ฉบับสมบูรณ์
(ตามมติ ครั้งที่ 1 / 2568 เมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2568)
ลงชื่อประธาน/กรรมการฯ
(.....)

ต้นฉบับ

คู่มือปฏิบัติงาน
เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอน เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) โดยวิธีปกติ

ของ

นางรุ้งเพชร แสนสุข

ตำแหน่งวิทยาศาสตร์การแพทย์ ระดับปฏิบัติการ

(ตำแหน่งเลขที่ พวช. 12821)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน

คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล

มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ระดับชำนาญการ

(ตำแหน่งเลขที่ พวช. 12821)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน

คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล

มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

คู่มือปฏิบัติงาน
เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอน เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

โดยวิธีปกติ

ของ

นางรุ้งเพชร แสนสุข

ตำแหน่งวิทยาศาสตร์การแพทย์ ระดับปฏิบัติการ

(ตำแหน่งเลขที่ พวช. 12821)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน

คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล

มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ระดับชำนาญการ

(ตำแหน่งเลขที่ พวช. 12821)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน

คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล

มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ สาขาชีวเคมี (biochemistry) ของภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ให้สามารถปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความราบรื่น รวดเร็ว ประหยัดเวลา รวมทั้งทำให้งานมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยง และความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน เพื่อให้คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้มีประโยชน์ และบรรลุวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ และผู้อ่านได้ทราบและเข้าใจขั้นตอนและแนวทางในการปฏิบัติงานเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือการเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์แก่หน่วยงาน เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานให้กับนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ สามารถเตรียมปฏิบัติการได้อย่างมีคุณภาพ ประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นระบบมากยิ่งขึ้น หากมีข้อเสนอแนะ หรือข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี่ด้วย

ผู้จัดทำ
รุ้งเพชร แสนสุข
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของคู่มือปฏิบัติงาน	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ/คำจำกัดความ	4
บทที่ 2 ภาระหน้าที่ ความรับผิดชอบ	**5**
2.1 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	5
2.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติการ	5
2.3 โครงสร้างการบริหารองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล	7
2.4 โครงสร้างการบริหารองค์กรของภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน	8
บทที่ 3 แนวทางการปฏิบัติงาน	**9**
3.1 ขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงาน	9
3.2 การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในปฏิบัติการ	12
3.3 การทดสอบปฏิกิริยาไบยูเรต (Biuret reaction)	24
3.4 ทดลองทำปฏิบัติการ (Test Lab)	26
3.5 วิธีการใช้งานเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)	33
3.6 วิธีการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์	39
บทที่ 4 ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข	**41**
บทที่ 5 ข้อเสนอแนะ	**44**
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ประวัติผู้เขียน	

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 1	แสดงโครงสร้างการบริหารองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล	7
ภาพที่ 2	แสดงโครงสร้างภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน	8
ภาพที่ 3	แสดงอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับเตรียม biuret reagent	12
ภาพที่ 4	เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง และหน้าจอ	13
ภาพที่ 5	การชั่งสารและการวางภาชนะที่ใช้ชั่งสาร	14
ภาพที่ 6	สารทั้งหมดที่ชั่งใส่ลงในบีกเกอร์แก้วขนาดเล็กที่เตรียมไว้	14
ภาพที่ 7	ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้สารละลายใสไม่มีสี และเกิดไฮโดรเจน	15
ภาพที่ 8	ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ได้สารละลายใสสีฟ้า	15
ภาพที่ 9	ละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรตเตตระไฮเดรต ได้สารละลายใสไม่มีสี	16
ภาพที่ 10	ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ได้สารละลายใสไม่มีสี	16
ภาพที่ 11	แสดงลำดับการผสมสารละลาย	17
ภาพที่ 12	เทสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	18
ภาพที่ 13	เทสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรตเตตระไฮเดรต	18
ภาพที่ 14	เติมน้ำกลั่นเพื่อละลายสาร	18
ภาพที่ 15	เทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10%	18
ภาพที่ 16	เทสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์	18
ภาพที่ 17	เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร	18
ภาพที่ 18	ค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นจนถึงระดับขีดบอกปริมาตร	19
ภาพที่ 19	ใช้หลอดหยด หยดน้ำกลั่น	19
ภาพที่ 20	ผสมสารละลายให้เข้ากัน	19
ภาพที่ 21	biuret reagent ในขวดวัดปริมาตร ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร	19
ภาพที่ 22	ถ่ายสารละลายจากขวดวัดปริมาตร ลงในขวดเก็บสารเคมี ขนาด 1000 มิลลิลิตร	20
ภาพที่ 23	อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับเตรียมสารละลาย	23
ภาพที่ 24	แสดงการชั่งสารละลาย	23
ภาพที่ 25	สารละลายที่เตรียมเสร็จแล้ว	23
ภาพที่ 26	แสดงการทดสอบปฏิกิริยาไบยูเรต (biuret reaction)	24
ภาพที่ 27	แสดงการเกิดปฏิกิริยาไบยูเรต (biuret reaction)	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 28	การเก็บสารละลายในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส	25
ภาพที่ 29	แสดงอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับขั้นตอนการทดลองทำปฏิบัติการ (Test Lab)	27
ภาพที่ 30	เครื่องผสมสารสารละลาย	27
ภาพที่ 31	เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร	27
ภาพที่ 32	ผสมสารในแต่ละหลอดให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที	28
ภาพที่ 33	ตรวจเช็คการวิเคราะห์การทำงานของเครื่อง	33
ภาพที่ 34	อุ่นเครื่อง 20 นาที ก่อนเริ่มวัดตัวอย่าง	33
ภาพที่ 35	หน้าจอหลัก	33
ภาพที่ 36	ปุ่ม GOTOλ เพื่อตั้งค่าความยาวคลื่น	34
ภาพที่ 37	ปุ่มลูกศรเพื่อเพิ่มหรือลดค่าความยาวคลื่น	34
ภาพที่ 38	กดปุ่ม ENTER เพื่อยืนยันค่าความยาวคลื่น	34
ภาพที่ 39	ค่าความยาวคลื่นที่ต้องการ	35
ภาพที่ 40	ใส่สารอ้างอิง	35
ภาพที่ 41	กดปุ่ม ZERO	35
ภาพที่ 42	หลอดคิวเวทท์	35
ภาพที่ 43	การเช็ดด้วยกระดาษทิชชู	36
ภาพที่ 44	ใส่สารตัวอย่างเพื่อวัดค่า	36
ภาพที่ 45	บันทึกผลการทดลอง	36
ภาพที่ 46	แสดงการจัดเตรียมอุปกรณ์-เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปฏิบัติการ	39

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow Chart) ของนักวิทยาศาสตร์การแพทย์	10
ตารางที่ 2 แสดงตารางการปิเปตสารต่าง ๆ	28
ตารางที่ 3 แสดงตารางบันทึกผลการทดลอง	29
ตารางที่ 4 แสดงรายการจัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์	37
ตารางที่ 5 แสดงปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข	41

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช จัดเป็นภาควิชาหนึ่งในกลุ่มภารกิจหลักด้านการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 5 สาขาวิชา ได้แก่ สาขากายวิภาคศาสตร์ สาขาชีวเคมี สาขาเภสัชวิทยา สาขาสรีรวิทยา สาขาสถิติและการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนในระดับปรีคลินิก สำหรับนักศึกษาแพทยศาสตร์ และนักศึกษาวิทยาศาสตร์สุขภาพในหลักสูตรอื่น ๆ ของมหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช เพื่อตอบสนองต่อการผลิตบัณฑิตให้สอดคล้องกับพันธกิจ (Mission) ของภาควิชาคือ จัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ทางแพทย์ที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับในทุกภาคส่วน วิจัยเชิงบูรณาการและต่อยอดนวัตกรรม เพื่อตอบโจทย์การแก้ปัญหาของเขตเมือง บริการความรู้ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐานแก่สังคม ส่งเสริมการพัฒนาทรัพยากรบุคคลสู่การเติบโตที่ยั่งยืน โดยในสาขาชีวเคมีมีการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 1 นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 (สาขาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ สาขารังสีเทคนิค สาขาเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์และห้องผ่าตัด และสาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในสถานพยาบาล) ซึ่งในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ นอกจากอาจารย์ที่รับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนแล้ว จะมีนักวิทยาศาสตร์การแพทย์มีหน้าที่สนับสนุนการเรียนการสอน ตั้งแต่การจัดหาวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปฏิบัติการ การเตรียมทดสอบปฏิบัติการ ขั้นตอนการเตรียมปฏิบัติการ การดูแลความเรียบร้อยระหว่างปฏิบัติการ และการจัดเก็บห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการดูแลเครื่องมือวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการใช้งาน โดยนักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะต้องวางแผนลำดับขั้นตอนการทำงาน เพื่อเตรียมรองรับการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาหลักสูตรดังกล่าว การดำเนินการจัดเตรียมการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของนักศึกษาในแต่ละหัวข้อจะมีรายละเอียดและขั้นตอนการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน สำหรับสาขาชีวเคมี จะมีการเรียนการสอนปฏิบัติการประมาณ 6 ปฏิบัติการ ซึ่งปฏิบัติการหัวข้อเรื่อง การเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) เป็นอีกหนึ่งหัวข้อที่มีการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการให้แก่นักศึกษาหลักสูตรต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ปฏิบัติการเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) เป็นการสอนการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง หรือภาษาอังกฤษคือ Spectrophotometry เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของสารได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ และเป็นเทคนิคพื้นฐานที่ใช้ในงานทางด้านชีวเคมี เนื่องจากให้ความรวดเร็วในการวิเคราะห์ มีความแม่นยำสูง

วิเคราะห์ปริมาณสารที่มีปริมาณน้อยถึงในระดับไมโครกรัมหรือสารที่ต้องการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปสารละลายผสม

เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ใช้ในการตรวจวัดปริมาณของสารละลาย สารเคมี สารชีวโมเลกุล รวมถึงจุลชีพทั้งหลาย เป็นต้น และนอกจากนี้ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐานมีการนำเครื่องมาใช้ในการทดสอบหาความยาวคลื่นสูงสุดของการดูดกลืนแสงของสารละลายสีแดงสีเขียว หาความความเข้มข้นของสารตั้งต้นต่ออัตราเร็วของเอนไซม์ Alkaline phosphatase วัดปริมาณกลูโคสในเลือดโดยอาศัยปฏิกิริยาของเอนไซม์ Glucose oxidase วัดปริมาณ Triglyceride, Total cholesterol และ HDL cholesterol ด้วยวิธี Enzymatic และหาปริมาณของโปรตีนด้วยวิธี Biuret method

การเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอน ในการศึกษาการใช้งานเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงจะศึกษาการหาปริมาณโปรตีนโดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยวิธี Biuret method โดยใช้หลักการการดูดกลืนแสง (absorption) ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ต้องวางแผนการเตรียมปฏิบัติการเพื่อลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน จัดเตรียมอุปกรณ์-เครื่องแก้ว และสารเคมี รวมถึงการทดสอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทุกเครื่องที่ใช้ในปฏิบัติการก่อนการเรียนการสอน ตลอดจนการจัดเก็บดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือหลังเสร็จปฏิบัติการ

ทางผู้เขียนจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดทำคู่มือการเตรียมปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผน การจัดเตรียมปฏิบัติการของนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ให้มีความเป็นระบบมากขึ้น และสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพ และประสิทธิภาพสูงสุด สอดคล้องกับพันธกิจของภาควิชา

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ในการจัดเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophometer)

2. เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เข้าใจขั้นตอนการเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophometer) และสามารถวางแผนการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ

3. เพื่อให้การจัดเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนสาขาวิชาชีวเคมีของภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช มีคุณภาพ และประสิทธิภาพสูงสุด

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีคู่มือปฏิบัติงานสำหรับใช้เป็นแนวทางในการเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ของนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการเตรียมปฏิบัติการให้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพสูงสุด

2. นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ สามารถวางแผนขั้นตอนการเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีคุณภาพ เพื่อให้เป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานเดียวกัน

1.4 ขอบเขตของคู่มือปฏิบัติงาน

คู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ใช้เพื่อเตรียมปฏิบัติการของนักวิทยาศาสตร์การแพทย์สำหรับการเรียนการสอนของสาขาชีวเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช สำหรับนักศึกษาหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 1 นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 (สาขาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ สาขารังสีเทคนิค สาขาเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์และห้องผ่าตัด และสาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในสถานพยาบาล) ที่มีเนื้อหาครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี เครื่องมือวิทยาศาสตร์ จนถึงขั้นตอนการจัดเก็บ และดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือหลังเสร็จปฏิบัติการ และตรวจเช็คเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้พร้อมใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ/คำจำกัดความ

1. Absorbance : A คือ ค่าการดูดกลืนแสง

2. Biuret method คือ การหาปริมาณโปรตีน โดยวัดจากจำนวนพันธะเปปไทด์

3. Biuret reagent คือ น้ำยาตรวจหาปริมาณของโปรตีน

4. Blank คือ สารละลายที่ไม่มีตัวอย่างที่ต้องการวัด

5. Control คือ ตัวควบคุมคุณภาพของการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร และใช้ตรวจสอบความเที่ยงตรง (accuracy) และความแม่นยำ (precision)

6. Cuvette คือ หลอดบรรจุสารตัวอย่าง

7. Spectrophotometer คือ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนแสง

8. Spectrophotometry คือ เทคนิคการวิเคราะห์หาปริมาณของสาร โดยอาศัยความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่นหนึ่ง ๆ

9. Unknown คือ สารที่ไม่ทราบค่าความเข้มข้นของโปรตีน

10.Wavelength, λ คือ ความยาวคลื่น

บทที่ 2
ภาระหน้าที่ ความรับผิดชอบ

2.1 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

1) ด้านการปฏิบัติการ

เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาชีวเคมี สำหรับนักศึกษาทุกหลักสูตรในการเรียนการสอนปฏิบัติการชีวเคมี และควบคุมดูแลนักศึกษาในระหว่างปฏิบัติการเพื่อให้การสอนปฏิบัติการเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน ศึกษา วิเคราะห์ วิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์

2) ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่ได้รับผิดชอบ ร่วมดำเนินการวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการเพื่อให้ดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด เช่น โครงการบริการวิชาการ มีส่วนร่วมในการทำแผนปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐานประจำปี

3) ด้านการประสานงาน

ประสานการทำงานร่วมกันทั้งภายในและภายนอกหน่วยงานหรือส่วนงานในการทำรายการสั่งซื้อประจำปีงบประมาณ ได้แก่ จัดซื้อครุภัณฑ์ประจำปี จัดซื้อวัสดุทั่วไป และวัสดุวิทยาศาสตร์การแพทย์ และซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์

4) ด้านการบริการ

สนับสนุนการถ่ายทอดความรู้ ด้านเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ แก่บุคลากรในหน่วยงาน นักศึกษา และผู้สนใจ

2.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

ข้าพเจ้า นางรุ้งเพชร แสนสุข ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ (ตำแหน่งเลขที่ พวช. 12821) ปฏิบัติงานที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ได้รับมอบหมายจากผู้บังคับบัญชาให้ปฏิบัติงานและรับผิดชอบ ดังนี้

1) เรื่องงานตามหน้าที่

จัดเตรียมการเรียนการสอนปฏิบัติการรายวิชาชีวเคมี สำหรับนักศึกษาหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 1 นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 (สาขาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ สาขารังสีเทคนิค สาขาเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์และห้องผ่าตัด และสาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในสถานพยาบาล) โดยการจัดเตรียมสารเคมี วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำ

การทดลอง เตรียมความพร้อมของปฏิบัติการ อำนวยความสะดวกระหว่างการเรียนการสอน และจัดการหลังการเรียนการสอนเสร็จ

2) เรื่องงานที่ได้รับมอบหมาย

ตรวจสภาพและบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการให้พร้อมใช้งาน เพื่อให้สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา หากตรวจพบความผิดปกติหรือใช้การไม่ได้ ขั้นตอนแรกให้ดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นตามคู่มือฯ หากแก้ไขไม่ได้ติดต่อบริษัทที่เกี่ยวข้องเพื่อขอคำแนะนำ และดำเนินการขอใบเสนอราคาในการซ่อมบำรุง ตรวจสอบสารเคมี วัสดุอุปกรณ์ และของใช้สิ้นเปลืองในห้องปฏิบัติการให้เพียงพอต่อการใช้งานอยู่เสมอ ทำรายการสั่งซื้อประจำปีงบประมาณ เป็นคณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ และตรวจรับพัสดุ ร่วมจัดทำและเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการโครงการบริการวิชาการแก่สังคม

2.3 โครงสร้างการบริหารองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล

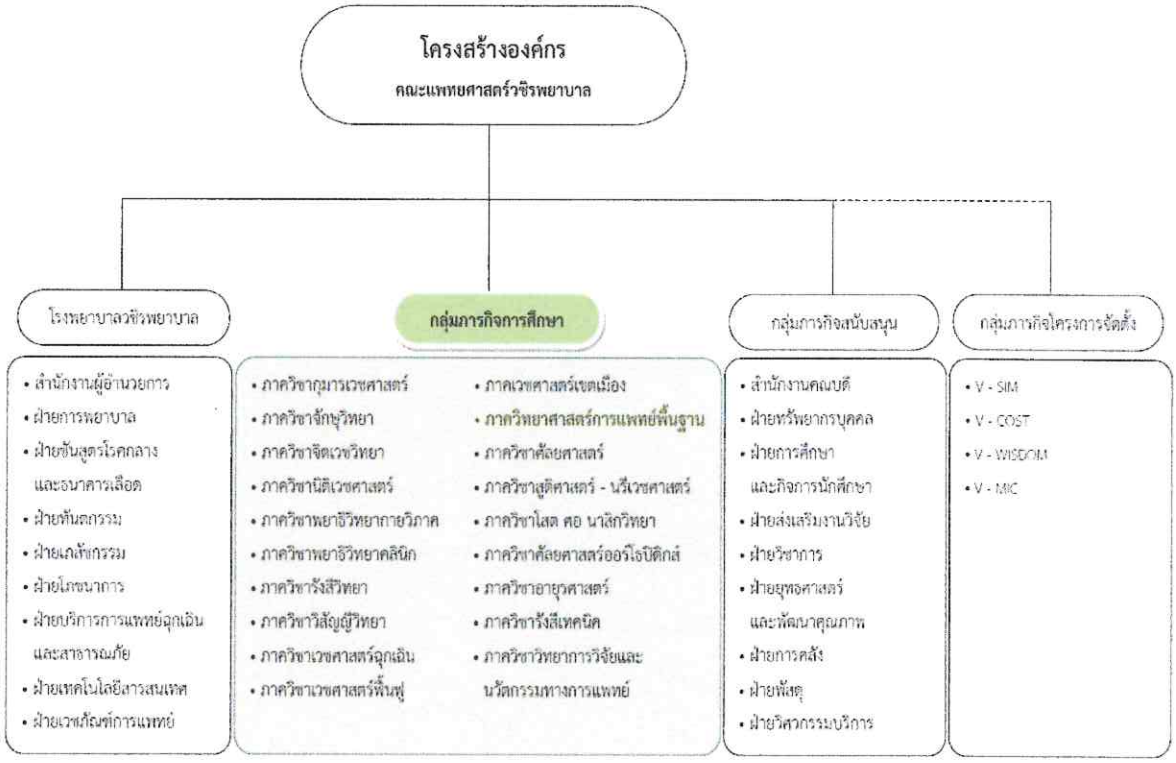
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช แบ่งการบริหารองค์กรออกเป็น 4 กลุ่มภารกิจ ได้แก่

1) โรงพยาบาลวชิรพยาบาล ประกอบด้วย 9 หน่วยงาน

2) กลุ่มภารกิจสนับสนุน ประกอบด้วย 9 หน่วยงาน

3) กลุ่มภารกิจโครงการจัดตั้ง ประกอบด้วย 4 หน่วยงาน

4) กลุ่มภารกิจการศึกษา ประกอบด้วย 19 ภาควิชา ซึ่งภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐานจัดอยู่ในกลุ่มภารกิจการศึกษา



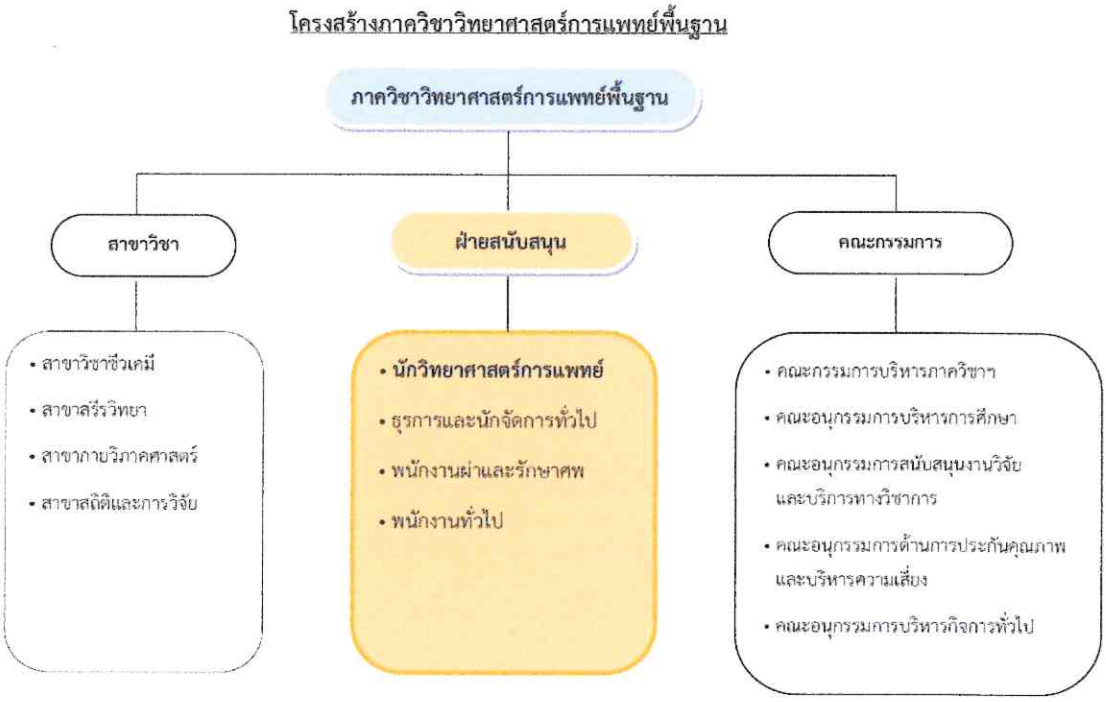
ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างการบริหารองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล

(ที่มา : https://www.vajira.ac.th

2.4 โครงสร้างการบริหารองค์กรของภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน จัดเป็นภาควิชาหนึ่งในกลุ่มภารกิจด้านการศึกษาของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาลตามโครงสร้างของคณะฯ ในข้อบังคับหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ว่าด้วยการแบ่งส่วนงานภายในของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล พ.ศ.2557 ซึ่งประกาศ ณ วันที่ 10 ตุลาคม 2557 โครงสร้างของภาควิชาฯ ประกอบด้วย 5 สาขาวิชา ดังนี้ 1) สาขากายวิภาคศาสตร์ 2) สาขาชีวเคมี 3) สาขาเภสัชวิทยา 4) สาขาสรีรวิทยา และ 5) สาขาสถิติและการวิจัย

และโครงสร้างของภาควิชายังมีฝ่ายสนับสนุนแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ 1) นักวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้ขอรับการประเมินจัดอยู่ในกลุ่มฝ่ายสนับสนุนปฏิบัติงานทางสาขาชีวเคมีเป็นหลัก 2) ธุรการและนักจัดการทั่วไป 3) พนักงานผ่าและรักษาศพ และ 4) พนักงานทั่วไป



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน
(ที่มา : https://sites.google.com/nmu.ac.th/vajira-bms)

บทที่ 3
แนวทางการปฏิบัติงาน

3.1 ขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงาน

การเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) เพื่อให้ง่าย และสะดวกต่อการทำความเข้าใจลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์การแพทย์เพื่อตอบสนองต่อการผลิตบัณฑิตให้สอดคล้องกับพันธกิจ (Mission) ของภาควิชาคือ จัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ทางแพทย์ที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับในทุกภาคส่วน วิจัยเชิงบูรณาการและต่อยอดนวัตกรรม เพื่อตอบโจทย์การแก้ปัญหาของเขตเมือง บริการความรู้ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐานแก่สังคม ส่งเสริมการพัฒนาทรัพยากรบุคคลสู่การเติบโตที่ยั่งยืน โดยในสาขาชีวเคมีมีการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 1 และนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 (สาขาปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์ สาขารังสีเทคนิค สาขาเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์และห้องผ่าตัด และสาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในสถานพยาบาล) นักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะต้องมีการวางแผนเป็นขั้นตอนปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 รับเอกสารประกอบการเรียนการสอน (ตารางสอนปฏิบัติการ) รายวิชาชีวเคมีจากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา เพื่อลงปฏิทินการใช้ห้องปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 2 ประสานงานกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบหัวข้อปฏิบัติการนั้น ๆ เพื่อเตรียมวางแผนการเตรียมปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนการเตรียมปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 4 เตรียมปฏิบัติการตามแผนการเตรียมการเรียนการสอนปฏิบัติการของนักศึกษา

ขั้นตอนที่ 5 ทดลองทำปฏิบัติการ (Test Lab) ก่อนที่จะเริ่มการเรียนการสอนปฏิบัติการของนักศึกษา

ขั้นตอนที่ 6 นักศึกษาทำการทดลองในวันที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 7 จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์เมื่อปฏิบัติการเสร็จเรียบร้อย

ขั้นตอนที่ 8 ดูแล และบำรุงรักษา เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการ

จากขั้นตอนการปฏิบัติงานข้างต้นสามารถสรุปเป็นแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow Chart) ของนักวิทยาศาสตร์สาขาชีวเคมี (ตารางที่ 1) เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับผู้ปฏิบัติงานให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ลดความผิดพลาด และมีประสิทธิภาพ ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow Chart) ของนักวิทยาศาสตร์การแพทย์สาขาชีวเคมี

ลำดับที่	แผนผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง
	เริ่มต้น				
1	รับตารางสอนปฏิบัติการรายวิชา	0.5 วัน	รับตารางสอนปฏิบัติการมาศึกษารายละเอียดหัวข้อปฏิบัติการ และอาจารย์ผู้รับผิดชอบ เพื่อลงปฏิทินการใช้ห้องปฏิบัติการ	อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา/นักวิทยาศาสตร์การแพทย์	ตารางสอนปฏิบัติการชีวเคมี
2	ประสานงานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหัวข้อปฏิบัติการ	1 วัน	ประสานงานกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบหัวข้อปฏิบัติการเพื่อนัดวันและเวลาในการทดสอบก่อนปฏิบัติการและสอบถามรายละเอียดของปฏิบัติการ	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหัวข้อปฏิบัติการ/นักวิทยาศาสตร์การแพทย์	ตารางสอนปฏิบัติการชีวเคมี/เอกสารคู่มือปฏิบัติการ
3	วางแผนเตรียมปฏิบัติการ	1 วัน	- ทำคู่มือสรุปรายการที่ต้องเตรียมเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ - วางแผนในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้เพียงพอกับจำนวนกลุ่มปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์	เอกสารคู่มือปฏิบัติการ
4	เตรียมปฏิบัติการ	2 วัน	เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้พร้อมต่อการใช้งานตามแผนที่วางไว้	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์	เอกสารคู่มือปฏิบัติการ
5	ไม่ได้ผล ทดลองทำปฏิบัติการ 1	1 วัน	ทดลองทำปฏิบัติการ หากผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎีให้ย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 2 ปรึกษากับอาจารย์ผู้รับผิดชอบว่าจะแก้ไขอย่างไร หรือหากได้ผลตามที่ควรจะเป็นแล้วให้จัดเตรียมให้นักศึกษาทำการทดลอง	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหัวข้อปฏิบัติการ/นักวิทยาศาสตร์การแพทย์	เอกสารคู่มือปฏิบัติการ

ตารางที่ 1 แสดงแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow Chart) ของนักวิทยาศาสตร์การแพทย์สาขาชีวเคมี (ต่อ)

ลำดับที่	แผนผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง
6	1 นักศึกษาทำปฏิบัติการจริง	3 ชั่วโมง	นักศึกษาทำปฏิบัติการตามวิธีการทดลอง โดยมีนักวิทยาศาสตร์อำนวยความสะดวกขณะทำปฏิบัติ	อาจารย์ประจำรายวิชา/ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์	เอกสารคู่มือปฏิบัติการ
7	จัดเก็บปฏิบัติการ	0.5 วัน	จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์เมื่อปฏิบัติการเสร็จเรียบร้อย	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์	
8	ดูแล และบำรุงรักษาเครื่องมือ	1 วัน	ดูแล และบำรุงรักษาเครื่องมือที่ใช้ในปฏิบัติการ หากมีชำรุดให้ติดต่อบริษัทเพื่อทำเอกสารซ่อมบำรุงประจำปี	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์	
	สิ้นสุด				

<u>หมายเหตุ</u> ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

เพื่อให้คู่มือปฏิบัติงาน สำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการชีวเคมี สามารถนำไปใช้เพื่อทำความเข้าใจ และเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้ ซึ่งจากขั้นตอนการทำงานที่กล่าวมานั้นสามารถนำมาสรุปเป็นคู่มือเพื่อเป็นแนวทางวิธีการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ได้ดังนี้

3.2 การเตรียมสารเคมีใช้ในปฏิบัติการ

3.2.1 เตรียม biuret reagent ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u> (ภาพที่ 3)

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10% (sodium hydroxide ; NaOH)
2. คอปเปอร์ซัลเฟต (copper (II) sulfate pentahydrate ; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
3. โพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรตเตตระไฮเดรต (potassium sodium tartrate tetrahydrate ; $C_4H_4KNaO_6 \cdot 4H_2O$)
4. โพแทสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide ; KI)
5. ช้อนตักสารสแตนเลส จำนวน 4 อัน
6. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
7. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 1000 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
8. บีกเกอร์แก้ว (beaker) ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
9. บีกเกอร์แก้ว (beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 4 อัน
10. ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) จำนวน 1 อัน
11. ขวดเก็บสาร (duran) ขนาด 1000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด **<u>(ห่อฟอยล์)</u>**
12. แท่งแก้วคนสาร (stirring rod) จำนวน 4 อัน
13. หลอดหยดพลาสติก (dropper) จำนวน 1 อัน
14. อลูมิเนียมฟอยล์สำหรับห่อขวดเก็บสาร
15. เทปกาวหนังไก่
16. ปากกาเขียนเลเบล
17. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

ภาพที่ 3 แสดงอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับเตรียม biuret reagent

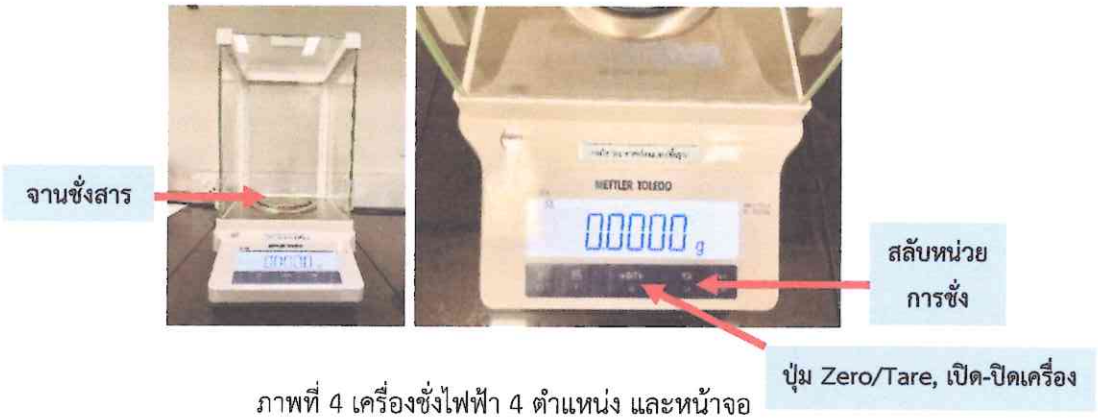
<u>วิธีการเตรียมสาร</u>

1. คำนวณสาร

คำนวณปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้องใช้ในการเตรียมที่ความเข้มข้น 10% (10%NaOH (W/V)) ปริมาตร 300 มิลลิลิตร เท่ากับ 10%NaOH (W/V) x 300 ml = 30 g ทั้งนี้ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร (%weight per volume; %w/v) หมายถึง น้ำหนักของตัวละลายเป็นกรัมในสารละลายปริมาตร 100 ml

2. การชั่งสาร

ก่อนการชั่งสารให้กดปุ่ม Zero/Tare เพื่อเปิดเครื่องชั่ง รอจนเครื่องชั่งพร้อมใช้งาน หลังจากนั้นกดปุ่ม Zero/Tare เพื่อให้เครื่องชั่งแสดงค่าศูนย์ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง และหน้าจอ

วางภาชนะที่ใช้ชั่งสาร (สำหรับการเตรียม biuret reagent แนะนำให้ใช้บีกเกอร์แก้วขนาดเล็กสำหรับชั่งสารเพื่อสะดวกในขั้นตอนการละลายสาร) แล้วกดปุ่มเป็นศูนย์อีกครั้ง สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการหักลบน้ำหนักของภาชนะออกก่อนชั่งสารจริง แล้วจึงใช้ช้อนตักสารตักสารลงในภาชนะที่ใช้ชั่งสารที่วางบนจานชั่งสารให้ได้ปริมาณตามที่ต้องการดังนี้ (ภาพที่ 5-6)

1) ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 30 กรัม (g) ใส่ลงในบีกเกอร์แก้วขนาดเล็กที่เตรียมไว้ เพื่อเตรียมความเข้มข้น 10%NaOH (W/V) ปริมาตร 300 มิลลิลิตร (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร (%weight per volume; %w/v) หมายถึง น้ำหนักของตัวละลายเป็นกรัมในสารละลายปริมาตร 100 ml)

2) ชั่งคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) ปริมาณ 1.5 กรัม (g) ใส่ลงในบีกเกอร์แก้วขนาดเล็กที่เตรียมไว้

3) ชั่งโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรตเตตระไฮเดรต ($C_4H_4KNaO_6 \cdot 4H_2O$) ปริมาณ 6 กรัม (g) ใส่ลงในบีกเกอร์แก้วขนาดเล็กที่เตรียมไว้

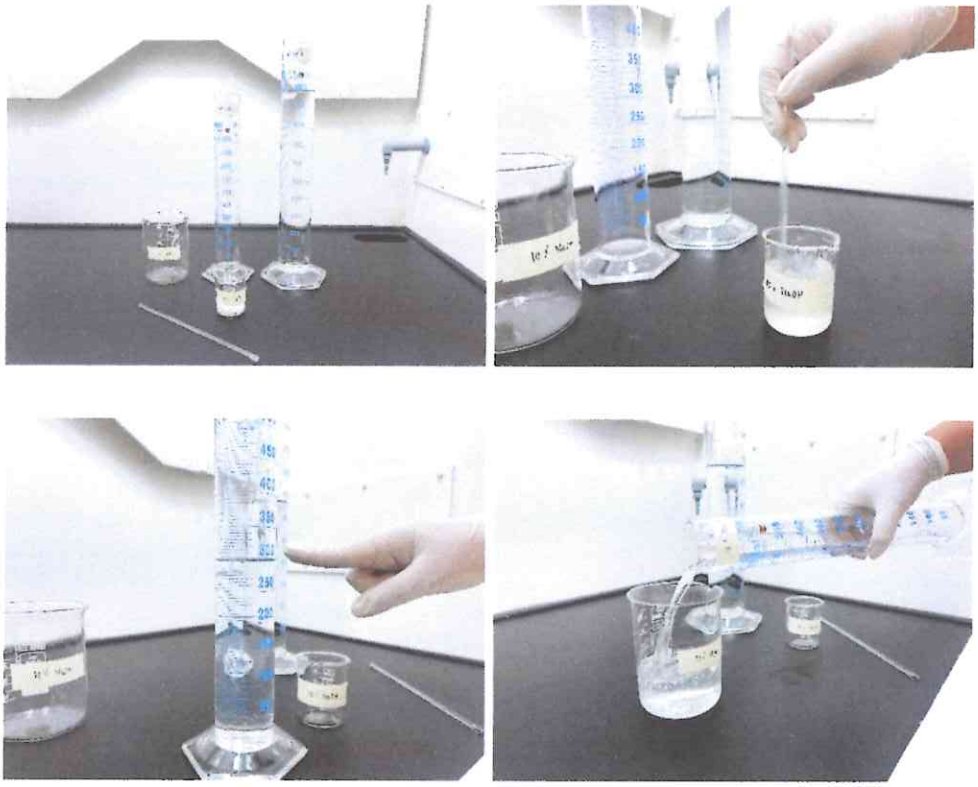
4) ชั่งโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ปริมาณ 6 กรัม (g) ใส่ลงในบีกเกอร์แก้วขนาดเล็กที่เตรียมไว้

ภาพที่ 5 การชั่งสารและการวางภาชนะที่ใช้ชั่งสาร

ภาพที่ 6 สารทั้งหมดที่ชั่งใส่ลงในบีกเกอร์แก้วขนาดเล็กที่เตรียมไว้

3. การละลายสาร

1) ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10% (10%NaOH (W/V)) ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยคนจนสารละลายจนหมด ปรับปริมาตรสารโดยการเติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 300 มิลลิลิตร ในกระบอกตวงขนาด 500 มิลลิลิตร เทสารลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ได้สารละลายใสไม่มีสีและเกิดไฮโดรเจน (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้สารละลายใสไม่มีสี และเกิดไฮโดรเจน

2) ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยคนจนสารละลายจนหมด ได้สารละลายใสสีฟ้า (ภาพที่ 8)

ภาพที่ 8 ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ได้สารละลายใสสีฟ้า

3) ละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรตเตตระไฮเดรต ($C_4H_4KNaO_6 \cdot 4H_2O$) ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยคนจนสารละลายจนหมด ได้สารละลายใสไม่มีสี (ภาพที่ 9)

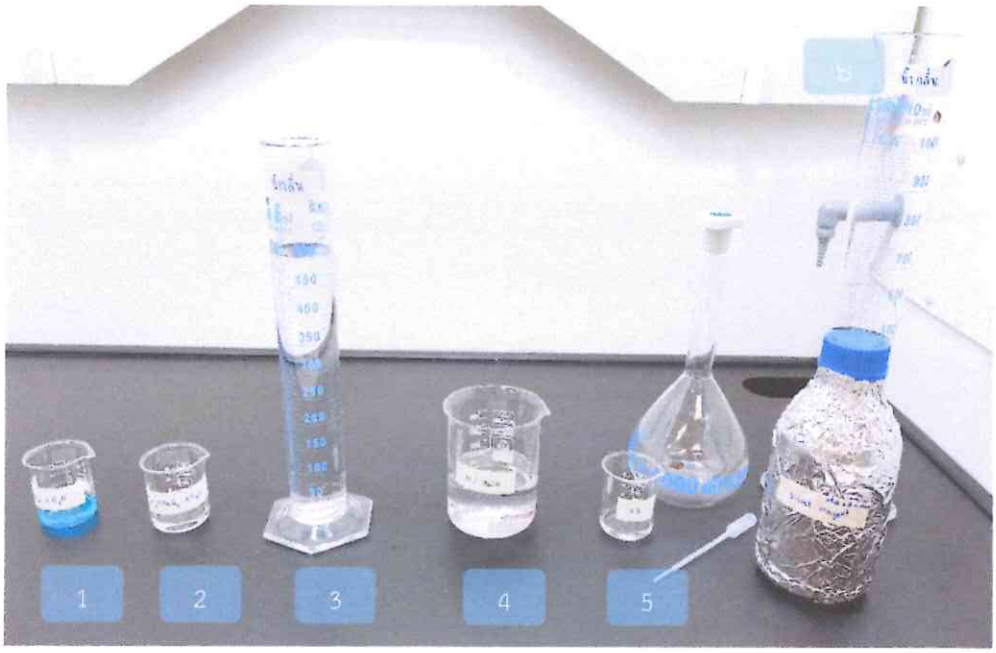
ภาพที่ 9 ละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรตเตตระไฮเดรต ได้สารละลายใสไม่มีสี

4) ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยคนจนสารละลายจนหมด ได้สารละลายใสไม่มีสี (ภาพที่ 10)

ภาพที่ 10 ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ได้สารละลายใสไม่มีสี

4. การผสมสารละลาย

เทสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), สารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรตเตตระไฮเดรต ($C_4H_4KNaO_6 \cdot 4H_2O$) ตามลำดับ เทผสมสารละลายลงในขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 1000 มิลลิลิตร (ภาพที่ 11-13) เติมน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร (เพื่อละลายสารให้ได้ปริมาตร 3/4 ของขวด) (ภาพที่ 14) หลังจากนั้นเทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10% (10%NaOH (W/V)) ปริมาตร 300 มิลลิลิตร (ที่เตรียมไว้ก่อนหน้า) (ภาพที่ 15) เทสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) เป็นลำดับสุดท้าย (ภาพที่ 16) หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตร (ภาพที่ 17) โดยค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นจนถึงระดับขีดบอกปริมาตรบนคอขวด (ภาพที่ 18) โดยค่อย ๆ ใช้หลอดหยด (dropper) หยดน้ำกลั่นทีละน้อย ๆ จนครบปริมาตรที่ต้องการ (ภาพที่ 19) ผสมสารละลายให้เข้ากันอีกครั้งโดยการปิดจุกขวดวัดปริมาตรแล้วคว่ำขวดจากบนลงล่างก่อนเก็บสารละลาย (ภาพที่ 20-21)



ภาพที่ 11 แสดงลำดับการผสมสารละลาย

1. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต
2. สารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรตเตตระไฮเดรต
3. น้ำกลั่น
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10%
5. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์

ภาพที่ 12 เทสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต

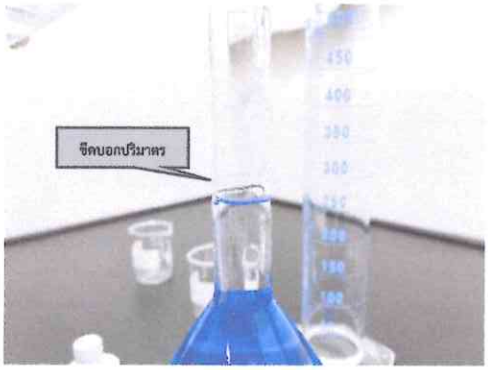
ภาพที่ 13 เทสารละลายโพแทสเซียมโซเดียม ทาร์เทรตเตตระไฮเดรต

ภาพที่ 14 เติมน้ำกลั่นเพื่อละลายสาร ให้ได้ปริมาตร 3/4 ของขวด

ภาพที่ 15 เทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10%

ภาพที่ 16 เทสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์

ภาพที่ 17 เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร



ภาพที่ 18 ค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นจนถึงระดับขีดบอกปริมาตร

ภาพที่ 19 ใช้หลอดหยด หยดน้ำกลั่น

ภาพที่ 20 ผสมสารละลายให้เข้ากัน

ภาพที่ 21 biuret reagent ในขวดวัดปริมาตรปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

5. การเก็บสารละลาย

ถ่ายสารละลายจากขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 1000 มิลลิลิตร ที่ผสมสารละลายไว้ลงในขวดเก็บสารเคมี (duran) ขนาด 1000 มิลลิลิตร (ห่อฟอยล์ เพื่อป้องกันการโดนแสง) ปิดฝาขวดแล้วคว่ำขวดจากบนลงล่างเพื่อผสมสารละลายให้เข้ากันอีกครั้ง และปิดฉลากเขียนชื่อสาร วันที่เตรียมสาร และนำไปเก็บในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 22)

ภาพที่ 22 ถ่ายสารละลายจากขวดวัดปริมาตร ลงในขวดเก็บสารเคมี ขนาด 1000 มิลลิลิตร

3.2.2 เตรียมสารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (standard BSA) ความเข้มข้น 10 mg/ml ปริมาตร 150 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด

อุปกรณ์และสารเคมี (ภาพที่ 23)

1. Bovine serum albumin (standard BSA)
   ข้อควรระวัง สารเก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส ควรนำสารออกมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องสักพักก่อนนำสารไปชั่ง
2. จานพลาสติกชั่งสาร จำนวน 1 อัน
3. ช้อนตักสารสแตนเลส จำนวน 1 อัน
4. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
5. ขวดเก็บสาร (duran) ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
6. เทปกาวหนังไก่
7. ปากกาเขียนเลเบล
8. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

วิธีการเตรียมสาร

1. คำนวณสาร

คำนวณปริมาณสารละลายมาตรฐาน BSA (ความเข้มข้น 10 mg/ml) โดยนำความเข้มข้นของสารที่เตรียม (หน่วย มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) คูณกับปริมาตรที่ต้องการเตรียม (หน่วยมิลลิลิตร) จะได้ปริมาณสารที่ต้องชั่งเท่ากับ 10 mg/ml × 150 ml = 1500 mg จากนั้นเปลี่ยนหน่วยมิลลิกรัม (mg) เป็นกรัม (g) ซึ่งคำนวณได้ดังนี้ (1500 ÷ 1000 = 1.5 g) จากสูตร $g = \frac{\text{mg}}{1000}$

2. การชั่งสาร

ชั่งสารละลายมาตรฐาน BSA (ความเข้มข้น 10 mg/ml) ปริมาณ 1.5 กรัม (ภาพที่ 24)

3. การละลายสาร

เติมน้ำกลั่นปริมาตร 150 มิลลิลิตร ค่อย ๆ เขย่าขวดเบา ๆ (เนื่องจากสารละลายมีฟองเยอะ) ละลายให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (ภาพที่ 25)

4. การเก็บสารละลาย

เก็บสารละลายที่เตรียมเสร็จแล้วไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 28)

3.2.3 Control ความเข้มข้น 7 mg/ml ปริมาตร 40 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด

(ความเข้มข้นที่เตรียมนั้นขึ้นอยู่กับอาจารย์ประจำปฏิบัติการกำหนด)

อุปกรณ์และสารเคมี (ภาพที่ 23)

1. Bovine serum albumin (standard BSA)

ข้อควรระวัง สารเก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส ควรนำสารออกมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องสักพักก่อนนำสารไปชั่ง

2. จานพลาสติกชั่งสาร จำนวน 1 อัน
3. ช้อนตักสารสแตนเลส จำนวน 1 อัน
4. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
5. ขวดเก็บสาร (Duran) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
6. เทปกาวหนังไก่
7. ปากกาเคมี
8. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

วิธีการเตรียมสาร

1. คำนวณสาร

คำนวณสารละลายมาตรฐาน BSA (ความเข้มข้น 7 mg/ml) โดยนำความเข้มข้นของสารที่เตรียม (หน่วยมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) คูณกับปริมาตรที่ต้องการเตรียม (หน่วยมิลลิลิตร) จะได้ปริมาณสารที่ต้องชั่งเท่ากับ 7 mg/ml × 40 ml = 280 mg จากสูตร $g = \frac{\text{mg}}{1000}$

2. การชั่งสาร

ชั่งสารละลายมาตรฐาน BSA (ความเข้มข้น 7 mg/ml) ปริมาณ 280 มิลลิกรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร (ภาพที่ 24)

3. การละลายสาร

เติมน้ำกลั่นปริมาตร 40 มิลลิลิตร ค่อย ๆ เขย่าขวดเบา ๆ (เนื่องจากสารละลายมีฟองเยอะ) ละลายให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (ภาพที่ 25)

4. การเก็บสารละลาย

เก็บสารละลายที่เตรียมเสร็จแล้วไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 28)

3.2.4 สารละลาย unknown BSA ความเข้มข้น 5 mg/ml ปริมาตร 40 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด

(ความเข้มข้นที่เตรียมนั้นขึ้นอยู่กับอาจารย์ประจำปฏิบัติการกำหนด)

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u> (ภาพที่ 23)

1. Bovine serum albumin (standard BSA)

<u>ข้อควรระวัง</u> สารเก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส ควรนำสารออกมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องสักพักก่อนนำสารไปชั่ง

2. จานพลาสติกชั่งสาร จำนวน 1 อัน
3. ช้อนตักสารสแตนเลส จำนวน 1 อัน
4. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
5. ขวดเก็บสาร (duran) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด
6. เทปกาวหนังไก่
7. ปากกาเขียนเลเบล
8. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

<u>วิธีการเตรียมสาร</u>

1. คำนวณสาร

คำนวณความเข้มข้นของสารที่ต้องการ โดยนำความเข้มข้นของสารที่เตรียม (หน่วยมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) คูณกับปริมาตรที่ต้องการเตรียม (หน่วยมิลลิลิตร) จะได้ปริมาณสารที่ต้องชั่งเท่ากับ 5 mg/ml × 40 ml = 200 mg จากสูตร $g = \frac{\mathbf{mg}}{\mathbf{1000}}$

2. การชั่งสาร

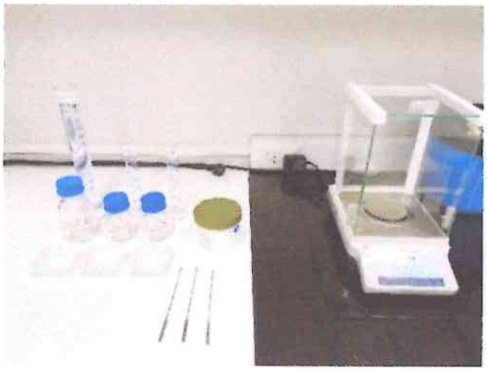
ชั่งสารละลายมาตรฐาน BSA (ความเข้มข้น 5 mg/ml) ปริมาณ 200 มิลลิกรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร (ภาพที่ 24)

3. การละลายสาร

เติมน้ำกลั่นปริมาตร 40 มิลลิลิตร ค่อย ๆ เขย่าขวดเบา ๆ (เนื่องจากสารละลายมีฟองเยอะ) ละลายให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (ภาพที่ 25)

4. การเก็บสารละลาย

เก็บสารละลายที่เตรียมเสร็จแล้วไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 23 อุปกรณ์และสารเคมี
สำหรับเตรียมสารละลาย

ภาพที่ 24 แสดงการชั่งสารละลาย

ภาพที่ 25 สารละลายที่เตรียมเสร็จแล้ว

3.3 การทดสอบปฏิกิริยาไบยูเรต (Biuret reaction)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (standard BSA) ความเข้มข้น 10 mg/ml ที่เตรียมไว้
2. Biuret reagent ที่เตรียมไว้
3. หลอดหยดพลาสติก (dropper) จำนวน 2 อัน
4. หลอดทดลองแก้วเปล่า (testtube) จำนวน 1 หลอด
5. Rack เหล็กใส่หลอดทดลองแก้ว จำนวน 1 อัน

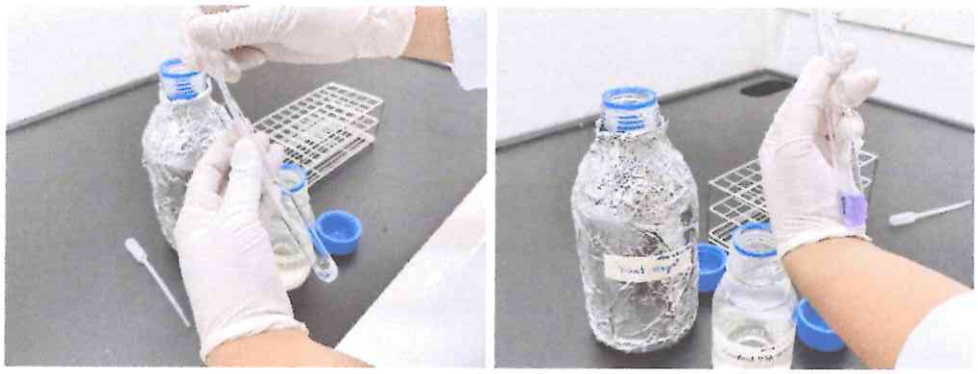
วิธีการทดสอบ

การทดสอบโปรตีนสามารถทดสอบได้ด้วยปฏิกิริยาไบยูเรต โดยให้โปรตีนทำปฏิกิริยากับสารละลาย $CuSO_4$ ในสารละลายเบส NaOH หรือ KOH จะได้สารละลายสีม่วง โดยสามารถทดสอบปฏิกิริยาได้ดังนี้

1) ใช้หลอดหยดพลาสติก (Dropper) ดูดสารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (standard BSA) ความเข้มข้น 10 mg/ml ที่เตรียมไว้ ปริมาตรประมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองแก้วเปล่า (ภาพที่ 26)

2) หยด biuret reagent ที่เตรียมไว้ ปริมาตรประมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองแก้วที่ใส่สารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (standard BSA) (ภาพที่ 26)

3) ถ้าสารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (standard BSA) ทำปฏิกิริยากันกับ biuret reagent จะเปลี่ยนเป็นสารละลายสีม่วง (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 26 แสดงการทดสอบปฏิกิริยาไบยูเรต (biuret reaction)

ภาพที่ 27 แสดงการเกิดปฏิกิริยาไบยูเรต (biuret reaction)
โดยที่โปรตีนทำปฏิกิริยากับ biuret reagent (สารละลายสีน้ำเงิน) จะได้สารละลายสีม่วง

เมื่อทำการทดสอบปฏิกิริยาไบยูเรต (biuret reaction) เสร็จเรียบร้อย นำสารละลายทั้งหมดที่เตรียม (biuret reagent, สารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (standard BSA), control, สารละลาย unknown BSA) เก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 28)

ภาพที่ 28 การเก็บสารละลายในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส

3.4 ทดลองทำปฏิบัติการ (Test Lab)

อุปกรณ์และสารเคมี (ภาพที่ 29-31)

1. สารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (standard BSA) ความเข้มข้น 10 mg/ml ปริมาตร 4 มิลลิลิตร
2. Biuret reagent ปริมาตร 35 มิลลิลิตร
3. Control ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
4. สารละลาย unknown BSA (ไม่ทราบความเข้มข้น) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
5. น้ำกลั่น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
6. หลอดทดลองแก้วเปล่า (test tube) จำนวน 6 หลอด
7. Rack เหล็กใส่หลอดทดลองแก้ว จำนวน 1 อัน
8. Rack เหล็กใส่ tube ขนาด 50 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
9. คิวเวทท์พลาสติก (Plastic cuvette) ขนาด 3 มิลลิลิตร จำนวน 8 อัน
10. Rack โฟมใส่ Plastic cuvette จำนวน 1 อัน
11. Pipettepump จำนวน 1 อัน
12. ลูกยางขนาด 1 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
13. ลูกยางขนาด 5 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
14. ปิเปตแก้ว (seropipette) ขนาด 1 มิลลิลิตร จำนวน 2 อัน
15. ปิเปตแก้ว (seropipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
16. กล่องใส่ tips ขนาด 1000 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน
17. เครื่องดูดสารละลายอัตโนมัติ (Autopipette) ขนาด 1000 ไมโครลิตร จำนวน 1 อัน
18. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) จำนวน 1 เครื่อง
19. เครื่องผสมสารสารละลาย (Vortex mixer) จำนวน 1 เครื่อง
20. ถังขยะใส่ถุงขยะสีดำ จำนวน 1 ถัง
21. ถังใส่น้ำยาล้างเครื่องแก้ว จำนวน 1 ถัง
22. ปากกาสำหรับเขียนเลเบล จำนวน 1 ด้าม
23. เทปกาวสำหรับติดเลเบล จำนวน 1 อัน
24. ตะกร้าใส่ของ จำนวน 1 ใบ

ภาพที่ 29 แสดงอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับขั้นตอนการทดลองทำปฏิบัติการ (Test Lab)

ภาพที่ 30 เครื่องผสมสารสารละลาย

ภาพที่ 31 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง
ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

วิธีการทดลอง

1) เตรียมหลอดทดลอง 8 หลอด หลอดที่ 1 – 6 สำหรับใส่สารละลายมาตรฐาน BSA หลอดที่ 7 สำหรับสารละลาย control ส่วนหลอดที่ 8 สำหรับสารละลาย unknown BSA

2) ปิเปตสารต่าง ๆ ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงตารางการปิเปตสารต่าง ๆ

หลอดที่ / สารละลาย (ml)	1	2	3	4	5	6	7	8
Standard BSA (10 mg/ml)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1		
น้ำกลั่น	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0		
Control							1	
Unknown								1
Biuret reagent	4	4	4	4	4	4	4	4

3) ผสมสารในแต่ละหลอดให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมสารสารละลาย (Vortex mixer)

4) ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที (ภาพที่ 32)

ภาพที่ 32 ผสมสารในแต่แต่ละหลอดให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที

5) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่องเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (หมายเหตุ ดูวิธีการใช้งานเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) รุ่น V5100/UV5100 หน้าที่ 27)

6) บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 3 แสดงตารางบันทึกผลการทดลอง

หลอดที่ / สารละลาย (ml)	1	2	3	4	5	6	7 (control)	8 (unknown)
ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน	-	2	4	6	8	10	7.06	5.02
OD 540	0	0.115	0.218	0.318	0.409	0.515	0.374	0.266

***Control (หลอดที่ 7)**

- ใช้สำหรับควบคุมคุณภาพของการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารและใช้ตรวจสอบความเที่ยงตรง (accuracy) และความแม่นยำ (precision) โดย control ที่ใช้ในการทดลองนี้ มีความเข้มข้นของ protein เท่ากับ 7 mg/ml
- ค่าที่วัดได้อยู่ในช่วง 6.5-7.5 mg/ml ถือว่าค่าที่ได้การตรวจวิเคราะห์นั้น ๆ อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

7) คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

(เลือกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานหลอดที่ 4 มาคำนวณ)

จากสูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

$10 \times 0.6 = C_2 \times 1$

$C_2 = 10 \times 0.6 / 1$

$C_2 = 6$ mg/ml

สรุปได้ว่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานหลอดที่ 4 เท่ากับ 6 mg/ml

C_1 = ความเข้มข้นเริ่มต้น = 10 mg/ml
V_1 = ปริมาตรเริ่มต้น = 0.6 ml

C_2 = ความเข้มข้นสุดท้าย = ...
V_2 = ปริมาตรสุดท้าย = 1 ml

8) คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายจากค่าคงที่ extinction coefficient (ε)

จากสูตร A = εbc

A, OD. = ค่าการดูดกลืนแสง
b = ขนาดของคิวเวทท์
c = ความเข้มข้นของสารละลาย
ε = extinction coefficient

O.D. = constant × concentration (C)

$\frac{O.D.}{C}$ = constant

$\frac{OD_{unknown}}{C_{unknown}}$ = constant ---- 1

$$\frac{OD_{unknown}}{C_{unknown}} = \frac{OD_{standard}}{C_{standard}}$$

$\frac{OD_{standard}}{C_{standard}}$ = constant ---- 2

$$C_{unknown} = \frac{OD_{unknown}}{OD_{standard}} \times C_{standard}$$

• คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย control (เลือกมา 1 ความเข้มข้น)

(เตรียม control ความเข้มข้น 7 mg/ml)

ตัวอย่าง *(เลือกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานหลอดที่ 4 มาคำนวณ)*

$C_{control} = (OD_{control}) / (OD_{standard}) \times C_{standard}$

$C_{control} = (0.374 / 0.318) \times 6$

$C_{control} = 7.06$ mg/ml

สรุปได้ว่าความเข้มข้นของสารละลาย control (หลอดที่ 7) เท่ากับ 7.06 mg/ml

• คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย unknown (เลือกมา 1 ความเข้มข้น)

(เตรียม unknown BSA ความเข้มข้น 5 mg/ml)

ตัวอย่าง *(เลือกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานหลอดที่ 4 มาคำนวณ)*

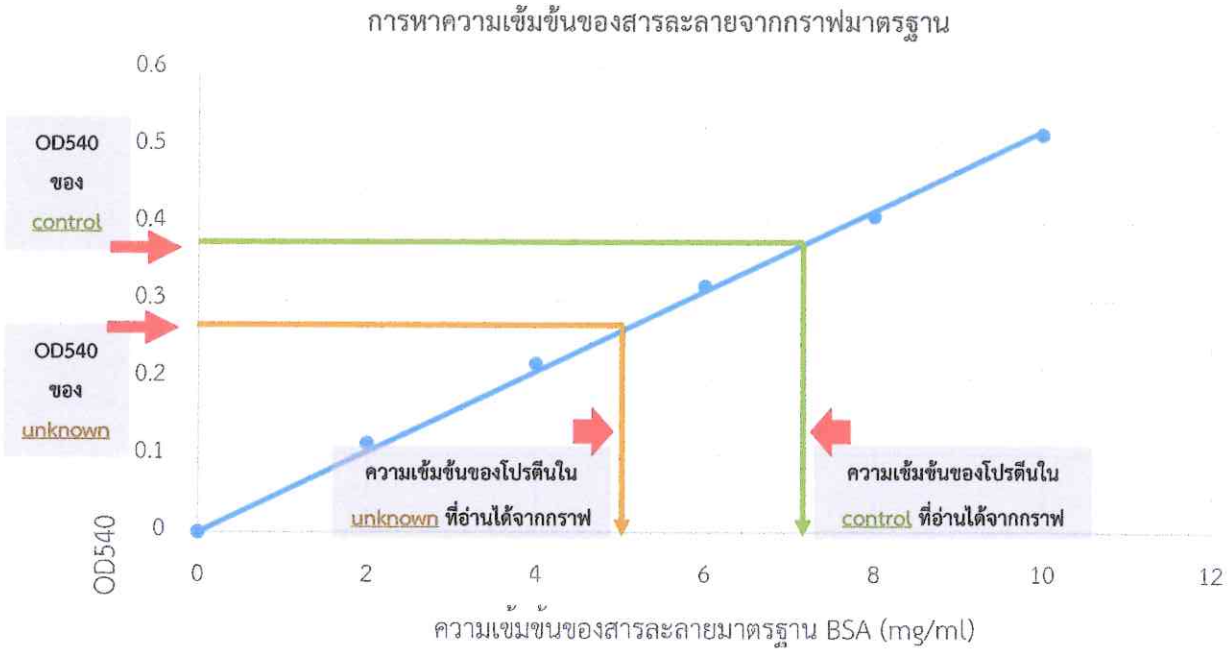
$C_{unknown} = (OD_{unknown}) / (OD_{standard}) \times C_{standard}$

$C_{unknown} = (0.266) / (0.318) \times 6$

$C_{unknown} = 5.02$ mg/ml

สรุปได้ว่าความเข้มข้นของสารละลาย unknown (หลอดที่ 8) เท่ากับ 5.02 mg/ml

9) กราฟของสารละลายมาตรฐาน BSA



แกน X แสดง ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน BSA หรือ ตัวแปรต้นที่ต้องการหาค่า
แกน Y แสดง OD540 หรือ ตัวแปรตามที่จะแปรผันไปตามตัวแปรต้น

จากกราฟแสดงการหาความเข้มข้นของสารละลายจากกราฟมาตรฐาน BSA ในหลอดที่ 7 สารละลาย control วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (OD540) เท่ากับ 0.374 ความเข้มข้นของโปรตีนใน control ที่อ่านได้จากกราฟ เท่ากับ 7 mg/ml ซึ่งตรงกับที่นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เตรียมสารละลาย control ความเข้มข้น 7 mg/ml และในหลอดที่ 8 สารละลาย unknown BSA (ไม่ทราบความเข้มข้น) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (OD540) เท่ากับ 0.266 ความเข้มข้นของโปรตีนใน unknown BSA ที่อ่านได้จากกราฟ เท่ากับ 5 mg/ml ซึ่งตรงกับที่นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เตรียมสารละลาย unknown BSA ความเข้มข้น 5 mg/ml

3.5 วิธีการใช้งานเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Metash รุ่น V5100/UV5100

1. เสียบปลั๊ก เปิดเครื่อง และระบบจะเริ่มทำงานด้วยตัวเอง

<u>หมายเหตุ</u> ในระหว่างที่เครื่องทำงาน ห้ามเปิดฝาช่องใส่ตัวอย่าง

2. เมื่อโปรแกรมตรวจเช็คการวิเคราะห์ทำงานของเครื่องเสร็จ ระบบจะเข้าสู่สภาวะในการอุ่นเครื่อง 20 นาที ก่อนเริ่มวัดตัวอย่าง (ภาพที่ 33-34)

ภาพที่ 33 ตรวจเช็คการวิเคราะห์การทำงานของเครื่อง

ภาพที่ 34 อุ่นเครื่อง 20 นาที ก่อนเริ่มวัดตัวอย่าง

3. หลังจากที่อุ่นเครื่อง 20 นาที ระบบจะเข้าสู่หน้าจอหลัก กดปุ่ม MODE เพื่อเปลี่ยนฟังก์ชัน ประกอบด้วย 5 ฟังก์ชัน ดังนี้ T A C F และฟังก์ชันการทำงาน (ภาพที่ 35)

ภาพที่ 35 หน้าจอหลัก

1) โหมด T ใช้ในการวัดค่าการส่องผ่านแสงของตัวอย่างที่มีความยาวคลื่นคงที่

2) โหมด A ใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ความยาวคลื่นคงที่ (ในการเตรียมเครื่อง spectrophotometer นักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะ SET โหมดนี้ไว้ให้)

3) โหมด C-Standard Curve Method ใช้ในการหาความเข้มข้นของสารตัวอย่าง ในการสร้างกราฟมาตรฐานจากสารมาตรฐาน

4) โหมด F-coefficient Method ใช้สร้างสมการโดยใส่ค่าตัวแปรในสมการ

5) ฟังก์ชันตั้งค่าการทำงาน กดปุ่ม SET บนแป้นกด เพื่อเข้าสู่การตั้งค่าต่าง ๆ (เฉพาะในโหมด T และ A) เช่น การเปิด-ปิดแหล่งกำเนิดแสง Dark Current การสอบเทียบความยาวคลื่นและการตั้งค่าเริ่มต้น เป็นต้น

4. กดปุ่ม ENTER เพื่อเข้าสู่การวัดตัวอย่าง

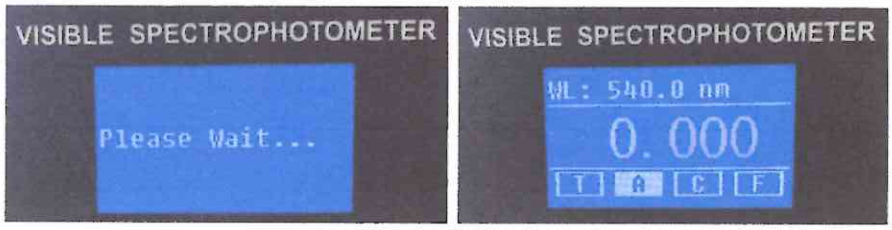
5. กดปุ่ม GOTOλ เพื่อตั้งค่าความยาวคลื่น (กดปุ่มลูกศรเพื่อเพิ่มหรือลดค่าความยาวคลื่น) จากนั้นกดปุ่ม ENTER เพื่อยืนยันค่าความยาวคลื่น (ภาพที่ 36-39)

***** ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 จนถึงขั้นตอนที่ 5 นักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะตั้งค่าเครื่องไว้ให้นักศึกษาก่อนเริ่มทำปฏิบัติการ) *****

ภาพที่ 36 ปุ่ม GOTOλ เพื่อตั้งค่าความยาวคลื่น

ภาพที่ 37 ปุ่มลูกศรเพื่อเพิ่มหรือลดค่าความยาวคลื่น

ภาพที่ 38 กดปุ่ม ENTER เพื่อยืนยันค่าความยาวคลื่น



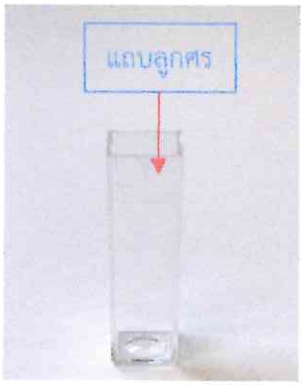
ภาพที่ 39 ค่าความยาวคลื่นที่ต้องการ

6. ใส่สารอ้างอิง (Blank) ลงในช่องใส่ตัวอย่าง กดปุ่ม ZERO เพื่อตั้งค่า 100%T หรือ OAbs (ภาพที่ 40-41)

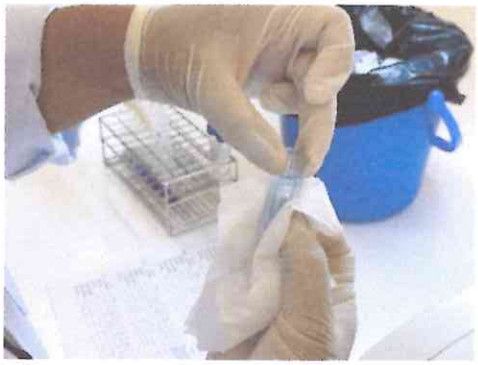
ภาพที่ 40 ใส่สารอ้างอิง

ภาพที่ 41 กดปุ่ม ZERO

(คิวเวทท์ที่ใช้ควรจะสะอาด หากพบรอยบนคิวเวทท์ ควรเช็ดด้วยกระดาษทิชชูให้สะอาดก่อนใส่ลงไป และหันแถบลูกศรเข้าหาลำแสง) (ภาพที่ 42-43)

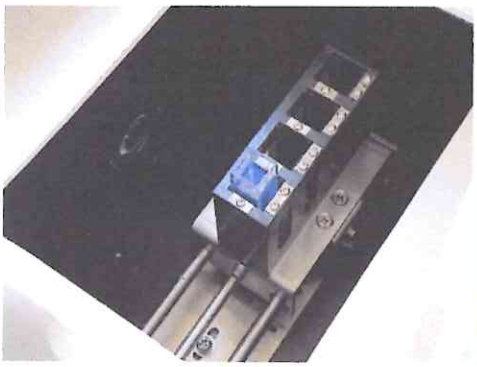


ภาพที่ 42 หลอดคิวเวทท์ (ปฏิบัติการนี้เลือกใช้คิวเวทท์พลาสติกขนาด 3 มิลลิลิตร



ภาพที่ 43 การเช็ดด้วยกระดาษทิชชู

7. ใส่สารละลายที่ต้องการวัดในช่องใส่ตัวอย่างเพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ค่า OD จะแสดงบนหน้าจอ บันทึกผลการทดลอง (ภาพที่ 44-45)



ภาพที่ 44 ใส่สารตัวอย่างเพื่อวัดค่า

ภาพที่ 45 บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4 แสดงรายการจัดเตรียมอุปกรณ์-เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาแต่ละกลุ่ม (ภาพที่ 46)

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์-เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์	จำนวนต่อกลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
	อุปกรณ์-เครื่องแก้ว			
1	หลอดทดลองแก้วเปล่า (test tube) ขนาด 16x150 มิลลิเมตร (mm)	6	หลอด	
2	Rack เหล็กใส่หลอดทดลองแก้ว ขนาด 16x150 มิลลิเมตร (mm)	1	อัน	
3	Rack เหล็กใส่ tube ขนาด 50 มิลลิเมตร (mm)	1	อัน	
4	คิวเวทท์พลาสติก (plastic cuvette) ขนาด 3 มิลลิลิตร (ml)	8	อัน	
5	Rack โฟมใส่ plastic cuvette	1	อัน	
6	กล่องใส่ tips ขนาด 1000 มิลลิลิตร (ml)	1	กล่อง	
7	ปิเปตแก้ว (seropipette) ขนาด 1 มิลลิลิตร (ml)	2	อัน	
8	ปิเปตแก้ว (seropipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร (ml)	1	อัน	
9	Pipettepump	1	อัน	
10	ลูกยางขนาด 1 มิลลิลิตร (ml)	1	อัน	
11	ลูกยางขนาด 5 มิลลิลิตร (ml)	1	อัน	
12	ถังขยะใส่ถุงขยะสีดำ	1	ถัง	
13	ถังใส่น้ำยาล้างเครื่องแก้วสำหรับแช่ปิเปตแก้ว (seropipette)	-	-	2 ถัง วางไว้ใช้ร่วมกัน
14	ถังใส่น้ำยาล้างเครื่องแก้วสำหรับคิวเวทท์พลาสติก (plastic cuvette)	-	-	2 ถัง วางไว้ใช้ร่วมกัน
15	ถุงมือ ขนาด XS, S, M และ L	-	-	2 ชุด วางไว้ใช้ร่วมกัน
16	อุปกรณ์ทำความสะอาด (กระดาษทิชชู่ แอลกอฮอล์ 70%)	1	ชุด	
17	ตะกร้าใส่ของ	1	ใบ	

ตารางที่ 4 แสดงจัดเตรียมอุปกรณ์-เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาแต่ละกลุ่ม (ต่อ) (ภาพที่ 46)

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์-เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (ต่อ)	จำนวนต่อกลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
	สารเคมี			
1	สารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (standard BSA) เข้มข้น 10 mg/ml	4	มิลลิลิตร (ml)	ใส่ tube ขนาด 15 มิลลิลิตร (ml)
2	Control	1	มิลลิลิตร (ml)	ใส่หลอดทดลองแก้ว ขนาด 16x150 มิลลิเมตร (mm)
3	สารละลาย unknown BSA (ไม่ทราบความเข้มข้น)	1	มิลลิลิตร (ml)	ใส่หลอดทดลองแก้ว ขนาด 16x150 มิลลิเมตร (mm)
4	Biuret reagent	35	มิลลิลิตร (ml)	**ห่อฟอยล์** ใส่ tube ขนาด 50 มิลลิเมตร (mm)
5	น้ำกลั่น	10	มิลลิลิตร (ml)	ใส่ tube ขนาด 15 มิลลิลิตร (ml)
	เครื่องมือวิทยาศาสตร์			
1	เครื่องดูดสารละลายอัตโนมัติ (autopipette) ขนาด 1000 ไมโครลิตร (µl)	1	อัน	
2	เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) รุ่น V5100/UV5100	-	-	1 เครื่องต่อโต๊ะปฏิบัติการ
3	เครื่องผสมสารสารละลาย (vortex mixer)	-	-	วางไว้ใช้ร่วมกัน

ภาพที่ 46 แสดงการจัดเตรียมอุปกรณ์-เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปฏิบัติการ

3.6 วิธีการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์

1. เครื่องดูดสารละลายอัตโนมัติ (Autopipette) ขนาด 1000 ไมโครลิตร (µl) รุ่น Acure 825

วิธีการดูแลรักษา

1) ถ้าสารละลายเข้าไปในก้านสูบให้เช็ด/ล้างออก โดยถอดที่ปลด tip ออก เช็ค/ล้างด้วยน้ำกลั่น หรือ 70% alcohol รอให้แห้งก่อนประกอบเข้าไปใหม่

2) เมื่อดูดสารละลายแล้วเกิดฟองอากาศ ให้ปล่อยสารละลายกลับลงในภาชนะ แล้วดูที่ปลาย tip ว่าจุ่มลงในสารละลาย หลังจากนั้นค่อย ๆ ดูดสารละลายอย่างช้า ๆ

หมายเหตุ ถ้ายังเกิดฟองอากาศอีก แนะนำให้เปลี่ยน tip ใหม่ ถ้าทำตามขั้นตอนทั้งหมดใหม่อีกครั้งแล้วยังมีปัญหาเกิดขึ้นให้ติดต่อบริษัทตัวแทนจำหน่ายเพื่อดำเนินการส่งให้บริษัทตรวจเช็คต่อไป

แผนการบำรุงรักษา

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะตรวจเช็คเครื่องทุกครั้งก่อนและหลังการเรียนการสอนทุกปฏิบัติการที่มีการใช้งานเครื่อง และนักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะติดต่อประสานกับบริษัทตัวแทนจำหน่ายให้นำเครื่องไปเช็คสภาพและทำความสะอาดหลังจบการเรียนการสอนปฏิบัติการ (ฟรีค่าใช้จ่าย)

2. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) รุ่น V5100/UV5100

วิธีการดูแลรักษา

1) ตรวจสอบการตั้งเครื่องในพื้นที่ที่ไม่มีฝุ่น ตั้งเครื่องห่างจากแสงแดด และตำแหน่งการตั้งเครื่อง

2) ห้ามเคลื่อนย้ายเครื่องบ่อย เนื่องจากจะทำให้เครื่องเกิดการสั่นสะเทือน

3) ตรวจสอบช่องใส่ตัวอย่าง หลังจากการวัดค่า คิวเวทท์ที่มีสารละลายตัวอย่างควรจะนำออกจากช่องใส่ตัวอย่าง หรือการระเหยของสารละลาย จะทำให้มีผลต่อกระจก ถ้ามีสารละลายติดอยู่ในช่องใส่ตัวอย่าง ควรเช็ดออกทันที

แผนการบำรุงรักษา

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะตรวจเช็คเครื่องทุกครั้งก่อนและหลังการเรียนการสอนทุกปฏิบัติการที่มีการใช้งานเครื่อง และนักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะติดต่อประสานกับบริษัทตัวแทนจำหน่ายให้เข้ามาตรวจเช็คและทำความสะอาดเครื่อง โดยมีการกำหนดแผนเพื่อตั้งงบการซ่อมบำรุงเป็นการตรวจเช็คเครื่องปีเว้นปี

3. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง รุ่น ME204

วิธีการดูแลรักษา

หลังจากการใช้งานทุกครั้ง ควรทำความสะอาดจานชั่งโดยใช้แปรงปัดสารเคมีที่หกตกหล่นบนจานชั่งออกทุกครั้ง

แผนการบำรุงรักษา

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะตรวจเช็คเครื่องทุกครั้งก่อนและหลังการเรียนการสอนทุกปฏิบัติการที่มีการใช้งานเครื่อง และนักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะติดต่อประสานกับบริษัทตัวแทนจำหน่ายให้นำเครื่องไปเช็คสภาพและทำความสะอาดหลังจบการเรียนการสอนปฏิบัติการ (ฟรีค่าใช้จ่าย)

บทที่ 4
ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข

การเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) มีขั้นตอนการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี รวมถึงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทำให้ต้องใช้เวลาในการเตรียม และต้องมีการวางแผนปฏิบัติงานที่ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบในการเตรียมปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน เพื่อลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน สำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ได้ จากประสบการณ์ผู้ปฏิบัติงานของผู้จัดทำพบปัญหา อุปสรรค และมีแนวทางแก้ไขดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข

ลำดับที่	ปัญหา อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
1.	การเตรียมสาร BSA (Bovine serum albumin) ในขั้นตอนการผสมสารละลายอาจเกิดฟองอากาศจะส่งผลทำให้ความเข้มข้นของสารละลายที่เตรียมเปลี่ยนแปลงไปได้	ขั้นตอนการผสมสารจะทำให้เกิดฟองอากาศให้ชั่งสารใส่ลงไปในขวดเก็บสารละลาย (Duran) เลย หลังจากนั้นค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นลงไป แล้วค่อย ๆ แกว่งเบา ๆ ให้สารละลายผสมกัน ถ้าผสมสารลงในขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask) ก่อนถ่ายลงในขวดเก็บสารละลาย (Duran) จะทำให้ความเข้มข้นของสารที่เตรียมเปลี่ยนแปลงไป
2.	สารคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (Copper (II) sulphate) ละลายน้ำยาก สารมีความชื้นและจับตัวกันเป็นก้อน	ควรปิดฝาขวดให้แน่นสนิท และพันพาราฟิล์ม (Parafilm) ที่ฝาขวดหลังชั่งสารทุกครั้ง

ตารางที่ 5 แสดงปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข (ต่อ)

ลำดับที่	ปัญหา อุปสรรค (ต่อ)	แนวทางแก้ไข (ต่อ)
3.	ตู้เย็นที่ใช้เก็บสารเคมีมีขนาดเล็ก ทำให้ไม่มีพื้นที่ในการจัดเก็บสารเคมี	<u>ระยะสั้น</u> - สำรวจสารเคมีที่ไม่ได้ใช้หรือหมดอายุนำออกจากตู้ส่งทำลาย - ฝากสารเคมีที่ใช้น้อยกับภาคอื่น <u>ระยะยาว</u> - เสนอหัวหน้าภาค จัดทำแผนจัดซื้อตู้เก็บสารเคมีให้เหมาะสมกับจำนวน
4.	เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติ (Autopipette) ขนาด 1000 มิลลิลิตร มีไม่เพียงพอต่อกลุ่มปฏิบัติการ และความต้องการของนักศึกษา	<u>ระยะสั้น</u> - ทำหนังสือบันทึกข้อความออกจากภาควิชาเพื่อขอยืมใช้เครื่องจากภาควิชาพยาธิคลินิก <u>ระยะยาว</u> - เสนอหัวหน้าภาค จัดทำแผนจัดซื้อตู้เก็บสารเคมีให้เหมาะสมกับจำนวน
5.	เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) มีไม่เพียงพอต่อกลุ่มปฏิบัติการ และความต้องการของนักศึกษา	ให้นักศึกษารอหมุนเวียนกันใช้เครื่อง

ตารางที่ 5 แสดงปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข (ต่อ)

ลำดับที่	ปัญหา อุปสรรค (ต่อ)	แนวทางแก้ไข (ต่อ)
6.	เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ค่าที่วัดไม่นิ่ง	<u>ระยะสั้น</u> - ถ้าเกิดปัญหาขณะที่มีการเรียนการสอนแล้วยังต้องมีการใช้เครื่องต่อให้ทำการปิด-เปิด เครื่องใหม่อีกครั้ง หรือเพิ่มเวลาในการอุ่นเครื่อง <u>ระยะยาว</u> - มีการตรวจสอบเครื่องก่อนเริ่มการเรียนการสอน
7.	ผลการทดลองเมื่อทำซ้ำวัดค่าการดูดกลืนแสง (ค่า OD) แล้วค่าไม่ใกล้เคียงกัน	- วัดค่าซ้ำอีกครั้ง โดยเช็ดทำความสะอาดคิวเวทท์ (Cuvette) ด้วยกระดาษทิชชูก่อนวัด - เปลี่ยนเครื่องในการวัด โดยให้นักศึกษารอหมุนเวียนกันใช้เครื่อง
8.	นักศึกษาใช้อุปกรณ์-เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เช่น เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติ (Micropipette) ปิเปตแก้ว (Seropipette) ไม่ชำนาญ	- ให้นักศึกษาฝึกการใช้อุปกรณ์-เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้ชำนาญในชั่วโมงหัวข้อการเรียนการสอน Introduction to biochemistry instrument ก่อนเริ่มทำการทดลอง - ให้นักศึกษาดูวิดีโอวิธีการใช้อุปกรณ์-เครื่องมือที่อาจารย์ลงไว้ใน google classroom

บทที่ 5
ข้อเสนอแนะ

จากปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไขที่กล่าวไว้ในข้างต้น ทางผู้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ได้มีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผน แก้ไข ปรับปรุง และพัฒนาการปฏิบัติงานให้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ผู้ปฏิบัติงานสาขาชีวเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ดังนี้

1. กรณีที่สารหมดอายุการใช้งาน สารมีความชื้นและจับตัวกันเป็นก้อน ให้จัดทำแผนจัดซื้อสารใหม่ในปีงบประมาณ สำหรับสารเก่าที่หมดอายุแล้วนั้นต้องมีการสำรวจ และทำบันทึกข้อความไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อรอกำจัดและทิ้งสารเคมี

2. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เช่น เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติ (Micropipette) ขนาด 1000 มิลลิลิตร และเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) มีไม่เพียงพอต่อกลุ่มปฏิบัติการ และความต้องการของนักศึกษา ให้จัดทำแผนจัดซื้อครุภัณฑ์ในปีงบประมาณ

3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการอาจเกิดเหตุขัดข้องได้ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ควรทำการตรวจเช็คเครื่องมือทุกเครื่องก่อนทุกครั้งเพื่อลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น และทำให้การเตรียมปฏิบัติการมีความพร้อมก่อนเริ่มการเรียนการสอนปฏิบัติการ

4. มีแผนการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance & service) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำปี หากเครื่องมือเกิดปัญหาขัดข้องระหว่างใช้งาน อะไหล่ชำรุดหรือเสียหายจะได้ให้บริษัทเข้ามาตรวจเช็คเครื่องได้ทันที

5. ในชั่วโมงหัวข้อการเรียนการสอน Introduction to biochemistry instrument แนะนำให้อาจารย์ประจำกลุ่มมีการสอบการใช้อุปกรณ์ให้กับนักศึกษาทุกคนในกลุ่มปฏิบัติการเพื่อให้นักศึกษารู้จักอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องก่อนเริ่มทำการทดลองในหัวข้อปฏิบัติการต่าง ๆ

บรรณานุกรม

วรัญญา อิ่มประสิทธิชัย. (2566). คู่มือปฏิบัติการเรื่องเครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer).

วรัญญา อิ่มประสิทธิชัย. ปฏิบัติการเรื่องเครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer). คณาจารย์สาขาชีวเคมี, คู่มือปฏิบัติการวิชาชีวเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช(น.1-12).

วชิราพรรณ บุญญาพุทธิพงศ์. (2555). บทปฏิบัติการเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมดโดย spectrophotometric biuret method. 1205 332 Food Analysis (Ubon Ratchathani University). สืบค้นจาก http://www.agri.ubu.ac.th/mis/evaluate/assess_paper02/upload/3184.pdf

Thanes Science Co., Ltd. คู่มือการใช้งาน UV-VIS Spectrophotometer รุ่น 5100 ยี่ห้อ METASH.

SciLution Co., Ltd. คู่มือการใช้งานเครื่องวัดการดูดกลืนแสง VIS,UV-VIS Spectrophotometer รุ่น UV-5100,VIS-5100.

ภาคผนวก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล	นางรุ้งเพชร แสนสุข
วัน/เดือน/ปีเกิด	30 พฤษภาคม พ.ศ. 2533
ที่อยู่ปัจจุบัน	134 หมู่ 3 ซอยเทศบาล 11/1 ถนนจันทร์ทองเอี่ยม ตำบลบางรักพัฒนา อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี รหัสไปรษณีย์ 11110
โทรศัพท์	0612298796
E-mail	rungpeach@nmu.ac.th
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช อาคารเกษมศรี ชั้น 3 ห้อง KSS304 3 ถนนขาว แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน โทร. ๕๘๓๑

ที่ พวช.๓๒/ **วันที่** ๑๒ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอรับรองการนำคู่มือปฏิบัติงานมาใช้จริงในภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน

เรียน หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน

ด้วยข้าพเจ้านางรุ้งเพชร แสนสุข ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ (เลขที่ พวช. ๑๒๘๒๑) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ระดับชำนาญการ ได้ดำเนินการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

ในการนี้ ข้าพเจ้ามีความประสงค์ขอการรับรองว่า ได้มีการนำคู่มือการปฏิบัติงานดังกล่าวนำไปใช้จริงในการเรียนการสอนในภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน เพื่อใช้ประกอบการขอประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ระดับชำนาญการ ตั้งแต่เดือนตุลาคม ๒๕๖๖ จนถึงปัจจุบันจริง

(นางรุ้งเพชร แสนสุข)
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

รับรอง

(นายเกียรติดำรงค์ จันทร์พิพัฒน์กุล)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช
๑๒ มีนาคม ๒๕๖๘

สำเนาถูกต้อง
(นางรุ้งเพชร แสนสุข)