถ้าหมุนไม่แน่นขวดก้นกลมอาจหลุดลงอ่างให้ความร้อนได้)
3) ทำการหมุนปุ่มตั้งความเร็วของการหมุนให้พอเหมาะกับปริมาตรของส่วนสกัดที่ใส่ในขวดก้นกลม เมื่อเวลาผ่านไปจะสังเกตเห็นการควบแน่นของสารละลายเอทธานอล บริเวณ condenser และการลดลงของปริมาตรส่วนสกัด ซึ่งจะทำให้ได้ส่วนสกัดเอทธานอลที่มีความเข้มข้นมากขึ้นอันเนื่องมาจากมีการระเหยของเอทธานอลออกมาเรื่อย ๆ จนสุดท้ายเมื่อเอทธานอลระเหยจนหมดจะได้สารสกัดที่มีลักษณะเป็นน้ำที่มีความเข้มข้นขึ้น (สารสำคัญส่วนใหญ่จะมีสภาพขั้วต่ำ)
4) ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์และอ่างให้ความร้อน

3. การทำแห้งสารสกัดแบบเยือกแข็ง

1) นำส่วนสกัดน้ำและส่วนเอทธานอลที่ระเหยออกคงเหลือแต่สารละลายน้ำที่กรองได้ใส่ลงในขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร โดยใส่ให้มีปริมาตรเพียง 2 ใน 3 ของขวดก้นกลมหรือปริมาตร 80 มิลลิลิตรต่อขวด
2) นำขวดก้นกลมที่มีสารสกัดไปทำการหมุนในอ่างแช่แข็งที่มีสารละลายเอทธานอล 95% (ก่อนใช้ต้องทำการเปิดเครื่องเพื่อให้ความเย็นแก่สารละลายเอทธานอลก่อนเป็นเวลา 30 นาที)
3) เมื่อเห็นสารสกัดที่อยู่ภายในขวดก้นกลมเกิดเป็นชั้นบาง ๆ เกาะตามขอบของขวดก้นกลมและไม่มีส่วนที่เป็นของเหลวหลงเหลืออยู่แล้วให้เก็บสารสกัดที่เป็นน้ำแข็งแช่ในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส หรือ – 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน ก่อนที่จะนำไปใส่กับเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง (ก่อนใช้เครื่องให้ทำการเปิดปั๊มสูญญากาศเพื่อดูดอากาศออกจากระบบให้หมดก่อนซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง มิฉะนั้นจะทำให้เกิดการละลายของสารสกัดที่อยู่ในขวดก้นกลมได้) เวลาที่ใช้ทำแห้งจะอยู่ที่ประมาณ 8 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับปริมาตรและความเข้มข้นของสาร)
4) เมื่อสังเกตเห็นว่าภายในขวดเกิดลักษณะของสารสกัดที่แห้งดีแล้วคือไม่มีน้ำแข็งเกาะที่ข้างขวด ให้นำออกจากเครื่องและหุ้มปากขวดด้วย parafilm ส่วนตัวขวดให้หุ้มด้วย foil
5) ปิดเครื่องและปั๊มสูญญากาศ นำน้ำแข็งที่ละลายจากตัวเครื่องทิ้งและเช็ดทำความสะอาดภายในตัวควบแน่นให้แห้งสนิท

4. การดูแลรักษาเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง

1) หมั่นตรวจดูระดับของน้ำมันหล่อลื่นของปั๊มสูญญากาศไม่ให้อยู่ต่ำกว่าระดับที่กำหนด
2) วาล์วและข้อต่อหากชำรุดต้องรีบซ่อมแซม เพราะจะทำให้ระบบไม่สามารถลดความดันได้อย่างสมบูรณ์ หากมีการรั่วซึมและมีอากาศจากภายนอกเข้าสู่ตัวเครื่อง
3) ไม่ควรใช้เครื่องติดต่อกันเป็นเวลานานเพื่อเป็นการถนอมและยืดอายุการใช้งานของปั๊มสูญญากาศและระบบทำความเย็น

5. การดูแลรักษาเครื่องระเหยสารแบบหมุน

1) หมั่นตรวจดูระดับน้ำในส่วนของเครื่องทำความเย็นหากมีน้อยกว่าระดับที่กำหนดจะทำให้อุณหภูมิในระบบเพิ่มสูงขึ้นได้
2) ระดับของน้ำมันหล่อลื่นในปั๊มสูญญากาศเป็นสิ่งที่ควรตรวจดูเป็นประจำ หากต่ำกว่าระดับที่กำหนดจะทำให้ปั๊มเกิดความร้อนและเสียหายได้
3) ไม่ควรปรับรอบของการหมุนขวดระเหยให้สูงเกินเพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์
4) ควรรักษาความสะอาดภายในตัวเครื่อง หากมีคราบของสารที่ทำการระเหยต้องรีบล้างออกให้สะอาดมิฉะนั้นอาจปนเปื้อนสารตัวอย่างอื่น ๆ ได้
5) หมั่นตรวจดูบริเวณวาล์วและข้อต่อต่าง ๆ หากพบการรั่วซึมต้องรีบซ่อมแซม ไม่เช่นนั้นระบบจะไม่เป็นสูญญากาศระหว่างที่ใช้งาน ทำให้ประสิทธิภาพการระเหยสารลดลง

การบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 6 ตารางบันทึกน้ำหนักของสารสกัด

ตัวทำละลาย	**อุณหภูมิ** (°C)	**น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)**	**น้ำหนักสารสกัด (กรัม)**	**ร้อยละของสารสกัด** (% yield)
น้ำ				
70% เอทธานอล				

บทปฏิบัติการที่ 2

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม(Total phenolic compounds)

สารเคมี

1) สารละลายโฟลิน ซิโอแคลธู (Phenol Reagent) (stock เข้มข้น 100%) ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
2) โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) ขนาด 500 กรัม จำนวน 1 ขวด
3) กรดแกลลิก (Gallic acid) ขนาด 100 กรัม จำนวน 1 ขวด
4) DMSO (Dimethyl sulfoxide) ขนาด 2.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด
5) น้ำกลั่น จำนวน 20 ลิตร

อุปกรณ์ (เตรียมสำหรับนิสิต 1 คน)

1) ขวดเก็บสารละลายใส ขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด
2) ขวดเก็บสารละลายใส ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
3) ขวดเก็บสารละลายสีชา ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
4) หลอดเซนตริฟิวส์ ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 4 หลอด
5) หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Microcentrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร จำนวน 80 หลอด
6) บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
7) หลอดทดลองแก้ว ขนาด 13×100 มิลลิเมตรหรือ16×150 มิลลิเมตร จำนวน 80 หลอด
8) ที่วางหลอดเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Microcentrifuge tube rack) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
9) ที่วางหลอดเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Centrifuge tube rack) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
10) Micropipette ขนาด 2–20 ,10–100 ,20–200 ,100–1000 ไมโครลิตร อย่างละ 1 กล่อง
11) Micropipette tip ขนาด 2–20 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน
12) Micropipette tip ขนาด 10–100 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน
13) Micropipette tip ขนาด 200 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน
14) Micropipette tip ขนาด 1000 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน
15) ภาชนะทิ้ง Micropipette tip จำนวน 1 อัน

16) คิวเวตต์พลาสติกขนาด 1.5 หรือ 3 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
17) แท่นวาง Micropipette จำนวน 1 อัน
18) ที่วางคิวเวตต์ จำนวน 1 อัน
19) เพลท 96 หลุมแบบก้นแบน (96 well plate) จำนวน 1 อัน

เครื่องมือวิทยาศาสตร์

1. เครื่อง ยูวี – สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV–Visible Spectophotometer) จำนวน 1 เครื่อง
2. เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate rader) จำนวน 1 เครื่อง
3. เครื่องเขย่าสาร (Votex mixer) กลุ่มละ จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Spin down) กลุ่มละ จำนวน 1 เครื่อง

การเตรียมสารเคมี ต่อ นิสิต 1 คน

1) ขวดใส่สารละลายโฟลิน ซิโอแคลธู ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (10%Folin & ciocalteu's phenol reagent) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด ห่อหลอดด้วยกระดาษฟลอยด์เพื่อป้องกันไม่ให้โดนแสงเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้ขวดเก็บสารละลายขนาด 100 มิลลิลิตร)
2) ขวดใส่สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ที่มีความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซ็นต์ (7.5% Sodium carbonate) ปริมาตร 60 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้ขวดเก็บสารละลายขนาด 100 มิลลิลิตร)
3) หลอดใส่น้ำกลั่น (ddH_2O) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร)
4) หลอดใส่สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) ทีมีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)
5) สารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)

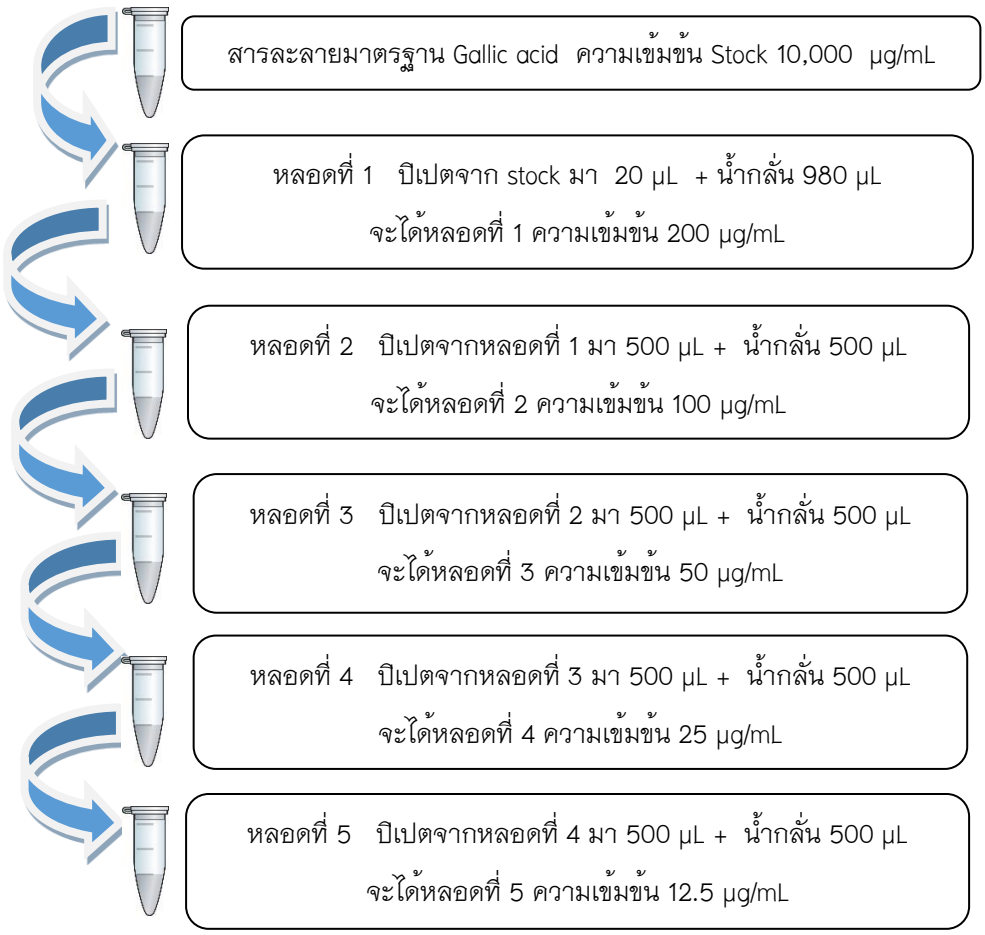
<u>วิธีการทดลอง</u>

วิธีที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยใช้เครื่อง ยูวี–วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV–Visible spectrophotometer)

1. การทำกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก (ทำในหลอดทดลองแก้ว test tube 13 × 100 mmหรือ 16 × 150 mm)

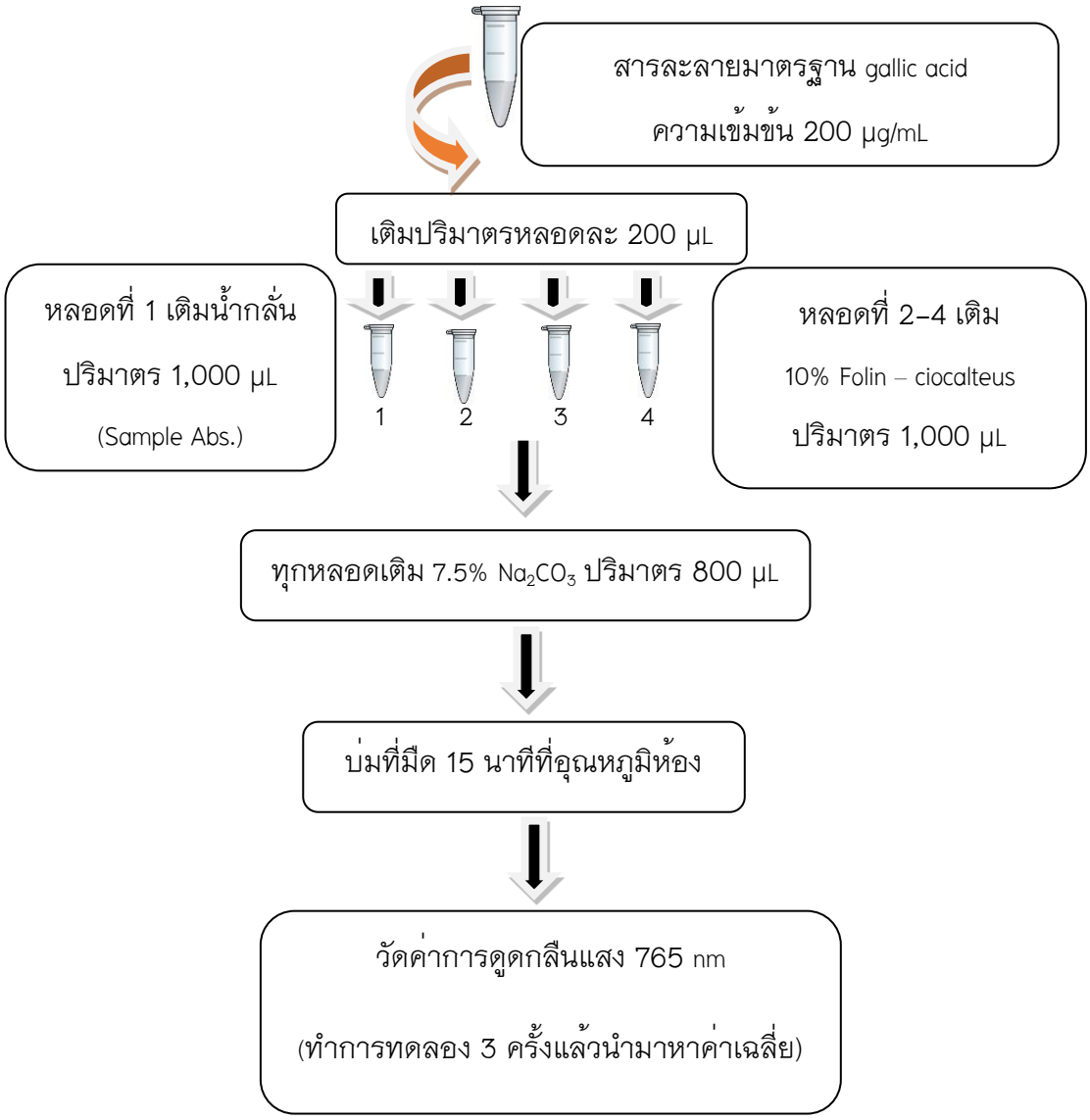
1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกจาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0,12.5,25,50,100 และ 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 0,1.25,2.5,5,10,20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
2) ความเข้มข้นที่ 0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ใส่น้ำกลั่นแทนสารมาตรฐานกรดแกลลิกจำนวน 4 หลอด ปริมาตรหลอดละ 200 ไมโครลิตร
3) ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นที่เจือจางตามข้อ 1 ปริมาตร 200 ไมโครลิตรจำนวน 4 หลอดต่อ 1 ความเข้มข้น โดยหลอดที่ 1 เรียกว่า Sample Abs. ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 1,000 ไมโครลิตรส่วนหลอดที่ 2-4 ใส่สารละลายโฟลิน-ซิโอแคลทูความเข้มข้น 10% ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน
4) ทุกหลอดเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 800 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที
5) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง ยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้ความเข้มข้น 0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เป็นน้ำกลั่นเป็นสารละลายอ้างอิง
6) นำค่าที่วัดได้สร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y) และค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิก (แกน x) เพื่อใช้หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดต่อไป

การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid)



ภาพที่ 26 ขั้นตอนการเจือจางสารมาตรฐานกรดแกลลิก

จากภาพที่ 26 นำหลอดสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ทำการเจือจางตามความเข้มข้นต่าง ๆ มาทดสอบหาปริมาณ Total Phenolic Compounds วิธีที่นิยมคือใช้ Folin–Ciocatau's reagent โดยใช้ gallic acid เป็นสารมาตรฐาน



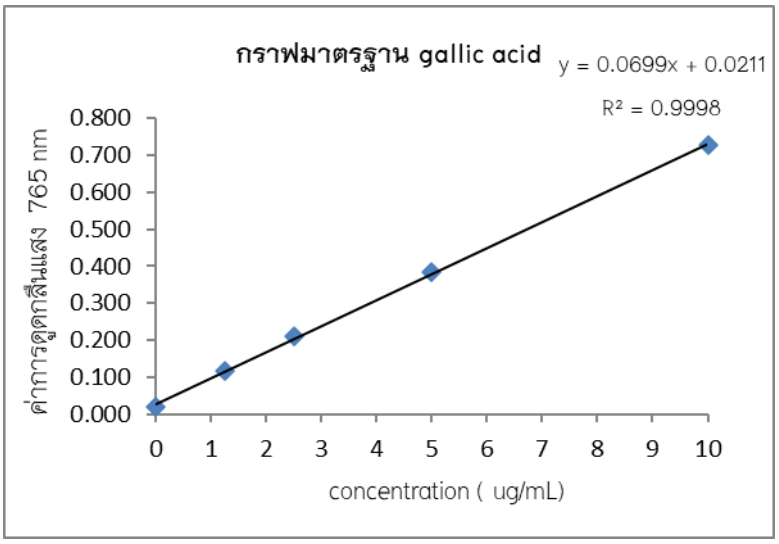
ภาพที่ 27 ขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

ตารางที่ 7 ตารางแสดงค่ามาตรฐาน **Gallic acid** เพื่อนำไปสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

value = Sample Abs. – Average

Standard gallic acid working conc. (ug/mL)	Standard gallic acid @final conc. (ug/mL)	Sample Abs. หลอดที่ 1	A_{765} หลอดที่ 2	A_{765} หลอดที่ 3	A_{765} หลอดที่ 4	Average	value
0	0	0.000	0.015	0.026	0.026	0.020	0.020
12.5	1.25	0.000	0.110	0.124	0.124	0.117	0.117
25	2.5	0.000	0.218	0.200	0.200	0.209	0.209
50	5	0.000	0.384	0.381	0.381	0.383	0.383
100	10	0.000	0.731	0.724	0.724	0.727	0.727
200	20	0.000	1.419	1.406	1.406	1.412	1.412

Sample Abs. คือ เติม Sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจาก sample ออก
(ในการทดสอบนี้ จะใส่ น้ำกลั่น แทน สารละลายโฟลิน–ซิโอแคลทูความเข้มข้น 10%)

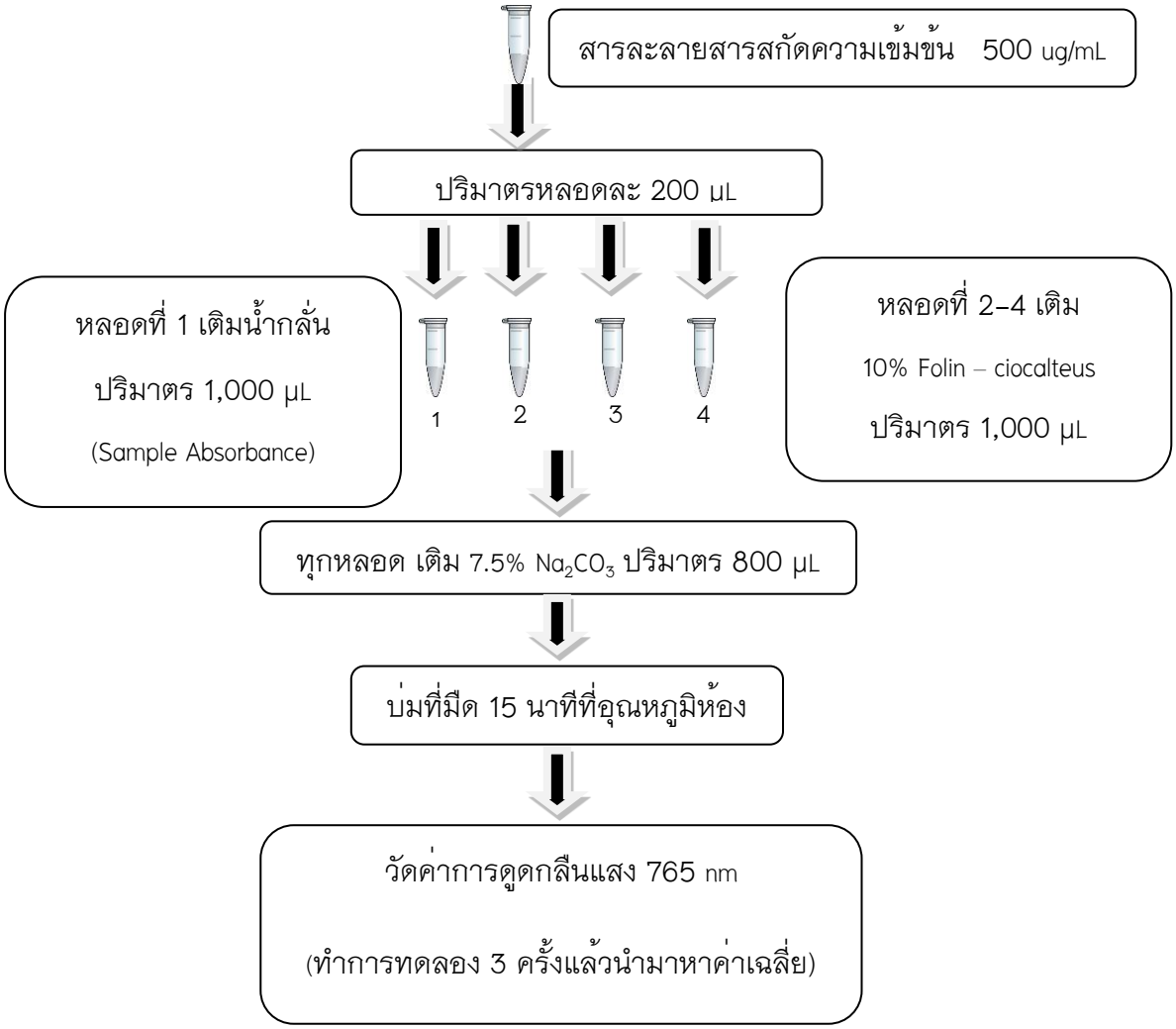


ภาพที่ 28 แสดงค่ากราฟมาตรฐานกรดแกลลิกด้วยวิธี **Folin– ciocalteu**

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัด (ทำในหลอดทดลองแก้ว test tube 13 × 100 mm หรือ 16 × 150 mm)

1) ปิเปตสารละลายสารสกัดจาก stock 50,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 50 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
2) ปิเปตสารสะลายสารสกัดจากข้อ 1 ปริมาตรหลอดละ 200 ไมโครลิตร จำนวน 4 หลอด
3) โดยหลอดที่ 1 เรียกว่า Sample Abs. ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 1,000 ไมโครลิตรส่วนหลอดที่ 2–4 ใส่สารละลายโฟลิน–ซิโอแคลทูความเข้มข้น 10% ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน
4) ทุกหลอดเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 800 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที
5) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง ยูวี–วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV–Visible spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลายอ้างอิง

6) นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวม เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก โดยแสดงค่าในรูปของ GAE (Gallic Acid Equivalent) มีหน่วยเป็น mg gallic acid/ g extract สรุปขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกแสดงดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัด

ตารางที่ 8 ตารางแสดงค่าการคำนวณปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัด

value = Sample Abs. – Average

Sample working conc. สารสกัด (ug/mL)	Sample final conc. สารสกัด (ug/mL)	Sample Abs. หลอดที่ 1	A_{765} หลอดที่ 2	A_{765} หลอดที่ 3	A_{765} หลอดที่ 4	Average	value	Equivalent	mg G/g ext	Average	SD
500	50	0.040	0.411	0.412	0.412	0.412	0.372	5.020	100.40	96.615	5.353
1000	100	0.042	0.709	0.631	0.631	0.670	0.628	9.283	92.83		

Sample Abs. คือ เติม sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจาก sample ออก

(ในการทดสอบนี้ จะใส่ น้ำกลั่น แทน สารละลายโฟลิน–ซิโอแคลทูความเข้มข้น 10%)

การหาค่า Gallic Acid Equivalent หรือ ค่า EQ

หาปริมาณแกลลิก ในหน่วย mg gallic acid/ g extract

จากความเข้มข้น 50 µg/mL มีค่า EQ เท่ากับ 5.020 µg/mL

หมายความว่า ที่สารสกัดความเข้มข้น 50 µg/mL มีปริมาณแกลลิก เท่ากับ 5.020 µg/mL

ถ้าในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณแกลลิก เท่ากับ X mg

$$X = \frac{1\ g \times 5.020 \mu g/mL}{50\ \mu g/mL} \times \frac{1000\ mg}{1\ g}$$

$$X = 100.40\ mg$$

ดังนั้น ในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณแกลลิก 100.40 mg

ภาพที่ 31 แสดงการหาค่าปริมาณ Gallic Acid Equivalent หรือ ค่า EQ

ตัวอย่าง การคำนวณหาปริมาณแกลลิก ในหน่วย mg gallic acid/ g extract

เริ่มจากการหาค่า Gallic Acid Equivalent หรือ ค่า EQ

สามารถหาได้จาก สมการของกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก โดยการแทนค่า Value ของแต่ละความเข้มข้น (ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย – sample blank) ในค่า Y เพื่อหา ค่า X

เช่น ที่ความเข้มข้น 50 µg/mL

<u>จากสมการของกราฟ</u> คือ $y = 0.0699X + 0.0211$ ค่า Value เท่ากับ 0.372

แทนค่าจะได้ $0.372 = 0.0699X + 0.0211$

$X = (0.372 - 0.0211)/0.0699$

$X = 5.020\ \mu g/mL$

ภาพที่ 30 แสดงการหาค่าฟีนอลิกรวมของสารสกัดในหน่วย mg gallic acid/ g extract

วิธีที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader)

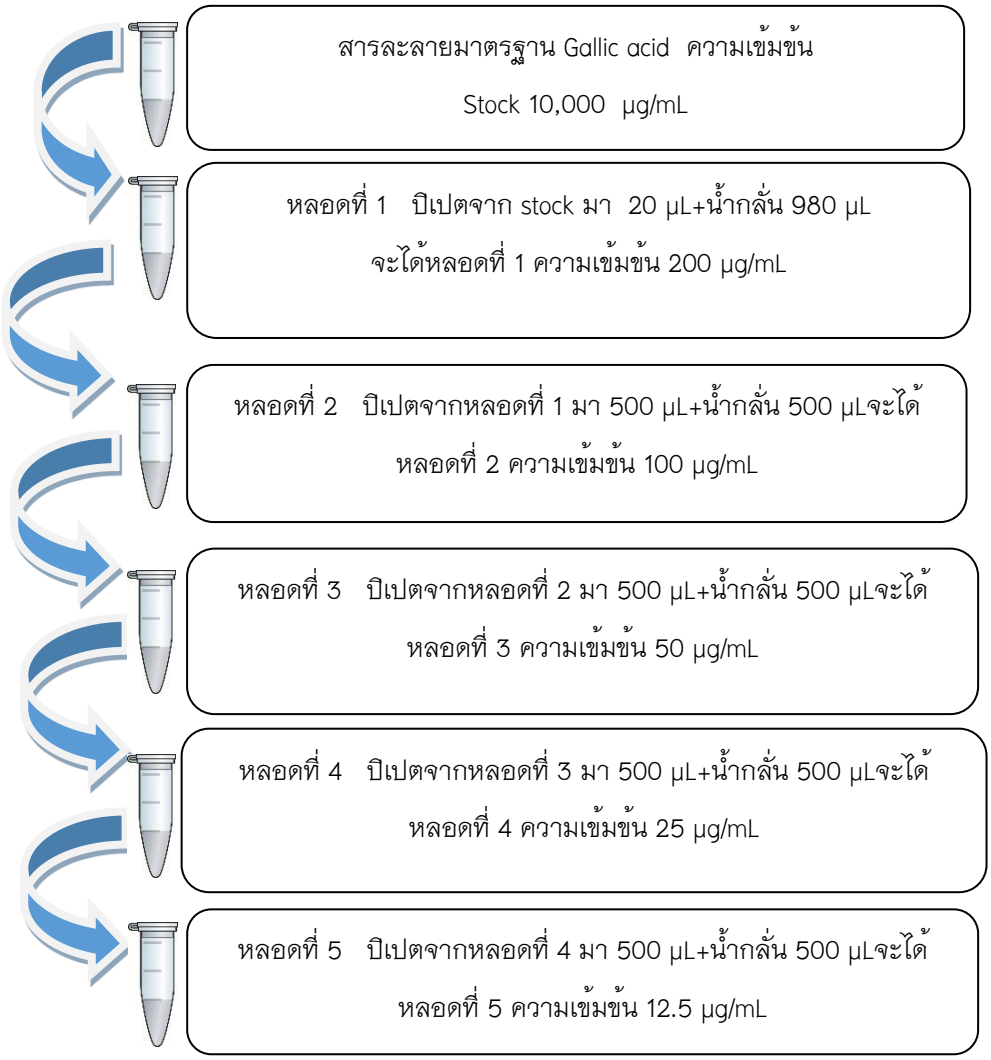
การเตรียมสารเคมี ต่อ นิสิต 1 คน

1) หลอดใส่สารละลายโฟลิน ซิโอแคลธูที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (10%Folin & ciocalteu's phenol reagent) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด ห่อหลอดด้วยกระดาษ ฟลอยด์เพื่อป้องกันไม่ให้โดนแสงเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร)
2) หลอดใส่สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ที่มีความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซ็นต์ (7.5% Sodium carbonate)ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง(ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร)
3) หลอดใส่น้ำกลั่น (ddH_2O) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร)
4) หลอดใส่สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) ทีมีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)
5) สารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)

การทำกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก (ทำในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)

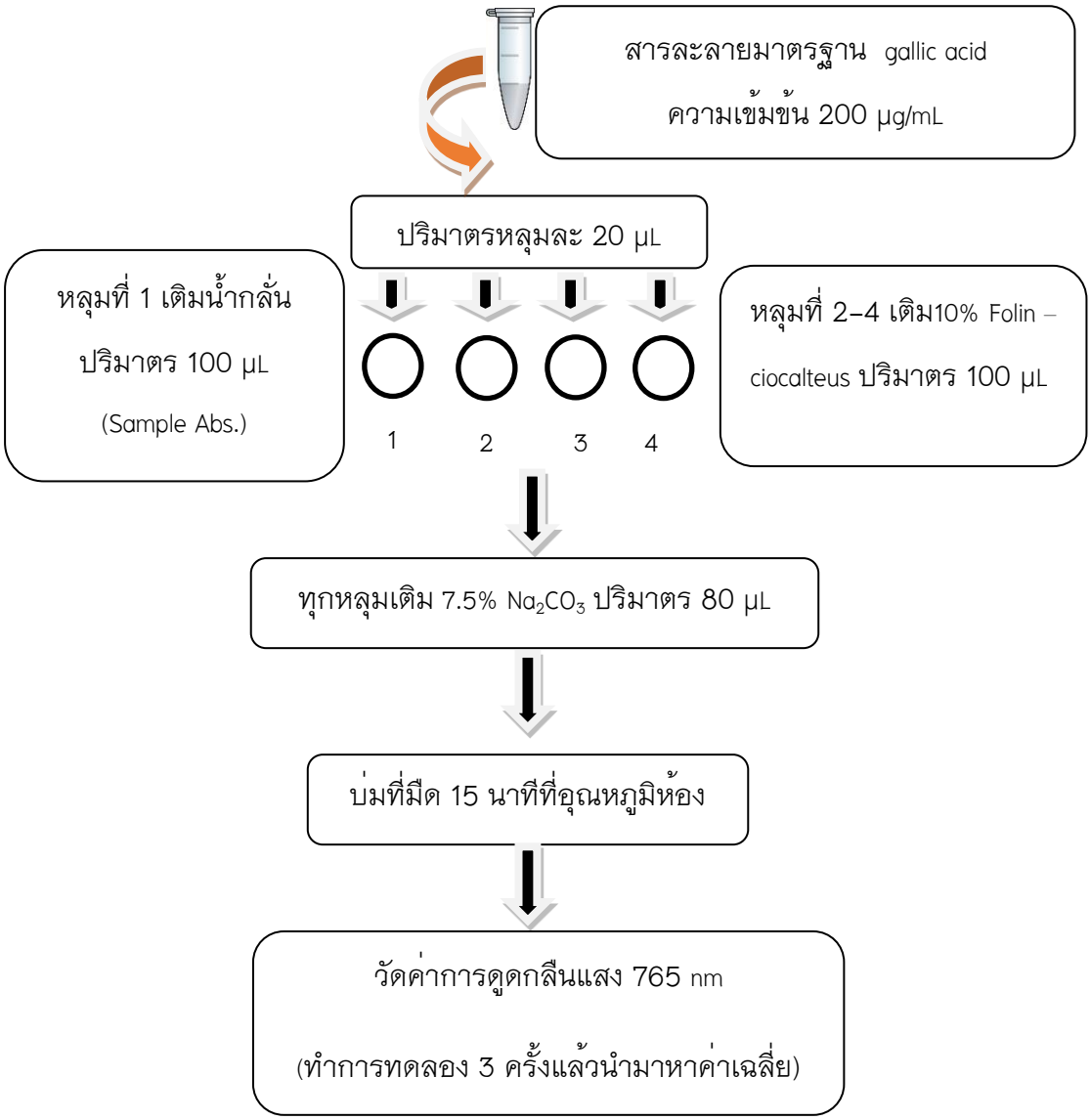
1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกจาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0,12.5,25,50,100 และ 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 0,1.25,2.5,5,10,20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
2) ความเข้มข้นที่ 0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ใส่น้ำกลั่นแทนสารมาตรฐานกรดแกลลิกจำนวน 4 หลุม ปริมาตรหลุมละ 20 ไมโครลิตร
3) ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกตามข้อ 1 ปริมาตร 20 ไมโครลิตรใส่ลงใน 96 well plate จำนวน 4 หลุมต่อ 1 ความเข้มข้น โดยหลุมที่ 1 เรียกว่า Sample Abs. ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 100 ไมโครลิตรส่วนหลุมที่ 2-4 ใส่สารละลายโฟลิน-ซิโอแคลทูความเข้มข้น 10% ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในหลุมให้เข้ากัน

4) ทุกหลุมเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ผสมในหลุมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที
5) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร
6) นำค่าที่วัดได้สร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y) และค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิก (แกน x) เพื่อใช้หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดต่อไป สรุปขั้นตอนการเจือจางมาตรฐานกรดแกลลิกแสดงดังภาพที่ 33



ภาพที่ 32 ขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

จากภาพที่ 33 นำหลอดสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ทำการเจือจางตามความเข้มข้นต่าง ๆ มาทดสอบหาปริมาณ Total Phenolic Compounds วิธีที่นิยมคือใช้ Folin–Ciocatau's reagent โดยใช้ gallic acid เป็นสารมาตรฐาน



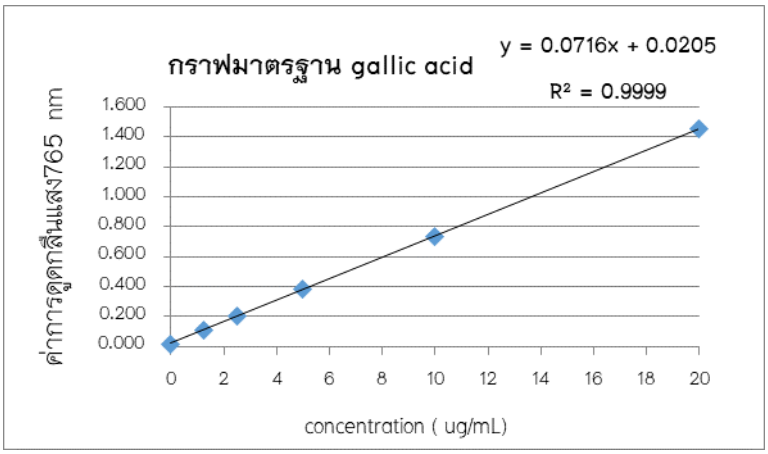
ภาพที่ 33 แสดงการสร้างกราฟมาตรฐาน gallic acid ในไมโครเพลท

ตารางที่ 9 แสดงค่ามาตรฐาน **Gallic acid** เพื่อนำไปสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

value = Sample Abs. – Average

Standard gallic acid working conc. (ug/mL)	Standard gallic acid @final conc. (ug/mL)	Sample Absobance หลุมที่ 1	A_{765} หลุมที่ 2	A_{765} หลุมที่ 3	A_{765} หลุมที่ 4	Average	value
0	0	0.036	0.050	0.044	0.044	0.047	0.011
12.5	1.25	0.038	0.146	0.148	0.148	0.147	0.109
25	2.5	0.039	0.241	0.250	0.250	0.246	0.207
50	5	0.042	0.425	0.432	0.432	0.429	0.387
100	10	0.050	0.782	0.786	0.786	0.784	0.734
200	20	0.070	1.508	1.536	1.536	1.522	1.452

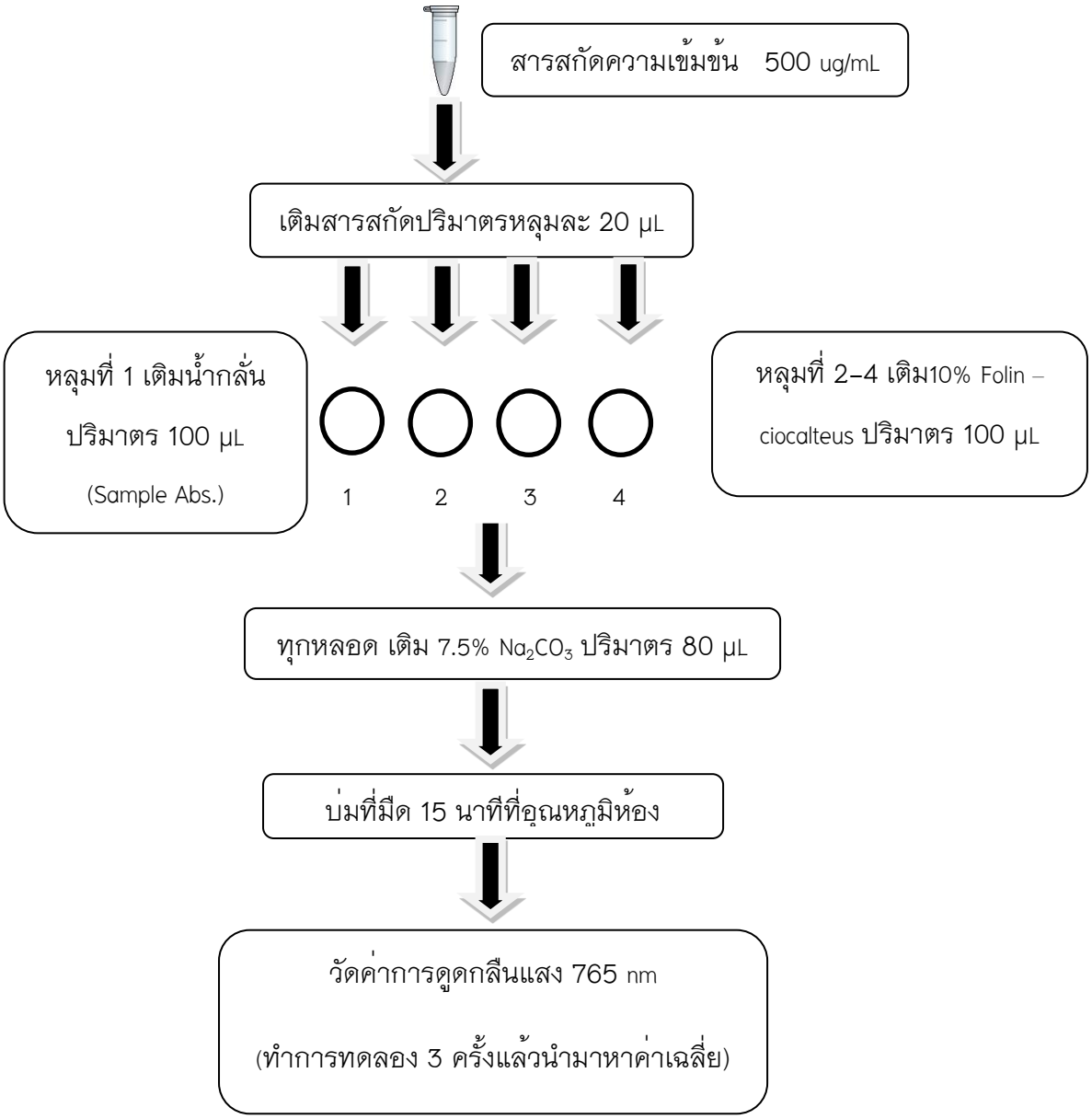
Sample Abs. คือ เติม sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจาก sample ออก
(ในการทดสอบนี้ จะใส่ น้ำกลั่น แทน สารละลายโฟลิน–ซิโอแคลทูความเข้มข้น 10%)



ภาพที่ 34 แสดงการสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกด้วยวิธี Folin– ciocalteu

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัด (ทำในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)

1) ปิเปตสารละลายสารสกัดจาก stock 50,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรโดยเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
2) ปิเปตสารละลายสารสกัดจากข้อ 1 ปริมาตร 20 ไมโครลิตร จำนวน 4 หลุม โดยหลุมที่ 1 เรียกว่า Sample Abs. ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 100 ไมโครลิตรส่วนหลุมที่ 2–4 ใส่สารละลายโฟลิน–ซิโอแคลทูความเข้มข้น 10% ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมในหลุมให้เข้ากัน
3) ทุกหลุมเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ผสมในหลุมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที
4) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร
5) นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก โดยแสดงค่าในรูปของ GAE (Gallic Acid Equivalent) มีหน่วยเป็น mg gallic acid/ g extract สรุปขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก แสดงดังภาพที่ 36



ภาพที่ 35 แสดงขั้นตอนการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดในไมโครเพลท

ตารางที่ 10 ตารางแสดงค่าปริมาณฟีนอลิกรวมในสารตัวอย่าง

value = Sample Abs. – Average

Sample working conc. สารสกัด (ug/mL)	Sample final conc. สารสกัด (ug/mL)	Sample Abs. หลุมที่ 1	A_{765} หลุมที่ 2	A_{765} หลุมที่ 3	A_{765} หลุมที่ 4	Average	value	Equivalent	mg G/g ext	Average	SD
500	50	0.040	0.411	0.412	0.412	0.412	0.372	4.902	98.045	91.446	9.3326
1000	100	0.042	0.709	0.631	0.631	0.670	0.628	8.485	84.846		

Sample Abs. คือ เติม sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจาก sample ออก (ในการทดสอบนี้ จะใส่ น้ำกลั่นแทน สารละลายโฟลิน-ซิโอแคลทูความเข้มข้น 10%)

การหาค่า Gallic Acid Equivalent หรือ ค่า EQ

ตัวอย่าง การคำนวณหาปริมาณแกลลิก ในหน่วย mg gallic acid/ g extract

เริ่มจากการหาค่า Gallic Acid Equivalent หรือ ค่า EQ

สามารถหาได้จาก สมการของกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก โดยการแทนค่า Value ของแต่ละความเข้มข้น (ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย – sample blank) ในค่า Y เพื่อหา ค่า X

เช่น ที่ความเข้มข้น 50 µg/mL

จากสมการของกราฟ คือ $y = 0.0716X + 0.0205$ ค่า Value เท่ากับ 0.372

แทนค่าจะได้ $0.372 = 0.0716X + 0.0205$

$X = (0.372 - 0.0205)/0.0716$

$X = 4.902$ µg/mL

ภาพที่ 36 แสดงการหาค่าปริมาณ Gallic Acid Equivalent หรือ ค่า EQ

หาปริมาณแกลลิก ในหน่วย mg gallic acid/ g extract

จากความเข้มข้น 50 µg/mL มีค่า EQ เท่ากับ 4.902 µg/mL

หมายความว่า ที่สารสกัดความเข้มข้น 50 µg/mL มีปริมาณแกลลิก เท่ากับ 4.902 µg/mL

ถ้าในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณแกลลิก เท่ากับ X mg

$$X = \frac{1\ g \times 4.902\ \mu g/mL}{50\ \mu g/mL} \times \frac{1000\ mg}{1\ g}$$

$X = 98.04$ mg

ดังนั้น ในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณแกลลิก 98.045 mg

ภาพที่ 37 แสดงการหาปริมาณฟีนอลลิกรวมของสารสกัดในหน่วย **mg gallic/g extract**

จากการวิเคราะห์ปริมาณรวมทั้ง 2 วิธี แล้วนั้นจะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยใช้เครื่อง ยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible spectrophotometer) และการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) มีการเปรียบเทียบ ข้อดี ข้อเสีย ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบ ข้อดีและข้อเสีย ทั้ง 2 วิธี

ความแตกต่างในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม	
เครื่อง ยูวี-วิสิเบิลเครื่อง ยูวี-วิสิเบิล(UV-Visible spectrophotometer)	**เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท** (Microplate reader)
1.ในการทดสอบจะใช้ ปริมาณของสารที่ทดสอบและสารตัวอย่างจะใช้ปริมาณมากพอสมควรทำให้เมื่อมีปริมาณสารตัวอย่างที่น้อย จะทำให้ทดสอบด้วยวิธีนี้อาจเกิดการคลาดเคลื่อนได้	1.ในการทดสอบจะใช้ ปริมาณของสารที่ทดสอบและสารตัวอย่างจะใช้ปริมาณน้อยลดลง 10 เท่า
2.สารเคมีที่ใช้เตรียมการทดลองมีปริมาณมาก ทำให้เกินงบประมาณที่ได้รับ	2.สารเคมีที่ใช้เตรียมการทดลองมีปริมาณลดลงกว่าเดิม 10 เท่าทำให้ควบคุมงบประมาณได้
3.อุปกรณ์เครื่องแก้วและคิวเวตต์ใช้จำนวนมาก ทำให้เวลาล้างอุปกรณ์ แห้งไม่ทันใช้ในกลุ่มถัดไป รวมทั้งในการทดลองวัดได้ครั้งละ 6 ตัวอย่างทำให้เปลืองเวลาและใช้เวลานานเกิดการต่อคิวนาน ผลการทดลอง	3.อุปกรณ์ในการทดลองจากใช้หลอดทดลองแก้วเปลี่ยนมาใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวส์และใช้ไมโครเพลทจำนวน 96 หลุม ทำให้ประหยัดเวลาและสามารถทำพร้อมกันได้หลายตัวอย่าง
4.เกิดปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการจำนวนมากกว่า 10 ลิตร	4.เกิดปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการจำนวนน้อยกว่า 10 ลิตร

บทปฏิบัติการที่ 3

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม (Total Flavonoid Compound)

สารเคมี

1) โซเดียมไนไตรท์ (Sodium nitrite) ขนาด 500 กรัม จำนวน 1 ขวด
2) อะลูมิเนียมคลอไรด์(Aluminum chloride hexahydrate) ขนาด 500 กรัม จำนวน 1 ขวด
3) โซเดียม ไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ขนาด 500 กรัม จำนวน 1 ขวด
4) น้ำกลั่น จำนวน 20 ลิตร
5) DMSO (Dimethyl sulfoxide) ขนาด 2.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด
6) คาเทชิน (Catechin) ขนาด 10 กรัม จำนวน 1 ขวด

อุปกรณ์ (เตรียมสำหรับนิสิต 1 คน)

1) ขวดเก็บสารละลายใส ขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
2) ขวดเก็บสารละลายใส ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
3) ขวดเก็บสารละลายสีชา ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
4) หลอดเซนตริฟิวส์ ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 4 หลอด
5) หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Microcentrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร จำนวน 1 ถุง
6) บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
7) หลอดทดลองแก้ว ขนาด 13×100 มิลลิเมตรหรือ16×150 มิลลิเมตร จำนวน 50 หลอด
8) ที่วางหลอดลองแก้ว จำนวน 2 อัน
9) ที่วางหลอดเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Microcentrifuge tube rack) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
10) ที่วางหลอดเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Centrifuge tube rack) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
11) Micropipette ขนาด 2–20 ,10–100 ,20–200 ,100–1000 ไมโครลิตร อย่างละ 1 กล่อง
12) Micropipette tip ขนาด 2–20 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน
13) Micropipette tip ขนาด 10–100 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน
14) Micropipette tip ขนาด 200 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน

15) Micropipette tip ขนาด 1000 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน

16) ภาชนะทิ้ง Micropipette tip จำนวน 1 อัน

17) คิวเวตต์พลาสติกขนาด 1.5 หรือ 3 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน

18) แท่นวาง Micropipette จำนวน 1 อัน

19) ที่วางคิวเวตต์ จำนวน 1 อัน

20) เพลท 96 หลุมแบบก้นแบน (96 well plate) จำนวน 1 อัน

เครื่องมือ

1) เครื่อง ยูวี – สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV–Visible Spectophotometer) จำนวน 1 เครื่อง
2) เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate rader) จำนวน 1 เครื่อง
3) เครื่องเขย่าสาร (Votex mixer) กลุ่มละ จำนวน 1 เครื่อง
4) เครื่องหมุนเหวี่ยง (Spin down) กลุ่มละ จำนวน 1 เครื่อง

การเตรียมสารเคมี ต่อนิสิต 1 คน

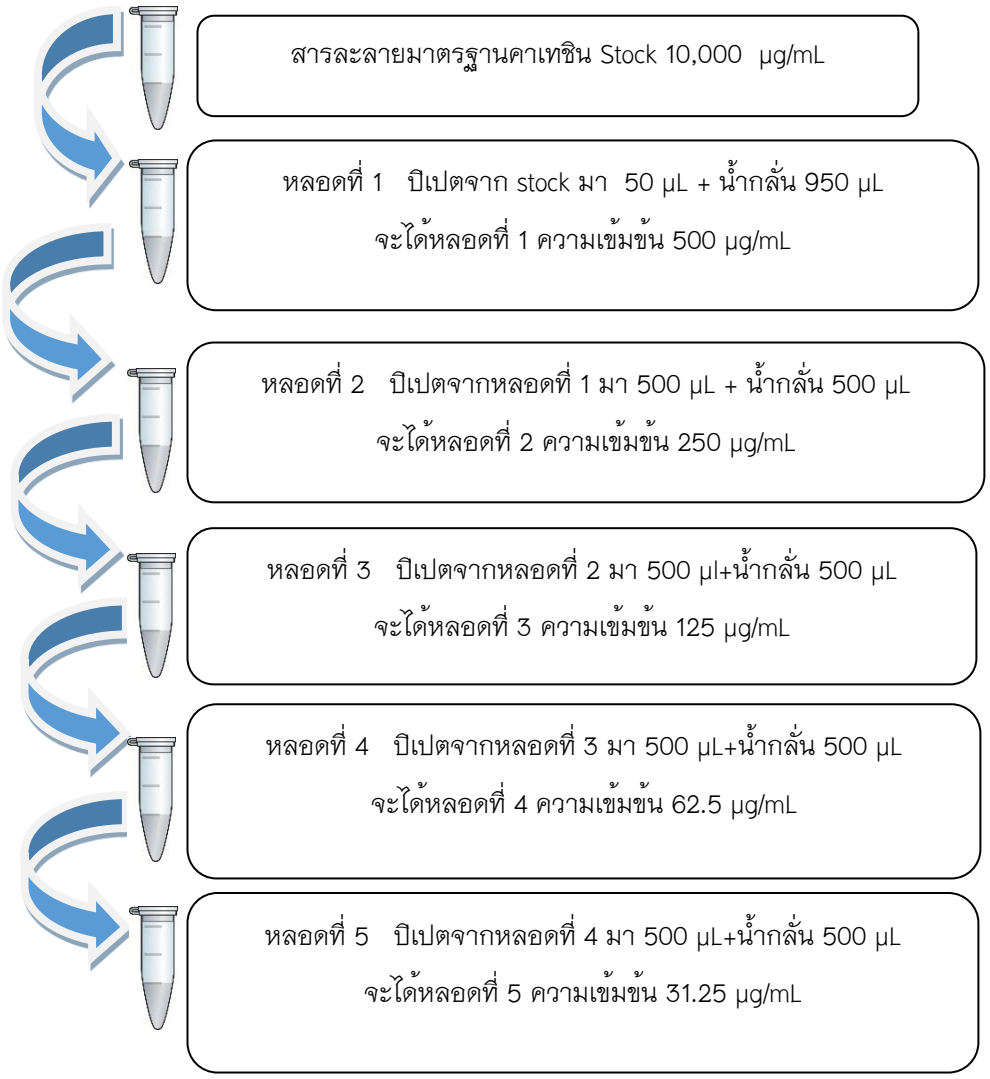
1. หลอดใส่สารละลายโซเดียมไนไตรท์ที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (5% Sodium nitrite) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร)
2. หลอดใส่สารสะลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (10% Aluminium chloride)ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. หลอดใส่สารสะลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 1 โมลาร์ (10M Sodium Hydroxide)ปริมาตร 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร)
4. หลอดใส่น้ำกลั่น (ddH_2O) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร)
5. หลอดใส่สารละลายมาตรฐานคาเทชิน (Catechin) ทีมีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)
6. สารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม

วิธีที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมโดยใช้เครื่อง ยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible spectrophotometer)

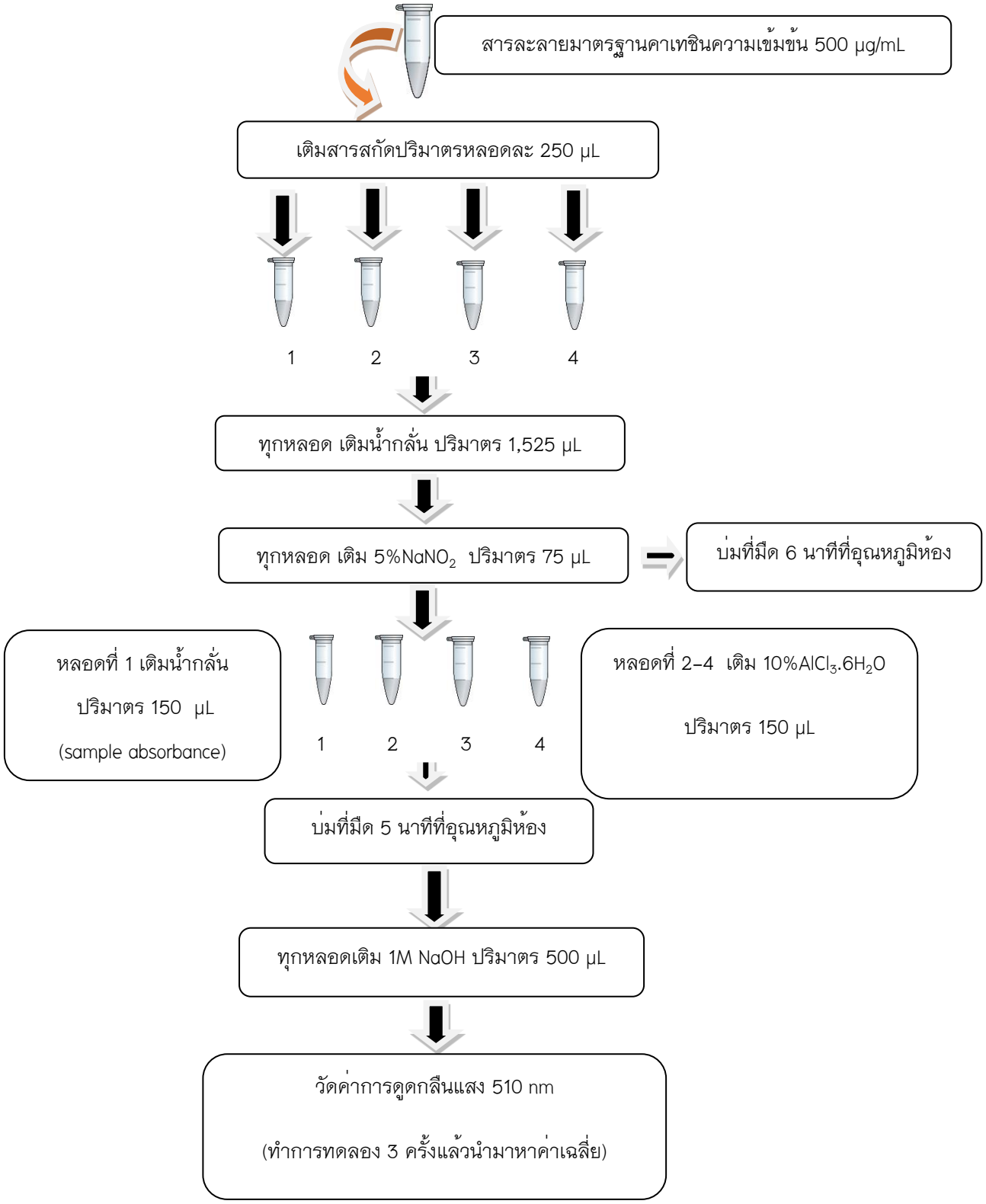
(ทำในหลอดทดลองแก้ว ขนาด 13 × 100 mmหรือ 16 × 150 mm)

1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชินจาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0,31.25,62.5,125,250 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 0,3.125,6.25,12.5,25,50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
2) ความเข้มข้นที่ 0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ใส่น้ำกลั่นแทนสารมาตรฐานคาเทชิน จำนวน 4 หลอด ปริมาตรหลอดละ 250 ไมโครลิตร
3) ปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชินที่เจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ ตามข้อ 1 ปริมาตรหลอดละ 250 ไมโครลิตร จำนวน 4 หลอดต่อ 1 ความเข้มข้น
4) ทุกหลอดเติมน้ำกลั่น ปริมาตร 1,525 ไมโครลิตร เขย่าแต่ละหลอดให้เข้ากัน
5) ทุกหลอดเติมโซเดียมไนไตรท์ (Sodium nitrite) ความเข้มข้น 5% ปริมาตร 75 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที เขย่าแต่ละหลอดให้เข้ากัน
7) โดยหลอดที่ 1 เรียกว่า Sample Abs. ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 150 ไมโครลิตร ส่วนหลอดที่ 2-4 ใส่เติมสารสะลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium chloride) ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 150 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เขย่าแต่ละหลอดให้เข้าทุกหลอด เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ เขย่าแต่ละหลอดให้เข้ากัน
8) จากนั้นเทใส่คิวเวตต์ ปริมาตร 2 ใน 3 ของคิวเวตต์
9) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตรด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer โดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลายอ้างอิง จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานคาเทชิน หน่วยเป็น µg/mL (แกน x) กับค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y) เพื่อสร้างกราฟมาตรฐานคาเทชินเพื่อใช้หาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดต่อไป



ภาพที่ 38 ขั้นตอนการเจือจางมาตรฐานคาเทชิน

จากภาพที่ 38 นำหลอดสารละลายมาตรฐานคาเทชินที่ทำการเจือจางตามความเข้มข้นต่าง ๆ มาทดสอบหาปริมาณ Total Flavonoid Compounds วิธีที่นิยมคือใช้ Aluminium nitrate colorimetric method โดยใช้ Catechin เป็นสารมาตรฐาน



ภาพที่ 39 ขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐานคาเทชิน

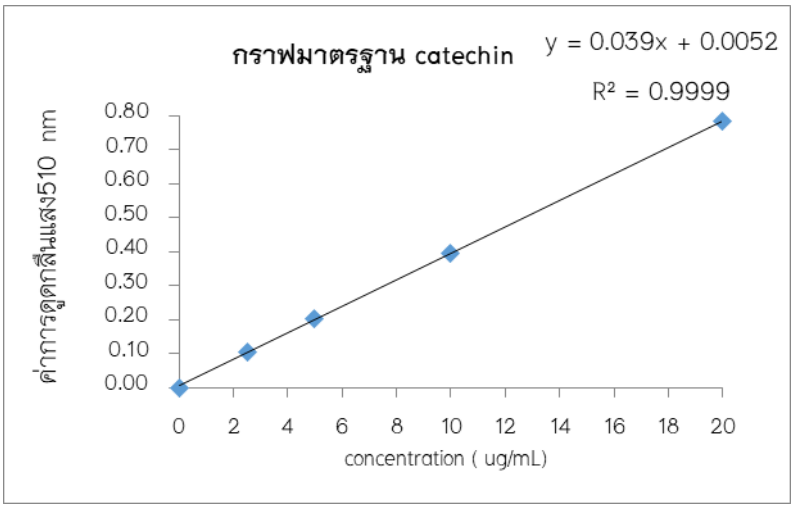
value = Sample Abs. – Average

ตารางที่ 12 แสดงค่ามาตรฐาน Catechin

Standard catechin working conc. (ug/mL)	Standard ccatechin @final conc.(ug/mL)	Sample Abs. หลอดที่ 1	A_{510} หลอดที่ 2	A_{510} หลอดที่ 3	A_{510} หลอดที่ 4	Average	value
0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31.25	3.125	0.000	0.107	0.100	0.100	0.104	0.104
62.5	6.25	0.000	0.205	0.204	0.204	0.205	0.205
125	12.5	0.000	0.396	0.397	0.397	0.397	0.397
250	25	0.000	0.791	0.773	0.773	0.782	0.782
500	50	0.000	1.536	1.513	1.513	1.525	1.525

Sample Abs. คือ เติม sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจาก sample ออก

(ในการทดสอบนี้ จะใส่ น้ำกลั่นแทน 10% $AlCl_3.6H_2O$)

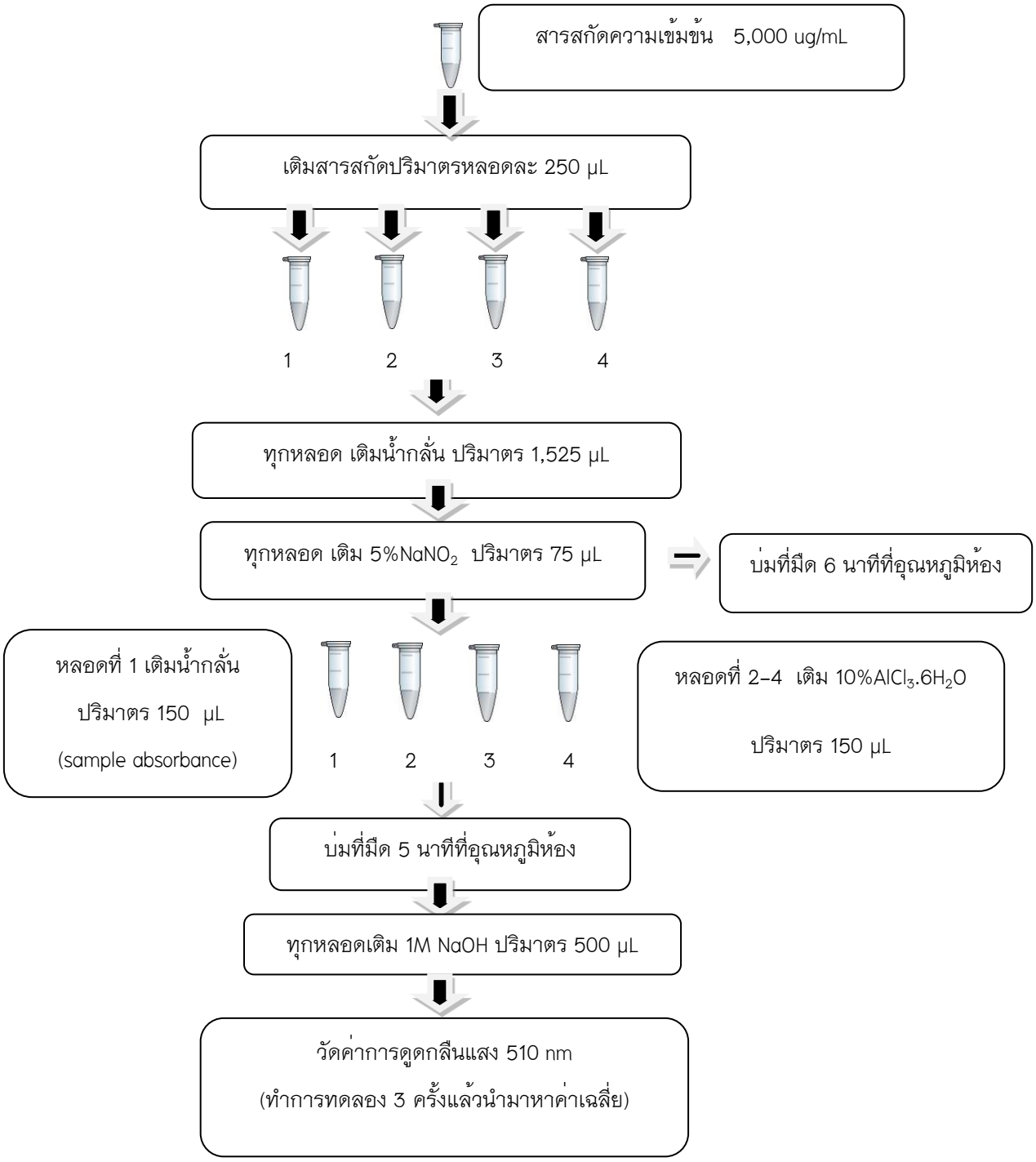


ภาพที่ 40 ขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐานคาเทชิน

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัด

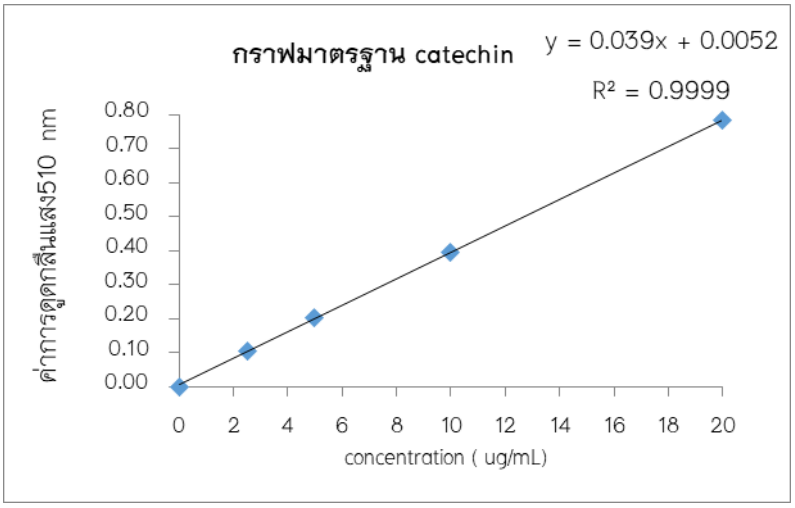
1) ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของตัวอย่างสารสกัด โดยเจือจางสารละลายตัวอย่างจาก Stock 50,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ได้ความเข้มข้นที่ 5,000 และ 10,000 (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 500 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) แต่ละความเข้มข้นจะทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง)
2) ปิเปตสารสกัดที่ความเข้มข้นตามข้อ 1 ปริมาตร 250 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองจำนวน 4 หลอด
3) ทุกหลอดเติมน้ำกลั่น ปริมาตรหลอดละ 1,525 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน
4) ทุกหลอดเติมโซเดียมไนไตรท์(Sodium nitrite) ความเข้มข้น 5% ปริมาตร 75 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที
5) หลอดที่ 1 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 150 ไมโครลิตร เรียกว่า Sample Abs. ส่วนหลอดที่ 2-4 เติมสารสะลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium chloride) ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 150 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที
6) ทุกหลอดเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 500 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน
7) จากนั้นเทใส่คิวเวตต์ ปริมาตร 2ใน3 ของคิวเวตต์
8) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตรด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer โดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลายอ้างอิง จากนั้นนำค่าที่ได้มา

คำนวณหาปริมาณของสารฟลาโวนอยด์รวมเทียบกับกราฟมาตรฐานคาเทชิน โดยแสดงค่าในรูปของ catechin equivalent มีหน่วยเป็น mg catechin/g extract



ภาพที่ 41 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัด

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในสารตัวอย่างที่ทดสอบ



ภาพที่ 42 แสดงกราฟมาตรฐานเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัด

value = Sample Abs. – Average

ตารางที่ 13 แสดงค่าการคำนวณปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในสารตัวอย่างที่ทดสอบ

Sample working conc. สารสกัด (ug/mL)	Sample final conc. สารสกัด (ug/mL)	Sample Abs. หลอดที่ 1	A_{510} หลอดที่ 2	A_{510} หลอดที่ 3	A_{510} หลอดที่ 4	Average	value	Equivalent	mg G/g ext	Average	SD
5000	500	0.000	0.336	0.325	0.325	0.331	0.331	8.341	16.682	16.185	0.704
10000	1000	0.000	0.615	0.619	0.619	0.617	0.617	15.687	15.687		

Sample Abs. คือ เติม sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจาก sample ออก (ในการทดสอบนี้ จะใส่ น้ำกลั่น แทน สารสะลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium chloride) ความเข้มข้น 10%)

ตัวอย่าง การคำนวณหาปริมาณคาเทชิน ในหน่วย mg catechin/ g extract

เริ่มจากการหาค่า catechin Equivalent หรือ ค่า EQ

สามารถหาได้จาก สมการของกราฟมาตรฐานคาเทชิน โดยการแทนค่า Value ของแต่ละความเข้มข้น (ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย – sample blank) ในค่า Y เพื่อหา ค่า X

เช่น สารสกัดความเข้มข้น 500 μg/mL

จากสมการของกราฟ คือ $y = 0.039X + 0.0052$ ค่า Value เท่ากับ 0.331

แทนค่าจะได้ $0.331 = 0.039X + 0.0052$

$X = (0.331-0.0052)/0.039$

$X = 8.341$ μg/mL

ภาพที่ 43 แสดงการหาค่า Catechin Equivalent หรือ ค่า EQ

หาปริมาณคาเทชิน ในหน่วย mg catechin/ g extract

จากสารสกัดความเข้มข้น 500 μg/mL มีค่า EQ เท่ากับ 8.341 μg/mL

หมายความว่า ที่สารสกัดความเข้มข้น 500 μg/ml มีปริมาณคาเทชินเท่ากับ 8.341 μg/mL

ถ้าในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณคาเทชิน เท่ากับ X mg

$$X = \frac{1\ g \times 8.341 \mu g/mL}{500\ \mu g/mL} \times \frac{1000\ mg}{1\ g}$$

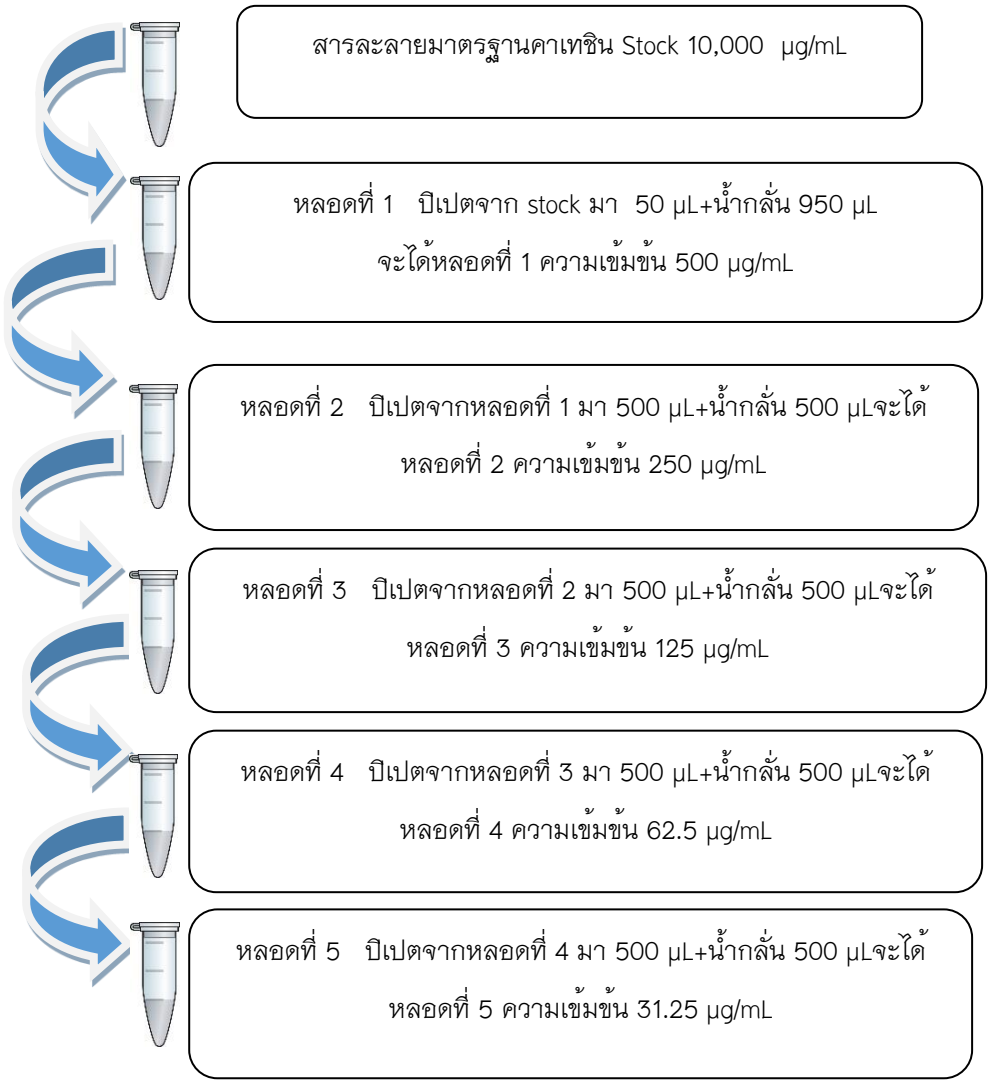
$X = 16.682$ mg

ดังนั้น ในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณคาเทชิน 16.682 mg

ภาพที่ 44 แสดงการหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัด

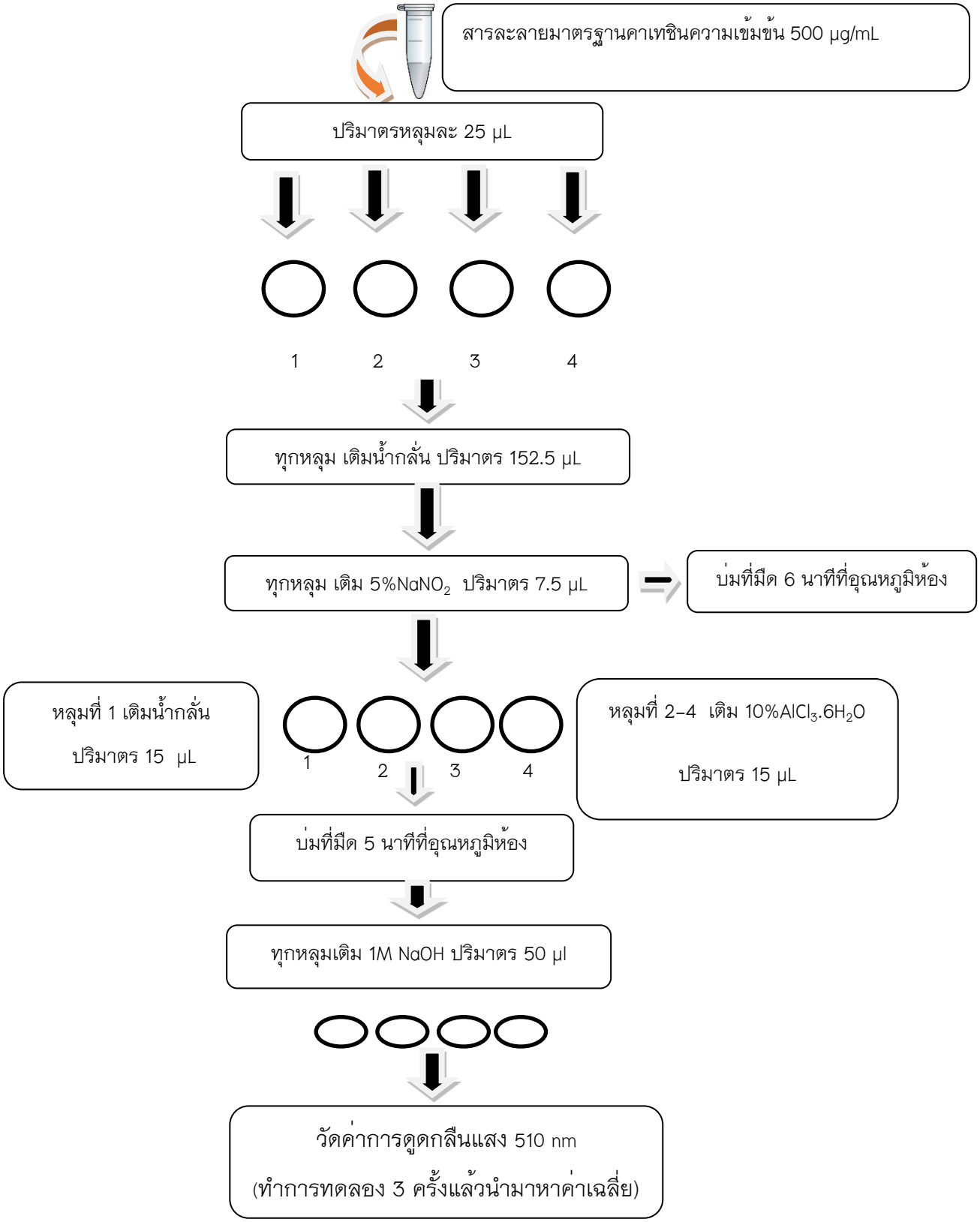
วิธีที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมโดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader)

1) **การทำกราฟมาตรฐานคาเทชิน**(ทำในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)
   1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชินจาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัม
   2) ต่อมิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0,31.25,62.5,125,250 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 0,3.125,6.25,12.5,25,50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ในแต่ละความเข้มข้นจะทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง
   3) ความเข้มข้นที่ 0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ใส่น้ำกลั่นแทนสารมาตรฐานคาเทชิน จำนวน 4 หลุม ปริมาตรหลุมละ 250 ไมโครลิตร
   4) ปิเปตสารมาตรฐานความเข้มข้นที่เจือจางตามข้อ 1 ปริมาตร 25 ไมโครลิตรใส่96 well plate จำนวน 4 หลุมต่อ 1 ความเข้มข้น
   5) ทุกหลุมเติมน้ำกลั่น ปริมาตร 152.5 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในหลุมให้เข้ากัน
   6) ทุกหลุมเติมโซเดียมไนไตรท์ (Sodium nitrite) ความเข้มข้น 5% ปริมาตร 7.5 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในหลุมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที
   7) โดยหลุมที่ 1 เรียกว่า sample Abs. ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 15 ไมโครลิตรส่วนหลอดที่ 2-4 ใส่สารสะลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium chloride) ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 15 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในหลุมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที
   8) ทุกหลุมเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในหลุมให้เข้ากัน
   9) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตรด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader)
   10) โดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลายอ้างอิง จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานคาเทชิน หน่วยเป็น µg/mL (แกน x) กับค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y) เพื่อสร้างกราฟมาตรฐานคาเทชินเพื่อใช้หาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดต่อไป



ภาพที่ 45 สรุปขั้นตอนการเจือจางมาตรฐานคาเทชิน

จากภาพที่ 45 นำหลอดสารละลายมาตรฐานคาเทชินที่ทำการเจือจางตามความเข้มข้นต่าง ๆ มาทดสอบหาปริมาณ Total Flavonoid Compounds วิธีที่นิยมคือใช้ Aluminium nitrate colorimetric method โดยใช้ Catechin เป็นสารมาตรฐาน



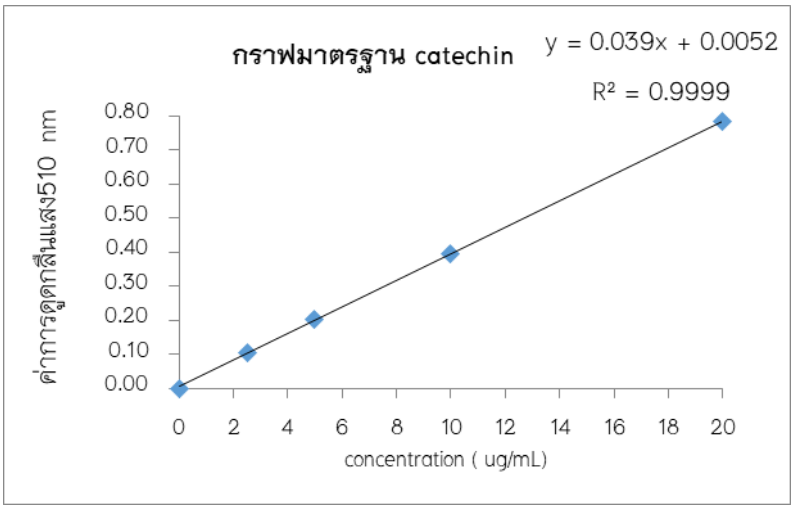
ภาพที่ 46 ขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐานคาเทชิน

ตารางที่ 14 แสดงค่ามาตรฐาน Catechin เพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน

value = Sample Abs. – Average

Standard catechin working conc. (ug/mL)	Standard ccatechin @final conc.(ug/mL)	Sample Abs. หลอดที่ 1	A_{510} หลอดที่ 2	A_{510} หลอดที่ 3	A_{510} หลอดที่ 4	Average	value
0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31.25	3.125	0.000	0.107	0.100	0.100	0.104	0.104
62.5	6.25	0.000	0.205	0.204	0.204	0.205	0.205
125	12.5	0.000	0.396	0.397	0.397	0.397	0.397
250	25	0.000	0.791	0.773	0.773	0.782	0.782
500	50	0.000	1.536	1.513	1.513	1.525	1.525

Sample Abs. คือ เติม sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจาก sample ออก (ในการทดสอบนี้ จะใส่ น้ำกลั่น แทน สารสะลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium chloride) ความเข้มข้น 10%)

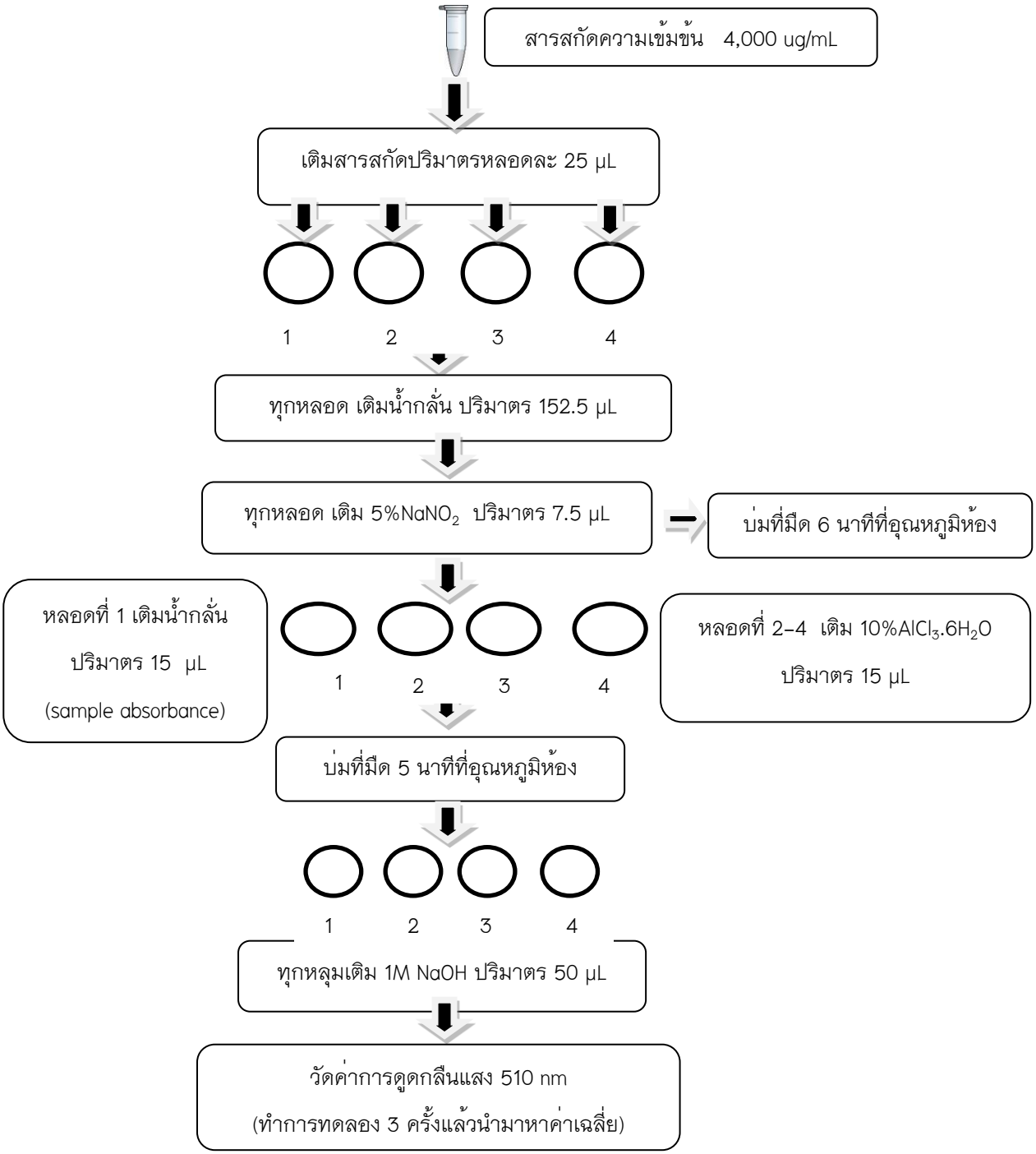


ภาพที่ **47** แสดงค่ากราฟมาตรฐานคาเทชิน

2. ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดของสารสกัด

1) ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของตัวอย่างสารสกัด โดยเจือจางสารละลายตัวอย่างจาก Stock 50,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรให้ได้ความเข้มข้น 2,000 และ 4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
2) ปิเปตสารสกัดที่ความเข้มข้นตามข้อ 1 ปริมาตร 25 ไมโครลิตรลงใน 96 well plate
3) ทุกหลุมเติมน้ำกลั่น ปริมาตร 152.5 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในแต่ละหลุมให้เข้ากัน
4) ทุกหลุมเติมโซเดียมไนไตรท์(Sodium nitrite) ความเข้มข้น 5% ปริมาตร 7.5 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในแต่ละหลุมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที
5) หลุมที่ 1 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 15 ไมโครลิตร เรียกว่า Sample Abs. ส่วนหลุมที่ 2–4 เติมสารสะลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium chloride) ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 15 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในแต่ละหลุมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที
6) ทุกหลุมเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมสารละลายในแต่ละหลุมให้เข้ากัน

7) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตรด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader)
8) จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณของสารฟลาโวนอยด์รวมเทียบกับกราฟมาตรฐานคาเทชิน โดยแสดงค่าในรูปของ catechin equivalent มีหน่วยเป็น mg catechin/g extract



ภาพที่ 48 แสดงการหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัด

value = Sample Abs. – Average

ตารางที่ 15 แสดงการคำนวณหาค่าปริมาณสารประกอบฟลาโนอยด์รวม

Sample working conc. สารสกัด1 (ug/mL)	Sample final conc. สารสกัด1 (ug/mL)	sample blank	OD 510	OD 510	Average	value	Equivalent	mg Catechin/g ext	Average	SD
2000	200	0.091	0.120	0.126	0.123	0.032	1.528	6.788	11.321	6.41
4000	400	0.081	0.240	0.195	0.218	0.137	6.386	15.854		

Sample Abs. คือ เติม sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจากsample ออก (ในการทดสอบนี้ จะใส่ น้ำกลั่น แทน สารสะลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium chloride) ความเข้มข้น 10%)

ตัวอย่าง การคำนวณหาปริมาณคาเทชิน ในหน่วย mg catechin/ g extract

เริ่มจากการหาค่า catechin Equivalent หรือ ค่า EQ

สามารถหาได้จาก สมการของกราฟมาตรฐานคาเทชิน โดยการแทนค่า Value ของแต่ละความเข้มข้น (ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย – sample blank) ในค่า Y เพื่อหา ค่า X

เช่น สารสกัดความเข้มข้น 400 µg/mL

จากสมการของกราฟ คือ $y = 0.0215X + 0.0008$ ค่า Value เท่ากับ 0.137

แทนค่าจะได้ $0.137 = 0.0215X + 0.0008$

$X = (0.218-0.0008)/0.0137$

$X = 15.854$ µg/mL

ภาพที่ 49 แสดงการหาค่า Catechin Equivalent หรือค่า EQ

หาปริมาณคาเทชิน ในหน่วย mg catechin/ g extract

จากสารสกัดความเข้มข้น 400 µg/mL มีค่า EQ เท่ากับ 15.854 µg/mL

หมายความว่า ที่สารสกัดความเข้มข้น 400 µg/ml มีปริมาณคาเทชินเท่ากับ 15.854 µg/mL

ถ้าในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณคาเทชิน เท่ากับ X mg

$$X = \frac{1\ g \times 15.854\ \mu g/mL}{400\ \mu g/mL} \times \frac{1000\ mg}{1\ g}$$

$X = 39.635$ mg

ดังนั้น ในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณคาเทชิน 39.635 mg

ภาพที่ 50 แสดงการหาค่าสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัด ในหน่วย mg Catechin/g extract

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบ ข้อดีและข้อเสีย ของทั้ง 2 วิธี

ความแตกต่างในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม	
เครื่อง ยูวี-วิสิเบิลเครื่อง ยูวี-วิสิเบิล(UV-Visible spectrophotometer)	**เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท** (Microplate reader)
1.ในการทดสอบจะใช้ ปริมาณของสารที่ทดสอบและสารตัวอย่างจะใช้ปริมาณมากพอสมควรทำให้เมื่อมีปริมาณสารตัวอย่างที่น้อย จะทำให้ทดสอบด้วยวิธีนี้อาจเกิดการคลาดเคลื่อนได้	1.ในการทดสอบจะใช้ ปริมาณของสารที่ทดสอบและสารตัวอย่างจะใช้ปริมาณน้อยลดลง 10 เท่า
2.สารเคมีที่ใช้เตรียมการทดลองมีปริมาณมาก ทำให้เกินงบประมาณที่ได้รับ	2.สารเคมีที่ใช้เตรียมการทดลองมีปริมาณลดลงกว่าเดิม 10 เท่าทำให้ควบคุมงบประมาณได้
3.อุปกรณ์เครื่องแก้วและคิวเวตต์ใช้จำนวนมาก ทำให้เวลาล้างอุปกรณ์ แห้งไม่ทันใช้ในกลุ่มถัดไป รวมทั้งในการทดลองวัดได้ครั้งละ 6 ตัวอย่างทำให้เปลืองเวลาและใช้เวลานานเกิดการต่อคิวนาน ผลการทดลอง	3.อุปกรณ์ในการทดลองจากใช้หลอดทดลองแก้วเปลี่ยนมาใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวส์และใช้ไมโครเพลทจำนวน 96 หลุม ทำให้ประหยัดเวลาและสามารถทำพร้อมกันได้หลายตัวอย่าง
4.เกิดปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการจำนวนมากกว่า 10 ลิตร	4.เกิดปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการจำนวนน้อยกว่า 10 ลิตร

บทปฏิบัติการที่ 4

การวิเคราะห์ปริมาณโปรแอนโธไซยานิดินรวม

สารเคมี

1) วานิลลิน (Vanillin) ขนาด 100 กรัม จำนวน 1 ขวด
2) กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) ขนาด 2.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด
3) เมทานอล (Methanol)ขนาด 2.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด
4) DMSO (Dimethyl sulfoxide) ขนาด 2.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด
5) คาเทชิน (Catechin) ขนาด 100 กรัม จำนวน 1 ขวด

อุปกรณ์ (เตรียมสำหรับนิสิต 1 คน)

1) ขวดเก็บสารละลายใส ขนาด 100 มิลลิตร จำนวน 1 ขวด
2) ขวดเก็บสารละลายใส ขนาด 1,000 มิลลิตร จำนวน 1 ขวด
3) ขวดเก็บสารละลายสีชา ขนาด 1,000 มิลลิตร จำนวน 1 ขวด
4) หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 3 หลอด
5) หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Microcentrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิตร จำนวน 60 หลอด
6) บีเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
7) ที่วางหลอดเซน (Microcentrifuge tube rack) ขนาด 1.5 มิลลิตร จำนวน 1 อัน
8) ที่วางหลอดเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Centrifuge tube rack) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
9) Micropipette ขนาด 2-20 ,10-100 ,20-200 ,100-1000 ไมโครลิตร จำนวนอย่างละ 1 กล่อง
10) Micropipette tip ขนาด 200 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน
11) Micropipette tip ขนาด 1000 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน
12) ภาชนะทิ้ง Micropipette tip จำนวน 1 อัน
13) แท่นวาง Micropipette จำนวน 1 อัน
14) เพลท 96 หลุมแบบก้นแบน (96 well plate) จำนวน 1 อัน

เครื่องมือวิทยาศาสตร์

1. เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate rader) จำนวน 1 เครื่อง
2. เครื่องเขย่าสาร (Votex mixer) กลุ่มละ จำนวน 1 เครื่อง
3. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Spin down) กลุ่มละ จำนวน 1 เครื่อง

การเตรียมสารเคมี ต่อนิสิต 1 คน

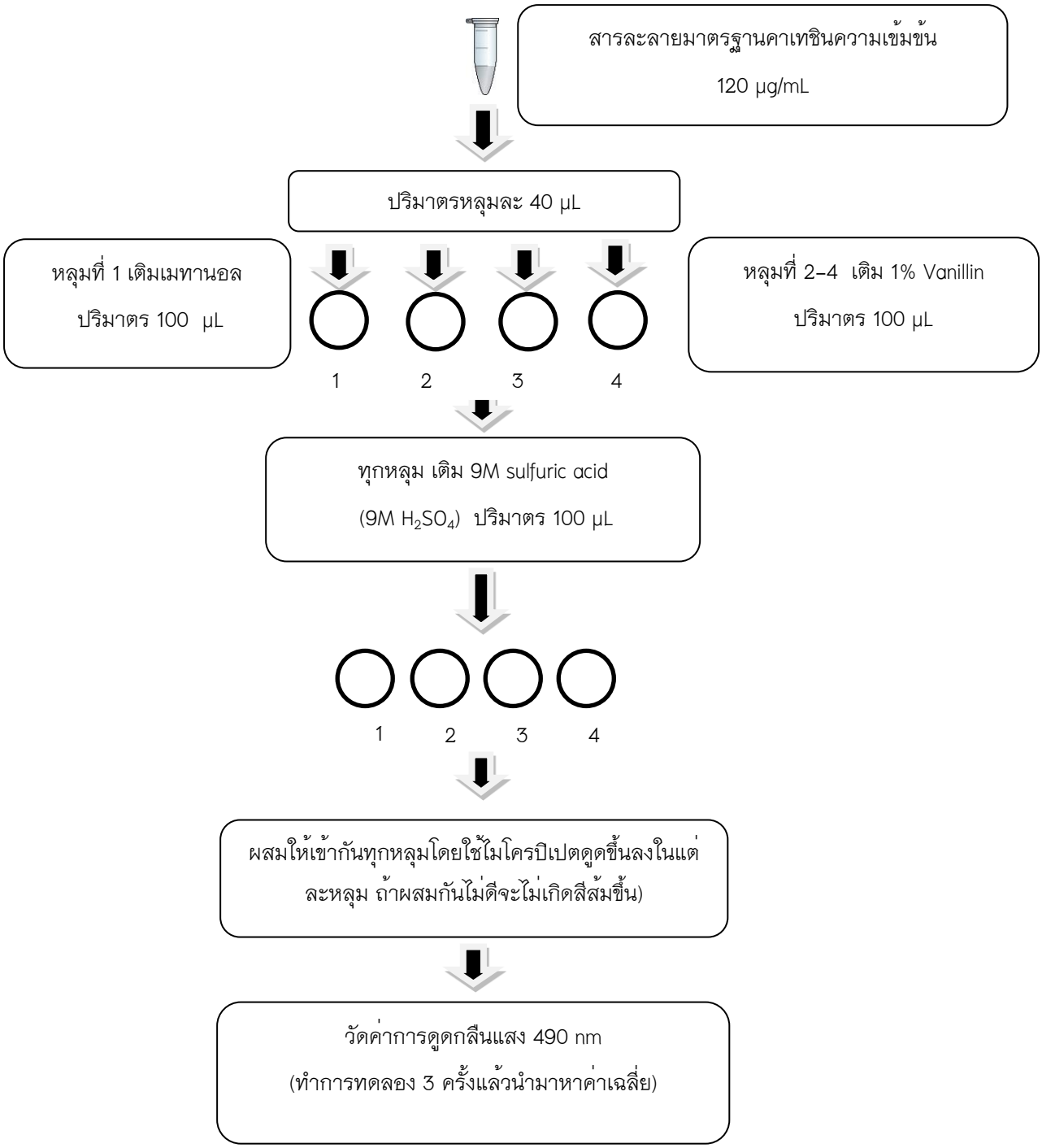
1. หลอดใส่สารละลายวานิลลีน ที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (1%Vanillin) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร)
2. หลอดใส่สารสะลายกรดซัลฟูริก ที่มีความเข้มข้น 9 โมลาร์ (9M Sulfuric acid) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. หลอดใส่สารเมทานอล (Methanol) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ใช้หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร)
4. หลอดใส่สารละลายมาตรฐานคาเทชิน (Catechin) ทีมีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)
5. สารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 หลอด (ใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณโปรแอนโธไซยานิดินรวม

1. การทำกราฟมาตรฐานคาเทชิน

1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชินจาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0,7.5,15,30,60 และ 120 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 0,1.25,2.5,5,10,20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
2) ความเข้มข้นที่ 0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ก็คือใส่เมทานอลปริมาตรหลุมละ 40 ไมโครลิตร จำนวน 4 หลุม
3) ปิเปตสารมาตรฐานความเข้มข้นที่เจือจางตามข้อ 1 ปริมาตร 40 ไมโครลิตรใส่ลงใน 96 well plate จำนวน 4 หลุมต่อ 1 ความเข้มข้น
4) หลุมที่ 1 เติมเมทานอลปริมาตร 100 ไมโครลิตร เรียกว่า Sample Abs.ส่วนหลุมที่ 2-4 เติมสารละลาย 1% Vanillin ปริมาตร 100 ไมโครลิตร

5) ทุกหลุมเติมสารละลาย 9 M Sulfuric acid ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน (ต้องผสมให้เข้ากันทุกหลุมโดยใช้ไมโครปิเปตดูดขึ้นลงในแต่ละหลุม ถ้าผสมกันไม่ดีจะไม่เกิดสีส้มขึ้น)
6) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตรด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (multifunctional microplate reader)
7) นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานคาเทชิน หน่วยเป็น µg/mL (แกน x) กับค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y)
8) สร้างกราฟมาตรฐานคาเทชินเพื่อใช้หาปริมาณโปรแอนโธไซยานิดินรวมของสารสกัดต่อไป



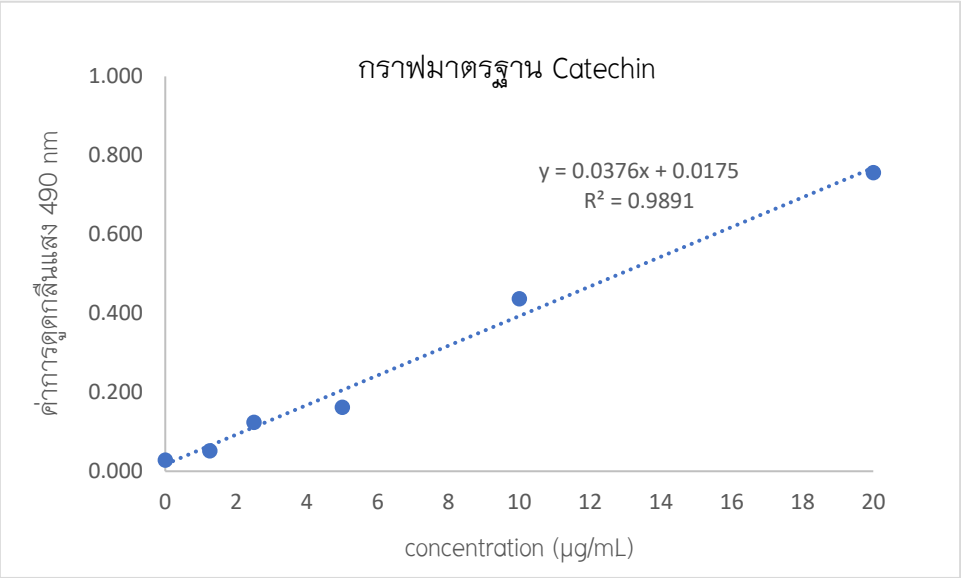
ภาพที่ 51 ขั้นตอนการเตรียมกราฟมาตรฐานคาเทชิน

ตารางที่ 17 แสดงค่ามาตรฐาน Catechin เพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน

value = Sample Abs. – Average

Standard catechin working conc. (ug/mL)	Standard ccatechin @final conc. (ug/mL)	Sample Abs. หลอดที่ 1	A 490 หลอดที่ 2	A 490 หลอดที่ 3	A 490 หลอดที่ 4	Average	value
0	0	0.030	0.057	0.060	0.059	0.059	0.029
7.5	1.25	0.049	0.101	0.101	0.100	0.101	0.052
15	2.5	0.043	0.137	0.131	0.134	0.134	0.091
30	5	0.045	0.212	0.202	0.207	0.207	0.162
60	10	0.045	0.480	0.483	0.483	0.482	0.437
120	20	0.044	0.801	0.800	0.801	0.801	0.757

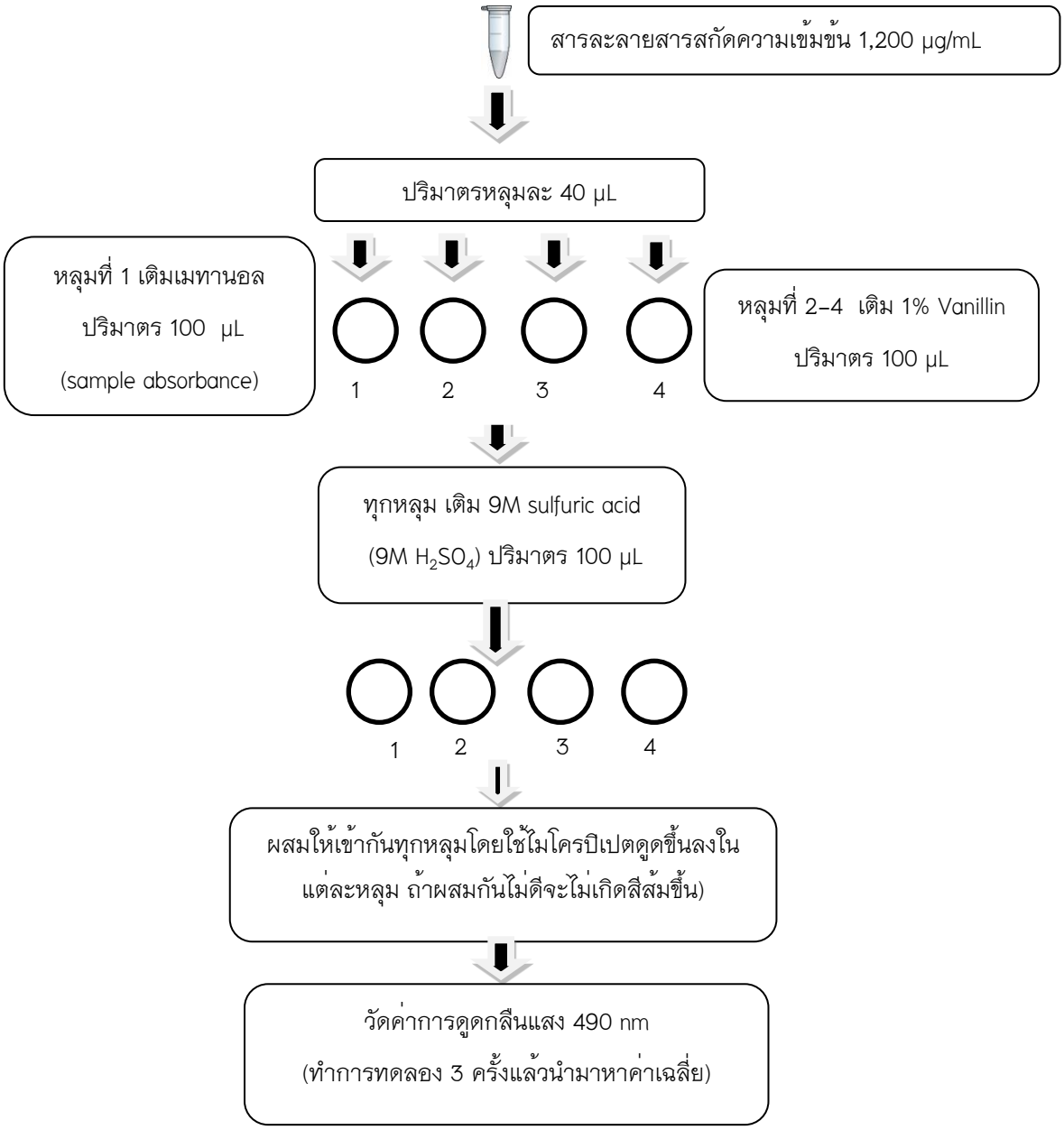
Sample Abs. คือ เติม sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจากsample ออก (ในการทดสอบนี้ จะใส่เมทานอล แทน 9M H_2SO_4)



ภาพที่ 52 แสดงกราฟมาตรฐานคาเทชิน

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรแอนโธไซยานิดินรวมของสารสกัด

1) ทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรแอนโธไซยานิดินรวมของตัวอย่างสารสกัดจาก stock ที่มีความเข้มข้น 50,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 600 และ 1,200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 100 และ 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
2) ปิเปตสารมาตรฐานความเข้มข้นที่เจือจางตามข้อ 1 ปริมาตร 40 ไมโครลิตรใส่ลงใน 96 well plate จำนวน 4 หลุมต่อ 1 ความเข้มข้น
3) หลุมที่ 1 เติมเมทานอลปริมาตร 100 ไมโครลิตร เรียกว่า Sample Absobance หลุมที่ 2–4 เติมสารละลาย 1% Vanillin ปริมาตร 100 ไมโครลิตร
4) ทุกหลุมเติมสารละลาย 9 M Sulfuric acidปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน (ต้องผสมให้เข้ากันทุกหลุมโดยใช้ไมโครปิเปตดูดขึ้นลงในแต่ละหลุม ถ้าผสมกันไม่ดีจะไม่เกิดสีส้มขึ้น)
5) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตรด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (multifunctional microplate reader)
6) จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณโปรแอนโธไซยานิดินรวมเทียบกับกราฟมาตรฐานคาเทชิน โดยแสดงค่าในรูปของ catechin equivalent มีหน่วยเป็น mg catechin/g extract



ภาพที่ 53 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโปรแอนโธไซยานิดินรวมของสารสกัด

ตารางที่ 18 แสดงการคำนวณหาค่าปริมาณสารประกอบโปรแอนโทนไซยานิดินของสารสสกัด

value = Sample Abs. – Average

Sample working concentration (µg/mL)	Sample final concentration (µg/mL)	Sample Abs. หลุมที่ 1	$Abs._{490}$ หลุมที่ 2	$Abs._{490}$ หลุมที่ 3	$Abs._{490}$ หลุมที่ 4	Average	Value	EQ	mgC/g ext/	Average
600	100	0.091	0.120	0.126	0.126	0.123	0.032	0.385	3.856	9.874
1,200	200	0.081	0.240	0.195	0.195	0.218	0.137	3.178	15.891	

Sample Abs. คือ เติม sample ที่ต้องการทดสอบแต่ไม่เติมสารทดสอบ เพื่อหักค่าสีจากsample ออก (ในการทดสอบนี้ จะใส่เมทานอล แทน 9M H_2SO_4)

ตัวอย่าง การคำนวณหาปริมาณคาเทชิน ในหน่วย mg catechin/ g extract

เริ่มจากการหาค่า catechin Equivalent หรือ ค่า EQ

สามารถหาได้จาก สมการของกราฟมาตรฐานกรคาเทชิน โดยการแทนค่า Value ของแต่ละความเข้มข้น (ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย – Sample Absobance) ในค่า Y เพื่อหา ค่า X

เช่น ที่ความเข้ม 200 μg/ml

จากสมการของกราฟ คือ $y = 0.0376X + 0.0175$ ค่า Value เท่ากับ 0.137

แทนค่าจะได้ $0.137 = 0.0376X - 0.0175$

$X = (0.137 + 0.0175)/0.0376$

$X = 3.178$ μg/ml

ภาพที่ 54 การหาค่า Catechin Equivalent หรือ ค่า EQ

หาปริมาณคาเทชินในหน่วย mg catechin / g extract

จากความเข้มข้น 200 μg/ml มีค่า EQ เท่ากับ 3.178 μg/mL

หมายความว่า ที่สารสกัดความเข้มข้น 200 μg/mศ มีปริมาณคาเทชิน เท่ากับ 3.178 μg/mL

ถ้าในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณคาเทชิน เท่ากับ X mg

$$X = \frac{1\ g \times 3.178\ \mu g/mL}{200\ \mu g/mL} \times \frac{1000\ mg}{1\ g}$$

$X = 15.891$ mg

ดังนั้น ในสารสกัด 1 g จะมีปริมาณคาเทชิน 15.891 mg

ภาพที่ 55 การหาปริมาณโปรแอนโทไซยานิดินของสารสกัดในหน่วย mg catechin/ g extract

บทปฏิบัติการที่ 5

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานิดินรวม

สารเคมี

1. โพแทสเซียมคลอไรด์(Potassium Chloride) ขนาด 500 กรัม จำนวน 1 ขวด
2. กรดไฮโดรคลอริก(Hydrochloric acid) ขนาด 2.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด
3. โซเดียมอะซีเตต (Sodium acetate)ขนาด 2.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด
4. เมทานอล (Methanol) ขนาด 2.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด
5. น้ำปราศจากไอออน (DI water) จำนวน 20 ลิตร

อุปกรณ์ ต่อนิสิต 1 คน

1. บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
2. ขวดเก็บสาร ขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
3. ขวดเก็บสารละลายใส ขนาด 100 มิลลิตร จำนวน 1 ขวด
4. ขวดเก็บสารละลายใส ขนาด 1,000 มิลลิตร จำนวน 1 ขวด
5. ขวดเก็บสารละลายสีชา ขนาด 1,000 มิลลิตร จำนวน 1 ขวด
6. หลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 4 หลอด
7. หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Microcentrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิตร จำนวน 4 หลอด
8. ที่วางหลอดเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Microcentrifuge tube rack) ขนาด 1.5 มิลลิตร จำนวน 1 อัน
9. ที่วางหลอดเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ (Centrifuge tube rack) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
10. Micropipette ขนาด 2-20 ,10-100 ,20-200 ,100-1000 ไมโครลิตร จำนวนอย่างละ 1 อัน
11. Micropipette tip ขนาด 20 ไมโครลิตร จำนวน 1 กล่อง
12. Micropipette tip ขนาด 200 ไมโครลิตร จำนวน 1 กล่อง
13. Micropipette tip ขนาด 1000 ไมโครลิตร จำนวน 1 กล่อง
14. ภาชนะทิ้ง Micropipette tip จำนวน 1 อัน
15. คิวเวตต์พลาสติกขนาด 1.5 หรือ 3 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
16. แท่นวาง Micropipette จำนวน 1 อัน

17. ที่วางคิวเวตต์ จำนวน 1 อัน

เครื่องมือวิทยาศาสตร์

1. เครื่อง ยูวี – สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV–Visible Spectophotometer) จำนวน 1 เครื่อง
2. เครื่องเขย่าสาร (Votex mixer) กลุ่มละ จำนวน 1 เครื่อง
3. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Spin down) กลุ่มละ จำนวน 1 เครื่อง

การเตรียมสารเคมีต่อนิสิต 1 คน

1. เตรียมบัฟเฟอร์โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl buffer) ความเข้มข้น 0.025 M pH 1.0 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร (เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง)
2. การเตรียมบัฟเฟอร์โซเดียมอะซิเตต (Sodium acetate buffer) ความเข้มข้น 0.4 M pH 4.5 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร (เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง)
3. เตรียม 0.1% HCl ใน 80% MeOH ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเซนตริฟิวส์ขนาด 50 มิลลิลิตร (เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง)
4. เตรียมสารสกัดแอนโธไซยานินจากตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม เติม 0.1% HCl ใน 80% MeOH ปริมาตร 1 มิลลิลิตร บ่มสารละลายไว้ในที่มืดข้ามคืน จากนั้นปั่นตกตะกอนที่ความเร็ว 1,000 rpm เก็บสารละลายส่วนใสใส่หลอดใหม่ (ใช้หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ทิวส์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานิดินรวม

1. **การหาปริมาณ Total anthocyanin ด้วย pH differential method**

1) การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดตัวอย่าง

ทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดตัวอย่างที่จะใช้วิเคราะห์ โดยเจือจางตัวอย่างให้มีความเข้มข้นต่างๆ ในบัฟเฟอร์ pH 1.0 แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ให้เลือกใช้ความเข้มข้นที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm อยู่ในช่วงเส้นตรง (OD 0.3 –1.0 ถึงไม่เกิน 1.4)

2) การเตรียมความเข้มข้นของตัวอย่างที่จะวิเคราะห์

เตรียมตัวอย่างให้มีความเข้มข้นต่างๆ กันอย่างน้อย 2 ความเข้มข้น เช่น จากตัวอย่างตั้งต้น 0.1 g ใน 1 mL หรือคิดเป็นความเข้มข้นเริ่มต้น (Stock concentration)

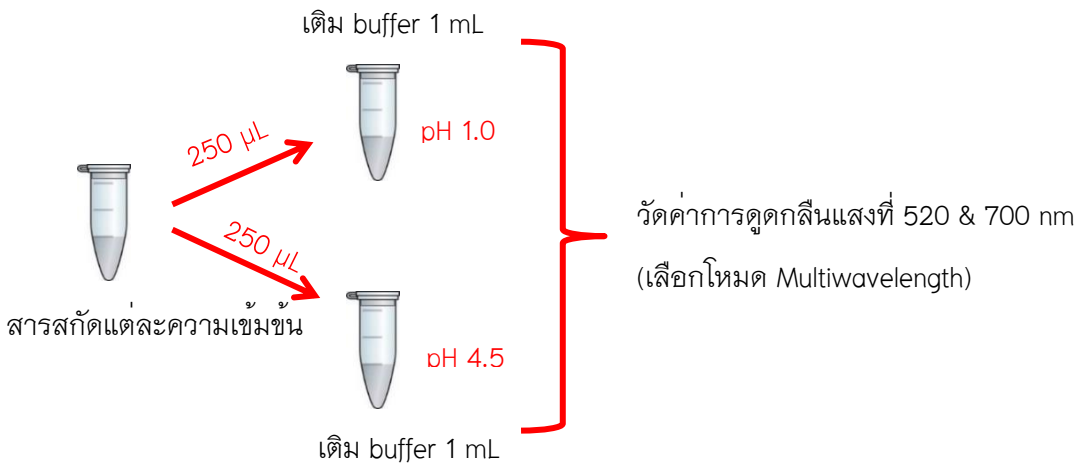
100,000 µg/mL หากต้องการเตรียมความเข้มข้นที่ 500 µg/mL และ 1,000 µg/mL (working concentration) เตรียมความเข้มข้นละ 1 mL (ต้องมีปริมาตรอย่างน้อย 250 µL x 2 Rx^{n} (buffer 2 ค่า) x 3 ซ้ำ = 1500 µL ± 50 µL ให้คำนวณปริมาตรที่ต้องใช้และเตรียมตามความเหมาะสม)

Stock ----(200 เท่า)----> 500 µg/mL = 1:199 DI water หรือ 5:995 DI water

Stock ----(100 เท่า)----> 1000 µg/mL = 1:99 DI water หรือ 10:990 DI water

3) ขั้นตอนการทำปฏิกิริยา

เตรียมปฏิกิริยาโดยปิเปตสารละลายที่ความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 250 µL ผสมรวมกับบัฟเฟอร์ pH 1.0 ปริมาตร 1 mL และบัฟเฟอร์ pH 4.5 ปริมาตร 1 mL ปริมาตรรวมของสารละลายจะเป็น 1,250 µL ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm และ 700 nm (รูปที่ 3) สีที่เกิดขึ้นจะมีความคงตัวไม่เกิน 50 นาที และการวัดค่าที่ 700 nm ใช้สำหรับหักลบความขุ่นของสารละลาย



ภาพที่ 51 แผนผังสรุปการปิเปตตัวอย่างผสมกับบัฟเฟอร์ที่ pH ต่างๆ ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง

4) การคำนวณปริมาณ Total anthocyanin pigment content (รายงานในรูปของ cyanidins-3-glucoside equivalent, µg/mL)

$$\text{Total anthocyanin pigment content} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\varepsilon \times 1}$$

โดย $A = (A_{520} - A_{700})\ pH\ 1.0 - (A_{520} - A_{700})\ pH\ 4.5$

MW ของ cyaniding-3-glucoside = 449.2 g/mol

DF = dilution factor (คิดจาก stock concentration ---> working concentration)

 ของ cyaniding-3-glucoside = 26,900 $M^{-1}.cm^{-1}$

1 = path length ของคิวเวตขนาด 1cm

1,000 = conversion factor จาก g --> mg

ตารางที่ 19 ตารางการวิเคราะห์ปริมาณ Total anthocyanin ในสารสกัด

Sample	Working Concentration (µg/mL)	Final Concentration (µg/mL)	pH1		Value	pH4.5		Value	pH1–pH4.5	DF	Equivalent (µg/mL)	Total Anthro (mg Catechin/g extract)
			A_{520}	A_{700}		A_{520}	A_{700}					
R9B1	500	100	0.104	0.044	0.060	0.072	0.042	0.030	0.030	200	100.193	1.002
	1000	200	0.214	0.109	0.105	0.159	0.086	0.073	0.032	100	53.436	0.534
R1B9	500	100	0.190	0.80	0.110	0.099	0.057	0.042	0.068	200	227.105	2.271
	1000	200	0.356	0.139	0.217	0.204	0.134	0.070	0.147	100	245.474	2.455
R5B5	500	100	0.141	0.087	0.054	0.098	0.084	0.014	0.040	200	133.591	1.336
	1000	200	0.277	0.121	0.156	0.167	0.114	0.053	0.103	100	171.999	1.720

Value = $A_{520} - A_{700}$

เช่น สารสกัด R9B1 ที่ความเข้มข้น 500 µg/mL สามารถคำนวณหา Total Anthocyanin (µg/mL) ได้ดังนี้

<u>จากสูตร</u> Total anthocyanin pigment content = $\frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\varepsilon \times 1}$

หาค่า A = pH1.0 (0.104–0.044) – pH4.5 (0.072–0.042)

A = 0.060 – 0.030 จะเท่ากับ 0.030

จะได้ Total anthocyanin pigment content = $\frac{0.030 \times 449.2 g/mol \times 200 \times 1000}{26{,}900\ M^{-1}.cm^{-1} \times 1}$

= 100.193 µg/mL

หา Total Anthocyanin ในหน่วย mg / g ext.

100.193 µg/mL ---> ..... mg / g ext. อาศัยการคูณด้วย **conversion factor**

จากหน่วย µg/mL จะได้ µg/mL x $\frac{1\ ml}{0.1\ g}$ x $\frac{1\ mg}{1000\ \mu g}$

ดังนั้น 100.193 µg/mL จะเท่ากับ 100.193 µg/mL x $\frac{1\ ml}{0.1\ g}$ x $\frac{1\ mg}{1000\ \mu g}$

= 1.002 mg / g ext.

*****หมายเหตุ** $\frac{1\ ml}{0.1\ g}$ ต้องดูจาก stock ที่เตรียมว่า ชั่งสารเท่าไหร่ (.... g ใน 1 mL.)

บทปฏิบัติการที่ 6

การแยกสารด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีแผ่นบาง(Thin Layer Chromatography)

สารเคมี

1)	สารเอทธานอล (Absolute Ethanol) ขนาด 2.5 ลิตร	จำนวน 1 ขวด
2)	สารคลอโรฟอร์ม(Chloroform) ขนาด 2.5 ลิตร	จำนวน 1 ขวด
3)	สารอะซิตริก เอสิก (Gacial Acetice acid) ขนาด 2.5 ลิตร	จำนวน 1 ขวด
4)	สารมาตรฐานเคอคูมิน (Curcuminoid) ขนาด 10 กรัม	จำนวน 1 ขวด
5)	สารที่ต้องการทดสอบ สารสกัดขมิ้นชัน	จำนวน 1 ขวด
6)	ไอโอดีน ขนาด 100 กรัม	จำนวน 1 ขวด
7)	น้ำกลั่น	จำนวน 20 ลิตร

อุปกรณ์ ต่อ นิสิต 1 คน

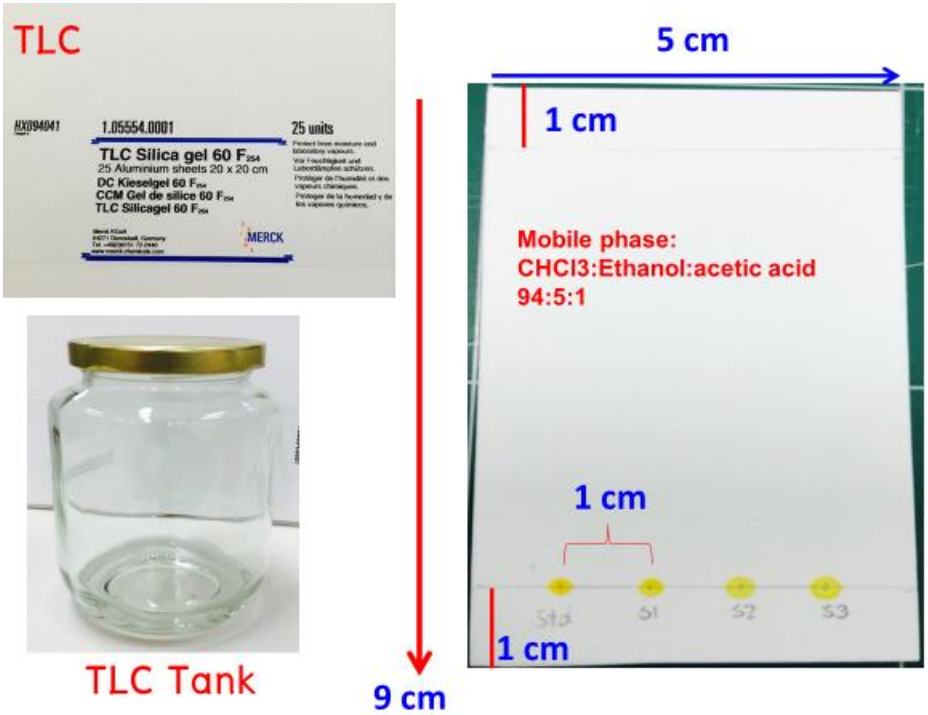
1)	หลอดแคปปิลลารี่ (capillary tube)	จำนวน 1 หลอด
2)	TLC tank	จำนวน 1 ขวด
3)	ไอโอดีน tank	จำนวน 1 ขวด
4)	โครมาโทเพลต (TLC – silica gel)	จำนวน 1 แผ่น
5)	บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร	จำนวน 1 ใบ
6)	กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	จำนวน 1 อัน
7)	คีมคีบ (Forcep)	จำนวน 1 อัน
8)	Micropipette tip ขนาด 1000 ไมโครลิตร	จำนวน 1 กล่อง
9)	Micropipette ขนาด 100–1000 ไมโครลิตร	จำนวน 1 อัน
10)	ภาชนะทิ้ง Micropipette tip	จำนวน 1 อัน

การเตรียมสารเคมี

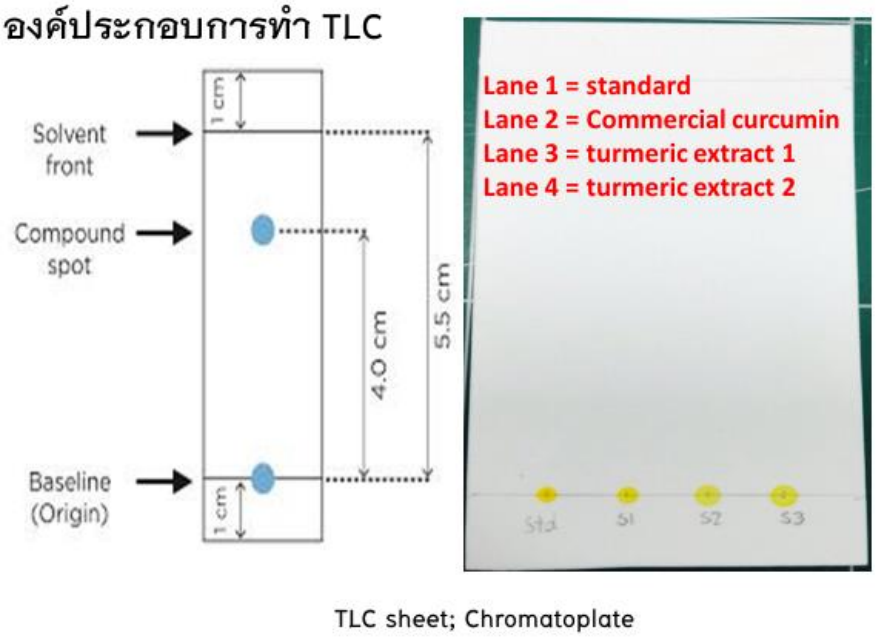
1) เตรียม Mobile phase อัตราส่วน ดังนี้

   Chloroform ($CHCl_3$) : Ethanol (C_2H_6O) : Acetic acid (CH_3COOH) 94:5:1

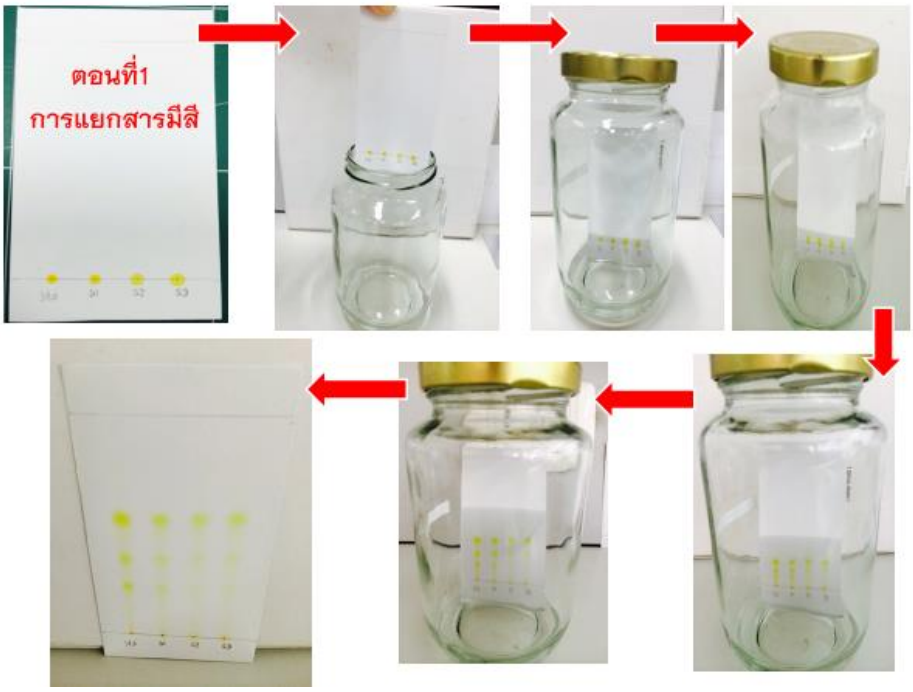
2) เตรียมสารมาตรฐานเคอคูมิน (Curcuminoid) ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร
3) เตรียมสารทดสอบความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร
4) เตรียมแผ่น TLC โดยนำแผ่นTLC มาตัดให้เป็นแผ่นเล็ก ขนาด กว้าง 5 เซนติเมตร สูง 9 เซนติเมตร จากนั้น วัดระยะขอบล่างขึ้นมา 1 เซนติเมตร โดยใช้ดินสอขีดเส้น และจากขอบบนลงมา 1 เซนติเมตร แสดงดังภาพ



ภาพที่ 56 แสดงการเตรียมแผ่น TLC

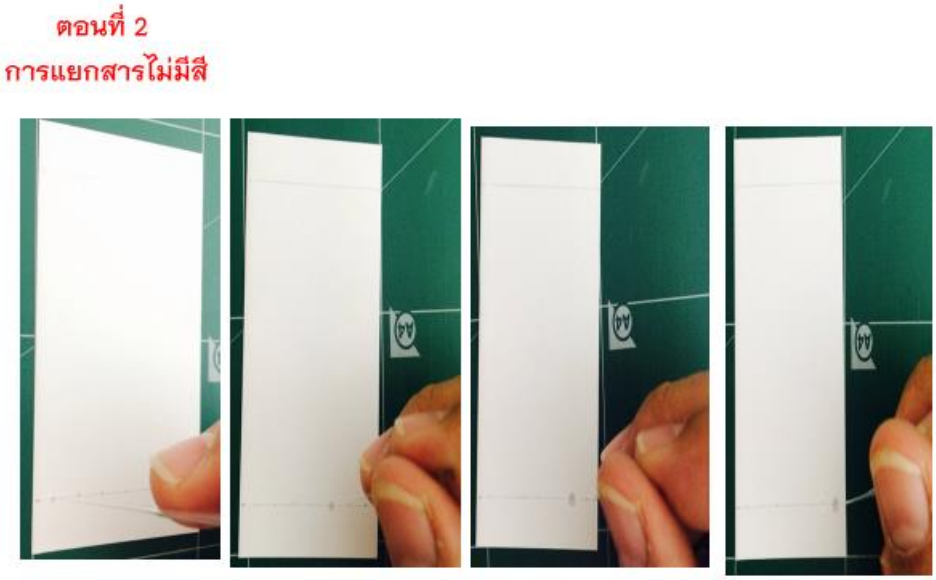


ภาพที่ 57 แสดงขั้นตอนการจุดและระยะห่างของสารทดสอบ



ภาพที่ 58 แสดงการแยกสารมีสี ในแผ่น TLC

ภาพที่ 59 แสดงการแยกสารไม่มีสี ในแผ่น TLC

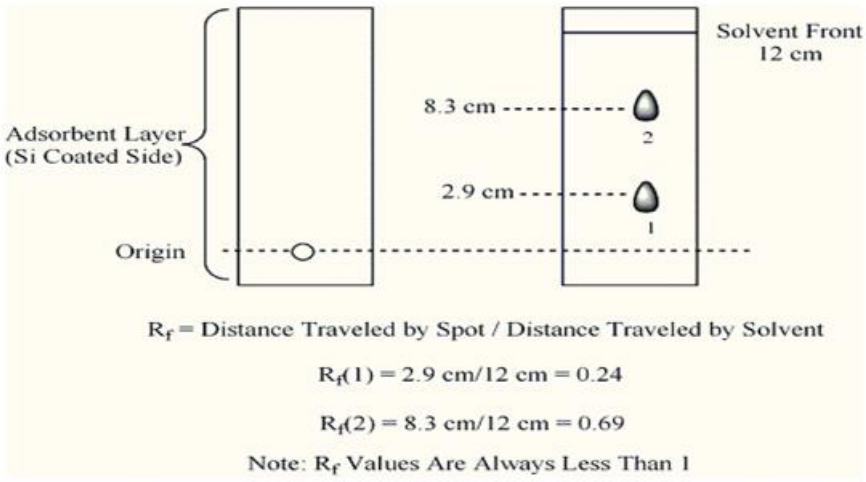


ภาพที่ 60 แสดงขั้นตอนการจุดการแยกสารไม่มีสีในแผ่น TLC

ภาพที่ 61 แสดงขั้นตอนการย้อมให้เกิดสีในแผ่น TLC

ก่อนการทดลองต้องเตรียม Mobile phase ที่ผสมไว้แล้ว ปริมาตร 10 มิลลิลิตรใส่ในขวดก่อนทำการทดลองเป็นเวลา 10 นาทีเพื่อให้สารได้คงความอิ่มตัว

วิธีการแปลผลการทดลอง



$$Rf = \frac{\text{ระยะทางสารเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้น}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสูงสุด}}$$

ภาพที่ 62 แสดงขั้นตอนการแปลผลการทดลอง

4.3 การจัดการของเสียหลังจากปฏิบัติการ

1) แจ้งนิสิตก่อนทำการทดลองเกี่ยวกับของเสียที่เกิดขึ้นในการทดลองระบบการจัดการของเสีย ภาชนะใส่ของเสีย และจุดบริเวณที่ทิ้งของเสีย
2) ควบคุมดูแลให้คำแนะนำ นิสิตขณะมีการทิ้งของเสียให้เป็นไปตามระบบการจัดการของเสีย โดยมีขั้นตอน ดังนี้

   2.1) แยกของเสียอันตรายออกจากของเสียทั่วไป

   2.2) พิจารณาว่าสามารถลดการเกิดของเสียได้หรือไม่ ด้วยกระบวนการ Reuse , Recoverry และ Recycle

2.3) คัดแยกของเสียอันตรายตามประเภทของเสียอันตราย ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ของเสียอันตรายชนิดของเหลว ของเสียอันตรายพิเศษและของเสียอันตรายชนิดของแข็ง

2.4) บันทึกข้อมูลของเสียลงในแบบฟอร์มบันทึกของเสียอันตราย

2.5) นำของเสียอันตรายที่ทราบประเภทแล้ว บรรจุในถังบรรจุของเสียอันตรายตามที่นักวิทยาศาสตร์ได้จัดเตรียมให้

4.4 การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบผลจากการปฏิบัติงานจริง เพื่อนำผลการประเมินไปพิจารณาวางแผนการปฏิบัติงานให้สอดคล้องหลักการปฏิบัติงาน PDCA ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 โดยการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา365351 ชีวเคมีจากผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ มีวิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน ตามตาราง

ตารางที่ 20 การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงาน	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
1.รับรายละเอียดของรายวิชา 365351 (มคอ.3) จากผู้จัดการรายวิชา	ตรวจสอบ วัน เวลา สถานที่ห้องปฏิบัติการที่นิสิตจะเข้าทำปฏิบัติการเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าปฏิบัติการและสามารถปฏิบัติงานได้ตรงตามแผนการจัดการเรียนการสอน
1.จัดเตรียมปฏิบัติการแล้วเสร็จพร้อมทำปฏิบัติการล่วงหน้าก่อนถึงเวลาทำจริง	มีบันทึกผลการทดลองเพื่อส่งให้อาจารย์ผู้สอนทราบเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์
2.ตรวจสอบและเตรียมเครื่องมือวิทยาศาสตร์	มีแบบบันทึกการตรวจสอบการใช้งานและมีการสอบเทียบเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอ
3.ปฏิบัติการได้ผลการทดลองถูกต้องตามทฤษฎี	มีบันทึกผลการทดลองจากนิสิตที่ทำการทดลองและสังเกตจากปฏิบัติการไม่มี ปัญหา และอุปสรรค เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
4.สารเคมีและอุปกรณ์มีเพียงพอต่อจำนวนนิสิต	จัดเตรียมให้เพียงพอและจัดสรรให้ไม่กระทบต่อการเรียนการสอน
5.ปฏิบัติการสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่นไม่มีอุปสรรคใดๆ	มีบันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุจากการทำปฏิบัติการ

6.การสรุปผลการดำเนินการบทปฏิบัติการ	มีการทำแบบประเมินให้นิสิตที่เข้ามาเรียนในรายวิชาต่างๆของหลักสูตรชีวเคมีได้ทำการประเมินความพึงพอใจรวมถึงเสนอแนะข้อแก้ไขปรับปรุงในแต่ละรายวิชาเมื่อจบในแต่ละภาคการศึกษาด้วย ซึ่งผลจากการประเมินจะนำมาพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษาต่อๆ ไป

4.5 จรรยาบรรณ คุณธรรม และจริยธรรมในการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ หลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีหลักการปฏิบัติงานด้วยคุณธรรมจริยธรรม ความซื่อสัตย์ สุจริต รับผิดชอบ ให้บริการด้วยความรวดเร็ว มีอัธยาศัย ไม่เลือกปฏิบัติ มุ่งผลสัมฤทธิ์ของงาน รักษามาตรฐาน มีคุณภาพ โปร่งใส และตรวจสอบได้ โดยยึดหลักปฏิบัติงานตามระเบียบมหาวิทยาลัยพะเยาว่าด้วย จรรยาบรรณและคุณธรรมของบุคลากร พ.ศ. 2554 และประมวลจริยธรรม มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2564 ตามพระราชบัญญัติการอุดมศึกษา พ.ศ. 2562 ว่าด้วยจริยธรรมของบุคลากรสายสนับสนุนที่พึงมี ได้แก่ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ ~~และ~~ยึดมั่นในการปกครองระบบประชาธิปไทยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข ยึดมั่นและปฏิบัติตาม ปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ นโยบาย ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศและหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยอย่างเคร่งครัด ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นพนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน รักษาและเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัยให้เป็นที่ยอมรับ ละเว้นการเรียก รับ หรือยอมจะรับทรัพย์สินหรือประโยชน์อื่นใดสำหรับตนเองหรือผู้อื่น โดยมิชอบด้วยกฎหมาย รักษาความสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้รับบริการ และประชาชนทั่วไปอย่างกัลยาณมิตร และดำรงตนให้เป็นแบบอย่างที่ดี รักษาไว้ซึ่งความลับของมหาวิทยาลัย นอกจากนี้การปฏิบัติงานต้องมีจิตใจสำนักถูกวิธี เป็นขั้นตอน มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น อีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. มีความซื่อสัตย์ ในการปฏิบัติงานจะต้องมีความซื่อสัตย์ต่อหน้าที่ และงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติงานด้วยความจริงใจ และไม่คดโกงหรือหลอกหลวงผู้อื่น จึงจะได้รับความไว้วางใจจากผู้ร่วมงาน

2. มีความเสียสละ ในการปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นจะต้องเห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน ไม่เห็นแก่ตัว รู้จักการให้และการแบ่งปัน ช่วยเหลือผู้อื่นโดยไม่หวังผลตอบแทน เสียสละความสุขส่วนตัวเพื่อประโยชน์ส่วนรวม อุทิศตนเพื่อการทำงานจึงจะได้รับความรักและความนับถือจากผู้ร่วมงาน

3. มีความยุติธรรม ในการปฏิบัติงานต้องไม่ลำเอียงหรือยึดติดสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามที่เชื่อ ต้องมีความเป็นกลาง ยึดถือความถูกต้องเป็นหลัก ไม่อคติกับเรื่องต่าง ๆ ที่ได้ยินหรือได้รับฟัง จึงจะเป็นที่น่านับถือของผู้ร่วมงาน

4. มีความประหยัด ในการปฏิบัติงานจะต้องเรียนรู้จักอดออม ไม่ฟุ่มเฟือย ต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากร โดยคำนึงสิ่งที่เหลือใช้หรือสิ่งที่ไม่มีประโยชน์แล้วมาดัดแปลง ซ่อมแซม หรือแก้ไขเพื่อใช้ในการทำงาน

5. มีความขยันและอดทน ในการปฏิบัติงานจะต้องมีความมุ่งมั่นต่องานที่เราได้รับมอบหมายเพื่อให้งานนั้นบรรลุเป้าหมายตามที่ได้ตั้งไว้ เมื่อพบปัญหาหรืออุปสรรคในการทำงานให้นำปัญหาหรืออุปสรรคนั้นมาปรับปรุงและแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งปัญหาหรืออุปสรรคเหล่านั้นจะเป็นบทเรียนที่ทำให้เราแข็งแกร่งและพร้อมที่จะก้าวสู่งานต่อไปได้อย่างมั่นคง

6. มีความรับผิดชอบ ในการปฏิบัติงานต้องมีความรับผิดชอบตามภาระหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และพร้อมต่อการพัฒนา มีความสำนึกได้อยู่เสมอในการปฏิบัติงาน เอาใจใส่ติดตามผลไม่ทอดทิ้ง ยอมรับผิดชอบของหน้าที่การงานที่กระทำทั้งดีและไม่ดี ไม่ปัดความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนแก่ผู้อื่น

7. มีความตรงต่อเวลา เป็นวินัยพื้นฐานในการปฏิบัติงาน สามารถทำงานได้ตรงตามเป้าหมาย ประสบผลสำเร็จในการทำงาน เป็นที่น่าเชื่อถือและไว้ใจของผู้ร่วมงาน

บทที่ 5
ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และการพัฒนางาน

5.1 ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน

นักวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ มีหน้าที่ที่จะต้องเตรียมสารเคมี ตรวจสอบอุปกรณ์ ให้คำปรึกษาแนะนำแก่ผู้รับบริการ การเบิกจ่าย และการใช้งานเพื่อให้การทำปฏิบัติการถูกต้องและแม่นยำ

ปัญหาที่พบบ่อย ๆ จากการทำงานในการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการสามารถสรุปได้ดังนี้งาน แสดงดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ปัญหาและอุปสรรคและแนวทางแก้ไขและพัฒนา

ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน
1. เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ที่สามารถวัดช่วง UV ได้มีปริมาณไม่เพียงพอ	1.1. แบ่งนิสิตให้จัดสรรเวลาในการทำปฏิบัติให้ไล่เลี่ยกันเพื่อลดการยืนรอใช้เครื่อง 1.2. บทปฏิบัติการที่มีหลายขั้นตอนให้ทำเป็นโต๊ะ 1.3. เข้าแผนในการซื้อครุภัณฑ์
2.เครื่องอ่านค่าปฏิกริยาบนไมโครเพลทมีปริมาณไม่เพียงพอ	2.1. แบ่งนิสิตให้จัดสรรเวลาในการทำปฏิบัติให้ไล่เลี่ยกันเพื่อลดการยืนรอใช้เครื่อง 2.2. เข้าแผนในการซื้อครุภัณฑ์
3.เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัติโนมัติแบบช่องทางเดียวขนาด 2-20,20-200,10-100และ100-1,000 ไมโครลิตร	3.1. ทำบันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์การยืมใช้เครื่องมือดังกล่าวกับต่างสาขาภายในคณะในเวลาช่วงที่มีการทำเรียนปฏิบัติการ 3.2. เข้าแผนในการซื้อครุภัณฑ์
4.เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ชนิดควบคุมอุณหภูมิแบบตั้งพื้น มีไม่เพียงพอ	4.1. แบ่งนิสิตให้จัดสรรเวลาในการทำปฏิบัติให้ไล่เลี่ยกันเพื่อลดการยืนรอใช้เครื่อง 4.2. บทปฏิบัติการที่มีหลายขั้นตอนให้ทำเป็นโต๊ะ 4.3. เข้าแผนในการซื้อครุภัณฑ์
5.ตู้เย็นที่ใช้เก็บสารเคมีมีขนาดเล็ก และใช้เก็บสารหลายตัว	5.1. ทำการสำรวจความต้องการใช้และจัดหาตู้เย็นเพิ่มเติม โดยพิจารณาอุณหภูมิที่ใช้ และขนาดพื้นที่ที่เหมาะสม 5.2.มีการกำหนดบริเวณการเก็บสารเคมีต่างๆ และระบุชื่อเจ้าของให้ชัดเจน

ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน
6.นิสิตขาดความรู้ ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ ทาให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์และเครื่องมือ	6.1ให้นิสิต ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือเบื้องต้นอย่างเข้าใจก่อนการใช้งาน 6.2หากยังไม่เข้าใจให้ ถามอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ รวมทั้งควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด
7.นิสิตขาดระมัดระวังในการใช้สารเคมี	7.ให้นิสิต ศึกษาทำความเข้าใจเรื่องอันตรายและความปลอดภัยจากการใช้สารเคมีให้มากขึ้นรวมทั้งควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด
8.นิสิตใช้สารเคมีเกินความจำเป็น เช่น เตรียมผิดหรือเตรียมมากกว่าปริมาณที่ต้องใช้	8.ให้นิสิต อ่านวิธีการทดลองในหนังสือปฏิบัติการมาอย่างเข้าใจ ก่อนทำการทดลอง รวมทั้งควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด
9.นิสิตขาดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม	9.สร้างจิตสำนึกระหว่างทำปฏิบัติการเพื่อให้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสารเคมีและมีการจัดการและแยกของเสียภายในห้องปฏิบัติอย่างชัดเจน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) อาจารย์ผู้สอนและนักวิทยาศาสตร์ ควรชี้แจงเรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการของนิสิตทุกครั้งก่อนการเรียนการสอนคาบแรก และก่อนเริ่มทำปฏิบัติการทุกบท
2) ควรมีชั่วโมงแนะนำความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมากขึ้น เพื่อให้เข้าใจในความปลอดภัย ควรอธิบายและยกตัวอย่างให้นิสิตเห็นภาพ หากไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ จะเกิดเหตุการณ์ เช่น ไม่ควรเทสารเคมีรวมกันในบีกเกอร์นอกตู้ดูดควันเพราะจะทำให้เกิดปฏิกริยารุนแรงเกิดขึ้น ให้นิสิตเทสารทีละหลอดลงในถังที่เจ้าหน้าจัดเตรียมไว้ในตู้ดูดควัน
3) ห้องปฏิบัติการแต่ละห้องควรมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการทำปฏิบัติการ
4) ควรมีจัดระเบียบและข้อบังคับในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์
5) ควรมีการจัดตั้งงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆให้เพียงพอ
6) นักวิทยาศาสตร์ควรได้รับการอบรมการใช้เครื่องมือ การบำรุงรักษา การซ่อมแซมเบื้องต้นจากช่างผู้ชำนาญหรือผู้เชียวชาญในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
7) ควรมีการตรวจสอบการทำงานและความเที่ยงตรงของเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอเพื่อผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐาน

บรรณานุกรม

กาญจนา สุรีย์พิศาล.(2564).การยกระดับความปลอดภัยห้องปฏิบัติการเคมี L-210 มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี ตามมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย.วารสาร Mahidol R2R e-Journal.สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2565 จากhttps://he01.tci-thaijo.org/index.php/mur2r/issue/view/16962.

คณะกรรมการความปลอดภัยด้านเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.(2563).คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัย.ศูนย์ความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศปอส).กรุงเทพมหานคร.

คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา.(2566).โครงสร้างองค์กรและโครงสร้างบริหารงานภายใน.สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2565.จาก http://www.medsci.up.ac.th/v3/index.php/about/organization

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.(2558).เรื่อง กำหนดอัตราการชดเชยค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.สืบค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 65,จาก http://www.science.up.ac.th/downloads/1590480314.pdf

คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 Lab Safety Inspection Manual ,Second Edition.(2558).ห้องปฏิบัติการการปลอดภัย:จากนโยบายสู่การปฏิบัติ.กรุงเทพมหานคร.

โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. (พฤษภาคม 2555). แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (Safety Guideline for Laboratory). สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย.กรุงเทพมหานคร.

จินดาวัลย์ เพ็ชรสูงเนิน สาริณี ลิพันธ์ สุราณี อโณทัยรุ่งรัตน์ และโกวิทย์ ปิยะมังคลา. (2558).การชี้บ่งอันตรายห้องปฏิบัติการเคมี:กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการเคมีอุสาหกรรม.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.). กรุงเทพมหานคร

จิราพร ขำจันทร์ฟ์(2565).คู่มือปฏิบัติงาน บทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย. คณะสาธารณสุข มหาวิทยาลัยพะเยา.พะเยา

จุฬาลักษณ์ บางเหลือ.(2557).คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ(Manual of Laboratory Safety) ห้องปฏิบัติการกลางสำหรับการเรียนการสอนและวิจัย โครงการจัดตั้งวิทยาเขตอำนาจเจริญ มหาวิทยาลัยมหิดล.มหาวิทยาลัยมหิดล.กรุงเทพมหานคร

ณัชปภา สงวนวงค์.(2563)"คู่มือการปฏิบัติงานการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน 513343.ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร.กรุงเทพมหานคร

นันทวรรณ จินากุล.(2561).การประเมินความเสี่ยงด้านระบบการจัดการของเสียอันตรายจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา.วารสารบูรพาเวชสาร.สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2565. https://he01.tci-thaijo.org/index.php/BJmed/article/view/138812

ปริศนา พันธ์งาม.(2563).การจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ESPReL กรณีศึกษา ห้องปฏิบัติการไมโครเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.มหาวิทยาลัยศิลปกร.กรุงเทพมหานคร

มหาวิทยาลัยพะเยา.(2554).ระเบียบมหาวิทยาลัยพะเยาว่าด้วยจรรยาบบรณและคุณธรรมของบุคลากร พ.ศ. 2554.สืบค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 2565,จาก http://www.council.up.ac.th/wp-content/uploads/2010/10/ระเบียบ-2554-3.-ระเบียบ-จรรยาบรรณ-และคุณธรรมของบุคคลากร-2554.pdf

มหาวิทยาลัยพะเยา.(2564).ประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2564. สืบค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 65,จาก https://www.up.ac.th/th/pdf/2566/0392.pdf

มหาวิทยาลัยพะเยา.(2562).ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง นโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยพะเยา. สืบค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 65, http://labsafety.up.ac.th/Documents_Labsafety/Policy%20LabSafety_UP_62_324.pdf

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย)	นางสาวปิยะวรรณ นันตาบุญ
(ภาษาอังกฤษ)	Ms. Piyawan Nuntaboon
วัน เดือน ปีเกิด	4 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2523
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	197 หมู่ 5 ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา
โทรศัพท์	054 – 466666 ต่อ 3091
โทรศัพท์มือถือ	091 – 0766194
E-mail	piyawan.nu@up.ac.th
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2554 ถึงปัจจุบัน	ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ หลักสูตรชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2546	วท.บ.(เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) คณะ วิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ ,เชียงใหม่
ผลงานวิจัย	
พ.ศ. 2565	การประเมินความเสี่ยงด้านการจัดการระบบ สารเคมีของห้องปฏิบัติการชีวเคมี ตามมาตรฐาน ความปลอดภัย ESPReL คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา(ทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการ พัฒนางานประจำสู่งานวิจัย (R2R Proposal) รุ่นที่ 9 ประจำปีงบประมาณ 2565

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมีและขั้นตอนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

การเตรียมสารเคมี

1. **สารละลายโฟลิน ซิโอแคลธู ความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ (10% Folin & Ciocalteu's Phenol Reagent)** (stock เข้มข้น 100%)

   Folin & Ciocalteu's Phenol Reagent 10 มิลลิลิตร

   ปิเปตสารละลายโฟลิน ซิโอแคลธูเข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา เก็บให้พ้นแสง

2. **สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซนต์ (7.5% Na_2CO_3)**

   Sodium Carbonate Anhydrous (Na_2CO_3) 7.5 กรัม

   ชั่งโซเดียมคาร์บอเนตแอนไฮดรัส (Sodium Carbonate Anhydrous , Na_2CO_3) มา 7.5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นจากนั้นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3. **สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร**

   gallic acid 1 มิลลิกรัม

   ชั่งกรดแกลลิกน้ำหนัก 1 มิลลิกรัม ละลายใน DMSO 1 มิลลิลิตร (หรือตัวทำละลายที่เหมาะสม)

4. **สารละลายมาตรฐานคาเทชิน (Catechin) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร**

   gallic acid 1 มิลลิกรัม

   ชั่งสารคาเทชินน้ำหนัก 1 มิลลิกรัม ละลายใน DMSO 1 มิลลิลิตร (หรือตัวทำละลายที่เหมาะสม)

5. **สารละลายโซเดียมไนไตรท์ที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (5% Sodium nitrite)**

   Sodium nitrite ($NaNO_2$) 5 กรัม

   ชั่งโซเดียมไนไตรท์(Sodium nitrite) มา 5 กรัมละลายด้วยน้ำกลั่นจากนั้นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

6. **สารสะลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (10% $AlCl_3 \bullet 6H_2O$)**

Aluminium chloride ($AlCl_3 \bullet 6H_2O$) 10 กรัม

ชั่งอะลูมิเนียมคลอไรด์เอกซะไฮเดรต($AlCl_3 \bullet 6H_2O$) มา 10 กรัมละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

7. **สารสะลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 1 โมลาร์ (1M NaOH)**

NaOH (Mw = 40 g/mol)

วิธีคำนวณ ใช้สูตรการหา โมลาร์ (M)

$$\frac{g}{MW} = \frac{CV}{1000}$$

$$\frac{g}{40\ g/\cancel{mole}} = \frac{1\cancel{M} \times \cancel{1000\ mL}}{\cancel{1000}}$$

$$= 40\ g$$

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) มา 40 กรัมละลายด้วยน้ำกลั่นจากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

8. **สารละลายวานิลลีนที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (1% Vanillin)**

Vanillin 1 กรัม

ชั่งวานิลลีน(Vanillin) มา 1 กรัมละลายด้วย MeOH จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

9. **สารสะลาย 9 โมล่าร์ ซัลฟูริก ที่มีความเข้มข้น 9 โมลาร์ (9M H_2SO_4 stock)**

(H2SO4 stock 96%, Density 1.84 g/cm3 , Mw = 98.08 g/mol)

การเปลี่ยนหน่วยสารละลายจากหน่วยร้อยละ เป็น M

$$M = \frac{10 \times \% \times d}{MW}$$

$$M = \frac{10 \times 96\% \times 1.84\ \cancel{g}/cm3}{98.08\ \cancel{g}/mol}$$

M = 18

การเตรียมสารละลายเจือจาง จากสูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

18~~M~~ ×V1 = 9~~M~~×1000 mL

V1 = 500 mL

ตวงกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 500 mL เทลงในบีกเกอร์ที่มี MeOH ปริมาตรประมาณ 400 mL จากนั้นเมื่อความร้อนลดลงให้ปรับปริมาตรเป็น 1000 mL

ข้อแนะนำ: การเตรียมกรดต้องทำในตู้ดูดควันเท่านั้น และผู้เตรียมต้องสวมอุปกรณ์ป้องกัน เพราะว่าเมื่อกรดละลายลงในสารละลายเมทานอลจะเกิดความร้อนสูงต้องค่อยๆเทกรดลงในเมทานอลอย่างเบามือ ควรกระทำอย่างช้า ๆ

10. **เตรียมบัฟเฟอร์โพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.025M pH 1.0 (KCl MW = 74.55 g/mole)**

$$\frac{g}{MW} = \frac{CV}{1000}$$

$$\frac{g}{74.55\ g/\cancel{mole}} = \frac{0.025\cancel{M} \times \cancel{100\ mL}}{\cancel{1000}}$$

= 0.186 g

ชั่ง โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 0.186 g ละลายในน้ำ DI water 100 mL

11. **เตรียมบัฟเฟอร์โซเดียมอะซิเตต ความเข้มข้น 0.4 M pH 4.5 ($CH_3CO_2Na.3H_2O$ MW = 136.075 g/mol)**

$$\frac{g}{MW} = \frac{CV}{1000}$$

$$\frac{g}{136.075\ g/\cancel{mole}} = \frac{0.4\cancel{M} \times \cancel{100\ mL}}{\cancel{1000}}$$

= 5.443 g

ชั่ง โซเดียมอะซิเตต ($CH_3CO_2Na.3H_2O$ 5.443 g ละลายในน้ำ DI water 100 mL

12. **เตรียม สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 6M (HCl stock 37%w/v, density 1.186, MW 36.461g/mol)**

การเปลี่ยนหน่วยสารละลายจากหน่วยร้อยละ เป็น M

$$M = \frac{10 \times \% \times d}{MW}$$

$$M = \frac{10 \times 37\% \times 1.186\ \cancel{g}/cm3}{36.461\ \cancel{g}/mol}$$

M = 12.04

การเตรียมสารละลายเจือจาง จากสูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

12.04~~M~~ ×V1 = 6~~M~~×100 mL

V1 = 49.83 mL

ตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นปริมาตร 49.83 mL เทลงในบีกเกอร์ที่มี DI water ปริมาตรประมาณ 50 mL จากนั้นเมื่อความร้อนลดลงให้ปรับปริมาตรเป็น 100 mL

13. เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 % (HCl stock 37%w/v)

การเตรียมสารละลายเจือจาง จากสูตร

C1V1 = C2V2

37~~%~~ × V1 = 0.1~~%~~ × 100 mL

V1 = 0.270 mL (270 µL)

ปิเปตกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นปริมาตร 0.270 mL (270 µL) เทลงในขวดเก็บสารละลายที่มี DI water ปริมาตรประมาณ 99.730 mL

14. การเตรียมสารสกัดแอนโธไซยานินจากตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 0.1 g

↓

เติม 0.1% HCl ใน 80% MeOH ปริมาตร 1 mL

↓

บ่มสารละลายไว้ในที่มืด ข้ามคืน

↓

ปั่นตกตะกอนที่ความเร็ว 1,000 rpm

↓

เก็บสารละลายส่วนใสใส่หลอดใหม่

15. การคำนวณหาค่า %yied ของสารสกัดพืช

% yied = (น้ำหนักของสารสกัดพืชเริ่มต้น / น้ำหนักแห้งของพืช) × 100

16. วิธีการคำนวนสารมาตรฐานและสารสกัด

ใช้สูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

C1 = ความเข้มข้นของสารละลายเริ่มต้น 10,000 µg/mL

V1 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องปิเปตมา .....uL (สิ่งที่ต้องการหา)

C2 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ 200 µg/mL

V2 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ 1,000 µL

การคำนวณความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิก

ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกจาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0,12.5,25,50,100 และ 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 0,1.25,2.5,5,10,20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

วิธีการคำนวน

คำนวณเริ่มจาก stock 10,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$10{,}000\ \mu g/mL \times V_1 = 200\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu l$

$V_1 = 20\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกจาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 20 ไมโครลิตรเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 980 ไมโครลิตร

ก็จะได้**หลอดที่ 1** ที่มีความเข้มข้น 200 µg/mL

หลอดที่ 2 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 1 คือ 200 µg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 100 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$200\ \mu g/mL \times V_1 = 100\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายจากหลอดที่ 1 ที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

หลอดที่ 3 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 2 คือ 100 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 50 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$100\ \mu g/mL \times V_1 = 50\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายจากหลอดที่ 2 ที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

หลอดที่ 4 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 3 คือ 50 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 25 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$50\ \mu g/mL \times V_1 = 25\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายจากหลอดที่ 3 ที่ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

หลอดที่ 5 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 4 คือ 25 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 12.5 μg/mL

ใช้สูตร

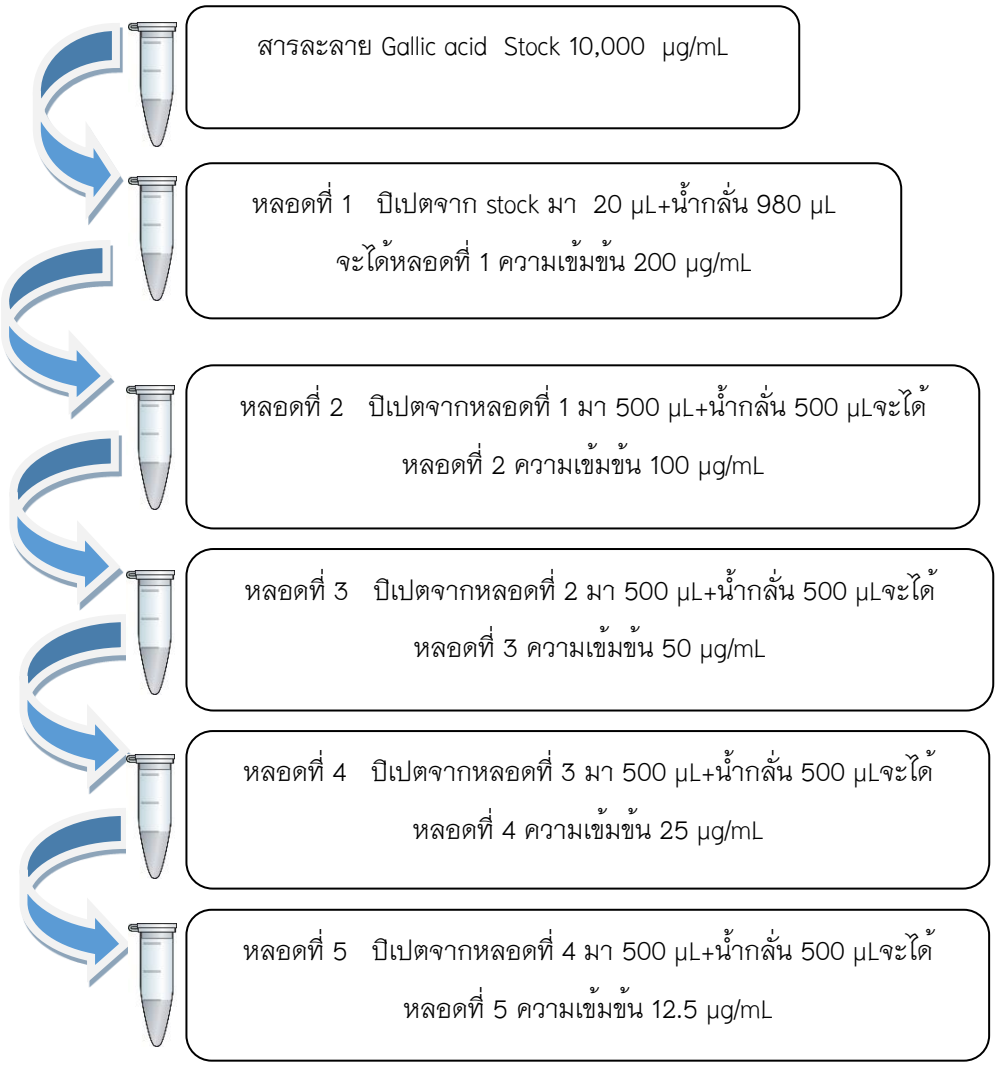
$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$25\ \mu g/mL \times V_1 = 12.5\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายจากหลอดที่ 4 ที่ความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

ขั้นตอนการเจือจางสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก



การคำนวณหาความเข้มข้นสุดท้ายของสารมาตรฐานกรดแกลลิก

วิธีการคำนวน กรณี ทำในหลอดทดลองโดยใช้เครื่อง UV-spectrophotometer

NO.	C_1 (µg/mL)	V_1 (µL)	C_2 (µg/mL)	V_2 (µL)
หลอดที่ 1	200	200	20	2,000
หลอดที่ 2	100	200	10	2,000
หลอดที่ 3	50	200	5	2,000
หลอดที่ 4	25	200	2.5	2,000
หลอดที่ 5	12.5	200	1.25	2,000

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 200 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

200 µg/mL × 200 µL = C_2 × 2,000 µL

C_2 = 20 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 100 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

100 µg/mL × 200 µL = C_2 × 2,000 µL

C_2 = 10 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 3 ที่มีความเข้มข้น 50 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

50 µg/mL × 200 µL = C_2 × 2,000 µL

C_2 = 5 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 3 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 4 ที่มีความเข้มข้น 25 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

25 μg/mL × 200 μL = C_2 × 2,000 μL

C_2 = 2.5 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 4 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 2.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 5 ที่มีความเข้มข้น 12.5 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

12.5 μg/mL × 200 μL = C_2 × 2,000 μL

C_2 = 1.25 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 5 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 1.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

วิธีการคำนวน กรณี ทำใน 96 well plateโดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท

NO.	C_1 (μg/mL)	V_1 (μL)	C_2 (μg/mL)	V_2 (μL)
หลอดที่ 1	200	20	20	200
หลอดที่ 2	100	20	10	200
หลอดที่ 3	50	20	5	200
หลอดที่ 4	25	20	2.5	200
หลอดที่ 5	12.5	20	1.25	200

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 200 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

200 μg/mL × 20 μL = C_2 × 200 μL

C_2 = 20 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 100 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

$100\ \mu g/mL \times 20\ \mu L = C_2 \times 2{,}000\ \mu L$

$C_2 = 10\ \mu g/mL$

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 3 ที่มีความเข้มข้น 50 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

$50\ \mu g/mL \times 20\ \mu L = C_2 \times 2{,}000\ \mu L$

$C_2 = 5\ \mu g/mL$

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 3 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 4 ที่มีความเข้มข้น 25 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

$25\ \mu g/mL \times 20\ \mu L = C_2 \times 2{,}000\ \mu L$

$C_2 = 2.5\ \mu g/mL$

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 4 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 2.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 5 ที่มีความเข้มข้น 12.5 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

$12.5\ \mu g/mL \times 20\ \mu L = C_2 \times 2{,}000\ \mu L$

$C_2 = 1.25\ \mu g/mL$

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 5 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 1.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายสารสกัด

ใช้สูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

C1 = ความเข้มข้นของสารละลายเริ่มต้น 50,000 µg/mL

V1 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องปิเปตมา .....uL (สิ่งที่ต้องการหา)

C2 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ 200 µg/mL

V2 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ 1,000 µL

ปิเปตสารละลายสารสกัดตัวอย่างจาก Stock 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรให้ได้ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

คำนวณเริ่มจาก stock 50,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$50{,}000\ \mu g/mL \times V_1 = 1{,}000\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 20\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายสารสกัดตัวอย่างจาก stock ที่มีความเข้มข้น 50,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 20 ไมโครลิตรเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 980 ไมโครลิตร

จะได้**หลอดที่ 1** ที่มีความเข้มข้น 1,000 µg/mL

หลอดที่ 2 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 1 คือ 1,000 µg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 500 µg/mL

ใช้สูตร

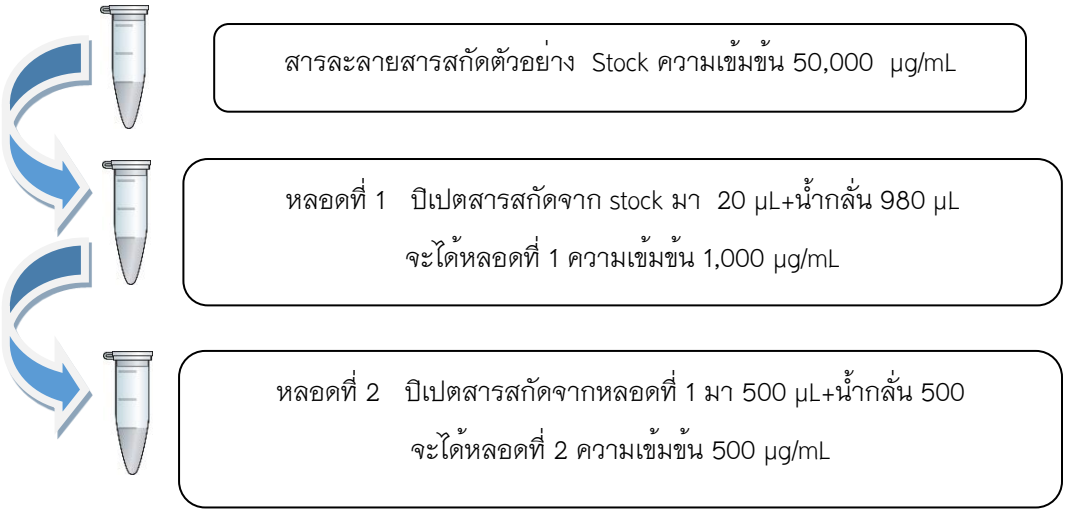
$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$1{,}000\ \mu g/mL \times V_1 = 500\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายจากหลอดที่ 1 ที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

ขั้นตอนการเจือจางสารละลายสารสกัดตัวอย่าง



การคำนวณหาความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายสารสกัดตัวอย่าง

วิธีการคำนวน ทำในหลอดทดลองโดยใช้เครื่อง UV–spectrophotometer

NO.	C_1 (µg/mL)	V_1 (µL)	C_2 (µg/mL)	V_2 (µL)
หลอดที่ 1	1000	200	100	2,000
หลอดที่ 2	500	200	50	2,000

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 1,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

1,000 µg/mL × 200 µL = C_2 × 2,000 µL

C_2 = 100 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 500 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

500 µg/mL × 200 µL = C_2 × 2,000 µL

C_2 = 10 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

วิธีการคำนวน กรณี ทำใน 96 well plateโดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท

NO.	C_1 (µg/mL)	V_1 (µL)	C_2 (µg/mL)	V_2 (µL)
หลอดที่ 1	1,000	20	100	200
หลอดที่ 2	500	20	50	200

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 1,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

1,000 µg/mL × 20 µL = C_2 × 200 µL

C_2 = 100 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 500 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

500 µg/mL × 20 µL = C_2 × 200 µL

C_2 = 10 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

การคำนวณความเข้มข้นของสารมาตรฐานคาเทชิน

ปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชินจาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0,31.25,62.5,125,250 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 0,3.125,6.25,12.5,25,50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

วิธีการคำนวน

คำนวณเริ่มจาก stock 10,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$10,000\ \mu g/mL \times V_1 = 500\ \mu g/mL \times 1,000\ \mu L$

$V_1 = 50\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน จาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 50 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 950 ไมโครลิตร

ก็จะได้**หลอดที่ 1** ที่มีความเข้มข้น 500 μg/mL

หลอดที่ 2 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 1 คือ 500 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 250 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$500\ \mu g/mL \times V_1 = 250\ \mu g/mL \times 1,000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน ที่เจือจางความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

หลอดที่ 3 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 2 คือ 250 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 125 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$250\ \mu g/mL \times V_1 = 125\ \mu g/mL \times 1,000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน ที่เจือจางความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

หลอดที่ 4 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 3 คือ 125 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 62.5 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$125\ \mu g/mL \times V_1 = 62.5\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน ที่เจือจางความเข้มข้น 125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

หลอดที่ 5 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 4 คือ 62.5 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 31.25 μg/mL

ใช้สูตร

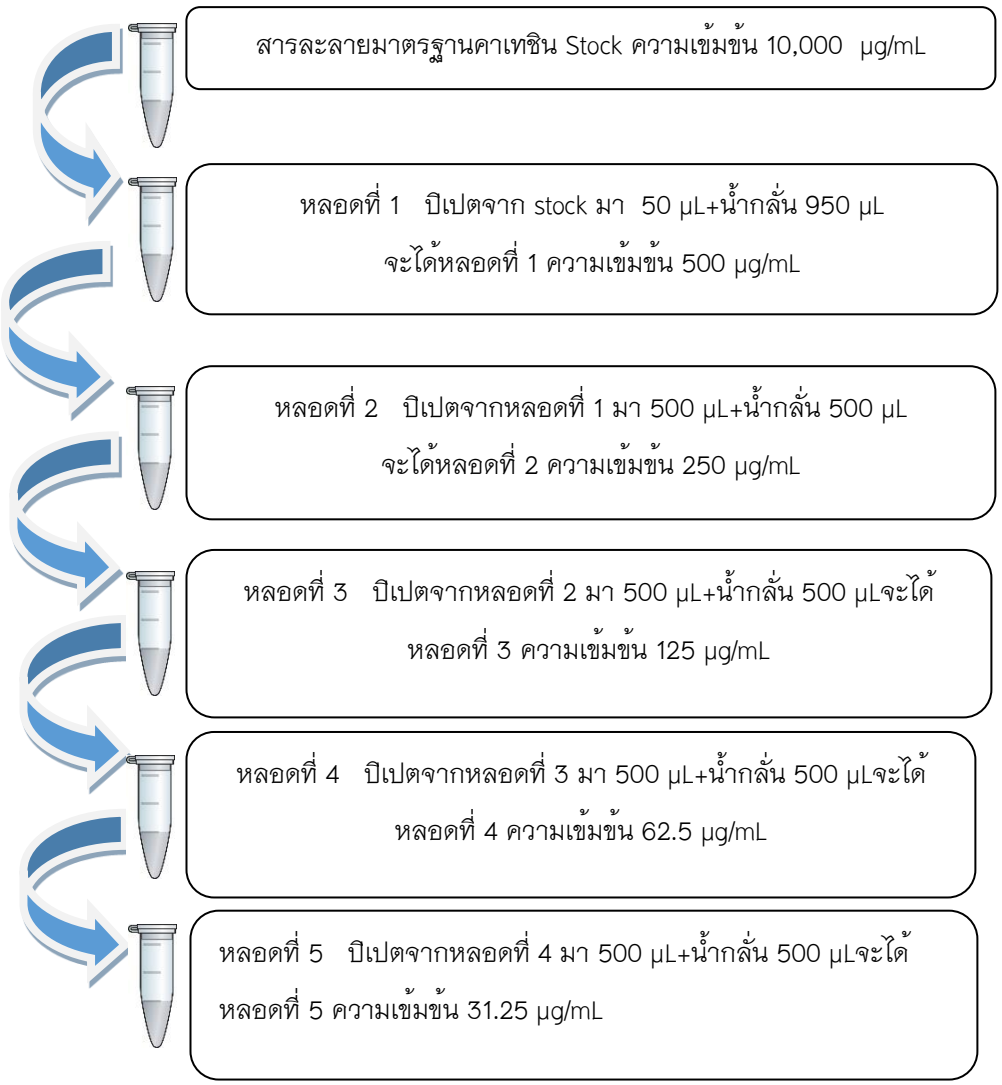
$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$62.5\ \mu g/mL \times V_1 = 31.25\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน เจือจางความเข้มข้น 62.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

แผนผังแสดงขั้นตอนการเจือจางสารละลายมาตรฐานคาเทชิน



การคำนวณหาความเข้มข้นสุดท้ายของสารมาตรฐานคาเทชิน

วิธีการคำนวน กรณี ทำในหลอดทดลองโดยใช้เครื่อง UV-spectrophotometer

NO.	C_1 (µg/mL)	V_1 (µL)	C_2 (µg/mL)	V_2 (µL)
หลอดที่ 1	500	250	50	2,500
หลอดที่ 2	250	250	25	2,500
หลอดที่ 3	125	250	12.5	2,500
หลอดที่ 4	62.5	250	6.25	2,500
หลอดที่ 5	31.25	250	3.125	2,500

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 500 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

500 µg/mL × 250 µL = C_2 × 2,500 µL

C_2 = 50 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 250 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

250 µg/mL × 250 µL = C_2 × 2,500 µL

C_2 = 25 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 3 ที่มีความเข้มข้น 125 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

125 µg/mL × 250 µL = C_2 × 2,500 µL

C_2 = 12.5 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 3 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 4 ที่มีความเข้มข้น 62.5 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

62.5 μg/mL × 250 μL = C_2 × 2,500 μL

C_2 = 62.5 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 4 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 62.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 5 ที่มีความเข้มข้น 31.25 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

31.25 μg/mL × 250 μL = C_2 × 2,500 μL

C_2 = 3.125 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 5 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 3.125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

วิธีการคำนวน กรณี ทำใน 96 well plateโดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท

NO.	C_1 (μg/mL)	V_1 (μL)	C_2 (μg/mL)	V_2 (μL)
หลอดที่ 1	500	25	50	250
หลอดที่ 2	250	25	25	250
หลอดที่ 3	125	25	12.5	250
หลอดที่ 4	62.5	25	6.25	250
หลอดที่ 5	31.25	25	3.125	250

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 500 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

500 μg/mL × 25 μL = C_2 × 250 μL

C_2 = 50 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 25 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

$25\ \mu g/mL \times 25\ \mu L = C_2 \times 250\ \mu L$

$C_2 = 25\ \mu g/mL$

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 3 ที่มีความเข้มข้น 125 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

$125\ \mu g/mL \times 25\ \mu L = C_2 \times 250\ \mu L$

$C_2 = 12.5\ \mu g/mL$

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 3 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 1.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 4 ที่มีความเข้มข้น 62.5 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

$62.5\ \mu g/mL \times 25\ \mu L = C_2 \times 250\ \mu L$

$C_2 = 6.25\ \mu g/mL$

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 4 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 6.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 5 ที่มีความเข้มข้น 31.25 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

$31.25\ \mu g/mL \times 25\ \mu L = C_2 \times 250\ \mu L$

$C_2 = 3.125\ \mu g/mL$

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 5 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 3.125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดตัวอย่าง

โดยเจือจางสารละลายตัวอย่างจาก Stock ความเข้มข้น 50,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรให้ได้ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

คำนวณเริ่มจาก stock 50,000 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$50{,}000\ \mu g/mL \times V_1 = 10{,}000\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 200\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายสารสกัดตัวอย่างจาก stock ที่มีความเข้มข้น 50,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 200 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 800 ไมโครลิตร

จะได้**หลอดที่ 1** ที่มีความเข้มข้น 10,000 μg/mL

หลอดที่ 2 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 1 คือ 10,000 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 5,000 μg/mL

ใช้สูตร

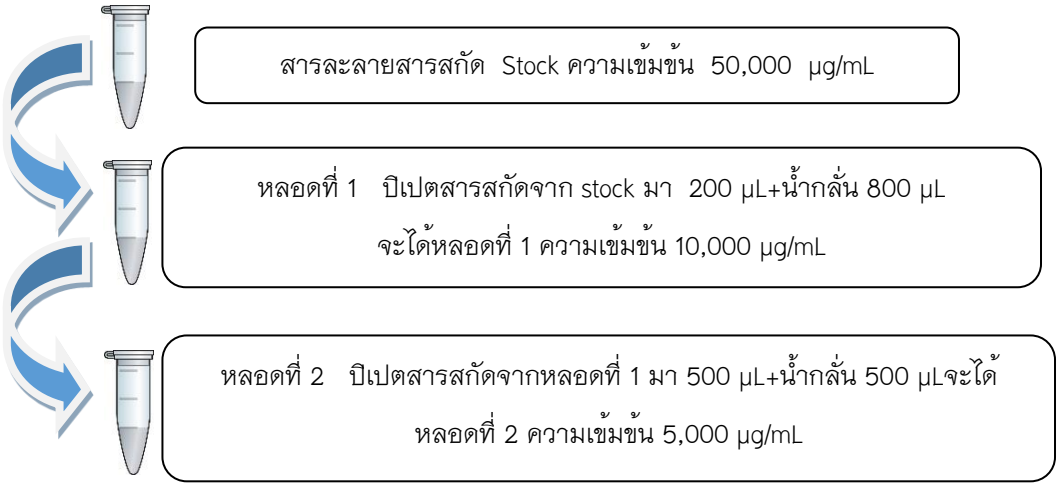
$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$10{,}000\ \mu g/mL \times V_1 = 5{,}000\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu l$

$V_1 = 500\ \mu l$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารสกัดที่เจือจางจากหลอดที่ 1 ความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

ขั้นตอนการเจือจางสารละลายสารสกัดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ



การคำนวณหาความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายสารสกัดตัวอย่าง

วิธีการคำนวน ทำในหลอดทดลองโดยใช้เครื่อง UV–spectrophotometer

NO.	C_1 (µg/mL)	V_1 (µL)	C_2 (µg/mL)	V_2 (µL)
หลอดที่ 1	10,000	250	100	2,500
หลอดที่ 2	5000	250	50	2,500

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 10,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

10,000 µg/mL × 250 µL = C_2 × 2,500 µL

C_2 = 100 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 5,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

5,000 µg/mL × 250 µL = C_2 × 2,500 µL

C_2 = 10 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

วิธีการคำนวน กรณี ทำใน 96 well plateโดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท

NO.	C_1 (µg/mL)	V_1 (µL)	C_2 (µg/mL)	V_2 (µL)
หลอดที่ 1	10,000	25	100	250
หลอดที่ 2	5000	25	50	250

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 10,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

10,000 µg/mL × 25 µL = C_2 × 250 µL

C_2 = 100 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 5,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

5,000 µg/mL × 25 µL = C_2 × 250 µL

C_2 = 10 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานคาเทชิน (โปรแอนโธไซยานิดินรวม)

ปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชินจาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0,7.5,15,30,60 และ 120 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 0,1.25,2.5,5,10,20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

วิธีการคำนวน

คำนวณเริ่มจาก stock 10,000 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

10,000 µg/mL×V_1 = 120 µg/mL × 1,000 µL

V_1 = 12 µL

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน จาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 12 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 988 ไมโครลิตร

จะได้**หลอดที่ 1** ที่มีความเข้มข้น 120 μg/mL

หลอดที่ 2 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 1 คือ 120 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 60 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้

$120\ \mu g/mL \times V_1 = 60\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน ที่เจือจางความเข้มข้น 120 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

หลอดที่ 3 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 2 คือ 60 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 30 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้

$60\ \mu g/mL \times V_1 = 30\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu L$

$V_1 = 500\ \mu L$

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน ที่เจือจางความเข้มข้น 60 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

หลอดที่ 4 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 3 คือ 30 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 15 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

$30\ \mu g/mL \times V_1 = 15\ \mu g/mL \times 1{,}000\ \mu l$

V_1 = 500 µl

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน ที่เจือจางความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

หลอดที่ 5 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 4 คือ 15 µg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 7.5 µg/mL

ใช้สูตร

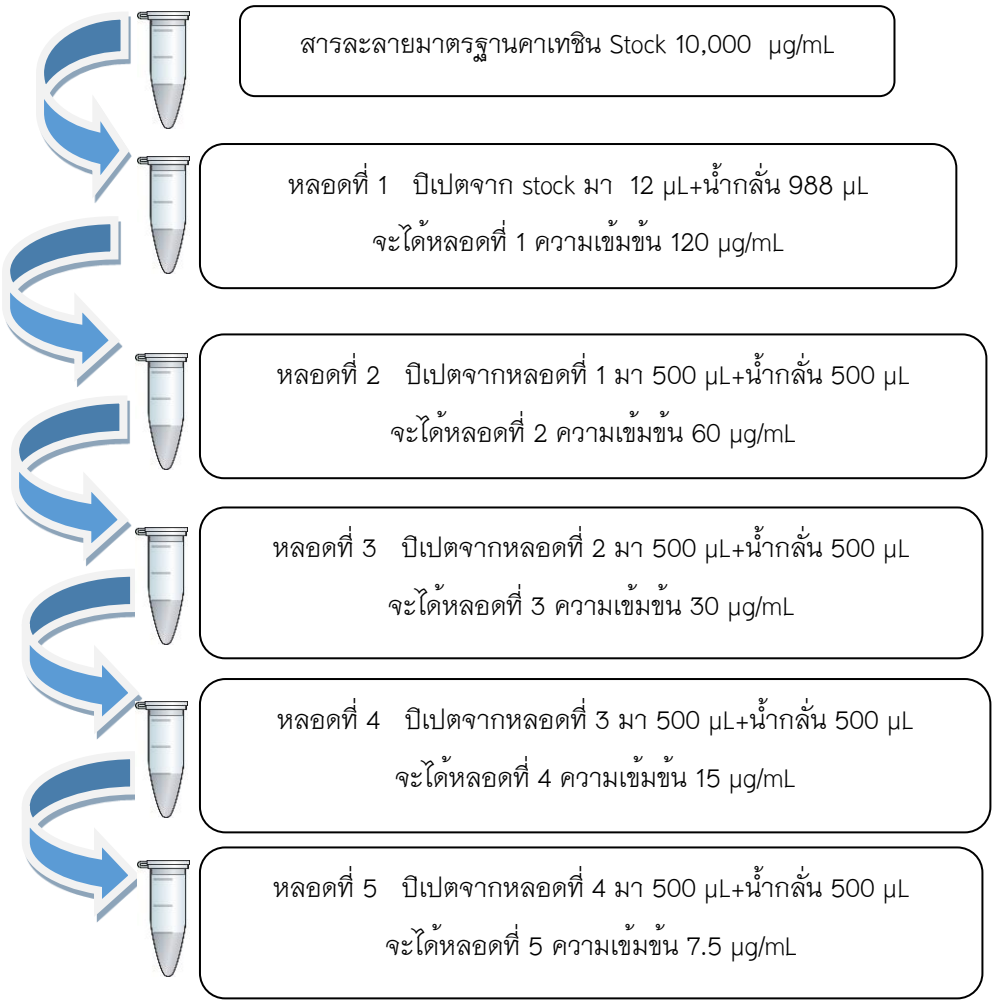
$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

15 µg/mL×V_1 = 7.5 µg/mL × 1,000 µL

V_1 = 500 µL

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน เจือจางความเข้มข้น 7.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

ขั้นตอนการเจือจางสารละลายมาตรฐานคาเทชิน



วิธีการคำนวน กรณี ทำใน 96 well plateโดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท

NO.	C_1 (µg/mL)	V_1 (µL)	C_2 (µg/mL)	V_2 (µL)
หลอดที่ 1	1,200	40	20	240
หลอดที่ 2	600	40	10	240
หลอดที่ 3	300	40	5	240
หลอดที่ 4	150	40	12.5	240
หลอดที่ 5	75	40	6.25	240

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 1,200 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

1,200 μg/mL × 40 μL = C_2 × 240 μL

C_2 = 20 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 600 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

600 μg/mL × 40 μL = C_2 × 240 μL

C_2 = 10 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 3 ที่มีความเข้มข้น 600 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

300 μg/mL × 40 μL = C_2 × 240 μL

C_2 = 5 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 3 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 4 ที่มีความเข้มข้น 150 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

150 μg/mL × 40 μL = C_2 × 240 μL

C_2 = 2.5 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 4 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 2.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 5 ที่มีความเข้มข้น 75 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

75 μg/mL × 40 μL = C_2 × 240 μL

C_2 = 1.25 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 5 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 1.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายสารสกัดตัวอย่าง (โปรแอนโธไซยานิดินรวม)

ปิเปตสารละลายสารสกัดตัวอย่าง จาก stock ที่มีความเข้มข้น 50,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 1,200 และ 2,400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (คิดเป็นความเข้มข้นสุดท้าย 200 และ 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

วิธีการคำนวน

คำนวณเริ่มจาก stock 50,000 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้)

50,000 μg/mL×V_1 = 2,400 μg/mL × 1,000 μL

V_1 = 48 μL

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน จาก stock ที่มีความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 48 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 952 ไมโครลิตร

จะได้**หลอดที่ 1** ที่มีความเข้มข้น 2,400 μg/mL

หลอดที่ 2 นำความเข้มข้นของหลอดที่ 1 คือ 2,400 μg/mL มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 1,200 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$ (ในที่นี้จะเตรียมปริมาตรรวม(V_2) 1,000 ไมโครลิตร ปริมาตรรวม(V_2) ผู้วิจัยสามารถกำหนดเองได้

2,400 μg/mL×V_1 = 1,200 μg/mL × 1,000 μL

V_1 = 500 µL

เพราะฉะนั้นจะต้องปิเปตสารละลายมาตรฐานคาเทชิน ที่เจือจางความเข้มข้น 2,400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมา 500 ไมโครลิตรแล้วเติมลงในหลอดน้ำกลั่นที่มีปริมาตร 500 ไมโครลิตร

ขั้นตอนการเจือจางสารละลายสารสกัดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

การคำนวณหาความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายสารสกัดตัวอย่าง

วิธีการคำนวน กรณี ทำใน 96 well plateโดยใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท

NO.	C_1 (µg/mL)	V_1 (µL)	C_2 (µg/mL)	V_2 (µL)
หลอดที่ 1	2,400	40	400	240
หลอดที่ 2	1,200	40	200	240

หลอดที่ 1 ที่มีความเข้มข้น 2,400 µg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

2,400 µg/mL × 40 µL = C_2 × 240 µL

C_2 = 400 µg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 1 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่ 2 ที่มีความเข้มข้น 1,200 μg/mL

ใช้สูตร

$C_1V_1 = C_2V_2$

1,200 μg/mL × 40 μL = C_2 × 240 μL

C_2 = 200 μg/mL

เพราะฉะนั้นหมายความว่าหลอดที่ 2 จะมีความเข้มข้นแท้จริงภายในหลอดที่ทำปฏิกิริยาอยู่ 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

17. วิธีทำแห้งของสารตัวอย่าง

ใบพืชสด ล้างน้ำให้สะอาด
สะเด็ดน้ำให้หมด

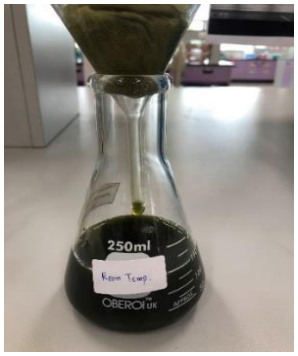
ใส่ถาดนำเข้าตู้อบลมร้อน 40 °C
เป็นเวลา 12 – 16 ชั่วโมง

เมื่อครบเวลาดังกล่าวจะได้พืชใบแห้ง

นำไปบดให้ละเอียด บรรจุไว้ในขวดปิด
ฝาให้สนิท กันแสงและเก็บในที่แห้งและ
เย็น หลีกเลี่ยงความชื้นและแสงแดด
เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

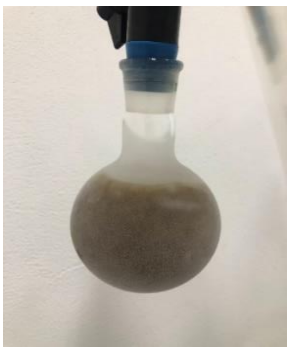
18. วิธีสกัดสมุนไพร ตัวทำลายด้วยน้ำ อัตราส่วน 1:10

ชั่งสารสกัดผงแห้ง 10 กรัมใส่น้ำ 100 mL พร้อมกับการกวนเพื่อให้เกิดการสัมผัสน้ำอย่างทั่วถึง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง



กรองด้วยกรวยกรองแก้วขนาด 75 มิลลิเมตร รองด้วยผ้าก๊อซ+สำลีเพื่อกรองกากหรือตะกอนก่อน จำนวน 1 ครั้ง

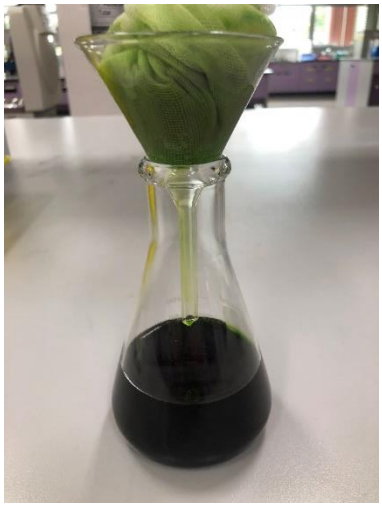
นำไปปั่นตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอนชนิดควบคุมอุณหภูมิ (Refrigerated Centrifugation) ความเร็ว 8,000 rpm ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 10 นาที



นำไปปั่นแข็งและทำให้สารสกัดแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง

19. วิธีสกัดสมุนไพร ตัวทำลายด้วยเอทธานอล อัตราส่วน 1:10

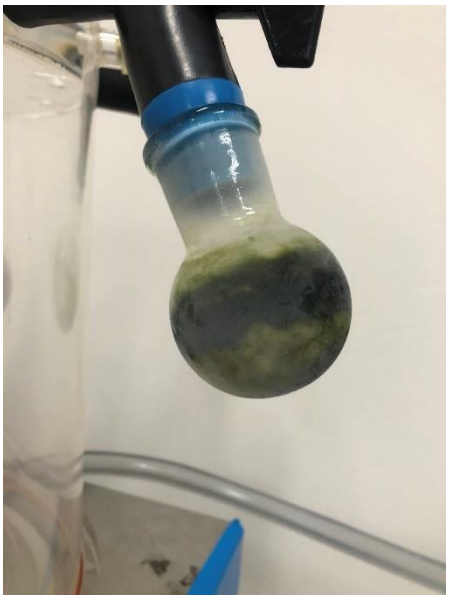
นำมาตัวอย่างพืชมาชั่ง 100 กรัม ลงในสารละลาย 70% เอทธานอล ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร พร้อมกับการกวน เพื่อให้เกิดการสัมผัสน้ำอย่างทั่วถึง (12 –16 ชั่วโมง)



นำสารละลายมากรองรองด้วยผ้าก๊อซ+สำลี เพื่อกรองกากหรือตะกอน จำนวน 1 ครั้ง

จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1 จำนวน 2 ครั้ง

นำไประเหยตัวทำละลายออกจากสารสกัด
ด้วยเครื่องระเหยแบบหมุน



ปั่นแข็งทำให้สารสกัดแห้งด้วยเครื่องทำแห้ง
แบบเยือกแข็ง

ขั้นตอนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

1) **ตู้อบลมร้อน** (Hot air oven)

ขั้นตอนการใช้ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

1) เสียบปลั๊กให้แน่น
2) เปิดเครื่องโดยกดปุ่ม ON
3) ตั้งอุณหภูมิโดยกดปุ่ม Set อุณหภูมิ ด้านบนซ้าย จากนั้นกด ปุ่มสีดำตรงกลาง
4) ตั้งความเร็วลมที่หมุนเวียนอากาศภายใน เพื่อให้มีความเร็วลมสม่ำเสมอทั่วตู้ โดยกดปุ่ม Set ด้านบนขวา จากนั้นกด ปุ่มสีดำตรงกลาง
5) ตั้งค่าเวลาการทำงาน โดยกดปุ่ม Set ด้านล่างซ้าย จากนั้นกด ปุ่มสีดำตรงกลาง
6) ตั้งค่าลมที่เข้ามาหมุนเวียนอากาศภายใน โดยกดปุ่ม Set ด้านล่างขวา จากนั้นกด ปุ่มสีดำตรงกลาง

2) **เครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ (Rotary Eveporator)**

ขั้นตอนการใช้เครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ (Rotary Eveporator)

1) เปิดเครื่องระเหยแบบหมุนก่อนใช้เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้ภายในเครื่องอยู่ในสภาวะสูญญากาศ พร้อมกับตั้งอุณหภูมิของอ่างให้ความร้อนให้อยู่ที่ 45 องศาเซลเซียส และเปิดน้ำเข้าสู่คอลัมน์สำหรับการควบแน่น
2) เมื่อครบเวลาการตั้งเครื่องให้อยู่ในระบบสูญญากาศแล้ว นำส่วนสกัดเอทธานอลทใส่ในขวดก้นกลมขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปริมาตร 2 ใน 3 เสียบเข้ากับตัวเครื่องบริเวณหัวต่อและหมุนล็อคให้ตัวขวดก้นกลมยึดกับตัวเครื่อง (ระวังถ้าหมุนไม่แน่นขวดก้นกลมอาจหลุดลงอ่างให้ความร้อนได้)
3) ทำการหมุนปุ่มตั้งความเร็วของการหมุนให้พอเหมาะกับปริมาตรของส่วนสกัดที่ใส่ในขวดก้นกลม เมื่อเวลาผ่านไปจะสังเกตเห็นการควบแน่นของสารละลายเอทธานอล บริเวณ condenser และการลดลงของปริมาตรส่วนสกัด ซึ่งจะทำให้ได้ส่วนสกัดเอทธานอลที่มีความเข้มข้นมากขึ้นอันเนื่องมาจากมีการระเหยของ
4) เอทธานอลออกมาเรื่อย ๆ จนสุดท้ายเมื่อเอทธานอลระเหยจนหมดจะได้สารสกัดที่มีลักษณะเป็นน้ำที่มีความเข้มข้นขึ้น (สารสำคัญส่วนใหญ่จะมีสภาพขั้วต่ำ)
5) ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ และอ่างให้ความร้อน

3) เครื่องกลั่นทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Dryer)

ขั้นตอนการใช้เครื่องกลั่นทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Dryer)

1) นำส่วนสกัดน้ำและส่วนเอทธานอลที่ระเหยออกที่คงเหลือแต่สารละลายน้ำที่กรองได้ใส่ลงในขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร โดยใส่ให้มีปริมาตรเพียง 2 ใน 3 ของขวดก้นกลมหรือปริมาตร 80 มิลลิลิตรต่อขวด
2) นำขวดก้นกลมที่มีสารสกัดไปทำการหมุนในอ่างแช่แข็งที่มีสารละลายเอทธานอล 95% อยู่ (ก่อนใช้ต้องทำการเปิดเครื่องเพื่อให้ความเย็นแก่สารละลายเอทธานอลก่อนเป็นเวลา 30 นาที) เมื่อเห็นสารสกัดที่อยู่ภายในขวดก้นกลมเกิดเป็นชั้นบาง ๆ เกาะตามขอบของขวดก้นกลม และไม่มีส่วนที่เป็นของเหลวหลงเหลืออยู่แล้วให้เก็บสารสกัดที่เป็นน้ำแข็งแช่ในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส หรือ – 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืนก่อนที่จะนำไปใส่กับเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง (ก่อนใช้เครื่องให้ทำการเปิดปั๊มสูญญากาศเพื่อดูดอากาศออกจากระบบให้หมดก่อนซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง มิฉะนั้นจะทำให้เกิดการละลายของสารสกัดที่อยู่ในขวดก้นกลมได้) เวลาที่ใช้ทำแห้งจะอยู่ที่ประมาณ 8 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับปริมาตรและความเข้มข้นของสาร)

3) เมื่อสังเกตเห็นว่าภายในขวดเกิดลักษณะของสารสกัดที่แห้งดีแล้วคือไม่มีน้ำแข็งเกาะที่ข้างขวด ให้นำออกจากเครื่อง และหุ้มปากขวดด้วย parafilm ส่วนตัวขวดให้หุ้มด้วย foil
4) ปิดเครื่องและปั๊มสูญญากาศ นำน้ำแข็งที่ละลายจากตัวเครื่องทิ้งและเช็ดทำความสะอาดภายในตัวควบแน่นให้แห้งสนิท

4) เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอนความเร็วสูงแบบควบคุมอุณหภูมิ (Hight-Speed Refrigerated Centrifuge)

ขั้นตอนการใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอนความเร็วสูงแบบควบคุมอุณหภูมิ (Hight-Speed Refrigerated Centrifuge)

1) เสียบปลั๊กเครื่องให้แน่น
2) เปิดเครื่อง โดยกดปุ่ม ON
3) ตั้งค่าความเร็วรอบ เวลา อุณหภูมิที่ต้องการ จากนั้น วอร์มเครื่องรอประมาณ 15 นาที
4) นำหลอดสารตัวอย่างที่ต้องการตกตะกอนที่ทำการ บาลานซ์ แล้วใส่ในช่องใส่หลอดโดยให้ใส่ตรงข้ามกัน
5) กดปุ่ม start สีเขียว
6) หากใช้งานเสร็จแล้ว ปิดเครื่องโดยกดปุ่ม OFF เปิดฝาทิ้งไว้และถอดปลั๊กไฟให้เรียบร้อย

4) เครื่องกวนสารให้ความร้อน (Hotplate Stirrer)

ขั้นตอนการใช้เครื่องกวนสารให้ความร้อน (Hotplate Stirrer)

1) เสียบปลั๊กเครื่องให้แน่น
2) ปรับความเร็วรอบด้านขวา
3) ปรับความร้อนด้านซ้าย
4) หากใช้งานเสร็จแล้ว ถอดปลั๊กไฟให้เรียบร้อย
5) ถ้าหากมีการใช้ความร้อนต้องตั้งเครื่องไว้ด้านนอกให้ความร้อนลดลงและติดป้ายแจ้งเตือน

6) **เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์** (UV-Visible Spectrophotometer)

ขั้นตอนการใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

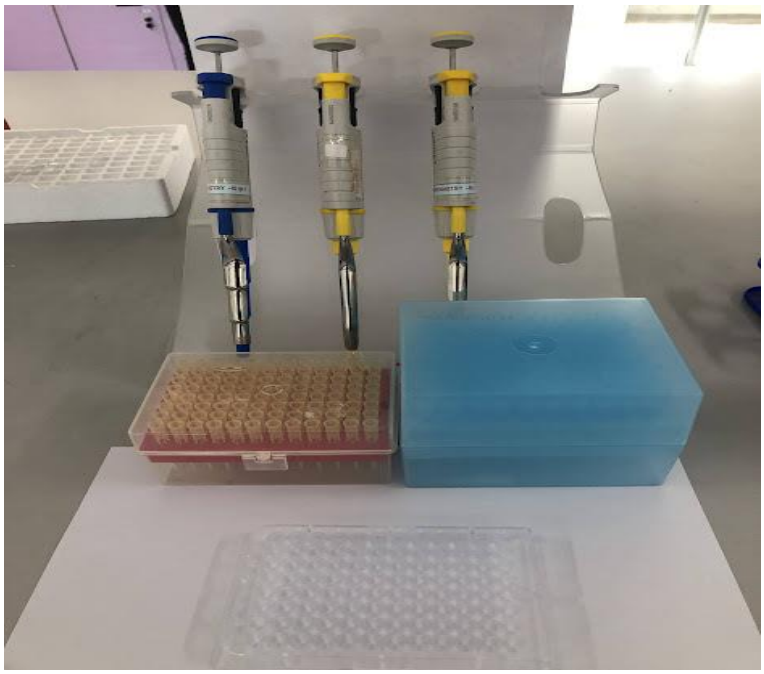
1) เสียบปลั๊กเครื่องให้แน่น
2) เปิดสวิตต์ด้านหลังเครื่อง ให้เครื่อง RUN โปรแกรมแบบด้านขวา
3) กดปุ่ม PC Link เพื่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ที่เปิด โปรแกรมไว้แล้ว
4) ตั้งค่าความยาวคลื่นตามความต้องการ
5) นำตัวอย่างใส่ลงในช่อง โดยให้ด้านใสของคิวเวตต์หันไปหาด้านที่มีลำแสงผ่าน
6) กดปุ่ม Auto Sero จากนั้น ก่อนปุ่ม Measure เพื่ออ่านค่า
7) หากใช้งานเสร็จแล้ว กดปุ่ม OFF เพื่อปิดโปรแกรม
8) ปิดสวิตต์ด้านหลังเครื่องและถอดปลั๊กไฟให้เรียบร้อย

7) **เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท** (Microplate reader)

ขั้นตอนการใช้เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader)

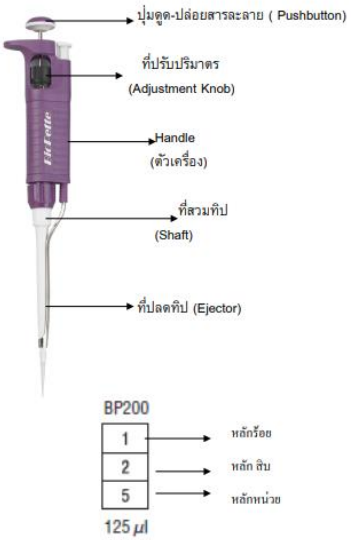
1) เสียบปลั๊กเครื่องให้แน่น
2) เปิดสวิตต์ด้านหลังเครื่อง ให้เครื่อง RUN โปรแกรมแบบด้านซ้าย
3) กดปุ่ม PC Link เพื่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ที่เปิด โปรแกรมไว้แล้ว
4) ตั้งค่าความยาวคลื่นตามความต้องการ
5) นำไมโครเพลทใส่ลงในช่อง โดยให้มุมด้าน A ของไมโครเพลทใส่เข้าไปด้านใน
6) กดปุ่ม Read เพื่ออ่านค่า
7) หากใช้งานเสร็จแล้ว กดปุ่ม OFF เพื่อปิดโปรแกรม
8) ปิดสวิตต์ด้านหลังเครื่องและถอดปลั๊กไฟให้เรียบร้อย

8) **เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัติโนมัติชนิดช่องเดียว** (Micropipette)



ขั้นตอนการใช้เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัติโนมัติชนิดช่องเดียว (Micropipette)

1) ปรับปริมาตรตามที่ต้องการ โดยการหมุนที่ปรับปริมาตร



ที่มา https://ktssci.com/file_manual/20131227153702.pdf

2) ดูดตัวอย่างที่ปุ่มดูด ปล่อยสารละลาย โดยค่อยๆปล่อยปุ่มดูดสารจนสุด
3) ปล่อยสารตัวอย่างโดยกดปุ่มดูดสารลงให้สุด
4) ทำการปลดทิปโดนผลักปุ่มปลดทิปไปด้านข้าง
5) เช็ดทำความสะอาดเครื่องและเก็บไว้ที่วางปิเปต (Pipette stand)

ภาคผนวก ข

ระเบียบมหาวิทยาลัยว่าด้วย จรรยาบรรณ และคุณธรรมของบุคลากร พ.ศ. 2554

ระเบียบมหาวิทยาลัยพะเยา

ว่าด้วย จรรยาบรรณ และคุณธรรมของบุคลากร

พ.ศ. ๒๕๕๔

โดยที่รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช ๒๕๕๐ มาตรา ๒๗๙ บัญญัติให้มีประมวลจริยธรรมเพื่อกำหนดมาตรฐานจริยธรรมของผู้ดำรงตำแหน่งทางการเมือง ข้าราชการ หรือ เจ้าหน้าที่ของรัฐแต่ละประเภท โดยให้มีกลไก และระบบในการบังคับใช้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งกำหนดขั้นตอนการลงโทษตามความร้ายแรงแห่งการกระทำ และเพื่อให้คณาจารย์ บุคลากรของมหาวิทยาลัยประพฤติตนเป็นแบบอย่างที่ดีสำนึกในหน้าที่ ธำรงไว้ซึ่งศักดิ์ศรีเกียรติคุณ เป็นที่ยอมรับ ยกย่องของบุคคลทั่วไป

เพื่อให้เป็นไปตามเจตนารมณ์ของบทบัญญัติตามรัฐธรรมนูญดังกล่าว จึงอาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๑ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ.๒๕๕๓ สภามหาวิทยาลัยพะเยา ในคราวประชุมครั้งที่ ๓/๒๕๕๔ เมื่อวันที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๔ จึงให้ออกระเบียบไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ระเบียบนี้ เรียกว่า "ระเบียบมหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วย จรรยาบรรณ และคุณธรรมของบุคลากร พ.ศ. ๒๕๕๔"

ข้อ ๒ ระเบียบนี้ให้มีผลใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓ ในระเบียบนี้

"มหาวิทยาลัย" หมายถึง มหาวิทยาลัยพะเยา

"สภามหาวิทยาลัย" หมายถึง สภามหาวิทยาลัยพะเยา

"บุคลากร" หมายถึง ผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัยพะเยา ได้แก่ พนักงานสายวิชาการ พนักงานสายบริการและลูกจ้าง ให้รวมถึงพนักงานตามสัญญาจ้างพิเศษ

"พนักงานสายวิชาการ" หมายถึง อาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ ศาสตราจารย์ และผู้เชี่ยวชาญ ที่ทำหน้าที่สอนนิสิต

"พนักงานสายบริการ" หมายถึง ผู้ปฏิบัติในส่วนงานต่างๆของมหาวิทยาลัยพะเยา

"คณะกรรมการจรรยาบรรณ และคุณธรรม" หมายถึง คณะกรรมการจรรยาบรรณ และคุณธรรมของบุคลากรมหาวิทยาลัย

ข้อ ๔ ให้อธิการบดีเป็นผู้รักษาการตามระเบียบนี้ และกรณีเกิดปัญหาในการปฏิบัติตามระเบียบนี้ ให้อธิการบดีเป็นผู้วินิจฉัยชี้ขาด

หมวด ๑
มาตรฐานจรรยาบรรณ และคุณธรรม

ส่วนที่ ๑
มาตรฐานจรรยาบรรณ และคุณธรรมอันเป็นค่านิยมหลัก

ข้อ ๕ บุคลากรของมหาวิทยาลัยมีหน้าที่ดำเนินการให้เป็นไปตามกฎหมาย เพื่อรักษาประโยชน์ส่วนรวม เป็นกลางทางการเมือง อำนวยความสะดวกและให้บริการแก่ประชาชนตามหลักธรรมาภิบาล โดยจะต้องยึดมั่นในมาตรฐานทางจรรยาบรรณ และคุณธรรมอันเป็นค่านิยมหลัก ๘ ประการ ดังนี้

(๑) การยึดมั่นในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

(๒) การยึดมั่นในคุณธรรมและจริยธรรม

(๓) การมีจิตสำนึกที่ดี ซื่อสัตย์ สุจริต เสียสละ และมีความรับผิดชอบ ยึดถือประโยชน์ของประเทศชาติเหนือกว่าประโยชน์ส่วนตน และไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

(๔) การยืนหยัดทำในสิ่งที่ถูกต้อง เป็นธรรม ถูกกฎหมาย ละเว้นจากการแสวงหาผลประโยชน์โดยมิชอบจากการอาศัยตำแหน่งหน้าที่

(๕) การให้บริการด้วยความรวดเร็ว มีอัธยาศัย และไม่เลือกปฏิบัติต่อผู้มาขอรับบริการ

(๖) การให้ข้อมูลข่าวสารอย่างครบถ้วน ถูกต้อง และไม่ปิดเบือนข้อเท็จจริงแก่ผู้มาขอรับบริการ

(๗) การมุ่งผลสัมฤทธิ์ของงาน รักษามาตรฐาน มีคุณภาพ โปร่งใส และตรวจสอบได้

(๘) การยึดมั่นในหลักจรรยาบรรณวิชาชีพของตนและรักษาชื่อเสียงและภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา

ส่วนที่ ๒
มาตรฐานทางจรรยาบรรณ และคุณธรรมของบุคลากรของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๖ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องจงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ตลอดจน เป็นแบบอย่างที่ดีในการเคารพและรักษาระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๗ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องเป็นแบบอย่างที่ดีในการรักษาไว้และปฏิบัติตามซึ่งรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยทุกประการ

ข้อ ๘ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องเป็นแบบอย่างที่ดีในการเป็นพลเมืองดี เคารพและปฏิบัติตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๙ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องปฏิบัติตนอยู่ในกรอบจริยธรรม คุณธรรมและศีลธรรม ทั้งโดยส่วนตัวและโดยหน้าที่รับผิดชอบต่อสาธารณชน ทั้งต้องวางตนให้เป็นที่เชื่อถือศรัทธาของประชาชน

ข้อ ๑๐ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องเคารพสิทธิ เสรีภาพส่วนบุคคลของผู้อื่นโดยไม่แสดงกิริยา หรือใช้วาจาอันไม่สุภาพ อาฆาตมาดร้าย หรือใส่ร้ายหรือเสียดสีบุคคลใดและส่งเสริมให้เกิดความรักสามัคคีในหมู่คณะ

ข้อ ๑๑ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องมีอุดมการณ์ในการทำงานเพื่อประเทศชาติ และต้องถือเอาผลประโยชน์ของประเทศชาติเป็นสิ่งสูงสุด

ข้อ ๑๒ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มความสามารถด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ สุจริต เสียสละ เป็นธรรม ไม่เลือกปฏิบัติ และปราศจากอคติ

ข้อ ๑๓ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องเป็นผู้มีจิตสำนึกร่วมกันพัฒนาและดูแลรักษาสภาพแวดล้อมในมหาวิทยาลัยพะเยา และชุมชน

ข้อ ๑๔ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องไม่ใช้หรือยินยอมให้ผู้อื่นใช้สถานะหรือตำแหน่งการเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยไปแสวงหาผลประโยชน์อันมิควรได้โดยชอบด้วยกฎหมายสำหรับตนเองหรือผู้อื่น ไม่ว่าจะเป็นประโยชน์ในทางทรัพย์สินหรือไม่ก็ตาม

ข้อ ๑๕ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องไม่ยินยอมให้คู่สมรส ญาติสนิทบุคคลในครอบครัวหรือผู้ใกล้ชิด ก้าวก่ายหรือแทรกแซงการปฏิบัติหน้าที่ของตนหรือของผู้อื่น และต้องไม่ยินยอมให้ผู้อื่นใช้อำนาจหน้าที่ของตนโดยมิชอบ

ข้อ ๑๖ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องรักษาความลับขององค์กร เว้นแต่เป็นการปฏิบัติตามอำนาจหน้าที่ตามกฎหมาย

ข้อ ๑๗ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องยึดมั่นในกฎหมายและคำนึงถึงระบบคุณธรรมในการแต่งตั้งผู้สมควรดำรงตำแหน่งต่างๆ

ข้อ ๑๘ บุคลากรของมหาวิทยาลัยเมื่อพ้นจากตำแหน่งแล้ว ต้องไม่นำข้อมูลข่าวสารอันเป็นความลับของมหาวิทยาลัยซึ่งตนได้มาในระหว่างอยู่ในตำแหน่งไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่องค์กรอื่น

ข้อ ๑๙ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องเปิดเผยข้อมูลการทุจริต การใช้อำนาจในทางที่ผิด การฉ้อฉล หลอกลวง หรือกระทำการอื่นใดที่ทำให้มหาวิทยาลัยเสียหายต่อผู้บังคับบัญชา

ข้อ ๒๐ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องไม่เรียกร้องสิ่งตอบแทน หรือประโยชน์อื่นใดจากบุคคลอื่น เพื่อประโยชน์ต่างๆ อันอาจเกิดจากการปฏิบัติหน้าที่ของตน และจะต้องดูแลให้คู่สมรส ญาติสนิท หรือบุคคลในครอบครัวของตนปฏิบัติเช่นเดียวกัน

ข้อ ๒๑ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องปฏิบัติต่อองค์กรธุรกิจที่ติดต่อทำธุรกิจกับหน่วยงานของรัฐ ตามระเบียบ และขั้นตอนอย่างเท่าเทียมกัน โดยไม่เลือกปฏิบัติ

ข้อ ๒๒ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องไม่ใช้หรือปิดเป็นข้อมูลข่าวสารของราชการเพื่อให้เกิดความเข้าใจผิด หรือเพื่อผลประโยชน์สำหรับตนเองและผู้อื่น

ข้อ ๒๓ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องใช้และรักษาทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์นั้นๆ เท่านั้น

ข้อ ๒๔ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องไม่ให้การสนับสนุนแก่ผู้ประพฤติผิดกฎหมาย หรือผู้ที่มีความประพฤติในทางเสื่อมเสีย เช่น ผู้เปิดบ่อนการพนัน หรือผู้ที่ข้องเกี่ยวกับยาเสพติด อันอาจกระทบกระเทือนต่อความเชื่อถือศรัทธาของประชาชนในการปฏิบัติหน้าที่ของตน

ข้อ ๒๕ บุคลากรของมหาวิทยาลัยต้องแสดงความรับผิดชอบในกรณีที่ปฏิบัติหน้าที่บกพร่องหรือผิดพลาด

ส่วนที่ ๓

จรรยาบรรณพนักงานสายวิชาการมหาวิทยาลัย

ข้อ ๒๖ พนักงานสายวิชาการต้องยึดมั่น ปฏิบัติตามนโยบาย ปณิธานของมหาวิทยาลัย และประพฤติตนอยู่ในศีลธรรมอันดี เป็นแบบอย่างที่ดีแก่นิสิต และบุคคลทั่วไป

ข้อ ๒๗ พนักงานสายวิชาการต้องปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มความสามารถด้วยความบริสุทธิ์ใจ ให้ความรัก ความเมตตา ความเอื้ออาทร ความเป็นธรรม และละเว้นการประพฤติที่ไม่เหมาะสมต่อนิสิต ทั้งกาย วาจา ใจ

ข้อ ๒๘ พนักงานสายวิชาการต้องไม่แสวงหาผลประโยชน์อันมิควรได้จากนิสิต

ข้อ ๒๙ พนักงานสายวิชาการต้องปฏิบัติตนเป็นกัลยาณมิตรต่อผู้ร่วมงาน มีอิสระทางความคิด และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ข้อ ๓๐ พนักงานสายวิชาการต้องหมั่นศึกษาค้นคว้า ติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการให้ทันสมัยอย่างต่อเนื่อง

ข้อ ๓๑ พนักงานสายวิชาการต้องรับผิดชอบต่อผลงาน ทางวิชาการ งานวิจัย และผลงานที่มีการเผยแพร่

ข้อ ๓๒ พนักงานสายวิชาการต้องเคารพ และไม่ละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น

ข้อ ๓๓ พนักงานสายวิชาการต้องปฏิบัติตนด้วยความรับผิดชอบต่อผู้อื่น สังคม และประเทศชาติ

หมวด ๒

กลไกและระบบบังคับใช้จรรยาบรรณ และคุณธรรม

ข้อ ๓๔ ให้อธิการบดีแต่งตั้งคณะกรรมการจรรยาบรรณ และคุณธรรม ประกอบด้วย

(๑) รองอธิการบดีที่อธิการบดีมอบหมายเป็นประธานกรรมการ

(๒) กรรมการสภาพนักงาน โดยการเสนอจากสภาพนักงานมหาวิทยาลัย จำนวน ๒ คน เป็นกรรมการ

(๓) พนักงานสายวิชาการ จำนวน ๑ คน และพนักงานสายบริการ จำนวน ๑ คน เป็นกรรมการ

(๔) ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัยจำนวนไม่เกิน ๒ คน เป็นกรรมการ

(๕) ผู้อำนวยการกองการเจ้าหน้าที่เป็นกรรมการและเลขานุการ

(๖) บุคลากรสังกัดกองการเจ้าหน้าที่เป็นผู้ช่วยเลขานุการ

กรรมการตาม (๒) (๓) และ (๔) มีวาระคราวละสองปี และอาจได้รับการแต่งตั้งใหม่ได้ แต่ต้องไม่เกินสองวาระติดต่อกัน

นอกจากพ้นตำแหน่งตามวาระแล้ว คณะกรรมการพ้นจากตำแหน่ง เพราะ ตาย ลาออก ถูกลงโทษทางวินัย หรือ ถูกลงโทษตามระเบียบมหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วยจรรยาบรรณ และคุณธรรม ต้องตำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุก ขาดคุณสมบัติของกรรมการในประเภทนั้น ๆ

ข้อ ๓๕ คณะกรรมการจรรยาบรรณ และคุณธรรม มีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

(๑) ดำเนินการเผยแพร่ ปลูกฝัง ส่งเสริม ให้คำแนะนำ ควบคุม และกำกับดูแลให้เป็นไปตามระเบียบนี้

(๒) สอดส่องดูแลให้มีการปฏิบัติตามจรรยาบรรณ และคุณธรรมตามระเบียบนี้ โดยอาจมีผู้ร้องขอหรือตามที่คณะกรรมการจรรยาบรรณ และคุณธรรมเห็นสอง

(๓) ขอความร่วมมือหน่วยงานภายในและภายนอกที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กล่าวหาในการให้ข้อมูล เอกสาร หลักฐาน หรือพยาน ตามที่คณะกรรมการจรรยาบรรณ และคุณธรรมร้องขอ

(๗) สืบสวน สอบสวน รวบรวม ข้อมูล ข้อเท็จจริง และพยานหลักฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องที่บุคลากรถูกกล่าวหาว่าละเมิดจรรยาบรรณ และคุณธรรม

ข้อ ๓๖ กรณีมีการร้องเรียนหรือปรากฏเหตุว่ามีการปฏิบัติฝ่าฝืนจรรยาบรรณ และคุณธรรม ให้คณะกรรมการจรรยาบรรณ และคุณธรรม ดำเนินการตามข้อ ๓๕ เพื่อสรุปเสนอธิการบดีเพื่อพิจารณาวินิจฉัยต่อไป

ข้อ ๓๗ กรณีบุคลากรผู้ถูกกล่าวหาว่า กระทำละเมิดจรรยาบรรณ และคุณธรรมไม่ยอมรับคำวินิจฉัยของอธิการบดี ให้ดำเนินการอุทธรณ์ ร้องทุกข์ ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดไว้ในระเบียบว่าด้วยการอุทธรณ์และร้องทุกข์มหาวิทยาลัย

หมวด ๓

ขั้นตอนการลงโทษ

ข้อ ๓๘ การปฏิบัติฝ่าฝืนจรรยาบรรณ และคุณธรรมนี้ ให้ดำเนินการตามควรแก่กรณีเพื่อให้มีการแก้ไขหรือดำเนินการที่ถูกต้อง หรือตักเตือน หรือนำไปประกอบการพิจารณาในการเข้าสู่ตำแหน่ง การพ้นจากตำแหน่ง หรือการสั่งให้ผู้ฝ่าฝืนนั้นปรับปรุงตนเองหรือได้รับการพัฒนาแล้วแต่กรณี

ข้อ ๓๙ การปฏิบัติฝ่าฝืนจรรยาบรรณ และคุณธรรมนี้ จะถือเป็นการฝ่าฝืนจรรยาบรรณ และคุณธรรมร้ายแรงหรือไม่ ให้พิจารณาจากพฤติกรรมของผู้ฝ่าฝืน ความจงใจหรือเจตนา มูลเหตุจูงใจ ความสำคัญและระดับตำแหน่ง ตลอดจนหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ฝ่าฝืน อายุ ประวัติ และความประพฤติในอดีตสภาพแวดล้อมแห่งกรณี ผลร้ายอันเกิดจากการฝ่าฝืนและเหตุอื่นอันควรนำมาประกอบ การพิจารณา

กรณีที่บุคลากรมีความผิดทางจรรยาบรรณ และคุณธรรมร้ายแรงให้ถือว่ามีความผิดทางวินัย

ข้อ ๔๐ ในกรณีฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามข้อ ๓๘ ให้บันทึกไว้ในทะเบียนประวัติบุคคล

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๔

(ศาสตราจารย์เกียรติคุณ คุณหญิงไชศรี ศรีอรุณ)

นายกสภามหาวิทยาลัยพะเยา

๗

หมายเหตุ โดยที่มาตรา ๒๗๙ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช ๒๕๕๐ บัญญัติให้มีประมวลจริยธรรมเพื่อกำหนดมาตรฐานทางจริยธรรมของผู้ดำรงตำแหน่งการเมือง ข้าราชการ หรือเจ้าหน้าที่ของรัฐแต่ละประเภท โดยให้มีกลไกและระบบในการบังคับใช้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งกำหนดขั้นตอนการลงโทษตามความร้ายแรงแห่งการกระทำ มหาวิทยาลัยพะเยาเป็นองค์กรของรัฐที่มีพนักงานและลูกจ้างเป็นเจ้าหน้าที่ของรัฐตามบทบัญญัติของมาตราดังกล่าวแห่งรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช ๒๕๕๐ และเพื่อให้เป็นไปตามเจตนารมณ์ของบทบัญญัติตามรัฐธรรมนูญดังกล่าว จึงต้องออกระเบียบฉบับดังกล่าว

ประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2564

ประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๖๔

ตามที่พระราชบัญญัติการอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๒ มาตรา ๒๐ ได้กำหนดให้สภาสถาบันอุดมศึกษาต้องจัดให้มีประมวลจริยธรรมของนายกสภาสถาบันอุดมศึกษา กรรมการสภาสถาบันอุดมศึกษา ผู้บริหารและบุคลากรของสถาบันอุดมศึกษา และผู้เรียน โดยมีกลไกการส่งเสริม ตรวจสอบ และบังคับใช้ที่มีประสิทธิภาพ นั้น

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๑ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๑ และมติสภามหาวิทยาลัยพะเยาในคราวประชุม ครั้งที่ ๒/๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๖ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ ให้ออกประมวลจริยธรรมไว้ดังนี้

หมวด ๑
บททั่วไป

ข้อ ๑ ประมวลนี้เรียกว่า "ประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๖๔" และให้ใช้บังคับตั้งแต่วันครบเก้าสิบวันนับแต่วันประกาศ

ข้อ ๒ ในประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยานี้

"ประมวลจริยธรรม" หมายความว่า ประมวลจริยธรรมนายกสภามหาวิทยาลัยพะเยา กรรมการสภามหาวิทยาลัยพะเยา ผู้บริหาร บุคลากร และผู้เรียนมหาวิทยาลัยพะเยา

"มหาวิทยาลัย" หมายความว่า มหาวิทยาลัยพะเยา

"สภามหาวิทยาลัย" หมายความว่า สภามหาวิทยาลัยพะเยา

"คณะกรรมการ" หมายความว่า คณะกรรมการคุ้มครองจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา

"กรรมการ" หมายความว่า กรรมการคุ้มครองจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา

"นายกสภามหาวิทยาลัย" หมายความว่า นายกสภามหาวิทยาลัยพะเยา

"อธิการบดี" หมายความว่า อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา

"ผู้บริหาร" หมายความว่า อธิการบดี รองอธิการบดี ผู้ช่วยอธิการบดี คณบดี รองคณบดี ผู้ช่วยคณบดี หัวหน้าหน่วยงานหรือตำแหน่งที่เรียกชื่ออย่างอื่นซึ่งมีสถานะเทียบเท่า และหมายความรวมถึงหัวหน้าหน่วยงานย่อย ระดับงาน ภายในส่วนงาน

"ส่วนงาน" หมายความว่า ส่วนงานตามมาตรา ๗ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๑

"โรงเรียน" หมายความว่า โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

"หัวหน้าส่วนงาน" หมายความว่า หัวหน้าส่วนงานตามมาตรา ๗ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓

"หน่วยงาน" หมายความว่า หน่วยงานภายในส่วนงานตามมาตรา ๗ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓

"หัวหน้าหน่วยงาน" หมายความว่า หัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงานมาตรา ๗ (๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓

"บุคลากร" หมายความว่า พนักงานมหาวิทยาลัย ลูกจ้างของมหาวิทยาลัย ตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วย การบริหารงานบุคคล

"ผู้เรียน" หมายความว่า นิสิตมหาวิทยาลัยพะเยาและนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

"นิสิต" หมายความว่า นิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา

"นักเรียน" หมายความว่า นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

"รัฐมนตรี" หมายความว่า รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ข้อ ๓ ให้อธิการบดีเป็นผู้รักษาการตามประมวลจริยธรรมนี้ ในกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการบังคับใช้หรือการปฏิบัติตามประมวลจริยธรรมนี้ ให้คณะกรรมการมีอำนาจตีความและวินิจฉัยชี้ขาด และให้ถือเป็นที่สุด

หมวด ๒

จริยธรรมของนายกสภามหาวิทยาลัย และกรรมการสภามหาวิทยาลัย

ข้อ ๔ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๕ รักษาไว้ซึ่งศักดิ์ศรี เกียรติฐานะของสภามหาวิทยาลัยและส่งเสริมชื่อเสียงเกียรติคุณ อันจะส่งผลให้ผู้ประพฤติเป็นที่เลื่อมใสศรัทธาและยกย่องของบุคคลทั่วไป

ข้อ ๖ รักษาวัฒนธรรมและภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัย ยึดมั่นในคุณธรรมและถือปฏิบัติตามกฎระเบียบอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๗ ยึดถือเป้าหมายและประโยชน์ของมหาวิทยาลัย โดยไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนและไม่นำความสัมพันธ์ส่วนตัวมาประกอบการใช้ดุลยพินิจให้เป็นคุณหรือโทษแก่บุคคลใด ๆ หรือมีการเลือกปฏิบัติต่อตัวบุคคลนั้นต่างจากบุคคลอื่น และไม่กระทำการใด หรือดำรงตำแหน่งใด หรือปฏิบัติการใดในฐานะส่วนตัว ซึ่งก่อให้เกิดการขัดกับประโยชน์ส่วนรวมที่อยู่ในความรับผิดชอบตามหน้าที่ของตน

ข้อ ๘ มุ่งมั่นในการทำงานให้มีคุณภาพ มาตรฐานโปร่งใส และตรวจสอบได้

ข้อ ๙ ปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต โปร่งใส และตรวจสอบได้

หมวด ๓

จริยธรรมของผู้บริหาร

ข้อ ๑๐ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๑๑ รักษาไว้ซึ่งศักดิ์ศรี เกียรติฐานะของผู้บริหารมหาวิทยาลัยและส่งเสริมชื่อเสียงเกียรติคุณ อันจะส่งผลให้เป็นที่เลื่อมใสและยกย่องของบุคคลทั่วไป

ข้อ ๑๒ รักษาวัฒนธรรมและภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัย ยึดมั่นในคุณธรรมและถือปฏิบัติตามกฎระเบียบอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๑๓ เป็นผู้มีศีลธรรมอันดี ยึดมั่นและยืนหยัดในสิ่งที่ถูกต้อง

ข้อ ๑๔ ไม่แสวงหาผลประโยชน์โดยมิชอบ ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน และไม่โอนอ่อนต่ออิทธิพลใด ๆ

ข้อ ๑๕ ปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต โปร่งใส และตรวจสอบได้

ข้อ ๑๖ ปฏิบัติต่อผู้ใต้บังคับบัญชาและผู้ที่เกี่ยวข้อง ด้วยความเมตตากรุณาและมนุษยสัมพันธ์อันดี

หมวด ๔

จริยธรรมของบุคลากร

ส่วนที่ ๑

จริยธรรมของบุคลากรสายวิชาการ

ข้อ ๑๗ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๑๘ ยึดมั่นและปฏิบัติตามปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ นโยบาย ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศและหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๑๙ ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นพนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ รักษาและเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัยให้เป็นที่ยอมรับ

ข้อ ๒๐ ละเว้นการเรียก รับ หรือยอมจะรับทรัพย์สิน หรือประโยชน์อื่นใดสำหรับตนเองหรือผู้อื่น โดยมิชอบด้วยกฎหมาย

ข้อ ๒๑ รักษาความสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้รับบริการ และประชาชนทั่วไปอย่างกัลยาณมิตร

ข้อ ๒๒ ดำรงตนให้เป็นแบบอย่างที่ดี รักษาไว้ซึ่งความลับของมหาวิทยาลัย ผู้เรียน ผู้รับบริการ

ข้อ ๒๓ รักษาความสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างกัลยาณมิตร มีคุณธรรม จริยธรรม ความเมตตากรุณาต่อผู้เรียน

ข้อ ๒๔ มีจรรยาบรรณในการปฏิบัติหน้าที่วิจัยและการสร้างผลงานทางวิชาการ

ข้อ ๒๕ แสดงออกซึ่งความเห็นทางวิชาการโดยสุจริต ไม่ถูกครอบงำจากอิทธิพลใด ๆ

ข้อ ๒๖ เปิดเผยข้อมูลให้ผู้เรียนหรือผู้เกี่ยวข้องรับรู้ได้

ส่วนที่ ๒

จริยธรรมของบุคลากรสายสนับสนุน

ข้อ ๒๗ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๒๘ ยึดมั่นและปฏิบัติตามปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ นโยบาย ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศและหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๒๙ ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นพนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน รักษาและเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัยให้เป็นที่ยอมรับ

ข้อ ๓๐ ละเว้นการเรียก รับ หรือยอมจะรับทรัพย์สิน หรือประโยชน์อื่นใดสำหรับตนเองหรือผู้อื่น โดยมิชอบด้วยกฎหมาย

ข้อ ๓๑ รักษาความสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้รับบริการ และประชาชนทั่วไปอย่างกัลยาณมิตร

ข้อ ๓๒ ดำรงตนให้เป็นแบบอย่างที่ดี รักษาไว้ซึ่งความลับของมหาวิทยาลัย ผู้เรียน ผู้รับบริการ

หมวด ๕

จริยธรรมของผู้เรียน

ส่วนที่ ๑

นิสิต

จริยธรรมต่อตนเอง

ข้อ ๓๓ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๓๔ มีทัศนคติที่ดี มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเองและต่อมหาวิทยาลัย ประพฤติตนอยู่ในศีลธรรม จริยธรรม และวัฒนธรรมอันดีงาม ยึดมั่นและปฏิบัติตนตามนโยบาย ปณิธาน และปรัชญาของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๓๕ มีความอุตสาหะ เพียรพยายามในการศึกษาหาความรู้ตลอดชีวิต

ข้อ ๓๖ ประพฤติตนให้เหมาะสมตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนิสิต

จริยธรรมต่อผู้อื่น

ข้อ ๓๗ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ประพฤติตนเป็นกัลยาณมิตร และมีความกตัญญูกตเวที

ข้อ ๓๘ มีความซื่อสัตย์ สุจริต และเคารพสิทธิของผู้อื่น

จริยธรรมต่อมหาวิทยาลัย

ข้อ ๓๙ ปฏิบัติตามข้อบังคับ ระเบียบ ประกาศและแนวปฏิบัติของมหาวิทยาลัยอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๔๐ ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นนิสิต รักษาและเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัยให้เป็นที่ยอมรับ

จริยธรรมต่อชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม

ข้อ ๔๑ ประพฤติตนเป็นผู้มีจิตสาธารณะ รักษาขนบธรรมเนียมประเพณีและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ข้อ ๔๒ มีความรับผิดชอบต่อชุมชน สังคม และรักษาสิ่งแวดล้อม

ข้อ ๔๓ ภาคภูมิใจ เห็นคุณค่า มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ สืบทอด เผยแพร่ ภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทย

ส่วนที่ ๒

นักเรียน

จริยธรรมต่อตนเอง

ข้อ ๔๔ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๔๕ เป็นพลเมืองดีของชาติ มีความสามัคคี ปรองดอง

ข้อ ๔๖ ซื่อสัตย์สุจริต รับผิดชอบในหน้าที่ และมีความเพียรในการศึกษาแสวงหาความรู้ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

ข้อ ๔๗ มีบุคลิกภาพที่ดีและมีสัมมาคารวะ

จริยธรรมต่อผู้อื่น

ข้อ ๔๘ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ประพฤติตนเป็นกัลยาณมิตร และมีความกตัญญูกตเวที

ข้อ ๔๙ มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี มีน้ำใจ และปฏิบัติต่อผู้อื่นด้วยความสุภาพ

ข้อ ๕๐ มีความซื่อสัตย์ สุจริต เคารพสิทธิของผู้อื่น มีความละอาย และเกรงกลัวต่อการกระทำผิด

จริยธรรมต่อโรงเรียน

ข้อ ๕๑ ปฏิบัติตามข้อบังคับ ระเบียบ ประกาศและแนวปฏิบัติของโรงเรียนอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๕๒ ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นนักเรียน รักษาและเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของโรงเรียนให้เป็นที่ยอมรับ

จริยธรรมต่อชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม

ข้อ ๕๓ เสียสละและช่วยเหลือผู้อื่น มีจิตอาสาช่วยเหลือสังคม ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมอย่างมีความสุข

ข้อ ๕๔ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ร่วมสร้างสรรค์สิ่งที่ดีงามให้เกิดในชุมชน โดยไม่หวังสิ่งตอบแทน

ข้อ ๕๕ ภาคภูมิใจ เห็นคุณค่า มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ สืบทอด เผยแพร่ภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทย

หมวด ๖

กลไกและระบบการบังคับใช้ประมวลจริยธรรม

ส่วนที่ ๑

องค์กรคุ้มครองจริยธรรม

ข้อ ๕๖ ให้สภามหาวิทยาลัยแต่งตั้งคณะกรรมการชุดหนึ่ง เรียกว่า "คณะกรรมการคุ้มครองจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา" ประกอบด้วย

(๑) ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวนหนึ่งคน เป็นประธานกรรมการ

(๒) รองอธิการบดีที่อธิการบดีมอบหมายให้รับผิดชอบเกี่ยวกับการรักษาจริยธรรมประจำมหาวิทยาลัย จำนวนไม่เกินสามคน เป็นกรรมการ

(๓) ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวนไม่เกินสี่คน เป็นกรรมการ

(๔) หัวหน้าหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านกฎหมาย เป็นกรรมการและเลขานุการ

ทั้งนี้ อาจแต่งตั้งผู้มีคุณสมบัติเหมาะสม จำนวนไม่เกินสองคน เป็นผู้ช่วยเลขานุการก็ได้

ข้อ ๕๗ คุณสมบัติกรรมการตามข้อ ๕๖ (๑) ประกอบด้วย

(๑) เป็นผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย

(๒) เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ มีประสบการณ์และผลงานด้านการส่งเสริมจริยธรรม

(๓) เป็นผู้มีความเข้าใจในบทบาทภารกิจของมหาวิทยาลัย

(๔) เป็นบุคคลที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้มีเกียรติ มีความซื่อสัตย์ สุจริต

ข้อ ๕๘ คุณสมบัติกรรมการตามข้อ ๕๖ (๓) ประกอบด้วย

(๑) เป็นผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย

(๒) เป็นบุคคลที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้มีเกียรติ มีความซื่อสัตย์ สุจริต เป็นที่ยอมรับของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๕๙ ให้คณะกรรมการ มีวาระการดำรงตำแหน่งคราวละ ๓ ปี

ในกรณีที่ตำแหน่งประธานคณะกรรมการว่างลงไม่ว่าด้วยเหตุใด และยังมิได้ดำเนินการให้ได้มาซึ่งประธานกรรมการแทนตำแหน่งที่ว่าง ให้คณะกรรมการประกอบด้วยกรรมการเท่าที่มีอยู่ ดำเนินการประชุมเพื่อเลือกกรรมการที่มีอยู่ให้ทำหน้าที่ประธานกรรมการแทนตำแหน่งดังกล่าว

ในกรณีที่ตำแหน่งคณะกรรมการว่างลงไม่ว่าด้วยเหตุใด และยังมิได้ดำเนินการให้ได้มาซึ่งกรรมการแทนตำแหน่งที่ว่าง ในการประชุมต้องมีคณะกรรมการมาประชุมอย่างน้อยกึ่งหนึ่งของจำนวนกรรมการทั้งหมดที่มีอยู่จึงจะเป็นองค์ประชุมได้

ในกรณีที่คณะกรรมการพ้นจากตำแหน่งก่อนครบวาระ ให้สภามหาวิทยาลัยแต่งตั้งกรรมการแทนภายในเก้าสิบวันนับแต่วันที่กรรมการผู้นั้นพ้นจากตำแหน่ง และให้ผู้ที่ได้รับแต่งตั้งอยู่ในตำแหน่งเท่ากับวาระที่เหลืออยู่ของผู้ซึ่งตนแทน แต่ถ้าวาระการดำรงตำแหน่งเหลืออยู่น้อยกว่าเก้าสิบวัน จะไม่ดำเนินการให้มีผู้ดำรงตำแหน่งแทนก็ได้

ข้อ ๖๐ นอกจากการพ้นจากตำแหน่งตามวาระ กรรมการพ้นจากตำแหน่งเมื่อ

(๑) ตาย

(๒) ลาออก

(๓) ขาดคุณสมบัติของการเป็นกรรมการในประเภทนั้น

(๔) ถูกจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุก

(๕) เป็นบุคคลล้มละลาย

(๖) เป็นคนไร้ความสามารถ หรือคนเสมือนไร้ความสามารถ

(๗) สภามหาวิทยาลัยมีมติให้พ้นจากตำแหน่ง ด้วยคะแนนเสียงไม่น้อยกว่าสองในสามขององค์ประชุมสภามหาวิทยาลัยที่มีอยู่ของการประชุมนั้น ๆ

ข้อ ๖๑ คณะกรรมการ มีอำนาจและหน้าที่ ดังนี้

(๑) กำกับดูแล นายกสภามหาวิทยาลัย กรรมการสภามหาวิทยาลัย ผู้บริหาร บุคลากร และผู้เรียน ให้ปฏิบัติตามประมวลจริยธรรมนี้อย่างเคร่งครัด

(๒) ให้คำปรึกษา เสนอแนะนโยบายและมาตรการด้านการส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรมรวมถึงแนวทางการนำพฤติกรรมทางจริยธรรมไปใช้ในกระบวนการบริหารงานบุคคลของมหาวิทยาลัย

(๓) รณรงค์ ส่งเสริม ประชาสัมพันธ์ ตลอดจนสร้างเครือข่ายและประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐ ภาคเอกชนและประชาชน

(๔) ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติของส่วนงานและหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยตามประมวลจริยธรรมนี้ และรายงานผลต่อสภามหาวิทยาลัยทุกสิ้นปีงบประมาณ

(๕) พิจารณาตีความและวินิจฉัยชี้ขาดการกระทำอันเป็นการฝ่าฝืนจริยธรรมตามประมวลจริยธรรม หรือปัญหาอันเกิดจากการใช้ประมวลจริยธรรมนี้

(๖) พิจารณาผลการสอบสวนข้อเท็จจริงกรณีมีการฝ่าฝืนจริยธรรมตามประมวลนี้ และเสนอต่ออธิการบดีหรือสภามหาวิทยาลัย หรือรัฐมนตรีเพื่อพิจารณา ตามแต่กรณี

(๗) แต่งตั้งคณะกรรมการ หรือคณะอนุกรรมการ หรือคณะทำงาน เพื่อช่วยปฏิบัติงานในด้านจริยธรรมของส่วนงานหรือหน่วยงานภายในส่วนงานของมหาวิทยาลัยตามความจำเป็นและเหมาะสม

(๘) พิจารณาเสนอแนะการแก้ไขเพิ่มเติมประมวลจริยธรรมนี้ หรือการยื่นที่เห็นสมควร

(๙) ปฏิบัติงานอื่นโดยตามที่กฎหมายกำหนด

ส่วนที่ ๒

ระบบการบังคับใช้ประมวลจริยธรรม

ข้อ ๖๒ เมื่อปรากฏว่านายกสภามหาวิทยาลัยและกรรมการสภามหาวิทยาลัยมีการฝ่าฝืนจริยธรรมตามประมวลจริยธรรมนี้ ผู้กล่าวหาต้องจัดทำคำกล่าวหาเป็นหนังสือพร้อมเอกสารหลักฐานที่สามารถเชื่อได้ว่ามีการกระทำผิดจริยธรรมและยื่นต่อคณะกรรมการ โดยให้คณะกรรมการพิจารณาสอบสวนข้อเท็จจริงดังกล่าว ในกรณีที่คณะกรรมการพิจารณาแล้วเห็นว่ามีมูลว่ากระทำผิดจริยธรรมตามประมวลจริยธรรมนี้ ให้คณะกรรมการเสนอต่อรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาดำเนินการทางจริยธรรม

กรณีที่คณะกรรมการพิจารณาแล้ว ไม่ปรากฏมูลว่านายกสภามหาวิทยาลัยและกรรมการสภามหาวิทยาลัยกระทำผิดจริยธรรมตามประมวลจริยธรรมนี้ ให้คณะกรรมการยุติเรื่อง

ข้อ ๖๓ เมื่อปรากฏว่าอธิการบดีถูกกล่าวหาว่าได้กระทำผิดจริยธรรม ผู้กล่าวหาต้องจัดทำคำกล่าวหาเป็นหนังสือพร้อมเอกสารหลักฐานที่สามารถเชื่อได้ว่ามีการกระทำผิดจริยธรรมและยื่นต่อคณะกรรมการ โดยให้คณะกรรมการพิจารณาตั้งคณะอนุกรรมการเพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริงดังกล่าวเบื้องต้นและรายงานผลการตรวจสอบข้อเท็จจริงต่อคณะกรรมการ

ในกรณีที่คณะกรรมการพิจารณาแล้วเห็นว่า มีมูลว่ากระทำผิดจริยธรรมตามประมวลจริยธรรมนี้ ให้สภามหาวิทยาลัยเสนอต่อรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาดำเนินการทางจริยธรรม

ในกรณีที่คณะกรรมการพิจารณาแล้ว ไม่ปรากฏมูลว่าอธิการบดีกระทำผิดจริยธรรมตามประมวลจริยธรรม ให้คณะกรรมการยุติเรื่อง

ข้อ ๖๔ เมื่อปรากฏว่าบุคลากรถูกกล่าวหาว่าได้กระทำผิดจริยธรรม ผู้กล่าวหาต้องจัดทำคำกล่าวหาเป็นหนังสือพร้อมเอกสารหลักฐานที่สามารถเชื่อได้ว่ามีการกระทำผิดจริยธรรมและยื่นต่อคณะกรรมการ โดยให้คณะกรรมการพิจารณาแต่งตั้งคณะอนุกรรมการเพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริงดังกล่าวเบื้องต้นและรายงานผลการตรวจสอบข้อเท็จจริงต่ออธิการบดี

(๑) กรณีที่พิจารณาแล้ว ปรากฏว่าการกระทำดังกล่าวไม่เป็นการกระทำความผิดทางวินัย ให้อธิการบดี หรือผู้ที่อธิการบดีมอบหมาย หรือผู้บังคับบัญชาขั้นต้น ดำเนินการตักเตือนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือสั่งให้บุคลากรผู้นั้นได้รับการพัฒนาทางด้านจริยธรรมตามที่อธิการบดี หรือผู้บังคับบัญชาขั้นต้น หรือผู้ที่อธิการบดีมอบหมายเห็นสมควร

(๒) กรณีที่พิจารณาแล้ว ปรากฏว่าการกระทำดังกล่าวเป็นการกระทำความผิดทางวินัย ให้อธิการบดีพิจารณาดำเนินการทางวินัยตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยพะเยากับบุคลากร

(๓) กรณีที่พิจารณาแล้ว ไม่ปรากฏมูลว่ามีการฝ่าฝืนประมวลจริยธรรม ให้อธิการบดี หรือผู้ที่อธิการบดีมอบหมาย หรือผู้บังคับบัญชาขั้นต้น ดำเนินการสั่งยุติเรื่อง

ข้อ ๖๕ เมื่อปรากฏว่าผู้เรียนถูกกล่าวหาว่าได้กระทำผิดจริยธรรม ผู้กล่าวหาต้องจัดทำคำกล่าวหาเป็นหนังสือพร้อมเอกสารหลักฐานที่สามารถเชื่อได้ว่ามีการกระทำผิดจริยธรรมและยื่นต่อคณะกรรมการ โดยให้คณะกรรมการพิจารณามอบหมายหัวหน้าส่วนงาน หรือหัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงานที่กำกับดูแลผู้เรียน ตามแต่กรณี สอบสวนข้อเท็จจริงและรายงานผลการสอบสวนข้อเท็จจริงต่ออธิการบดี

กรณีที่หัวหน้าส่วนงาน หรือหัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงาน ตามแต่กรณี พิจารณาแล้วเห็นว่ามีมูลว่ากระทำผิดจริยธรรม ให้เสนออธิการบดีพิจารณาดำเนินการให้เป็นไปตามที่ ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศและแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยหรือโรงเรียนกำหนด

กรณีที่หัวหน้าส่วนงาน หรือหัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงาน ตามแต่กรณี พิจารณาแล้วไม่ปรากฏมูลว่ามีการฝ่าฝืนประมวลจริยธรรม ให้หัวหน้าส่วนงาน หรือหัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงานสั่งยุติเรื่อง

ข้อ ๖๖ กรณีที่กรรมการถูกกล่าวหาว่าได้กระทำผิดจริยธรรม ให้กรรมการผู้นั้นยุติการปฏิบัติหน้าที่ในฐานะกรรมการ เฉพาะในกระบวนการพิจารณาสอบสวนข้อเท็จจริงที่กรรมการผู้นั้นเป็นผู้ถูกกล่าวหา

ข้อ ๖๗ ระยะเวลาในการดำเนินการพิจารณาตามหมวด ๖ ส่วนที่ ๒ ให้คณะกรรมการเป็นผู้พิจารณาดำเนินการตามสมควรโดยเร็ว โดยคำนึงถึงความสุจริต โปร่งใสและตรวจสอบได้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๑๐ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

(ศาสตราจารย์เกียรติคุณ คุณหญิงไขศรี ศรีอรุณ)
นายกสภามหาวิทยาลัยพะเยา

มาตรฐานกำหนดตำแหน่งตาม กพอ. พ.ศ. 2553

๓-๕-๐๑-๕

ตำแหน่งประเภท	เชี่ยวชาญเฉพาะ
ชื่อสายงาน	วิทยาศาสตร์
ชื่อตำแหน่งในสายงาน	นักวิทยาศาสตร์
ระดับตำแหน่ง	ปฏิบัติการ

หน้าที่ความรับผิดชอบหลัก

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการในการทำงาน ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่างๆ ดังนี้

๑. ด้านการปฏิบัติการ

(๑) ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และร่วมดำเนินการวิจัย เผยแพร่ผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาอุตสาหกรรม

(๒) วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ ตรวจวัด ตรวจพิสูจน์ วินิจฉัย ทางวิทยาศาสตร์ของวัตถุตัวอย่าง สอบเทียบเครื่องมือ อุปกรณ์วัด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จัดทำฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการ ส่งเสริมพัฒนาห้องปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

(๓) ให้บริการวิชาการด้านต่างๆ เช่น ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและแก่นักศึกษาที่มาฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

๒. ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

๒

๓. ด้านการประสานงาน

(๑) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานทั้งภายในและภายนอก เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

(๒) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

๔. ด้านการบริการ

(๑) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูลความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์

(๒) จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และให้บริการข้อมูลทางวิชาการ เกี่ยวกับด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน นักศึกษา ตลอดจนผู้รับบริการ ได้ทราบข้อมูลและความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ สอดคล้อง และสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนดนโยบาย แผนงาน หลักเกณฑ์ มาตรการต่างๆ

คุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง

มีคุณวุฒิอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

๑. ได้รับปริญญาตรีหรือเทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

๒. ได้รับปริญญาโทหรือเทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

๓. ได้รับปริญญาเอกหรือเทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่ง

ความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่งให้เป็นไปตามที่สถาสถาบันอุดมศึกษากำหนด

ก.พ.อ. กำหนดให้มีตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์
ระดับปฏิบัติการ เมื่อวันที่ ๒๑ กันยายน ๒๕๕๑

ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง นโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2562

ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา

เรื่อง นโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๖๒

มหาวิทยาลัยพะเยา ได้ตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ทั้งของผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย ผู้มาปฏิบัติงาน และผู้รับบริการทุกคน รวมไปถึงสภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัย และชุมชนโดยรอบ จึงวางแนวทางที่จะพัฒนาระบบความปลอดภัยโดยได้แต่งตั้งคณะกรรมการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อทำหน้าที่วางนโยบาย ประกาศ หลักเกณฑ์ มาตรการ และแนวทางปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ รวมถึงการสนับสนุนการพัฒนาความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย และผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

เพื่อให้การดำเนินการยกระดับและพัฒนามาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นไปตามแนวทางมาตรฐานในระดับสากล และเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปด้วยความเรียบร้อย คล่องตัวและมีประสิทธิภาพ อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๓ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓ คณะกรรมการบริหารมหาวิทยาลัยพะเยา ในคราวประชุมครั้งที่ ๑๐/๒๕๖๒ เมื่อวันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๖๒ จึงออกประกาศไว้ ดังนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า "ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง นโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๖๒"

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓ บรรดาประกาศ หรือเกณฑ์อื่นใดในส่วนที่ได้ระบุไว้แล้วในประกาศนี้หรือที่มีข้อความขัดหรือแย้งกับประกาศนี้ให้ใช้ประกาศนี้แทน

ข้อ ๔ ในประกาศนี้

"มหาวิทยาลัย" หมายถึง มหาวิทยาลัยพะเยา

"ส่วนงาน" หมายถึง ส่วนงานตามมาตรา ๗ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓ และให้หมายความรวมถึงหน่วยงานภายในส่วนงานดังกล่าว

"ผู้บริหารมหาวิทยาลัย" หมายถึง อธิการบดี รองอธิการบดี ผู้ช่วยอธิการบดี

"ผู้บริหารส่วนงาน" หมายถึง คณบดี รองคณบดี ผู้ช่วยคณบดี ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการศูนย์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา รวมถึง ผู้ที่มีอำนาจในการสั่งการ ควบคุม ดูแลหน่วยงานในส่วนงานหรือโครงการที่เรียกชื่อตำแหน่งอื่น ในประเภทวิชาการทุกระดับ

"ผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย" หมายถึง พนักงานมหาวิทยาลัย ลูกจ้างของส่วนงานซึ่งปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย และนิสิตของมหาวิทยาลัย

"บุคคลภายนอก" หมายถึง บุคคลที่ไม่ใช่ผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย

"การปฏิบัติงาน" หมายถึง การดำเนินการเรียน การสอน การวิจัย ตลอดจนการทำงานและการให้บริการทุกด้าน ทั้งในสายงานวิชาการและในสายงานสนับสนุนของผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัยและบุคคลภายนอก

"ห้องปฏิบัติการ" หมายถึง สถานที่หรือห้องที่มีการปฏิบัติการทางกายภาพ เคมี ชีวภาพห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ห้องปฏิบัติการสัตว์ทดลอง โรงเรือนและแปลงเกษตรกรรมพืชและสัตว์ ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และสาธารณสุข ห้องปฏิบัติการทางเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง หรือห้องปฏิบัติการอื่นใดที่มีการใช้สารเคมี วัตถุชีวภาพ และสิ่งส่งตรวจจากมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม

"ความปลอดภัยทางชีวภาพ" หมายถึง ความปลอดภัยของสุขภาพมนุษย์และความหลากหลายทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย การจัดการและพัฒนาการเคลื่อนย้าย การจัดการและการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิต ทั้งที่เป็นจุลินทรีย์ พืช สัตว์ และสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพันธุ์โดยใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง genetically modified organism (GMOs) และครอบคลุมถึงการนำพันธุ์ต่างถิ่น (nonindigenous species) เข้ามาในระบบนิเวศ ทั้งในส่วนที่ปล่อยตามธรรมชาติและส่วนที่มีการควบคุม

ข้อ ๔ ให้กำหนดนโยบายและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยและส่วนงาน ดังนี้

๔.๑ สนับสนุนให้ห้องปฏิบัติการเข้าร่วมโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand "ESPReL")

-๓-

๕.๒ สนับสนุนการออกประกาศ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับมาตรฐานทางกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆ อย่างเคร่งครัด

๕.๓ สนับสนุนให้มีการรักษาสภาพแวดล้อม ปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงาน สิ่งอำนวยความสะดวกและโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งระบบบริหารจัดการความปลอดภัยให้มีความเหมาะสม

๕.๔ สนับสนุนให้ผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตามประกาศ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

๕.๕ สนับสนุน ส่งเสริมกิจกรรมให้เกิดความตระหนักและให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัยในการปฏิบัติงาน รวมถึงการสนับสนุนการเสริมสร้างจิตสำนึกและความรู้ความเข้าใจด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และส่งเสริมการจัดอบรมกิจกรรมสร้างเสริมวัฒนธรรมสุขภาพและความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง

๕.๖ สนับสนุนให้มีระบบการประเมิน การจัดการ และการควบคุมความเสี่ยงภัยในทุกระดับ ทั้งด้านการเรียน การสอน การวิจัยและการบริการวิชาการ และการปฏิบัติงานอย่างเหมาะสมและต่อเนื่อง

๕.๗ มหาวิทยาลัยและส่วนงานต้องมีความรับผิดชอบและมีการปฏิบัติเป็นแบบอย่างที่ดีตามประกาศ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และแนวทางปฏิบัติด้านความปลอดภัย รวมทั้งอบรม ฝึกสอน จูงใจแก่ผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย

๕.๘ ส่วนงานต้องปรับปรุงและพัฒนาสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานให้ถูกสุขลักษณะและมีความปลอดภัย

๕.๙ มหาวิทยาลัย และส่วนงานต้องจัดให้มีการประเมินผลการปฏิบัติงานตามกฎ ระเบียบ มาตรการ แนวปฏิบัติ ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ตามแนวทางของมหาวิทยาลัย

๕.๑๐ ผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัยทุกคนต้องปฏิบัติตามประกาศ กฎ ระเบียบ มาตรฐานความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และให้ความร่วมมือในโครงการที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ในการปฏิบัติงานต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย และมีสิทธิเสนอความเห็นข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงานและวิธีการปฏิบัติงานให้ปลอดภัย

ประกาศ ณ วันที่ ๑๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภกร พงศบางโพธิ์)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา

ภาคผนวก ค

แบบประเมินห้องปฏิบัติการชีวเคมี

แบบประเมิน

คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

คำชี้แจง

๑. แบบประเมินนี้ จัดทำขึ้นเพื่อประเมินการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ ในคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลการประเมินที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการให้มีระดับคุณภาพที่สูงขึ้นต่อไป

๒. การตอบแบบประเมินนี้จะไม่มีผลกระทบใดต่อการให้คะแนนในรายวิชาใดๆ ทั้งสิ้น

๓. การตอบแบบประเมินนี้จะไม่นำไปเปิดเผยในที่ใดๆ จะใช้ประโยชน์เฉพาะการนำไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการเท่านั้น

๔. แบบประเมินนี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ ๒ การประเมินการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ

ส่วนที่ ๓ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมินนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 นิสิตชั้นปีที่ ..... คณะ .....

1.2 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

1.3 ภาคเรียนที่ ..... ปีการศึกษา.....

1.4 ปฏิบัติการรายวิชา .....รหัสวิชา.....

ส่วนที่ 2 การประเมินการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ

ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นต่อรายการที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนปฏิบัติการ แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

ดีมาก	หมายถึง	ค่าคะแนนเท่ากับ	5
ดี	หมายถึง	ค่าคะแนนเท่ากับ	4
ปานกลาง	หมายถึง	ค่าคะแนนเท่ากับ	3
น้อย	หมายถึง	ค่าคะแนนเท่ากับ	2
ควรปรับปรุง	หมายถึง	ค่าคะแนนเท่ากับ	1

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่าง ตามความเป็นจริง

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	ควรปรับปรุง
ห้องปฏิบัติการ					
1. ความเป็นระเบียบของห้องปฏิบัติการ					
2. ความเพียงพอของพื้นที่ในการทำปฏิบัติการ					
3. การดูแลความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการ					
4. ความเหมาะสมของห้องปฏิบัติการ (แสงสว่าง อุณหภูมิ สภาพแวดล้อม)					
5. มีกฎระเบียบเพื่อความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการ					
เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (ครุภัณฑ์และวัสดุคงทนถาวร)					
1. ความเพียงพอ					
2. ประสิทธิภาพในการใช้งาน					
3. ความสะดวกในการใช้งาน					
วัสดุ วัสดุสิ้นเปลืองและสารเคมี ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ					
1. ความเพียงพอ					
2. คุณภาพ					
เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ					
1. ความพร้อมในการเตรียมปฏิบัติการ					
2. ความเต็มใจในการให้บริการ (service mind)					
3. ความสะดวกและรวดเร็วในการให้บริการ					
4. ความเท่าเทียมในการให้บริการ					
5. มีเจ้าหน้าที่เพียงพอต่อการให้บริการ					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

รายงานการผลประเมินห้องปฏิบัติการชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

บทที่ 1

ส่วนนำ

วัตถุประสงค์ในการจัดประเมิน

1. เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการชีวเคมี
2. เพื่อนำผลการประเมินการปฏิบัติงานที่ได้รับ ไปพัฒนาและปรับปรุง

ขอบเขตของการประเมิน

ด้านประชากร

ประชากรที่ศึกษา ได้มาจากความสมัครใจของนิสิตที่เข้ามาใช้บริการห้องปฏิบัติการชีวเคมี ประจำภาคการศึกษาที่ 1/2565

ด้านเนื้อหา

1. ผลการประเมินของผู้ตอบแบบสอบถามห้องปฏิบัติการชีวเคมี
2. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการประเมิน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลของระดับความคิดเห็นของนิสิต ต่อการให้บริการของห้องปฏิบัติการชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์
2. ทำให้ทราบถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของการให้บริการของห้องปฏิบัติการชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์
3. นำผลการประเมินการปฏิบัติงานที่ได้ นำไปใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์
4. เพื่อเป็นการประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน

บทที่ 2

ส่วนสำคัญ

ประชากร

ประชากรที่ทำการประเมินในครั้งนี้ ได้จากความสมัครใจของนิสิตที่เข้ามาใช้บริการห้องปฏิบัติการชีวเคมี ประจำภาคการศึกษาที่ 1/2565 ได้แก่ จำนวน 530 คน คิดเป็นร้อยละ 64.08 ของนิสิตที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมด 827 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการปฏิบัติงาน คือแบบประเมินการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งมี 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 **ข้อมูลทั่วไป** ประเมินเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

ส่วนที่ 2 **การประเมินการเรียนการสอนปฏิบัติการ** ประเมินเกี่ยวกับความพึงพอใจ ที่มีต่อการให้บริการของห้องปฏิบัติการต่างๆ ของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับความคิดเห็น

ส่วนที่ 3 **ข้อเสนอแนะ** เป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด เพื่อให้นิสิตได้เสนอแนะแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ห้องปฏิบัติการชีวเคมี ได้เก็บข้อมูลจากความสมัครใจในการทำแบบสอบถามของนิสิตที่ใช้บริการห้องปฏิบัติการชีวเคมี ของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ รายวิชาโรคและความผิดปกติทางชีวเคมี (365324) เทคนิคปฏิบัติการทางชีวเคมี (Special topics) (365432) ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (365433) เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์ (365341)พิษวิทยาเชิงชีวเคมีและการเกิดมะเร็ง (365438) ชีวเคมีของภาวะเครียดออกซิเดชัน (365436) Basic Biochemistry (365212) Basic Medical Biochemistry (365213) General Biochemistry (365215) Fundamental Medical Biochemistry (365211) Principle of Biochemistry (365222) Fundamental Biochemistry (365210)
ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

ตัวอย่างแบบฟอร์มในการประเมิน

แบบประเมิน

ห้องปฏิบัติการชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

บทที่ 3

ส่วนสรุป

ผลการประเมิน

การรายงานผลการประเมิน จะนำเสนอภาพรวมของการประเมินการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

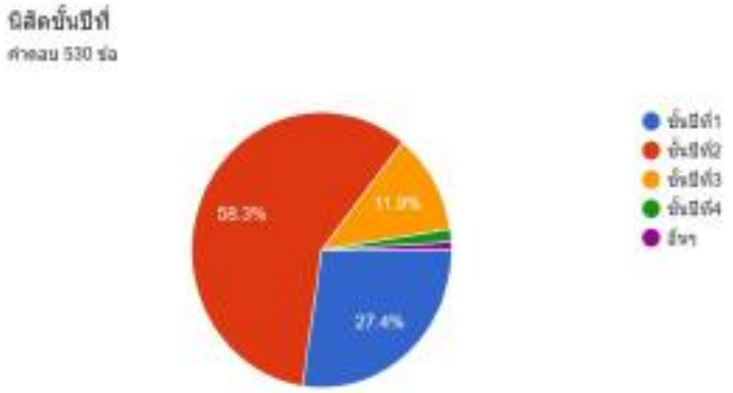
1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินการปฏิบัติงาน
2. การประเมินการเรียนการสอนปฏิบัติการ
3. ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาและแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติงาน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

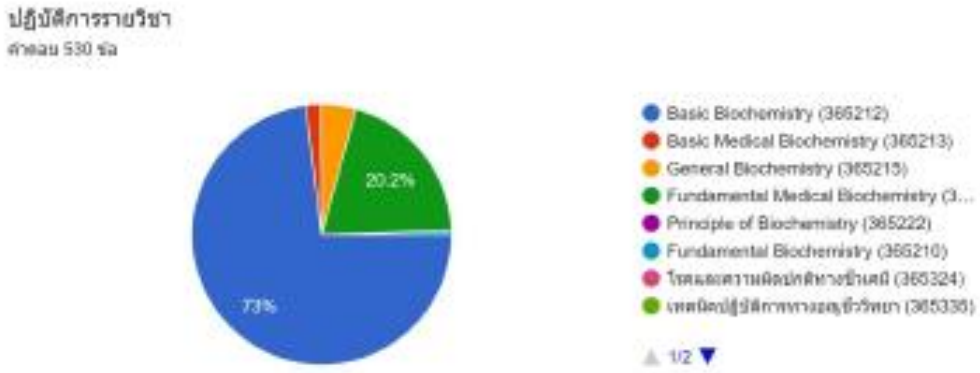
ประชากรที่ทำการประเมินในครั้งนี้ ได้จากความสมัครใจของนิสิตที่เข้ามาใช้บริการ นิสิตชั้นปีที่ 1 จำนวน 145 คน คิดเป็นร้อยละ 27.4 นิสิตชั้นปีที่ 2 จำนวน 309 คน คิดเป็นร้อยละ58.30 , นิสิตชั้นปีที่ 3 จำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 11.9 , นิสิตชั้นปีที่ 4 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 1.5 ,นิสิตชั้นปีที่อื่นๆ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 0.9 โดยเป็นการประเมินห้องปฏิบัติการ สำหรับ รายวิชาโรคและความผิดปกติทางชีวเคมี (365324) เทคนิคปฏิบัติการทางชีวเคมี (Special topics) (365432) ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (365433) เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์ (365341)พิษวิทยาเชิงชีวเคมีและการเกิดมะเร็ง (365438) ชีวเคมีของภาวะเครียดออกซิเดชัน (365436) Basic Biochemistry (365212) Basic Medical Biochemistry (365213) General Biochemistry (365215) Fundamental Medical Biochemistry (365211) Principle of Biochemistry (365222) Fundamental Biochemistry (365210) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินการเรียนการสอนปฏิบัติการ ของห้องปฏิบัติการชีวเคมี

รูปภาพแสดงกราฟต่างดังนี้



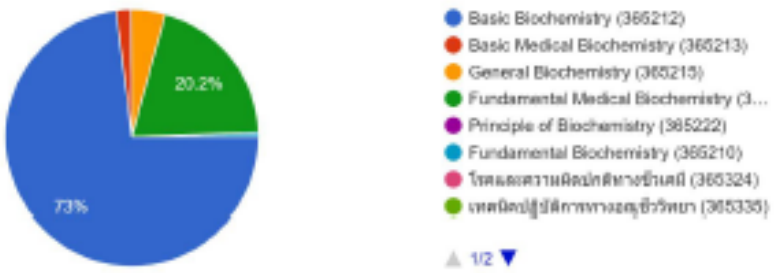
รูปที่ 1 กราฟแสดงจำนวนของนิสิตแต่ละชั้นปีที่ใช้บริการ



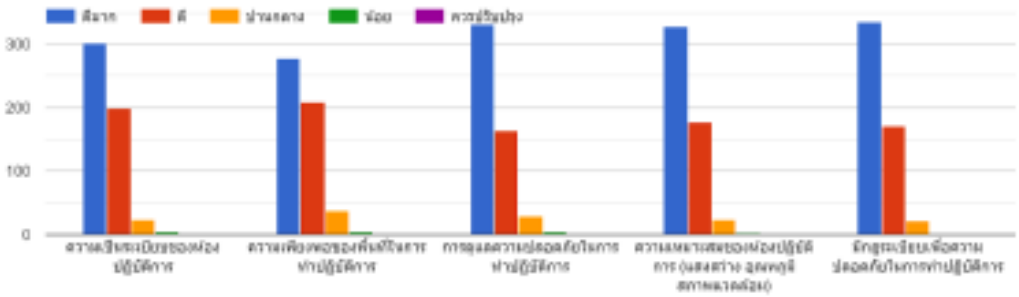
รูปที่ 2 : กราฟแสดงจำนวนตามรายวิชาของนิสิตที่ใช้บริการ

ปฏิบัติการรายวิชา

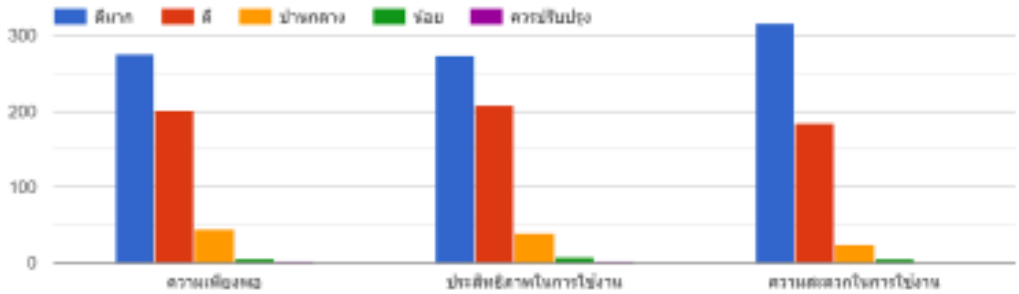
คำตอบ 530 ข้อ



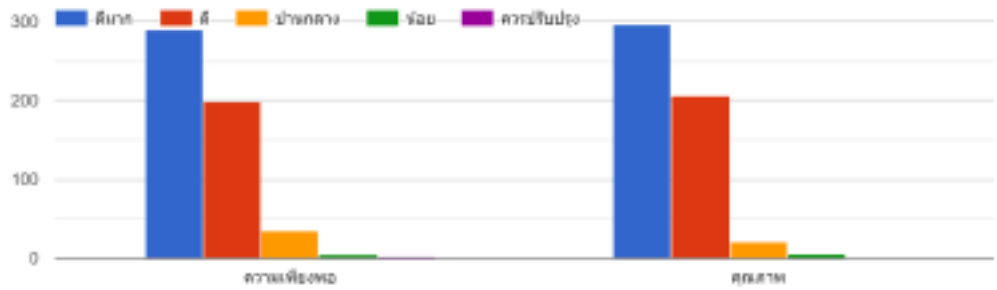
ห้องปฏิบัติการ



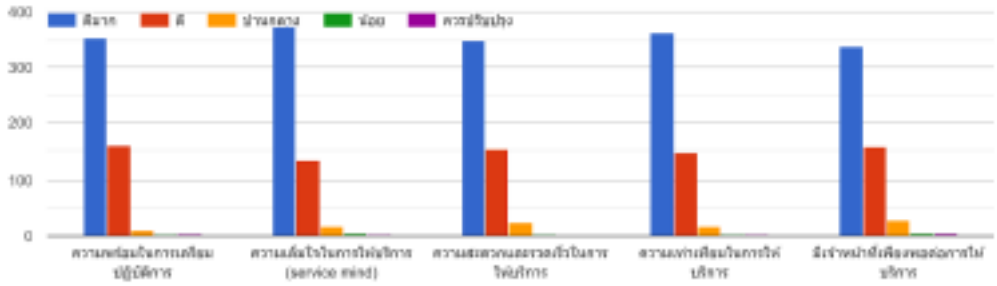
เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (ครุภัณฑ์และวัสดุคงทนถาวร)



วัสดุ วัสดุสิ้นเปลืองและสารเคมี ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ



เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ



ส่วนที่ 2 ผลการประเมินการเรียนการสอนปฏิบัติการ ของห้องปฏิบัติการชีวเคมี

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย,ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Std)ระดับความคิดเห็นต่อผลการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการ

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมิน 1/2565		
	ค่าเฉลี่ย	Std	ระดับ
1. ความเป็นระเบียบของห้องปฏิบัติการ	4.28	0.51	ดีมาก
2. ความเพียงพอของพื้นที่ในการทำปฏิบัติการ	4.19	0.63	ดี
3. การดูแลความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการ	4.26	0.52	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของห้องปฏิบัติการ (แสงสว่าง อุณหภูมิ สภาพแวดล้อม)	4.28	0.53	ดีมาก
5. มีกฎระเบียบเพื่อความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการ	4.35	0.51	ดีมาก
6. ความเพียงพอของเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (ครุภัณฑ์และวัสดุคงทนถาวร)	4.16	0.60	ดี
7. ประสิทธิภาพในการใช้งานทางวิทยาศาสตร์ (ครุภัณฑ์และวัสดุคงทนถาวร)	4.17	0.61	ดี
8. ความสะดวกในการ ใช้งานทางวิทยาศาสตร์ (ครุภัณฑ์และวัสดุคงทนถาวร)	4.15	0.53	ดี
9. ความเพียงพอของวัสดุ วัสดุสิ้นเปลืองและสารเคมี ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ	4.13	0.69	ดี
10. คุณภาพของวัสดุ วัสดุสิ้นเปลืองและสารเคมี ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ	4.16	0.61	ดี
11. ความพร้อมในการเตรียมปฏิบัติการของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	4.66	0.62	ดีมาก
12. ความเต็มใจในการให้บริการ (service mind) ของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	4.72	0.51	ดีมาก
13. ความสะดวกรวดเร็วในการให้บริการ	4.53	0.65	ดีมาก
14. ความเท่าเทียมในการให้บริการ	4.62	0.63	ดีมาก
15. มีเจ้าหน้าที่เพียงพอต่อการให้บริการ	4.19	0.62	ดี
เฉลี่ย	4.32	0.58	ดีมาก

จากตารางที่ 1 <u>สามารถแสดงค่าเฉลี่ยผลในภาพรวมของนิสิตทั้งหมด</u>ของการประเมินในการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ ประจำภาคการศึกษาที่ 1/2565 <u>มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.32 แสดงว่าอยู่ใน ระดับ"ดีมาก"</u>

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเกี่ยวกับการให้บริการของห้องปฏิบัติการชีวเคมี

ตารางที่ 3 แสดงค่าร้อยละของจำนวนความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการให้บริการของห้องปฏิบัติการชีวเคมี

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1. เครื่องมือไม่เพียงพอ	20	80
2. เจ้าหน้าที่ไม่เพียงพอ	5	20
รวมจำนวนทั้งหมด	**25**	**100**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ตอบแบบประเมิน ในส่วนของข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม จากตารางที่ 3 พบว่า ในจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 530 คน มีผู้ตอบแบบประเมินข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม คิดเป็นร้อยละ 4.71 โดยความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมิน ในส่วนของข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาห้องปฏิบัติการชีวเคมีนั้น มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคือ เครื่องมือไม่เพียงพอ เจ้าหน้าที่ไม่เพียงพอ

ภาคผนวก

1. เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมิน กำหนดค่าน้ำหนักการประเมินเป็น 4 ส่วน โดยแบ่งตามระดับความคิดเห็น 5 ระดับ โดยมีความหมายดังนี้

4.21 – 5.00	หมายถึง	ระดับดีมาก
4.20 – 3.41	หมายถึง	ระดับดี
3.40 – 2.61	หมายถึง	ระดับปานกลาง
2.60 – 1.81	หมายถึง	ระดับน้อย
1.80 – 1.00	หมายถึง	ระดับควรปรับปรุง

กำหนดอันตรภาคชั้น ดังนี้

$$\text{อันตรภาคชั้น (Class Interval)} = \frac{\text{พิสัย (Range)}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{\text{ค่าสูงสุด – ค่าต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5 - 1}{5} = 0.80$$

ดังนั้นจึงกำหนดระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ แต่ละระดับมีค่าระดับต่างกัน 0.80 คะแนน

4.21 – 5.00	หมายถึง	ระดับดีมาก
4.20 – 3.41	หมายถึง	ระดับดี
3.40 – 2.61	หมายถึง	ระดับปานกลาง
2.60 – 1.81	หมายถึง	ระดับน้อย
1.00 – 1.80	หมายถึง	ระดับควรปรับปรุง

2. การวิเคราะห์ และการรวบรวมข้อมูล

2.1 การสร้างแบบประเมิน

– ศึกษาการทำแบบสอบถามจากส่วนงานปฏิบัติการเดิม และสถาบันต่างๆ ผ่านการค้นหาทาง www.google.co.th

– ประยุกต์ใช้ให้เข้ากับแนวทางแบบประเมินการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่หรือนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับภาระงานหลักที่ได้ปฏิบัติในแต่ละภาคการศึกษา

2.2 การรวบรวมข้อมูล

ห้องปฏิบัติการชีวเคมี

ได้ทำการแจกแบบประเมินฯ ให้กับนิสิตที่เรียนรายวิชา ชีวเคมี โดยทำการสุ่มตัวอย่างนิสิตที่เข้ามาใช้บริการในภาคเรียนที่ 1/2565

2.3 การวิเคราะห์

- เมื่อได้รับแบบประเมินฯ แล้ว ทำการตรวจสอบความถูกต้อง
- นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แจกแจงความถี่ และใช้คำนวณหาค่าร้อยละโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ทางสถิติ
- โดยใช้สถิติ/คำสั่งของโปรแกรม

ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราชดเชยค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2558

ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา

เรื่อง กำหนดอัตราการชดเชยค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์

และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๘

โดยที่เป็นการสมควรออกประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราการชดเชยค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ.๒๕๕๘

อาศัยอำนาจตามความ ในมาตรา ๓๓ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓ และความในข้อ ๗ ข้อ๘ และข้อ๑๐(๒) แห่งข้อบังคับของมหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วยการให้บริการวิชาการ พ.ศ. ๒๕๕๔ คณะกรรมการการเงินและทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยพะเยา ในความประชุมครั้งที่ ๙/๒๕๕๘ เมื่อวันที่ ๒๘ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ จึงให้ออกประกาศไว้ดังนี้

ข้อ ๑. ประกาศนี้เรียกว่า "ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราการชดเชยค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ.๒๕๕๘"

ข้อ ๒. ประกาศนี้ให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓. ในประกาศนี้

"มหาวิทยาลัย" หมายความว่า มหาวิทยาลัยพะเยา

"ผู้ใช้บริการ" หมายความว่า นิสิต และ บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

"ห้องปฏิบัติการ" หมายความว่า ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของคณะต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

ข้อ ๔. การชดเชยค่าเสียหายของวัสดุ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น ๓ กรณี ดังนี้

๔.๑ กรณีวัสดุและอุปกรณ์มีราคาน้อยกว่า ๕๐ บาท ให้ผู้ใช้บริการจ่ายค่าชดเชยเต็มราคาของวัสดุและอุปกรณ์นั้น

๔.๒ กรณีวัสดุและอุปกรณ์มีราคาตั้งแต่ ๕๐-๑๐๐ บาท ให้จ่ายในอัตรา ๕๐ บาท

๔.๓ กรณีวัสดุและอุปกรณ์มีราคาตั้งแต่ ๑๐๐ บาทขึ้นไป ให้จ่ายในอัตราร้อยละ ๕๐ ของราคาวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ

อนุมัติเมื่อ 28 ส.ค. 2558
ลงนามเมื่อ 24 ก.ย. 2558
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 25 ก.ย. 2558

๒

ข้อ ๕. กรณีครุภัณฑ์ประกอบ คิดอัตราชดเชยค่าเสียหาย คือ ผู้ใช้บริการจะต้องดำเนินการจัดหาครุภัณฑ์ประกอบชิ้นใหม่มาทดแทนชิ้นเดิมที่เสียหาย โดยปฏิบัติตามระเบียบพัสดุมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อให้ครุภัณฑ์ประกอบที่จัดหามาใหม่นั้น จะต้องมีคุณลักษณะและขีดความครุภัณฑ์ประกอบชิ้นเดิมที่เสียหายไป

ข้อ ๖. กรณีครุภัณฑ์ คิดอัตราชดเชยค่าเสียหายคือ หากความเสียหายเกิดจากความประมาทเลินเล่อของผู้ใช้บริการโดยตรง ให้ผู้ใช้บริการชดเชยค่าเสียหายตามราคาประเมินการซ่อมแซมครุภัณฑ์ ซึ่งเป็นราคา ณ ปัจจุบันของครุภัณฑ์

ข้อ ๗. หากเป็นความเสียหาย หรือเกิดจากการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์ ผู้ใช้บริการไม่ต้องชดเชยค่าเสียหายใดๆ และต้องแจ้งผู้ดูแลครุภัณฑ์ให้ทราบโดยด่วน เพื่อดำเนินการแจ้งซ่อมต่อไป

ข้อ ๘. ให้นำเงินรายรับจากอัตราชดเชยค่าเสียหายเข้าเป็นเงินรายได้ของมหาวิทยาลัย เพื่อจัดสรรเป็นเงินรายได้ของด้านสังกัดวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ในปีงบประมาณถัดไป

ข้อ ๙. ให้มหาวิทยาลัยแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อดำเนินงานในการพิจารณางบประมาณรายได้ และพิจารณาเรื่องความเสียหายอันเกิดจากความประมาทเลินเล่อของผู้ใช้บริการ

ข้อ ๑๐. ให้อธิการบดีเป็นผู้รักษาการให้เป็นไปตามประกาศนี้ กรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติตามประกาศนี้ ให้อธิการบดีเป็นผู้วินิจฉัยชี้ขาดและให้ถือเป็นที่สุด

ประกาศ ณ วันที่ ๒๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

(ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.มณฑล สงวนเสริมศรี)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา

อนุมัติเมื่อ 28 ส.ค. 2558

ลงนามเมื่อ 24 ก.ย. 2558

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 25 ก.ย. 2558

รายละเอียดของรายวิชา มคอ.3

รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
คณะ/วิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสและชื่อวิชา

365351 ชีวเคมีของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ
Biochemistry of Natural Products

2. จำนวนหน่วยกิต

3 (2-3-6)

3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวเคมี ชั้นปีที่ 3
ประเภทของรายวิชา

4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน

อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา	ผศ.ดร.พยุงศักดิ์ ดันติไพบูลย์วงศ์	
อาจารย์ผู้สอน	ดร.ชำนาจ ยุ่ยนสิยาด	กลุ่มที่สอน 1
	ผศ.ดร.ยุวดา ชุมภูคำ	กลุ่มที่สอน 1
	ดร.กนกทิพย์ เพชรวัฒน์	กลุ่มที่สอน 1
	ผศ.ดร.วัชรานารถ์ ปรีดาภิวนย์	กลุ่มที่สอน 1
	ผศ.ดร.วชิรานารถ์ ทิพย์สุวรรณ	กลุ่มที่สอน 1
	ผศ.ดร.วัฐภูมิ พรหมณะ	กลุ่มที่สอน 1
	ผศ.ดร.คมศักดิ์ พินระ	กลุ่มที่สอน 1
	ผศ.ดร.พยุงศักดิ์ ดันติไพบูลย์วงศ์	กลุ่มที่สอน 1
	ผศ.ดร.นภาพันธ์ กังวาล	กลุ่มที่สอน 1

5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ชั้นปีที่ 3

7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite) (ถ้ามี)

ไม่มี

8. สถานที่เรียน

8.1 ห้อง CE 01305, CE05304 มหาวิทยาลัยพะเยา
8.2 นอกสถานที่ตั้ง (ถ้ามี) ไม่มี

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชา

โครงสร้างและคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ที่พบในสมุนไพรและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ บทบาทในวิถีเมแทบอลิซึม กลไกการออกฤทธิ์เชิงชีวเคมี คุณสมบัติเชิงป้องกันหรือบรรเทาความผิดปกติของโรค การเตรียมสาร การแยกสาร การระบุชนิด และการวิเคราะห์สารชีวภาพโดยเทคนิคทางชีวเคมี การประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติดั้งเดิมในท้องถิ่นเพื่อป้องกันความผิดปกติทางชีวเคมี

Molecular structures and properties of active compounds in herbs and natural products, roles in metabolic pathways, biochemical mechanisms of action and properties in prevention or alleviation of disorders, preparation, separation, identification and analysis of bioactive compounds using biochemical techniques, applications of traditional natural products in prevention of biochemical disorders

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย	ปฏิบัติ	สอนเสริม	การฝึกปฏิบัติงานภาคสนาม/การฝึกงาน	การศึกษาด้วยตนเอง
30	45	ไม่มี	ไม่มี	90

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษา และแนะนำทางวิชาการแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล

จำนวน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนิสิต

1. คุณธรรม จริยธรรม

1.1 คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

มีจิตอาสาและสำนึกสาธารณะ เป็นพลเมืองที่มีคุณค่าของสังคม

1.2 วิธีการสอน

1.2.1 กำหนดให้อาจารย์ผู้สอนทุกคนต้องสอดแทรกเรื่องคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนสอน

1.2.2 จัดการเรียนการสอนให้นิสิตมีวินัย ตรงต่อเวลา เสียสละ ซื่อสัตย์สุจริต และเคารพกฎระเบียบของมหาวิทยาลัย

1.2.3 ปลูกฝังจิตสาธารณะ และจิตบริการ หรือจัดกิจกรรมการให้บริการชุมชน ที่บูรณาการกับการเรียนการสอน

1.3 วิธีการประเมินผล

1.3.1 ใช้วิธีการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง โดยการประเมินตนเอง ประเมินโดยผู้สอน เพื่อนนิสิต อาจารย์ที่ปรึกษา เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ เกี่ยวกับการมีวินัย ตรงต่อเวลา ความซื่อสัตย์สุจริต เป็นสำคัญ

1.3.2 เน้นความตรงต่อเวลา ความสม่ำเสมอในการเข้าชั้นเรียน

1.3.3 สร้างจิตสำนึกแก่นิสิตในคุณธรรมด้านความซื่อสัตย์ โดยนิสิตต้องไม่กระทำการทุจริต

2. ความรู้

2.1 ความรู้ที่ต้องได้รับ

2.1.1 มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่สำคัญในเนื้อหาที่ศึกษา

2.1.2 สามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการ และมีความรู้ในแนวกว้างของสาขาวิชาที่ศึกษาเพื่อให้เล็งเห็นการเปลี่ยนแปลงและเข้าใจผลกระทบของเทคโนโลยีใหม่ๆ

2.1.3 สามารถบูรณาการความรู้ที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2 วิธีการสอน

2.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ออกแบบการสอนที่หลากหลาย

2.2.2 จัดกิจกรรมการสอนแบบนิสิตเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (self study) เพื่อให้นิสิตมีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางชีวเคมีที่ดีขึ้นทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์สุขภาพและเทคโนโลยี

2.2.3 มีปฏิบัติการกลุ่มย่อย ให้ลงมือทำงาน และแก้ไขปัญหาจริง สามารถใช้ความรู้ทางทฤษฎีมาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในการทดลอง

2.3 วิธีการประเมินผล

2.3.1 การทดสอบย่อย

2.3.2 ประเมินจากรายงานที่ได้รับมอบหมาย และการมีส่วนร่วมในชั่วโมงปฏิบัติการ

2.3.3 ประเมินจากรายงานที่นิสิตจัดทำ รวมถึงความเข้าใจระหว่างการศึกษาด้วยตนเอง

3. ทักษะทางปัญญา

3.1 ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

3.1.1 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดแบบองค์รวม คิดสร้างสรรค์และคิดอย่างเป็นระบบ

3.1.2 สามารถวิเคราะห์ปัญหา รวมทั้งประยุกต์ความรู้ทักษะและการใช้เครื่องมือเหมาะสมกับการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

3.1.3 สามารถสืบค้น รวบรวม ศึกษา วิเคราะห์และสรุปประเด็นปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.1.4 ใช้ประสบการณ์ทางภาคปฏิบัติมาหาแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

3.2 วิธีการสอน

3.2.1 จัดการเรียนการสอนให้นิสิตได้ฝึกทักษะการเรียนอย่างเป็นลำดับ ขั้นตอนทั้งหลักการและการประยุกต์ใช้กับศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

3.2.2 ใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การอภิปราย การสัมมนา การวิเคราะห์กรณีศึกษา

3.2.3 จัดการสอนให้นิสิตสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลสากล น่าเชื่อถือนำมาประกอบกับการศึกษาด้วยตนเองได้

3.3 วิธีการประเมินผล

ประเมินกระบวนการคิดที่เป็นขั้นตอน จากผลงาน ได้แก่ การตอบคำถามกรณีศึกษาที่ได้รับและหัวข้อที่สัมมนา การอธิบายแนวคิดและวิธีแก้ไขปัญหาโดยนำความรู้พื้นฐานทางชีวเคมีมาประยุกต์ใช้

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

4.1 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

4.1.1 มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี

4.1.2 สามารถวางตัวและแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งแสดงจุดยืนอย่างเหมาะสมตามบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบ

4.1.3 มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถปรับตัวเข้ากับผู้อื่นได้เหมาะสมทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.4 มีความรับผิดชอบการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งตนเองและวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

4.2 วิธีการสอน

4.2.1 จัดการเรียนการสอนโดยเน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้สอน

4.2.2 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการทำงานเป็นทีมเพื่อส่งเสริมการแสดงบทบาทของการเป็นผู้นำและผู้ตามหลากหลายสถานการณ์

4.2.3 กำหนดหัวข้อหรือปัญหาหรือกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวเคมีที่ทันต่อกระแสสังคมเพื่อให้นิสิตมีความรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน

4.3 วิธีการประเมินผล

4.3.1 ประเมินจากพฤติกรรมและการแสดงออกของนิสิตในการนำเสนอรายงานกลุ่มในชั้นเรียน

4.3.2 การประเมินทักษะที่แสดงออกถึงภาวะผู้นำและผู้ตามตามสถานการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย

4.3.3 การประเมินความสามารถในการทำงานร่วมกับกลุ่มเพื่อน

และทีมงานอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์

5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

5.1 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

5.1.1 มีทักษะในการใช้เครื่องมือที่จำเป็นที่มีอยู่ในปัจจุบันต่อการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารสนเทศและเทคโนโลยีสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพและรู้เท่าทัน

5.1.2 มีทักษะการใช้ภาษาในการสื่อสารกับกลุ่มคนหลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 วิธีการสอน

5.2.1 จัดการเรียนการสอนที่ให้นิสิตได้ฝึกทักษะการอ่าน การพูด การฟัง และการสื่อสาร

5.2.2 ให้นิสิตนำเอาข้อมูลเชิงตัวเลขและสถิติไปคิดวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง และมีการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม

5.2.3 จัดการเรียนการสอนให้นิสิตได้นำเอาข้อมูลเชิงตัวเลขและสถิติไปคิดวิเคราะห์ข้อมูลทางการวิจัยให้เหมาะสม

5.2.4 จัดการเรียนการสอนให้นิสิตนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาบูรณาการใช้กับรายวิชาต่างๆที่สอน

5.3 วิธีการประเมินผล

5.3.1 ประเมินจากการอภิปรายและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลขที่ได้จากผลการศึกษาด้วยตนเอง หรือรายวิชาปัญหาพิเศษทางชีวเคมี

5.3.2 ประเมินผลงานตามกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แบบประเมินทักษะการนำเสนอและการเขียนอภิปราย ในชั้นเรียนและ/หรือในรายงาน

6. ทักษะการส่งเสริมสุขภาพและพัฒนาบุคลิกภาพ (ถ้ามี)

6.1 ทักษะการส่งเสริมสุขภาพและพัฒนาบุคลิกภาพ (ถ้ามี)ที่ต้องพัฒนา

6.1.1 มีสุขนิสัยที่ส่งเสริมต่อการดูแลรักษาสุขภาพ

6.1.2 สามารถพัฒนาบุคลิกภาพได้อย่างเหมาะสม

6.2 วิธีการสอน

จัดการเรียนการสอนที่มีช่วงการตอบคำถามในชั้นเรียน โดยเน้นด้านบุคลิกภาพและสอดแทรกเนื้อหาด้านสุขภาพ

6.3 วิธีการประเมินผล

ประเมินจากบุคลิกภาพจากในการตอบคำถาม การนำเสนอจากการศึกษาด้วยตนเอง

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน

1.1 แผนการสอนชั่วโมงทฤษฎี

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียน	สื่อการสอน	ผู้สอน
1	บทนำ 14 มิย 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.คมศักดิ์
2	สารกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์เพื่อสุขภาพ 1 21 มิย 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.คมศักดิ์
3	สารกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์เพื่อสุขภาพ 2 28 มิย 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.คมศักดิ์
4	การสกัดและแยกสารจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ 5 กค 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.คมศักดิ์
5	น้ำ โมเลกุลแห่งชีวิต 12 กค 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.อรดา
6	งาม้อนและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพจากงาม้อน 19 กค 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.อรดา
7	ข้าวและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพจากข้าว 26 กค 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.พยุงศักดิ์
8	บัวและสารสำคัญเพื่อสุขภาพ 2 สค 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.อำนาจ
9	สอบกลางภาค 6-14 สค 65				

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียน	สื่อการสอน	ผู้สอน
10	พรมมิเพื่อสุขภาพ 16 สค 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.กนกทิพย์
11	กระเทียมและผลิตภัณฑธรรมชาติเพื่อสุขภาพจากกระเทียม 23 สค 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.พยุงศักดิ์
12	สมุนไพรและผลิตภัณฑ์ภัณฑ์ธรรมชาติต่อโรคในทางเดินอาหาร 30 สค 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.นภาพันธ์
13	สมุนไพรและผลิตภัณฑธรรมชาติต่อการเรียนรู้ ความจำและบำรุงสุขภาพทางเพศ 6 กย 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.วัชราภรณ์
14	ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพจากสาหรายและการประยุกต์ใช้ 13 กย 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.รัฐภูมิ
15	ขมิ้นและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพจากขมิ้น 20 กย 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.คมศักดิ์
16	ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพจากพืชท้องถิ่นและบทบาทในวิถีเมแทบอลิซึมและความผิดปกติของโรคทางชีวเคมี 27 กย 65	2	บรรยาย ถาม-ตอบ	สไลด์ประกอบการสอน/VDO	อ.คมศักดิ์
17-18	สอบปลายภาค 3-14 ตค 65				

1.2 แผนการสอนชั่วโมงปฏิบัติ

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียน	สื่อการสอน	ผู้สอน
1	แนะนำรายวิชาและกิจกรรมตลอดภาคเรียน	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
2	การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลลิกรวมของสารมาตรฐาน	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
3	การวิเคราะห์ฟีนอลลิกรวมของสารสกัด/ผลิตภัณฑ์สุขภาพ	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
4	สอบปฏิบัติการครั้งที่ 1	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
5	การวิเคราะห์ฟลาโวนอยด์รวมของสารมาตรฐาน	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
6	การวิเคราะห์ฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัด/ผลิตภัณฑ์สุขภาพ	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
7	สอบปฏิบัติการครั้งที่ 2	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
8	การสกัดสมุนไพรหรือผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
9	สอบกลางภาค 6-14 ส.ค 65				
10	การวิเคราะห์โปรแอนโธไซยานิดินของสารมาตรฐาน	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
11	การวิเคราะห์โปรแอนโธไซยานิดินของสารสกัด/ผลิตภัณฑ์สุขภาพ	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
12	สอบปฏิบัติการครั้งที่ 3	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
13	การตรวจสอบชนิดของสารสกัดชมิ้นชันด้วยวิธี TLC	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
14	การวิเคราะห์สารฟีนอลิกโดยใช้เครื่อง HPLC	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
15	การวิเคราะห์สารฟลาโวนอยด์โดยใช้เครื่อง HPLC	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
16	สอบปฏิบัติการครั้งที่ 4	3	ปฏิบัติการ	MS office	คณาจารย์
17-18	สอบปลายภาค 3-14 ต.ค 65				

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

ที่	ผลการเรียนรู้	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
1	สอบประเมินเนื้อหาครั้งที่ 1 (Mid-term exam)	ประเมินผลโดยใช้การสอบแบบปรนัยและหรืออัตนัย	9	35
2	สอบประเมินเนื้อหาครั้งที่ 2 (Final exam)	ประเมินผลโดยใช้การสอบแบบปรนัยและหรืออัตนัย	17-18	35
3	ประเมินผลปฏิบัติการรายงาน	ส่งรูปเล่มรายงานตามรูปแบบที่กำหนด	รายสัปดาห์	8
4	สอบทำปฏิบัติการ	ประเมินจากผลการทดลองรายบุคคล	นัดตามวันปฏิบัติการ	8
5	สอบทฤษฎีของแต่ละปฏิบัติการ	สอบอัตนัยของแต่ละปฏิบัติการ	นัดตามวันปฏิบัติการ	8
6	คะแนนจิตพิสัย การเข้าชั้นเรียน พฤติกรรมการเข้าเรียน คุณธรรม จริยธรรม การทำงานร่วมกัน	ประเมินจากอาจารย์ผู้สอนและนักวิทยาศาสตร์รายบุคคลและรายกลุ่ม	รายสัปดาห์	6

เกณฑ์การตัดเกรด (ถ้ามี)

การใช้ระบบอิงกลุ่มหรืออิงเกณฑ์ โดยมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

A ระดับคะแนน 80 % ขึ้นไป

B+ ระดับคะแนน 75 – 79%

B ระดับคะแนน 70 – 74%

C+ ระดับคะแนน 65 – 69%

D+ ระดับคะแนน 55 – 59%

D ระดับคะแนน 50 – 54%

F ระดับคะแนนต่ำกว่า 50%

- นิสิตที่เข้าเรียนไม่ถึง 80% ของเวลาเรียนทั้งหมดจะหมดสิทธิ์สอบ
- หากพบว่านิสิตมีการทุจริตในรายวิชาชีวเคมีจะดำเนินการตามกฎระเบียบของมหาวิทยาลัยพะเยาและปรับตกโดยได้รับเกรด F ทันที

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. ตำราและเอกสารหลัก

ศิริวรรณ สุทธจิตต์ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ

2. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

Wilfred Vermerris, Ralph Nicholson, – Phenolic Compound Biochemistry (2007)

3. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (ถ้ามี)

เอกสารประกอบการสอน

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนิสิต

มีการประเมินรายวิชาโดยนิสิต และประเมินอาจารย์ผู้สอน ผ่านเว็บไซต์ ของมหาวิทยาลัย

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

มีการประเมินการสอนโดยการสังเกตการณ์ของอาจารย์ผู้สังเกตการณ์หรือจากผลการเรียนของนิสิต

3. การปรับปรุงการสอน

นำผลการประเมินของนิสิตเข้าที่ประชุมสาขาเพื่อวิเคราะห์ภาพรวมการสอนและความเข้าใจของนิสิต และนำผลการประชุมมาปรับปรุงกระบวนการสอน

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนิสิตในรายวิชา

วัดผลจากการประเมินการนำเสนอของนิสิตหน้าชั้นเรียน

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

พิจารณาจากผลการประเมินรายวิชาและการประเมินการสอนโดยนิสิต แล้วนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาในรายงานผลการดำเนินการของรายวิชาเสนอต่อหัวหน้าสาขาวิชา เพื่อนำเข้าที่ประชุมอาจารย์ประจำหลักสูตรพิจารณาให้ความคิดเห็นและสรุปวางแผนพัฒนาปรับปรุงสำหรับใช้ในปีการศึกษาถัดไป

แบบฟอร์การเบิกสารเคมี/วัสดุสิ้นเปลือง (F–01)

	แบบฟอร์มเบิกสารเคมี / วัสดุสิ้นเปลือง คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา	รหัสเอกสาร : F – 01 ห้องปฏิบัติการ..... เลขที่เอกสาร..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

คำชี้แจง กรุณากรอกข้อมูลให้ครบถ้วนและชัดเจน

ส่วนที่ 1 สำหรับผู้ใช้บริการ

ชื่อ-สกุล..... เบอร์โทร.....

❑ อาจารย์ ❑ เจ้าหน้าที่ ❑ นิสิต รหัสนิสิต.....

สาขาวิชา / หลักสูตร..... คณะ.....

โดยมีความประสงค์ขอเบิก ○ สารเคมี ○ วัสดุสิ้นเปลือง จากห้องปฏิบัติการเพื่อวัตถุประสงค์ ดังนี้

❑ การเรียนการสอน รายวิชา..... ❑ งานวิจัย ❑ อื่นๆ.....

ลำดับที่	รายการ (ระบุ : ขนาด/ยี่ห้อ/เกรด)	จำนวนที่ขอเบิก (ระบุหน่วย)	เอกสารอ้างอิง (Working Stock)

ส่วนที่ 2 สำหรับนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการและผู้ใช้บริการ

❶ บันทึกการเบิก ลงชื่อ..... ผู้ใช้บริการ (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....	❷ กรณีนิสิต : สำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา ข้าพเจ้ารับทราบรายการเบิกสารเคมี/วัสดุสิ้นเปลืองของนิสิต หากเกิดความเสียหายจากความประมาทของนิสิต ข้าพเจ้าหรือนิสิตยินดีรับผิดชอบความเสียหายนั้น ลงชื่อ..... อาจารย์ที่ปรึกษา (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

❸ บันทึกการจ่าย

○ เห็นควรให้เบิก

○ ไม่เห็นควรให้เบิก เพราะ.....

ลงชื่อ..... นักวิทยาศาสตร์

(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

หมายเหตุ : ในกรณีของบุคลากรต้องมีลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม/อาจารย์ที่ประสานงาน มิฉะนั้นนิสิตไม่สามารถเบิกสารเคมี/วัสดุสิ้นเปลืองได้

ปรับปรุงครั้งที่..... : .....

แบบฟอร์การยืม- คืน วัสดุ (F-02)

	แบบฟอร์มยืม-คืน วัสดุ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา	รหัสเอกสาร : F – 02 ห้องปฏิบัติการ..... เลขที่เอกสาร..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

คำชี้แจง กรุณากรอกข้อมูลให้ครบถ้วนและชัดเจน

ส่วนที่ 1 สำหรับผู้ใช้บริการ

ชื่อ-สกุล..... เบอร์โทร.....

❑ อาจารย์ ❑ เจ้าหน้าที่ ❑ นิสิต รหัสนิสิต.....

สาขาวิชา / หลักสูตร..... คณะ.....

โดยมีความประสงค์ขอยืม-คืน วัสดุ จากห้องปฏิบัติการเพื่อวัตถุประสงค์ ดังนี้

❑ การเรียนการสอน รายวิชา..... ❑ งานวิจัย ❑ อื่นๆ.....

ลำดับที่	รายการ (ระบุ : ยี่ห้อ/เกรด/ขนาด)	จำนวน (ระบุหน่วย)		เอกสารอ้างอิง (Working Stock)
		ยืม	คืน	

ส่วนที่ 2 สำหรับนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการและผู้ใช้บริการ

❶ บันทึกการยืม ลงชื่อ..... ผู้ใช้บริการ (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....	❷ กรณีนิสิต : สำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา ข้าพเจ้ารับทราบรายการยืม-คืนวัสดุของนิสิต หากเกิดความเสียหายจากความประมาทของนิสิต ข้าพเจ้าหรือนิสิตยินดีรับผิดชอบความเสียหายนั้น ลงชื่อ..... อาจารย์ที่ปรึกษา (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....
❸ บันทึกการจ่าย ❍ เห็นควรให้ยืม ❍ ไม่เห็นควรให้ยืม เพราะ..... ลงชื่อ..... นักวิทยาศาสตร์ (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....	❹ บันทึกการส่งคืนวัสดุ ❍ ส่งคืนครบถ้วน ❍ ส่งคืนไม่ครบ ขาดรายการที่..... ❍ ส่งคืนครบ มีรายการชำรุดเสียหาย ดังนี้..... ..... ลงชื่อ..... ผู้ส่งคืน (.....) ลงชื่อ..... ผู้ตรวจสอบ (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

หมายเหตุ : ในกรณีที่ข้อมูลไม่ครบถ้วนอาจต้องมีการติดต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม/อาจารย์ที่ประสานงาน โดยนิสิตไม่สามารถยืม-คืน วัสดุได้

ปรับปรุงครั้งที่.... : .....

แบบฟอร์มการขอใช้ห้องปฏิบัติการ/ครุภัณฑ์ (F–04)

	แบบฟอร์มขอใช้ห้องปฏิบัติการ/ครุภัณฑ์ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา	รหัสเอกสาร : F – 04 ห้องปฏิบัติการ..... เลขที่เอกสาร..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

คำชี้แจง กรุณากรอกข้อมูลให้ครบถ้วนและชัดเจน

ส่วนที่ 1 สำหรับผู้ใช้บริการ

ชื่อ-สกุล..... เบอร์โทร.....

❑ อาจารย์ ❑ เจ้าหน้าที่ ❑ นิสิต รหัสนิสิต.....

สาขาวิชา / หลักสูตร..... คณะ.....

กรณีนิสิต มีอาจารย์ที่ปรึกษาควบคุมดูแลการปฏิบัติ คือ.....

โดยมีวัตถุประสงค์ในการขอใช้ห้องปฏิบัติการ เพื่อ ○ การเรียนการสอน รายวิชา.....

○ จัดกิจกรรม ○ จัดสอบ รายวิชา..... ○ อื่นๆ.....

มีความประสงค์จะขอใช้ห้องปฏิบัติการ ○ ในเวลาราชการ (ระบุช่วงเวลา).....

○ นอกเวลาราชการ (ระบุช่วงเวลา).....

ตั้งแต่วันที่..... ถึงวันที่..... รวมมีกำหนดการใช้งาน..... วัน

โดยข้าพเจ้าขอความอนุเคราะห์ขอใช้ครุภัณฑ์ ตามรายการดังต่อไปนี้

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/หน่วย	หมายเลขครุภัณฑ์

ทั้งนี้ ข้าพเจ้าได้ทราบระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการและครุภัณฑ์ของห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นอย่างดี และยินดีรับผิดชอบค่าเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานห้องปฏิบัติการและครุภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในขณะที่ข้าพเจ้าปฏิบัติงาน

ส่วนที่ 2 สำหรับนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการและผู้ใช้บริการ

❶ บันทึกการขอใช้บริการ ลงชื่อ..... ผู้ใช้บริการ (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ..... **กรณีนิสิต** ลงชื่อ..... อาจารย์ที่ปรึกษา (.....)	❷ ความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ ○ เห็นควรให้ใช้ ○ ไม่เห็นควรให้ใช้ เนื่องจาก..... ลงชื่อ..... นักวิทยาศาสตร์ (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....
❸ ความคิดเห็นของหัวหน้าสาขา/ประธานหลักสูตร ○ อนุมัติ ○ ไม่อนุมัติ เนื่องจาก..... ลงชื่อ..... หัวหน้าสาขา (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....	❹ บันทึกการรับครุภัณฑ์คืน ○ ส่งคืนครบถ้วน สภาพสมบูรณ์ ○ ส่งคืนครบถ้วน สภาพไม่สมบูรณ์ ดังนี้..... ○ ส่งคืนไม่ครบ ขาดรายการที่..... ลงชื่อ..... ผู้ตรวจสอบ (.....) วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ปรับปรุงครั้งที่..... : .....